



PIRH
BACIA DO RIO DOCE



PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE E PLANOS DE AÇÕES PARA AS UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA BACIA DO RIO DOCE

VOLUME I

RELATÓRIO FINAL

JUNHO/2010

CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA



PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE E PLANOS DE AÇÕES PARA AS UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA BACIA DO RIO DOCE

PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

VOLUME I

RELATÓRIO FINAL

JUNHO 2010

APRESENTAÇÃO

O presente documento constitui o Volume I do **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce – PIRH Doce**, que representa o desejo manifesto de todos os envolvidos no processo participativo que foi empreendido de junho de 2008 ao final do ano de 2009, no sentido de consolidar o planejamento de ações voltadas ao enfrentamento dos principais problemas relacionados com os recursos hídricos na bacia do Rio Doce.

O PIRH Doce, nessa primeira versão, constitui o resultado do esforço de representantes dos dez (10) comitês atuantes na bacia hidrográfica do Rio Doce, bem como dos órgãos gestores de recursos hídricos, representados pela Agência Nacional de Águas – ANA, Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, e Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA, do Espírito Santo, reunidos em um Grupo de Acompanhamento Técnico – GAT. Adiante, a relação dos comitês envolvidos na elaboração do PIRH Doce:

- CBH Doce;
- CBH do rio Piranga;
- CBH do rio Piracicaba;
- CBH do rio Santo Antônio;
- CBH do rio Suaçuí;
- CBH do rio Caratinga;
- CBH Águas do rio Manhuaçu;
- CBH do rio Santa Maria do Doce;
- CBH do rio Guandu; e
- CBH do rio São José.

A diretriz máxima que norteou o referido trabalho foi a constante na Lei N° 9.433/97, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, no tocante à participação pública e espírito democrático, e também a intensa e importante atuação dos comitês de bacias dos estados do Espírito Santo e Minas Gerais, além do próprio CBH Doce.

A Consultora desenvolveu seus trabalhos com acompanhamento permanente do GAT, através de reuniões mensais de trabalho, acrescidas de 30 (trinta) reuniões públicas realizadas em diferentes localidades da bacia, quando se apresentaram os resultados das distintas etapas em que o trabalho se desenvolveu, quais sejam: Diagnóstico, Prognóstico e Programas do Plano Integrado.

Nas duas primeiras etapas foram elaborados o Diagnóstico da Bacia e o Prognóstico dos Recursos Hídricos no Horizonte do Plano, onde se avaliaram, respectivamente, a condição atual da qualidade da água e das disponibilidades hídricas, e a projeção destas condições, conforme distintos cenários, até o ano de 2030.

A etapa final constituiu-se na definição das metas sugeridas para a bacia, e na descrição dos programas, projetos e ações preconizadas, incluindo seus objetivos, justificativas, procedimentos, atores envolvidos e diversos outros elementos que os caracterizam, seguido da análise das condições e perspectivas de atendimentos das metas, a partir da efetiva implantação dos programas, incluindo a viabilidade financeira do Plano.

Nesta última etapa também foram desenvolvidos, entre outros, estudos relacionados a um arranjo institucional viável para a gestão dos recursos hídricos da bacia, bem como diretrizes para a aplicação dos instrumentos de gestão definidos na Lei N° 9.433/97, com destaque para o Enquadramento sugerido no âmbito do Plano, como meta de qualidade a ser alcançada.

O trabalho também contemplou o desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas, denominado SIG-Plano, repositório de toda a informação coletada durante as distintas etapas de elaboração do Plano, bem como suporte de toda a representação cartográfica contida neste estudo.

O PIRH Doce foi organizado em três volumes, a saber:

- Volume I – Diagnóstico e Prognóstico da Bacia do Rio Doce (contendo CD de anexos)
- Volume II – Metas e Programas de Ação (contendo CD de anexos)
- Volume III - Diretrizes para a Gestão da Bacia do Rio Doce

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

Carlos Minc (até fevereiro de 2010)
Izabella Teixeira
Ministra do Meio Ambiente

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Diretoria Colegiada

Vicente Andreu – Diretor-Presidente
José Machado – Diretor-Presidente (até dezembro de 2009)
Benedito Braga (até dezembro de 2009)
Oscar de Moraes Cordeiro Netto (até novembro de 2008)
Bruno Pagnoccheschi (até maio de 2009)
Dalvino Troccoli Franca
Paulo Lopes Varella Neto
João Gilberto Lotufo Conejo
Paulo Rodrigues Vieira

Superintendência de Administração Finanças e Gestão de Pessoas

Luis André Muniz

Superintendência de Apoio à Gestão de Recursos Hídricos

Rodrigo Flecha Ferreira Alves

Superintendência de Gestão da Informação

Sérgio Augusto Barbosa

Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica

Valdemar Santos Guimarães

Superintendência de Implementação de Programas e Projetos

Ricardo Medeiros

Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos

Ney Maranhão

Superintendência de Outorga e Fiscalização

Francisco Lopes Viana

Superintendência de Usos Múltiplos

Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho

EQUIPE TÉCNICA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Coordenação e Acompanhamento

Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos

Ney Maranhão

Coordenação Geral

Superintendente

Nelson Neto de Freitas

Coordenação Executiva

Gerente de Planos de Recursos Hídricos

Colaboradores

Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos

Ana Catarina Nogueira da Costa Silva

Eduardo Carrari

Marcelo Pires da Costa

Superintendência de Apoio à Gestão de Recursos Hídricos

Rodrigo Flecha Ferreira Alves - **Superintendente**

Giordano Bruno Bomtempo de Carvalho

Patrick Thadeu Thomas

Wilde Cardoso Gontijo Jr.

Superintendência de Usos Múltiplos

Joaquim Gondim - **Superintendente**

Adalberto Meller

Manfredo Pires Cardoso

Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica

Valdemar Guimarães - **Superintendente**

Fabricao Vieira Alves

UAR Governador Valadares-MG

Ney Albert Murtha - **Coordenador**

Fabiano Henrique da Silva Alves

Max Ferreira Alves

Gisele de Carvalho Pereira

Gestão Convênio 002/2007

Nelson Neto de Freitas - titular

Eduardo Carrari - suplente

MINAS GERAIS

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Aécio Neves da Cunha (até abril de 2010)

Antônio Augusto Anastasia

Governador

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais – SISEMA

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD

José Carlos Carvalho

Secretário

Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM

Cleide Izabel Pedrosa de Melo

Diretora Geral

Diretoria de Gestão de Recursos Hídricos

Luiza de Marillac Moreira Camargos

Diretora

EQUIPE TÉCNICA – IGAM

Coordenação e Acompanhamento - Gerência de Planejamento de Recursos Hídricos – GPARH

Célia Maria Brandão Fróes

Coordenação Geral - Gerente de Planejamento de Recursos Hídricos

Lilian Márcia Domingues

Coordenação Executiva - Analista Ambiental

Colaboradores

Robson Rodrigues dos Santos - GPARH

Rodrigo Antônio Di Lorenzo Mundim - GPARH

José Eduardo Nunes de Queiroz - GPARH

Raquel Souza Mendes – Gerência de Monitoramento e Geoprocessamento

Sérgio Rezende Leal – Gerência de Cobrança pelo uso da água

Breno Esteves Lasmar – PROCURADORIA IGAM

Renata Maria de Araújo – PROCURADORIA IGAM

Caroline Matos da Cruz Correia – ASCOM/SISEMA

Daniela Giordano Leite – ASCOM/SISEMA

Gestão dos Convênios 002/2007 e 004/2007

Célia Maria Brandão Fróes - titular

Lilian Márcia Domingues - suplente

ESPÍRITO SANTO

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Paulo César Hartung Gomes
Governador

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEAMA

Maria da Glória Brito Abaurre
Secretária

Instituto Estadual de Meio Ambiente do Espírito Santo – IEMA

Sueli Passoni Tonini
Diretora-Presidente

Diretoria de Recursos Hídricos

Fábio Ahnert
Diretor

EQUIPE TÉCNICA – IEMA

Coordenação e Acompanhamento - Gerência de Recursos Hídricos

Robson Monteiro dos Santos
Gerente de Recursos Hídricos

Coordenação de Planejamento de Bacias Hidrográficas e Apoio a Comitês

Viviane da Silva Paes
Coordenação Geral - Coordenadora de Planejamento de Bacias e Apoio à Comitês

Aline Keller Serau
Coordenação Executiva

Mônica Amorim Gonçalves
Coordenação Executiva Adjunta

Colaboradores

Coordenação de Planejamento de Bacias Hidrográficas e Apoio a Comitês

Ananda Bermudes Coutinho
Denise Lima Rabelo
Elene Zavoudakis
Gizzela Carneiro Igreja
Vera Maria Carreiro Ribeiro

Coordenação de Geoprocessamento

Carlos Eduardo Miranda Mota

Coordenação de Licenciamento / Comissão de Saneamento

Gilberto Arpini Sipioni

Coordenação de Licenciamento de Mineração

Anderson Luiz Teodoro

Cláudia de Carvalho Mello

Gestão Convênio 004/2007

Monica Amorim Gonçalves – titular

Aline Keller Serau- suplente

Empresa Contratada: Consórcio ECOPLAN - LUME

Responsável Técnico

Eng. Percival Ignácio de Souza

Coordenação Técnica

Eng. Agr. Alexandre E. de Carvalho

Eng. Henrique Bender Kotzian

Eng. Paulo Maciel Junior

Equipe Técnica

Let. Alexandra Sílvia Rezende

Eng. Civil Alice Castilho

Econ. Anna Adélia Ayres Penna

Eng. Civil Carlos Alves Mees

Eng. Quím Ciomara R. de Carvalho

Geól. Cláudio Neto Lummertz

Eng. Cristiane Peixoto Vieira

Geógr. Dalila de Souza Alves

Sociólogo Eduardo Audibert

Biól. Fábio S. Vilella

Eng. Agr. Fernando Setembrino Meirelles

Jorn. Ivan Gonçalves Mendes

Eng. Geól. João C. Cardoso do Carmo

Econ. João Santiago Baptista Neto

Adv. José Maria A. M. Dias

Eng. José Nelson Almeida Machado

Geól. Juliana de Resende Fabião

Eng. Civil Julio Fortini de Souza

Eng. Agro. Luiz Antônio Barros

Geógr. Márcia Couto de Melo

Adv. Márcia Laene de Andrade Pinto

Eng. Geól. Marcos Bartasson Tannus

Biól. Maria C. Grimaldi da Fonseca

Econ. Otávio Pereira
Eng. Hídrico Rafael Neves Merlo
Eng. Agro. Renata del G. Rodriguez
Biól. Rodrigo Agra Balbuena
Eng. Agr. Rudimar Echer
Eng. Civil Sandra Sonntag
Geógr. Silvia R. de Almeida Magalhães
Econ. Tania Maria Zannete
Eng. Amb. Tatiana Alvim Bracarense
Eng. Vinicius Roman
Geógr. Yash Rocha Maciel
Biól. Willi Bruschi
Estag. de Geologia Allan Buchi
Estag. de Geologia Luiza Werneck
Estag. de Eng. Quím. Fabrícia M. Gonçalves
Estag. de Jornalismo Rodrigo M. Chaves

Acompanhamento e Fiscalização do Contrato - IGAM

Célia Maria Brandão Fróes
Lilian Márcia Domingues

GRUPO TÉCNICO DE ACOMPANHAMENTO – GAT

Agência Nacional de Águas – ANA

Nelson Neto de Freitas

Ney Maranhão

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM

Célia Maria Brandão Froes

Lilian Marcia Domingues

Instituto Estadual de Meio Ambiente do Espírito Santo – IEMA

Aline Keller Serau

Mônica Gonçalves

CBH DOCE

Joema Gonçalves de Alvarenga

Francisco Hermes Lopes

Gilse Olinda Moreira Barbieri

CBH PIRANGA

José Adalberto de Rezende

Márcio Motta Ramos

CBH PIRACICABA

Polynice Rabello Mourão Júnior

Cláudia Diniz Pinto Coelho

Maria Cândida Oliveira Bello Correa

Rômulo Ramos Corgosinho

CBH SANTO ANTÔNIO

Leonardo Mitre Alvim de Castro

Mário Augusto Cintra Ramos

Carlos Humberto de Oliveira Cruz

Maria do Socorro Hemétrio Caldeira

Rejane Beatriz Mendes

CBH SUAÇUI

Paulo Célio de Figueiredo

Maria Helena Batista Murta

Waleska Bretas Armond Mendes

CBH CARATINGA

João Alves Filho

Leopoldo Loreto de Charmelo

Daniela Martins Cunha

Luiz Antônio Sabino

CBH MANHUAÇU

Isaura Pereira da Paixão

Maria Aparecida Salles Franco

Paulo Roberto Vieira Corrêa

CBH GUANDU

Cleres de Martins Schwambach

Valdete Soares dos Santos

Jose Maria Barbieri Borlote

CBH SÃO JOSÉ

Andréia Ruas das Neves

Luiz Mauro Pereira de Souza

Patrick Pallasi da Silva

Virgínia Duarte de Lucena

Vera Lúcia Miranda Guimarães

Maria Aparecida Quiuqui de Abreu

CBH SANTA MARIA DO DOCE

Aliamar Comério

Paola Alfonso Lo Mônaco

Coordenação do GAT

Nelson Neto de Freitas – Agência Nacional de Águas

Colaboradores Externos:

Achilles Monteiro – Serviço Geológico do Brasil (CPRM)

Celso Dutra – Ministério da Integração

Luis Claudio Figueiredo – VALE S.A.

Marcio de Oliveira Cândido – Serviço Geológico do Brasil (CPRM)

Marcio Coury – RURALMINAS

Paulo Diniz – Operador Nacional do Sistema Elétrico

Renato Santana – Empresa de Pesquisas Energéticas

Maria Aparecida do Nascimento – CBH Caratinga

Kleber Rodrigues - CBH Caratinga

Anismara Florêncio – CBH Piracicaba

Flávia Cabral Senna – CBH Piranga

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	1
LISTA DE FIGURAS.....	16
LISTA DE QUADROS.....	24
1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA.....	29
2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-BIÓTICA	36
2.1 ASPECTOS CLIMÁTICOS	36
2.2 DELIMITAÇÃO DA BACIA	43
2.3 PEDOLOGIA	50
2.4 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	52
2.4.1 Geologia.....	52
2.4.2 Geomorfologia.....	61
2.4.3 Suscetibilidade à Erosão	65
2.4.4 Recursos Minerários	70
2.4.5 Recursos Hídricos Subterrâneos	78
2.5 BIOMAS E ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO....	86
2.5.1 Biomas na Bacia do rio Doce	86
2.5.2 Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade	87
2.5.3 Corredor Ecológico.....	93
2.6 ICTIOFAUNA.....	96
2.6.1 Alto Rio Doce	97
2.6.2 Médio Rio Doce.....	99
2.6.3 Baixo Rio Doce.....	104
3 CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA E CULTURAL.....	106
3.1 ESTRUTURA URBANA E ADMINISTRATIVA.....	106
3.2 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	119
3.2.1 Dinâmica Populacional Interna a Bacia do Rio Doce.....	119
3.2.2 Tendências do Crescimento Demográfico na Bacia do Rio Doce.....	132
3.3 ECONOMIA REGIONAL.....	139
3.3.1 A Dinâmica Econômica da Região: o Produto Interno Bruto	139
3.3.2 Produção Agrícola (Principais Culturas).....	150
3.3.3 Pecuária.....	152
3.3.4 Extrativismo	156
3.3.5 Atividade Industrial	159
3.3.6 Exportações e Importações	163
3.3.7 Energia.....	169
3.4 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	171
3.4.1 Sistemas Antrópicos	173

3.4.2	Síntese das Classes de Uso e Cobertura do Solo por Unidade de Planejamento	176
3.4.3	Unidades de Conservação	185
3.5	ASPECTOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS.....	192
3.5.1	Institucionalização da Bacia do Rio Doce	192
3.5.2	A Lei Federal nº 9.433/1997 que Trata da Política e do Gerenciamento dos Recursos Hídricos no Brasil.....	194
3.5.3	Os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH)	197
3.5.4	As Agências de Águas	197
3.5.5	Contextualização Constitucional do Estado de Minas Gerais sobre Águas e Recursos Hídricos	199
3.5.6	Estrutura Administrativa do Estado de Minas Gerais Apta ao Gerenciamento das Águas e Recursos Hídricos	202
3.5.7	Contextualização Constitucional do Estado do Espírito Santo sobre Águas e Recursos Hídricos	204
3.5.8	Estrutura Administrativa do Estado do Espírito Santo apta ao Gerenciamento das Águas e Recursos Hídricos	209
3.6	POLÍTICA URBANA.....	214
3.6.1	O Plano Diretor Municipal	215
3.6.2	Municípios Integrantes da Bacia do rio Doce Obrigados à Implemetação de um Plano Diretor Urbano	215
3.6.3	Interfaces dos Planos Diretores Municipais e Suas Conexões com a Política de Recursos Hídricos	215
3.7	ATOES DA BACIA E MEIOS DE COMUNICAÇÃO	219
3.7.1	Introdução	219
3.7.2	Comentários Finais	220
4	SANEAMENTO E SAÚDE PÚBLICA	225
4.1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	227
4.1.1	Levantamento de Dados.....	227
4.1.2	Indicador de Cobertura	228
4.1.3	Volume Produzido	230
4.1.4	Qualidade da Água Distribuída.....	232
4.1.5	Resíduos de Estação de Tratamento de Água.....	235
4.1.6	Outras Informações sobre a Gestão dos Serviços.....	236
4.2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO	238
4.2.1	Saneamento Rural	238
4.2.2	Coleta e Tratamento de Esgotos Sanitários	238
4.2.3	Saneamento Urbano	240
4.2.4	Ação da CIPE Rio Doce para Esgotamento Sanitário	245
4.2.5	Ações do SISEMA – Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais	245

4.2.6	Lei de Crimes Ambientais – Lei 9.605 de 12/02/1998	246
4.3	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	247
4.3.1	Disposição Final	248
4.3.2	Resíduos dos Serviços de Saúde.....	251
4.3.3	Políticas Públicas para Resíduos Sólidos nos Estados da Bacia do rio Doce	252
4.4	DRENAGEM URBANA.....	258
4.5	SAÚDE PÚBLICA.....	260
4.5.1	Introdução – Doenças Transmitidas pela Falta de Saneamento	260
4.5.2	Casos Confirmados Notificados nos Sistema de Informação de Agravos de Notificação do Ministério da Saúde (SINAN-MS) na bacia do Rio Doce que têm Relação com a Falta de Saneamento.....	263
4.5.3	Resultados do Monitoramento e Pesquisas sobre Cianobactérias e Cianotoxinas na Bacia do rio Doce.....	266
4.5.4	Gestão da Saúde Pública, Qualidade de Vida e Expectativa de Vida	267
5	SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	270
5.1	DISPONIBILIDADE HÍDRICA	270
5.1.1	Disponibilidade Hídrica Superficial	271
5.1.2	Disponibilidade Hídrica Subterrânea.....	288
5.2	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	305
5.2.1	Índice de Qualidade de Água (IQA).....	305
5.2.2	Contaminação por Tóxicos (CT)	307
5.2.3	Ocorrência de Violações dos Padrões de Qualidade da Classe 2	309
5.2.4	Síntese.....	320
5.2.5	Parâmetros Prioritários	321
5.3	USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS E DEMANDA HÍDRICA ...	339
5.3.1	Metodologia.....	339
5.3.2	Usos e Demandas.....	348
5.3.3	Diagnóstico dos Usos Não Consuntivos.....	368
5.4	BALANÇO HÍDRICO	383
5.5	DIAGNÓSTICO POR SEGMENTO DO BALANÇO HÍDRICO DA BACIA DO RIO DOCE	393
5.5.1	Descrição Sucinta do Modelo de Balanço Hídrico (SSD).....	393
5.5.2	Dados de Entrada	395
5.5.3	Resultados.....	396
5.6	CHEIAS NA BACIA DO RIO DOCE	401
5.6.1	Grandes Cheias da Bacia do Rio Doce	402
5.6.2	Sistema de Alerta da Bacia do Rio Doce.....	405
5.6.3	Definição da Planície de Inundação da Cidade de Governador Valadares	412

5.6.4	Plano de Controle de Cheias da Bacia do Caratinga	415
5.7	ANÁLISE INTEGRADA	416
6	CENÁRIOS E PROGNÓSTICOS QUANTO À DISPONIBILIDADE HÍDRICA.	433
6.1	CENÁRIO TENDENCIAL.....	433
6.2	CENÁRIOS ALTERNATIVOS	438
6.3	BALANÇO HÍDRICO DOS CENÁRIOS	449
6.4	COMPATIBILIZAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES COM AS DEMANDAS HÍDRICA.....	453
6.4.1	Alternativas de Incremento das Disponibilidades Hídricas.....	453
6.4.2	Alternativas de Atuação Sobre as Demandas	456
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	460

ANEXOS VOLUME I

- I.A - Mapa Geológico da Bacia do Rio Doce
- I.B - Mapa de Geomorfologia
- I.C - Mapa de Suscetibilidade a Erosão
- I.D - Relação dos Direitos Minerários
- I.E - Mapa de Recursos Minerais
- I.F – Mapa de Hidrogeologia
- I.G – Captações Subterrâneas
- I.H - Mapa de Localização dos Poços de Água Subterrânea
- I.I – Indicadores Demográficos
- I.J - Água e Esgoto
- I.K - Diagnósticos dos Sistemas de Esgotamento Sanitário - SEDRU_ CIPE_ RIO DOCE
- I.L – Resíduos Sólidos Urbanos
- I.M - Indicadores de Vida e Doenças
- I.N - Series de Vazões
- I.O – Hidrogramas
- I.P – Variação Temporal de Parâmetros da Qualidade de Água
- I.Q - Mapa de Análise da Qualidade da Água

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Localização da bacia do rio Doce.....	30
Figura 1.2 Bacias que fazem limite com a bacia do rio Doce.	31
Figura 1.3 – Principais acessos da bacia do rio Doce.....	34
Figura 2.1 – Precipitação total no período chuvoso (1961 a 1990). (Fonte: IGAM, 2008).	37
Figura 2.2 – Precipitação total no período seco (1961 a 1990). (Fonte: IGAM, 2008).....	38
Figura 2.3 - Precipitação média anual na Bacia (1961 a 1990). (Fonte: IGAM, 2008).....	39
Figura 2.4 - Temperatura média mensal nas estações climatológicas Viçosa (localizada no Alto Doce), Governador Valadares (localizada no Médio Doce) e Linhares (localizada no Baixo Doce).....	40
Figura 2.5 – Municípios pertencentes à bacia do Doce que estão incluídos na área do entorno das áreas semi-áridas e subúmidas secas.	42
Figura 2.6 - Delimitação de uma bacia hidrográfica.	44
Figura 2.7 - Limites da bacia do rio Doce. (Fonte: Castro, 2007).....	45
Figura 2.8 - Limites da bacia do rio Doce divulgados no site do Comitê de Bacia Hidrográfica. (Fonte: GEINF/ANA).....	46
Figura 2.9 - Limite adotado para a bacia do rio Doce em seu Plano de Recursos Hídricos.	46
Figura 2.10 Cartas topográficas utilizadas para a digitalização das curvas de nível e da hidrografia. (Fonte: IBGE, 2009).....	49
Figura 2.11 - Mapa de solos da bacia do rio Doce.	50
Figura 2.12 Mapa Produção de Sedimentos	71
Figura 2.13 Distribuição das profundidades dos poços	83
Figura 2.14 Distribuição de frequência dos níveis dinâmico.....	84
Figura 2.15 Biomas na bacia do rio Doce.....	86
Figura 2.16 Mapa Sínteses das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade.	89
Figura 2.17 Área relativa protegida por UC de Proteção Integral dentro da bacia do rio Doce	91
Figura 2.18 Área relativa protegida por UC de Uso Sustentável dentro da bacia do rio Doce	91
Figura 2.19 Comparação entre as Áreas Prioritárias protegidas por Unidade de Conservação dentro da bacia do rio Doce.....	92
Figura 2.20 Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade dentro da bacia do rio Doce: área relativa por tipologia.....	93
Figura 2.21 Corredores ecológicos que abrangem a bacia do rio Doce. (Fonte: BIOATLANTICA, 2009)	95
Figura 3.1 Localização das manchas urbanas dos municípios da bacia do rio Doce	115
Figura 3.2 Porcentagem de municípios nas faixas populacionais em cada unidade de análise.....	116
Figura 3.3 Classificação das sedes dos municípios por faixa populacional, considerando somente a população urbana dos municípios.....	118
Figura 3.4 Distribuição da população total por UPRH. (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007)	121

Figura 3.5 Distribuição da população urbana por UPGRH. (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007).....	123
Figura 3.6 Distribuição da população rural por UPGRH. (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007)	123
Figura 3.7 Taxas de crescimento anual da população total: UPGRHs e Bacia do Rio Doce (1980-1991/1991-2000/2000-2007). (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007) ...	126
Figura 3.8 Evolução da densidade demográfica por UPGRH. (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007)	126
Figura 3.9 Evolução da população total por unidade de análise do BDOES. (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007).	128
Figura 3.10 Evolução da população urbana por unidade do BDOES. (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007).	128
Figura 3.11 Evolução da população rural por unidade do BDOES. (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007)	129
Figura 3.12 Taxas de crescimento da população por unidade (1980-2007). (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007).	129
Figura 3.13 Produção Industrial de MG – Índices de Base Fixa (2002=100) - série com ajuste sazonal.	160
Figura 3.14 Produção Industrial do ES – Índices de Base Fixa (2002=100) - série com ajuste sazonal.	161
Figura 3.15 Investimentos industriais em MG (em R\$bilhões).....	161
Figura 3.16 Balança comercial de Minas Gerais.	165
Figura 3.17 Principais produtos exportadores em 2006.	166
Figura 3.18 Cobertura do Mapeamento.	173
Figura 3.19 Mapeamento do uso e cobertura do solo na bacia do rio Doce.	175
Figura 3.20 Uso e cobertura do solo por tipologia na bacia do rio Doce.	176
Figura 3.21 Síntese do uso e cobertura do solo nas unidades de análise.....	176
Figura 3.22 UPGRH do Piranga: uso e cobertura do solo por tipologia.	177
Figura 3.23 UPGRH do Piracicaba: uso e cobertura do solo por tipologia.....	178
Figura 3.24 UPGRH do Santo Antônio: uso e cobertura do solo.....	179
Figura 3.25 UPGRH do Suaçuí: uso e cobertura do solo por tipologia.....	180
Figura 3.26 UPGRH do Caratinga: uso e cobertura do solo por tipologia.....	181
Figura 3.27 UPGRH do Manhuaçu: uso e cobertura do solo por tipologia.....	182
Figura 3.28 Unidade de análise do Guandu: uso e cobertura do solo por tipologia.	183
Figura 3.29 Unidade de análise do São José: uso e cobertura do solo por tipologia.....	184
Figura 3.30 Unidade de análise de Santa Maria do Doce: uso e cobertura do solo por tipologia.	185
Figura 3.31 Área protegida por unidade de análise.	190
Figura 3.32 Unidades de Conservação de Proteção Integral e Uso Sustentável.....	191
Figura 3.33 Esquema da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.....	193
Figura 3.34 Visão esquemática do SINRH.....	196
Figura 3.35 Estrutura administrativa do IEMA.....	208

Figura 3.36 Estrutura administrativa da SEAMA.....	209
Figura 4.1 Cobertura dos serviços de abastecimento de água por unidade de análise na bacia do rio Doce.	229
Figura 4.2 Abastecimento de água e percentual de perdas por unidade de análise na bacia do rio Doce.....	232
Figura 4.3 Percentual de cobertura dos serviços de esgotamento sanitário na bacia do rio Doce.	241
Figura 4.4 Carga remanescente de DBO por unidade de análise.....	242
Figura 4.5 Estação de tratamento de esgoto de Ipatinga (ETE IPANEMA).	242
Figura 4.6 ETE de Guanhães – MG.....	243
Figura 4.7 Destinação final dos resíduos sólidos na bacia do rio Doce.....	250
Figura 4.8 Incinerador de resíduos de serviços de saúde da SANEAR em Colatina.	253
Figura 4.9 Efeitos diretos do lixo sobre o homem. (Cortesia Professora Maeli Estrela Borges; 2004).	260
Figura 4.10 Efeitos indiretos do lixo sobre o homem. (Cortesia Professora Maeli Estrela Borges; 2004).	260
Figura 4.11 Represas Billings, Taquacetuba e Guarapiranga em São Paulo – Floração de Cianobactérias, Captação flutuante para reduzir a captação de algas na água a ser tratada.....	262
Figura 5.1 Divisão hidrográfica da bacia do rio Doce e Barra Seca.....	274
Figura 5.2 Estações fluviométricas de referência na bacia do rio Doce.	275
Figura 5.3 Histograma de disponibilidade de dados fluviométricos.	276
Figura 5.4 Vazões médias mensais na sub-bacia do rio Piranga.	278
Figura 5.5 Vazões médias anuais na sub-bacia do rio Piranga.....	278
Figura 5.6 Curva de permanência das vazões médias mensais da sub-bacia do rio Piranga.	279
Figura 5.7 Curva de distribuição de frequências das vazões mínimas mensais na sub-bacia do rio Piranga.	280
Figura 5.8 Disponibilidade hídrica superficial por Sub-bacia.	283
Figura 5.9 Contribuição da Vazão Média nas Unidades Hidrográficas, em Percentagem.	284
Figura 5.10 Vazão Específica Média de Longo Termo (q_{MLT}).....	285
Figura 5.11 Vazão Específica relativa à Q_{95} (q_{95}).	286
Figura 5.12 Vazão Específica relativa à $Q_{7,10}$ ($q_{7,10}$).	287
Figura 5.13 Produções específicas médias nas sub-bacias de análise.	288
Figura 5.14 Distribuição da vazão específica dos poços inventariados.....	290
Figura 5.15 Distribuição da vazão estabilizada dos poços inventariados.....	290
Figura 5.16 Distribuição da vazão específica dos poços inventariados.....	291
Figura 5.17 Distribuição da vazão específica no aquífero poroso.....	293
Figura 5.18 Distribuição da vazão específica na bacia do rio Doce com base nos poços tubulares inventariados.	294
Figura 5.19 Perfil hidrogeológico regional.....	301
Figura 5.20 Distribuição percentual das captações de águas subterrânea por tipo de uso.	304

Figura 5.21 Distribuição das faixas do IQA por estação de amostragem de 1997 a 2008 em MG (a) e de 2006 a 2007 no ES (b).	305
Figura 5.22 Distribuição das faixas do IQA por UPGRH / MG (1997 a 2008) e unidade de análise / ES (2006 a 2007) no período de chuvas.	306
Figura 5.23 Distribuição das faixas do IQA por UPGRH / MG (1997 a 2008) e unidade de análise / ES (2006 a 2007) no período de estiagem.	306
Figura 5.24 Distribuição das faixas de Contaminação por Tóxicos por estação de amostragem na parte mineira (a e b) e na divisa de MG e ES (b) de 1997 a 2008.	308
Figura 5.25 Distribuição das faixas de Contaminação por Tóxicos por UPGRH e na divisa de MG e ES de 1997 a 2008 no período de chuvas.	309
Figura 5.26 Distribuição das faixas de Contaminação por Tóxicos por UPGRH e na divisa de MG e ES de 1997 a 2008 no período de estiagem.	309
Figura 5.27 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - UPGRH Piranga (DO1).	310
Figura 5.28 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - UPGRH Piracicaba (DO2).	311
Figura 5.29 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - UPGRH Santo Antônio (DO3).	312
Figura 5.30 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - UPGRH Suaçuí (DO4).	313
Figura 5.31 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - UPGRH Caratinga (DO5).	314
Figura 5.32 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - UPGRH Manhuaçu (DO6).	315
Figura 5.33 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - unidade de análise Guandu.	316
Figura 5.34 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 em 2006 e 2007 - unidade de análise Santa Maria do Doce.	317
Figura 5.35 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 em 2006 e 2007 - unidade de análise São José.	317
Figura 5.36 Rede de monitoramento de qualidade de água em operação na bacia do rio Doce.	322
Figura 5.37 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Piranga.	324
Figura 5.38 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Xopotó.	325
Figura 5.39 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio do Carmo.	326
Figura 5.40 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Casca.	326
Figura 5.41 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Matipó.	327
Figura 5.42 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Piracicaba.	328

Figura 5.43 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Santa Bárbara.....	329
Figura 5.44 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio do Peixe.....	330
Figura 5.45 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Santo Antônio.....	331
Figura 5.46 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Corrente Grande.....	331
Figura 5.47 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Suaçuí Grande.....	332
Figura 5.48 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Caratinga.....	333
Figura 5.49 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Manhuaçu.....	334
Figura 5.50 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 Sub-bacia do rio Guandu.....	335
Figura 5.51 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 - Sub-bacia do rio Santa Joana.....	336
Figura 5.52 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 - Sub-bacia do rio Pancas.....	337
Figura 5.53 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 - Bacia do rio Doce.....	338
Figura 5.54 Localização das sedes urbanas e distritos nas sub-bacias hidrográficas do rio Doce.....	350
Figura 5.55 Unidades de Análise da bacia do rio Doce.....	351
Figura 5.56 Estimativa de demanda para abastecimento urbano (Sub-bacias).....	353
Figura 5.57 Estimativa de demanda para abastecimento urbano (Sub-bacias).....	354
Figura 5.58 Estimativa de demanda para abastecimento urbano (Unidades de Análise).....	355
Figura 5.59 Estimativa de demanda para abastecimento urbano (Unidades de Análise).....	355
Figura 5.60 – Estimativa de demanda para abastecimento industrial (Sub-bacias).....	356
Figura 5.61 Estimativa de demanda para abastecimento industrial (Unidades de Análise).....	357
Figura 5.62 Estimativa de demanda para abastecimento rural (Sub-bacias).....	359
Figura 5.63 Estimativa de demanda para abastecimento rural (Unidades de Análise).....	360
Figura 5.64 Estimativa de demanda para dessedentação animal (Sub-bacias).....	360
Figura 5.65 Estimativa de demanda para dessedentação animal (Unidades de Análise).....	361
Figura 5.66 Estimativa de demanda para a irrigação (Sub-bacias).....	362
Figura 5.67 Estimativa de demanda para a irrigação (Unidades de Análise).....	363
Figura 5.68 Estimativa de demanda para a bacia hidrográfica do rio Doce, segundo o tipo de uso da água.....	364
Figura 5.69 Estimativa de demanda, segundo o tipo de uso da água (MG).....	364
Figura 5.70 Estimativa de demanda, segundo o tipo de uso da água (ES).....	365
Figura 5.71 Demanda hídrica na bacia do rio Doce.....	367
Figura 5.72 UHE e PCH em operação e previstas na bacia do rio Doce.....	372

Figura 5.73	Localização dos minerodutos em operação e previsto na bacia do rio Doce.	376
Figura 5.74	Potencial turístico da bacia do rio Doce.	380
Figura 5.75	REBIO Sooretama (a) e Parque Estadual do Rio Doce (b).	382
Figura 5.76	Localização da área incremental na bacia do Doce.	384
Figura 5.77	Diagrama unifilar simplificado do rio Doce explicitando as áreas incrementais das unidades de análise.	385
Figura 5.78	Avaliação do balanço entre a vazão retirada e a disponibilidade hídrica superficial na bacia do rio Doce com base no critério adotado pela ONU.	388
Figura 5.79	Análise da demanda hídrica com base no índice outorgável pela ANA (70% da Q ₉₅).	389
Figura 5.80	Análise da demanda hídrica com base no índice outorgável no Estado do Espírito Santo (50% da Q _{7,10}).	390
Figura 5.81	Análise da demanda hídrica com base no índice outorgável no Estado de Minas Gerais (30% da Q _{7,10}).	392
Figura 5.82	Esquema da estrutura do sistema integrada ao ambiente ArcGIS. As ferramentas de análise são programadas em VBA utilizando os componentes ArcObjects.	394
Figura 5.83	Comprometimento das demandas em relação à disponibilidade hídrica considerando o efeito exclusivo dos usos múltiplos (abastecimento, dessedentação animal, irrigação e indústrias) nas unidades de estudo, considerando a Q ₉₅ .	397
Figura 5.84	Comprometimento das demandas em relação à disponibilidade hídrica considerando o efeito exclusivo das outorgas, considerando a Q ₉₅ .	397
Figura 5.85	Comprometimento das demandas em relação a disponibilidade hídrica considerando o efeito exclusivo da diluição de efluentes.	398
Figura 5.86	Comprometimento das demandas em relação a disponibilidade hídrica considerando o efeito combinado de todos os usos (usos múltiplos, diluição de efluentes e outorgas).	399
Figura 5.87	Classificação em termos de concentração de DBO considerando o cenário atual na bacia do rio Doce. Classe 1 – até 3 mg/L; Classe 2 – até 5 mg/L; Classe 3 – até 10 mg/L; Classe 4 – acima de 10 mg/L.	399
Figura 5.88	Perfil longitudinal da concentração de DBO em mg/L ao longo do rio Doce (de montante para jusante).	400
Figura 5.89	Vazões máximas anuais do Rio Piranga em Ponte Nova.	402
Figura 5.90	Vazões máximas anuais do Rio Doce em Governador Valadares.	403
Figura 5.91	Vazões máximas anuais do Rio Doce em Colatina.	403
Figura 5.92	Colatina em janeiro de 1997.	403
Figura 5.93	Ponte Nova em janeiro de 2003.	404
Figura 5.94	Caratinga em janeiro de 2003.	404
Figura 5.95	Caratinga em janeiro de 2003.	404
Figura 5.96	Ponte Nova em dezembro de 2008.	404
Figura 5.97	Governador Valadares em dezembro de 2008.	405
Figura 5.98	Colatina em dezembro de 2008.	405
Figura 5.99	Diagrama Unifilar do Sistema de Alerta – (parte 1).	409
Figura 5.100	Diagrama Unifilar do Sistema de Alerta – (parte 2).	410

Figura 5.101 Pontos de monitoramento do Sistema de Alerta.	411
Figura 5.102 Municípios beneficiados pelo Sistema de Alerta	411
Figura 5.103 Mapa das áreas inundadas para diferentes cotas na estação da ANA em Governador Valadares – 56850000.....	413
Figura 5.104 Mapa das áreas inundadas para diferentes períodos de retorno.	414
Figura 5.105 Unidades de análise da Região da Bacia do Rio Doce.....	416
Figura 5.106 Reflorestamentos na Bacia do Rio Doce.....	418
Figura 5.107 Síntese do uso e cobertura do solo por unidade de planejamento na bacia do rio Doce.....	418
Figura 5.108 Distribuição do PIB na bacia do Rio Doce.....	419
Figura 5.109 Vista aérea da bacia.....	419
Figura 5.110 Crescimento populacional.	420
Figura 5.111 Crescimento da população urbana e rural na bacia do rio Doce.	420
Figura 5.112 Crescimento populacional na bacia, nos estados e no país.	421
Figura 5.113 Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade e UC de proteção integral.	421
Figura 5.114 Imagem da bacia.....	422
Figura 5.115 Total de precipitação, período chuvoso normal (1961-1990) na bacia do Rio Doce.	423
Figura 5.116 Precipitação e regime hidrológico.....	423
Figura 5.117 Enchente em Colatina, 2008.....	424
Figura 5.118 Municípios que possuem sistema de alerta de enchentes.....	424
Figura 5.119 Carga remanescente de DBO (ano-base 2006).....	425
Figura 5.120 Percentual de destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos.	425
Figura 5.121 Percentual de abastecimento de água e cobertura dos serviços de esgotamento sanitário.....	426
Figura 5.122 Hidrelétricas e PCH's.....	427
Figura 5.123 Vazões específicas médias na bacia do Rio Doce.....	428
Figura 5.124 Usos outorgados.	428
Figura 5.125 Percentual de demandas hídricas por tipo de uso.....	429
Figura 5.126 Análise de demanda hídrica com base no índice outorgável no Espírito Santo.	430
Figura 5.127 Comprometimento hídrico da bacia.	430
Figura 5.128 Parâmetro de qualidade de água: coliformes termotolerantes.....	431
Figura 5.129 Parâmetro de qualidade de água: Metais.....	432
Figura 6.1 Demanda projetada total na Bacia do Rio Doce (2006-2030).....	435
Figura 6.2 Participação na demanda projetada total na Bacia do Rio Doce por tipo de demanda (2006-2030).	435
Figura 6.3 Retirada projetada total por cenário na Bacia do Rio Doce (2006-2030).	444
Figura 6.4 Variação (%) da retirada projetada total por cenário na Bacia do Rio Doce (2006-2030).....	444
Figura 6.5 Retirada projetada para abastecimento humano por cenário na Bacia do Rio Doce (2006-2030).	445

Figura 6.6 Variação da retirada projetada para abastecimento humano por cenário (2006-2030).	445
Figura 6.7 Retirada projetada para dessedentação animal por cenário na Bacia do Rio Doce (2006-2030).	446
Figura 6.8 Variação da retirada projetada para dessedentação animal por cenário (2006-2030).	446
Figura 6.9 Retirada projetada para irrigação por cenário na Bacia do Rio Doce (2006-2030).	447
Figura 6.10 Variação da retirada projetada para irrigação por cenário (2006-2030).	447
Figura 6.11 Retirada projetada para abastecimento industrial por cenário na Bacia do Rio Doce (2006-2030).	448
Figura 6.12 Variação da retirada projetada para abastecimento industrial por cenário (2006-2030).	448
Figura 6.13 Saldo hídrico para o cenário Tendencial.	451
Figura 6.14 Saldo hídrico para o cenário Com Desenvolvimento.	452
Figura 6.15 Estimativa da situação da qualidade dos corpos hídricos, em termos de DBO, no cenário Tendencial (2030).	452

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 Comprimento dos principais afluentes da bacia do rio Doce.	32
Quadro 1.2 Características gerais da bacia do rio Doce.	35
Quadro 2.1 As UPGRHs presentes na área mineira da bacia do rio Doce e as regiões estabelecidas na área abrangida pelo Estado do Espírito Santo, com suas respectivas áreas de drenagem.	47
Quadro 2.2 Classes, áreas e porcentagem ocupada pelos solos na bacia do rio Doce.	50
Quadro 2.3 Susceptibilidade erosiva e produção de sedimentos.	69
Quadro 2.4 Relação de Processos Minerários Classificados por fase de Tramitação no DNPM.	72
Quadro 2.5 Distribuição das Concessões de Lavra.	72
Quadro 2.6 Distribuição dos Licenciamentos.	72
Quadro 2.7 Relação de Processo em Fase de Lavra por substância Mineral.	73
Quadro 2.8 Reservas de Minério de Ferro localizadas na bacia do rio Doce.	74
Quadro 2.9 Reservas de gemas na bacia do rio Doce.	74
Quadro 2.10 Reservas de ouro na bacia do rio Doce.	75
Quadro 2.11 Reserva de Rochas Ornamentais.	76
Quadro 2.12 Agregados para construção civil nas unidades de análise.	77
Quadro 2.13 Distribuição dos sistemas aquíferos na bacia do rio Doce.	80
Quadro 2.14 Estatísticas dos dados fornecidos pelo SIAGAS/CPRM.	81
Quadro 2.15 Áreas Prioritárias Protegidas por UC de Proteção Integral.	90
Quadro 2.16 Áreas Prioritárias Protegidas por UC de Uso Sustentável dentro da bacia do rio Doce.	91
Quadro 2.17 Porcentagem das tipologias inseridas nas Áreas Prioritárias dentro da bacia do rio Doce.	93
Quadro 2.18 Drenagens representativas do alto rio Doce.	98
Quadro 2.19 Drenagens representativas do Médio rio Doce.	100
Quadro 3.1 Municípios pertencentes às UPGRH localizadas na parte mineira da bacia do Doce e às unidades de análise na parte capixaba desta bacia, as respectivas áreas e as porcentagens das suas áreas dentro destas unidades, bem como as sedes localizadas nas UPGRH ou nas unidades de análise.	106
Quadro 3.2 Quantidade e porcentagem de municípios nas faixas populacionais. em cada unidade de análise.	116
Quadro 3.3 Distribuição da população por UPGRH em Minas Gerais e Situação do Domicílio 1980/1991/2000/2007.	120
Quadro 3.4 Taxas anuais de crescimento da população - Bacia do Rio Doce em Minas Gerais (1980-1991/1999-2000/2000-2007).	125
Quadro 3.5 Bacia do Rio Doce em Minas Gerais - Indicadores Demográficos - Densidade e Grau de Urbanização (1980/1991/2000/2007).	125
Quadro 3.6 Bacia do rio Doce no Espírito Santo - Distribuição da população por unidade de análise (1980/1991/2000/2007).	130
Quadro 3.7 Bacia do rio Doce no Espírito Santo - Taxas Anuais de Crescimento da População (1980-1991/1991-2000/2000-2007).	130

Quadro 3.8 Bacia do rio Doce no Espírito Santo – Indicadores Demográficos (1980-2007)	131
Quadro 3.9 Bacia do Rio Doce em Minas Gerais – Estimativas Populacionais - Distribuição por UPGRH - 2010-2030.	135
Quadro 3.10 Bacia do Rio Doce no Espírito Santo - Estimativas Populacionais Distribuição por Unidade de Análise – 2010-2030.	135
Quadro 3.11 Bacia do Rio Doce - Estimativas Populacionais Distribuição por Unidade de Análise – 2010-2030.	136
Quadro 3.12. Minas Gerais: Indicadores Demográficos Implícitos na Projeção da População (1991-2030).	137
Quadro 3.13. Espírito Santo: Indicadores Demográficos Implícitos na Projeção da População (1991-2030).	137
Quadro 3.14 Evolução do PIB de MG, ES e do Brasil.	140
Quadro 3.15 Ranking dos Estados no PIB do Brasil – 2002 – 2005.	140
Quadro 3.16 Participação dos Estados no PIB do Brasil a preços de mercado corrente – 2002 – 2005 (%).	141
Quadro 3.17 Participação do valor adicionado e PIB da bacia do rio Doce nos Estados de MG e ES (2002 – 2005) por sub-bacias (UPG) – valores correntes de set/2008.	141
Quadro 3.18 Planilha de consolidação do PIB municipal (2002 – 2005) por sede (UPG) – valores correntes de set/2008.	142
Quadro 3.19 Participação da UPG no PIB da bacia do rio Doce.	143
Quadro 3.20 Ranking dos municípios de maior PIB total.	144
Quadro 3.21 Participação do valor adicionado e PIB da bacia do rio Doce nos Estados de MG e ES (2002-2005) % por sub-bacia (UPG) – valores correntes set/2008.	144
Quadro 3.22 Participação do valor adicionado no PIB da bacia do rio Doce nos Estados de MG e ES (2002-2005) % por unidade de análise – valores correntes set/2008.	145
Quadro 3.23 Planilha de consolidação do PIB municipal por unidade de análise - VA agropecuário de 2002-2005– valores correntes de set/2008.	146
Quadro 3.24 Ranking dos municípios de maior VA agropecuário – valor corrente de set/2008.	147
Quadro 3.25 Planilha de consolidação do PIB municipal por sede (unidade de análise) - VA industrial de 2002-2005– valores correntes de set/2008.	148
Quadro 3.26 Ranking dos municípios com maior VA industrial – valor corrente set/08.	149
Quadro 3.27 Planilha de consolidação do PIB municipal por sede (unidade de análise) - VA serviço 2002-2005– valores correntes de set/2008.	150
Quadro 3.28 Área plantada de lavoura permanente 2000 - 2006 por unidade de análise.	151
Quadro 3.29 Evolução ranking -área plantada de lavoura permanente 2000 - 2006 por município.	151
Quadro 3.30 Principais municípios mineiros de rio Doce em termos de produção agrícola (dados de dezembro).	152
Quadro 3.31 Produção de galos, frangos e pintos por unidade de análise – 2000-2006.	153
Quadro 3.32 Produção de galinhas por unidade de análise – 2000-2006.	153
Quadro 3.33 Suinocultura por unidade de análise – 2000-2006.	154
Quadro 3.34 Rebanho bovino por unidade de análise – 2000-2006.	155

Quadro 3.35 Evolução ranking – rebanho de bovinos por município (2000 – 2006).....	155
Quadro 3.36 Produção e exportação 2001-2005.....	156
Quadro 3.37 Produção de Carvão Vegetal por unidade de análise – 2000-2006.	156
Quadro 3.38 Produção de Carvão Vegetal na bacia do rio Doce – 2000-2006.	157
Quadro 3.39 Evolução Ranking – Carvão Vegetal: 2000 - 2006 por Município.	157
Quadro 3.40 Produção de madeira para Papel e Celulose por unidade de análise – 2000-2006.....	158
Quadro 3.41 Produção de madeira para outros fins por unidade de análise – 2000-2006.	158
Quadro 3.42 Indicadores conjunturais da indústria – resultados regionais – ago/2008. ...	159
Quadro 3.43 Produção da indústria de transformação e extrativa mineral (Var.%).....	160
Quadro 3.44 Investimentos industriais em MG – 2007.	162
Quadro 3.45 Unidades de estabelecimentos industriais total MG e ES por setor de atividade 2000-2005.	163
Quadro 3.46 Planilha de consolidação de dado municipal por sede – unidades de estabelecimentos industriais (indústrias extrativistas) de 2000-2005 por unidade de análise.....	164
Quadro 3.47 Planilha de consolidação de dado municipal por sede – unidades de estabelecimentos industriais (indústrias de transformação) de 2000-2005 por unidade de análise.	165
Quadro 3.48 Participação de Minas Gerais no Brasil.....	166
Quadro 3.49 Balança comercial capixaba.....	167
Quadro 3.50 Participação percentual do ES nas exportações brasileiras em termos de volume.....	167
Quadro 3.51 Planilha de consolidação do dado municipal por unidade de análise – exportação municipal de 2005 -2007.....	168
Quadro 3.52 Planilha de consolidação do dado municipal por unidade de análise – importação municipal de 2005 -2007.....	169
Quadro 3.53 Energia consumida no Estado do ES por classe de consumo.....	170
Quadro 3.54 Demanda de energia por fonte e por setor. 2006.	170
Quadro 3.55 UC's de Proteção Integral na bacia do rio Doce.....	186
Quadro 3.56 UC's de Uso Sustentável na bacia do rio Doce.....	187
Quadro 3.57 Outras UC's da bacia do rio Doce.	189
Quadro 3.58 Unidades de planejamento: fitofisionomias protegidas (sistema natural) (%).	190
Quadro 3.59 Municípios segundo a população sujeitos à obrigatoriedade de disporem de Plano Diretor ou por integrarem Região Metropolitana.	216
Quadro 3.60 Tópicos dos Planos Diretores Municipais que se inter-relacionam com recursos hídricos.	218
Quadro 3.61 Atores sociais na bacia do rio Doce.....	222
Quadro 3.62 Atores sociais na bacia do rio Doce.....	223
Quadro 4.1 Disponibilidade de dados no SNIS 2006 para a bacia do rio Doce – Abastecimento de Água.	227
Quadro 4.2 Índice médio de cobertura dos serviços de abastecimento de água nas unidades de análise na bacia do Rio Doce.	229

Quadro 4.3 Valores do Consumo <i>per capita</i> na bacia do Rio Doce – L/habxdia.....	230
Quadro 4.4 Indicadores médios de perdas de faturamento em sistemas de abastecimento na bacia do rio Doce relacionados no SNIS.	231
Quadro 4.5 Número de municípios que informaram ao SNIS sobre o cumprimento da portaria 518 do Ministério da Saúde.	234
Quadro 4.6 Volumes relativos a tarifas básicas praticadas pelos principais operadores de sistemas de água e esgoto na bacia do rio Doce.	237
Quadro 4.7 Disponibilidade de dados no SNIS 2006 para a bacia do rio Doce – Esgotamento Sanitário.	238
Quadro 4.8- Eficiência de sistemas de tratamento de esgotos.....	240
Quadro 4.9 Serviços de esgotamento sanitário nas unidades de análise na bacia do rio Doce.	240
Quadro 4.10 Resultados de pesquisa de percepção – Qual o serviço público mais importante?.....	244
Quadro 4.11 Municípios com licença de operação.....	245
Quadro 4.12 Convocação para licenciamento de sistemas de tratamento de esgotos.	246
Quadro 4.13 Massa coletada de resíduos sólidos no Brasil.....	248
Quadro 4.14 Relação da destinação dos resíduos sólidos urbanos na bacia do Rio Doce.	249
Quadro 4.15 Processamento dos resíduos sólidos no Estado de Minas Gerais.	251
Quadro 4.16 Classificação ambiental das infecções relacionadas com a água.....	261
Quadro 4.17 Medidas de abastecimento de água e esgotamento sanitário como Redutoras de Doenças.	261
Quadro 4.18 Municípios no Estado de Minas Gerais com incidência de Hepatite A acima da faixa recomendada pela OPAS.....	264
Quadro 4.19 Municípios no Estado do Espírito Santo com incidência de Hepatite A acima da faixa recomendada pela OPAS.....	265
Quadro 4.20 Notificações de Leptospirose nos municípios no Estado do Espírito Santo.	265
Quadro 4.21 Expectativa de vida ao nascer.	268
Quadro 4.22 Expectativa de vida ao nascer e mortalidade infantil na bacia do rio Doce – Ano de 2000.	269
Quadro 5.1 Sub-bacias e estações fluviométricas de referência usadas para estimativa de disponibilidade hídrica superficial.	273
Quadro 5.2 Disponibilidade hídrica superficial da Bacia do rio Doce e Barra Seca nos pontos de controle.	282
Quadro 5.3 Tempo de residência em reservatórios na bacia do rio Doce.	283
Quadro 5.4 Reservas explotáveis por unidade de análise.	298
Quadro 5.5 Reservas explotáveis estimada para os aquíferos granulares.....	298
Quadro 5.6 Dados sobre uso de água subterrânea em Minas Gerais.....	304
Quadro 5.7 Resultados dos ensaios de toxicidade crônica no rio Manhuaçu em Santana do Manhuaçu - estação RD064.	316
Quadro 5.8 Lista dos parâmetros analisados nas campanhas completas.	322
Quadro 5.9 Coeficientes de retirada urbana per capta, conforme o estado considerado (ES e MG) e faixa de população do município.....	341

Quadro 5.10 Coeficientes de retirada urbana <i>per capita</i> , para abastecimento da população urbana não atendida pela rede geral.....	341
Quadro 5.11 Coeficientes <i>per capita</i> , para espécies animais.....	343
Quadro 5.12 Parâmetros utilizados na estimativa das vazões de retirada e retorno da indústria.....	346
Quadro 5.13 Consumo de água para abastecimento urbano.....	352
Quadro 5.14 Consumo de água para abastecimento.....	357
Quadro 5.15 Síntese das Estimativas de Demanda de Uso da Água para a bacia hidrográfica do Rio Doce e suas diferentes regiões hidrográficas.....	366
Quadro 5.16 UHEs e PCHs em operação na bacia do rio Doce.....	369
Quadro 5.17 UHEs e PCHs previstas na bacia do rio Doce.....	370
Quadro 5.18 Aproveitamentos com revisão de estudos de inventário aprovados pela ANEEL em 2006.....	373
Quadro 5.19 Descrição da obtenção das áreas incrementais de cada unidade de análise..	385
Quadro 5.20 Balanço Hídrico na bacia do rio Doce.....	386
Quadro 5.21 Disponibilidade hídrica em cada sub-bacia da bacia do rio Doce.....	395
Quadro 5.22 Municípios Beneficiados pelo Sistema de Alerta.....	406
Quadro 5.23 Pontos de Monitoramento do Sistema de Alerta.....	408
Quadro 6.1 Projeções de Demandas (Total) – Cenário Tendencial (m ³ /s).....	436
Quadro 6.2 Participação dos tipos de demanda no Cenário Atual da Bacia do Rio Doce (% em 2006).	440
Quadro 6.3 Saldos hídricos para as sub-bacias do rio Doce, considerando distintos cenários (m ³ /s).....	450
Quadro 6.4 Tipo de captação para abastecimento humano na bacia do rio Doce, por UPGRH.....	454

1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA

A bacia do rio Doce situa-se na região Sudeste, entre os paralelos 17°45' e 21°15' S e os meridianos 39°30' e 43°45' W, integrando a região hidrográfica do Atlântico Sudeste. Esta bacia, com uma área de drenagem de aproximadamente 86.715 km², dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e o restante ao Espírito Santo, abrange um total de 230 municípios.

As nascentes do rio Doce situam-se no Estado de Minas Gerais, nas serras da Mantiqueira e do Espinhaço, sendo que suas águas percorrem cerca de 850 km, até atingir o oceano Atlântico, junto ao povoado de Regência, no Estado do Espírito Santo (Figura 1.1). Existem dois rios de domínialidade federal na bacia do rio Doce: o rio Doce e o rio José Pedro, afluente do rio Manhuaçu.

A bacia limita-se ao sul com a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a sudoeste com a bacia do rio Grande, a oeste com a bacia do rio São Francisco, ao norte e noroeste com a bacia do rio Jequitinhonha, e bacias do litoral sul do Espírito Santo e a nordeste com as bacias do litoral norte do Espírito Santo (Figura 1.2).

Os principais afluentes do rio Doce pela margem esquerda são os rios do Carmo, Piracicaba, Santo Antônio, Corrente Grande e Suaçuí Grande, em Minas Gerais; São José e Pancas no Espírito Santo. Já pela margem direita são os rios Casca, Matipó, Caratinga/Cuieté e Manhuaçu em Minas Gerais; Guandu, Santa Joana e Santa Maria do Rio Doce no Espírito Santo. Os comprimentos dos principais afluentes da bacia do rio Doce são apresentados no Quadro 1.1.

No estado de Minas Gerais a bacia do rio Doce é dividida em seis Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs), com Comitês de Bacia já estruturados, conforme descrito abaixo:

- DO1 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Piranga;
- DO2 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Piracicaba;
- DO3 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Santo Antônio;
- DO4 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Suaçuí;
- DO5 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Caratinga; e
- DO6 – Comitê de Bacia Hidrográfica Águas do rio Manhuaçu.

No Estado do Espírito Santo, embora inexistam subdivisões administrativas da bacia do rio Doce, têm-se os Comitês das Bacias Hidrográficas do rio Santa Maria do Doce, do rio Guandu e do rio São José, sendo este último instituído por decreto do Estado do Espírito Santo em 02 de abril de 2008, bem como os Consórcios dos rios Santa Joana e Pancas.

A atividade econômica da bacia do rio Doce é bastante diversificada, destacando-se: a agropecuária (reflorestamento, lavouras tradicionais, cultura de café, cana-de-açúcar, criação de gado leiteiro e de corte e na suinocultura.); a agroindústria (sucroalcooleira); a mineração (ferro, ouro, bauxita, manganês, pedras preciosas e outros); a indústria (celulose, siderurgia e laticínios); o comércio e serviços de apoio aos complexos industriais; e a geração de energia elétrica.



Figura 1.1 Localização da bacia do rio Doce.

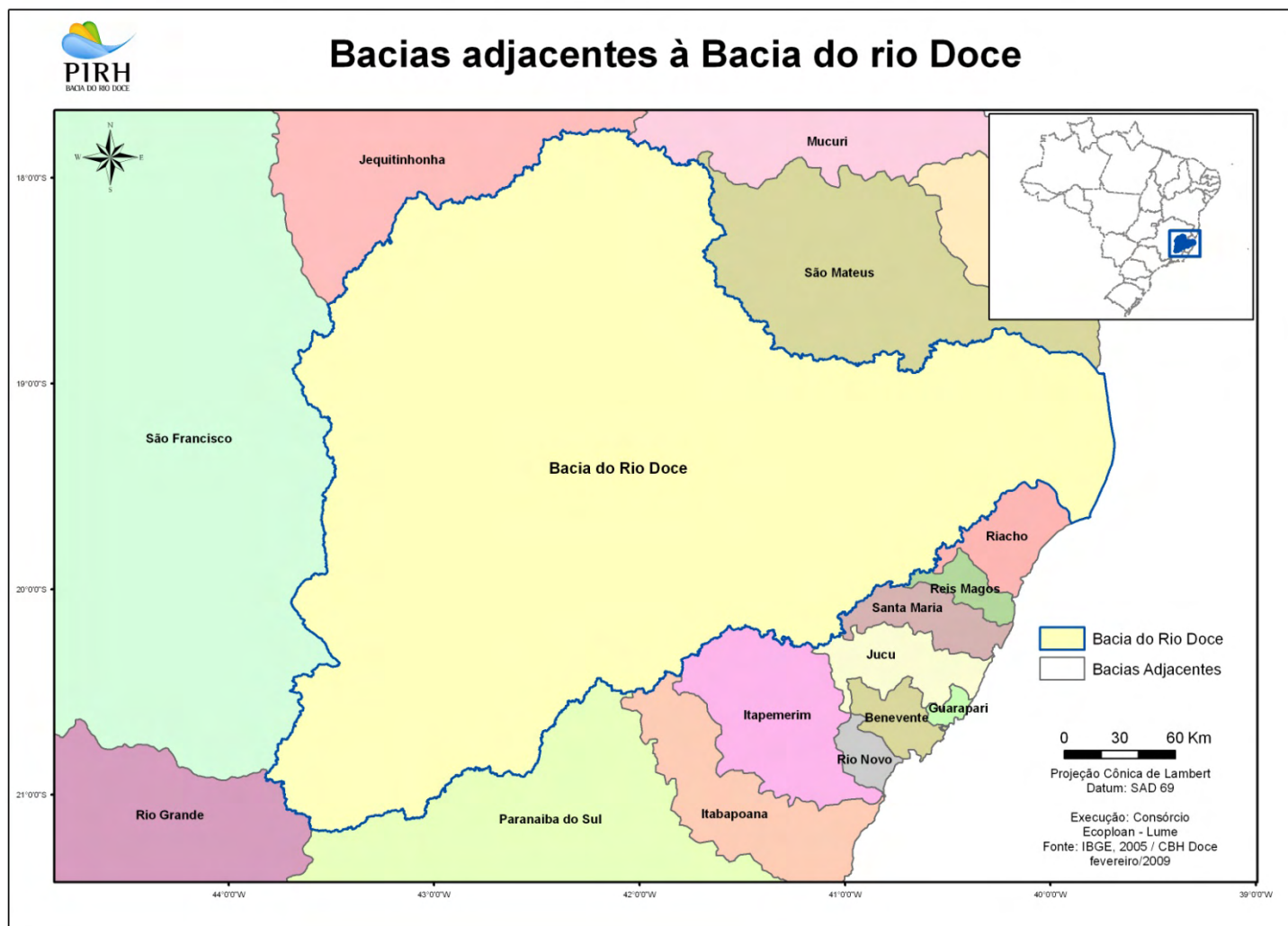


Figura 1.2 Bacias que fazem limite com a bacia do rio Doce.

Quadro 1.1 Comprimento dos principais afluentes da bacia do rio Doce.

Principais Afluentes do Rio Doce	Comprimento do Rio Principal (km)
Rio Piranga	467,9
Rio Piracicaba	246,2
Rio Santo Antônio	279,5
Rio Suaçuí Grande	304,2
Rio Suaçuí Pequeno	149,6
Rio Caratinga	222,0
Rio Manhuaçu	347,1
Rio Guandu	160,3
Rio Santa Maria do Doce	92,9
Rio São José	189,6

Na região encontra-se instalado o maior complexo siderúrgico da América Latina, com destaque para a Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, a ACESITA e a USIMINAS. Ao lado da siderurgia estão associadas empresas de mineração, com destaque para a Companhia Vale do Rio Doce - CVRD e empresas reflorestadoras, que cultivam o eucalipto para fornecer matéria-prima para as indústrias de celulose. Todo esse complexo industrial é responsável por grande parte das exportações brasileiras de minério de ferro, aço e celulose, sendo, portanto, de grande importância para a região onde estão instaladas.

Apesar de ser notável a geração de capital na bacia em função da existência desse complexo siderúrgico, também se verifica a desigualdade no interior da bacia. O maior desenvolvimento das atividades econômicas aconteceu somente em algumas de suas áreas, como o Vale do Aço e na região de influência dos municípios de Governador Valadares, Caratinga, Colatina e Linhares. Os indicadores sociais e econômicos de uma parte significativa dos municípios da bacia mostram que quase uma centena deles são classificados como municípios pobres.

As principais rodovias que dão acesso e passam pela bacia do rio Doce são: a BR 381 que segue na direção sudoeste – nordeste passando por Belo Horizonte e depois importantes cidades da bacia como Ipatinga e Governador Valadares; a BR 116, importante rodovia brasileira que cruza a região do Médio Doce na direção de sul para norte, passando por Caratinga e Governador Valadares; a BR 262 que segue na direção leste – oeste atravessa Belo Horizonte, passa entre João Monlevade e Rio Piracicaba, cruza com a BR 116 nas proximidades de Manhuaçu e depois entra no Espírito Santo, já fora da bacia do Rio Doce; a BR 101, que serve a parte capixaba da bacia, atravessa a região do Baixo Doce de sul para norte passando por Linhares.

Além das rodovias, existe a Estrada Ferroviária Vitória a Minas (EFVM) que liga Belo Horizonte a Vitória, numa extensão de 898 km passando pelo Vale do Aço, sendo incorporada pela CVRD - Companhia Vale do Rio Doce em 1940. Esta ferrovia faz o transporte de passageiros e mercadorias (minério de ferro, carvão mineral, calcário, ferro, aço, produtos agrícolas, etc). É considerada a ferrovia mais rentável do País e uma das poucas ferrovias que ainda faz o transporte de passageiros. A Figura 1.3 apresenta as principais vias da bacia do Rio Doce.

A bacia tem uma população superior a 3,5 milhões de habitantes. O Vale do Aço tem o maior adensamento populacional da bacia e constata-se a existência de um fluxo migratório que se direciona, sobretudo, para as maiores cidades, como Ipatinga e

Governador Valadares. Em decorrência, há uma tendência de diminuição populacional nos municípios com população de até 20.000 habitantes, que representam mais de 85% dos municípios da bacia do rio Doce.

A população urbana representa mais de 70% da população total. Entretanto, os mesmos dados mostram que mais de 100 municípios possuem população rural maior que a urbana, evidenciando que a população rural ainda é significativa, absorvidos pela exploração agropecuária. No Médio Doce, essas atividades constituem o principal gerador de renda, emprego e ocupação de mão-de-obra em municípios de menor porte, principalmente onde a população rural predomina.



Figura 1.3 – Principais acessos da bacia do rio Doce.

O desmatamento generalizado e o mau uso dos solos, seja para a monocultura do eucalipto como para agricultura ou pastagem, tem conduzido a região a um intenso processo de erosão, cujos sedimentos resultantes tendem a assorear os cursos d'água. O assoreamento é um dos problemas sérios que atinge a bacia, em especial o baixo curso do rio Doce, que recebe carga de sedimentos provenientes das áreas a montante. O problema da erosão é ainda agravado nas áreas em que as rochas e o solo têm em sua composição química grandes concentrações de alumínio. O uso indiscriminado de agrotóxicos nas lavouras também contribui para a contaminação dos cursos d'água.

A urbanização da bacia também contribui significativamente para os impactos nos cursos d'água, principalmente pelo quase inexistente sistema de tratamento de esgotos.

Outro grande problema ambiental evidenciado na bacia é ocorrência de inundações. O desmatamento indiscriminado e o manejo inadequado do solo criaram condições favoráveis à formação de processos erosivos, que somado aos despejos inadequados advindos da mineração e de resíduos industriais e domésticos, deram origem ao contínuo processo de assoreamento dos leitos dos rios da bacia. Além disso, algumas cidades ocuparam a planície de inundação dos rios e de tempos em tempos, períodos de chuva mais severos provocam o alagamento de parte destas planícies, trazendo graves prejuízos à região.

O Quadro 1.2 sumariza as características gerais da bacia do rio Doce.

Quadro 1.2 Características gerais da bacia do rio Doce.

Características Gerais da Bacia do Rio Doce	
Área da bacia	86.711 km ²
Extensão do curso principal	Aprox. 879 km
Nº de municípios	229 municípios
População na bacia	Aprox. 3.294.000 habitantes
Principais atividades econômicas	Mineração Siderurgia Silvicultura Agropecuária
Principais problemas relacionados à gestão dos recursos hídricos	Contaminação por esgotos domésticos Erosão e assoreamento

2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-BIÓTICA

2.1 ASPECTOS CLIMÁTICOS

A configuração topográfica dada pelas serras na bacia do rio Doce, conforme apontado no item 2.3, acentua as características das massas de ar envolvidas na dinâmica de sua circulação atmosférica, conferindo à região variação climática.

Segundo a classificação de Köppen, identificam-se basicamente três tipos climáticos na bacia: tropical de altitude com chuvas de verão e verões frescos, presente nas vertentes das serras da Mantiqueira e do Espinhaço e nas nascentes do rio Doce; tropical de altitude com chuvas de verão e verões quentes, presente nas nascentes de seus afluentes; e clima quente com chuvas de verão presente nos trechos médio e baixo do rio Doce e de seus afluentes.

O regime pluviométrico na bacia é caracterizado por dois períodos bem distintos. O período chuvoso que se estende de outubro a março, com maiores índices no mês de dezembro; e o período seco que se estende de abril a setembro, com estiagem mais crítica de junho a agosto. Na Figura 2.1 é apresentada a variação da precipitação total, no período chuvoso e na Figura 2.2, no período seco, obtidas com base nas normais climatológicas referentes ao período base de 1961 e 1990.

No período chuvoso a precipitação total varia de 800 a 1.300 mm, enquanto no período seco varia de 150 a 250 mm. Na Figura 2.3 é apresentado o mapa da variação da precipitação média anual na bacia considerando os dados de normais climatológicas referentes ao período base de 1961 e 1990.

Especialmente a precipitação média anual varia de 1500 mm, nas nascentes localizadas nas Serras da Mantiqueira e do Espinhaço, a 1.000 mm, na região da cidade de Aimorés/MG, voltando a crescer em direção ao litoral.

As temperaturas médias anuais na bacia variam de 18° C em Barbacena, a 24,6° em Aimorés. O período mais quente compreende os meses de janeiro e fevereiro, enquanto, que as temperaturas mínimas ocorrem em junho e julho.

Na Figura 2.4 é apresentada a variação da temperatura média, ao longo do ano, obtida com base nas normais climatológicas, referentes ao período base de 1961 e 1990, para as estações climatológicas Viçosa (localizada no Alto Doce), Governador Valadares (localizada no Médio Doce) e Linhares (localizada no Baixo Doce).

- Desertificação

Segundo as definições da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, a desertificação é a degradação de terras nas zonas áridas, semi-áridas e subúmidas secas do planeta. No Brasil, o fenômeno pode atingir as regiões semi-áridas e subúmidas secas. Isso representa áreas dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais, entretanto em outras áreas de Minas Gerais e do Espírito Santo apresentam algumas áreas secas, adjacentes aos espaços subúmidos secos ou semi-áridos, igualmente afetadas por este fenômeno.

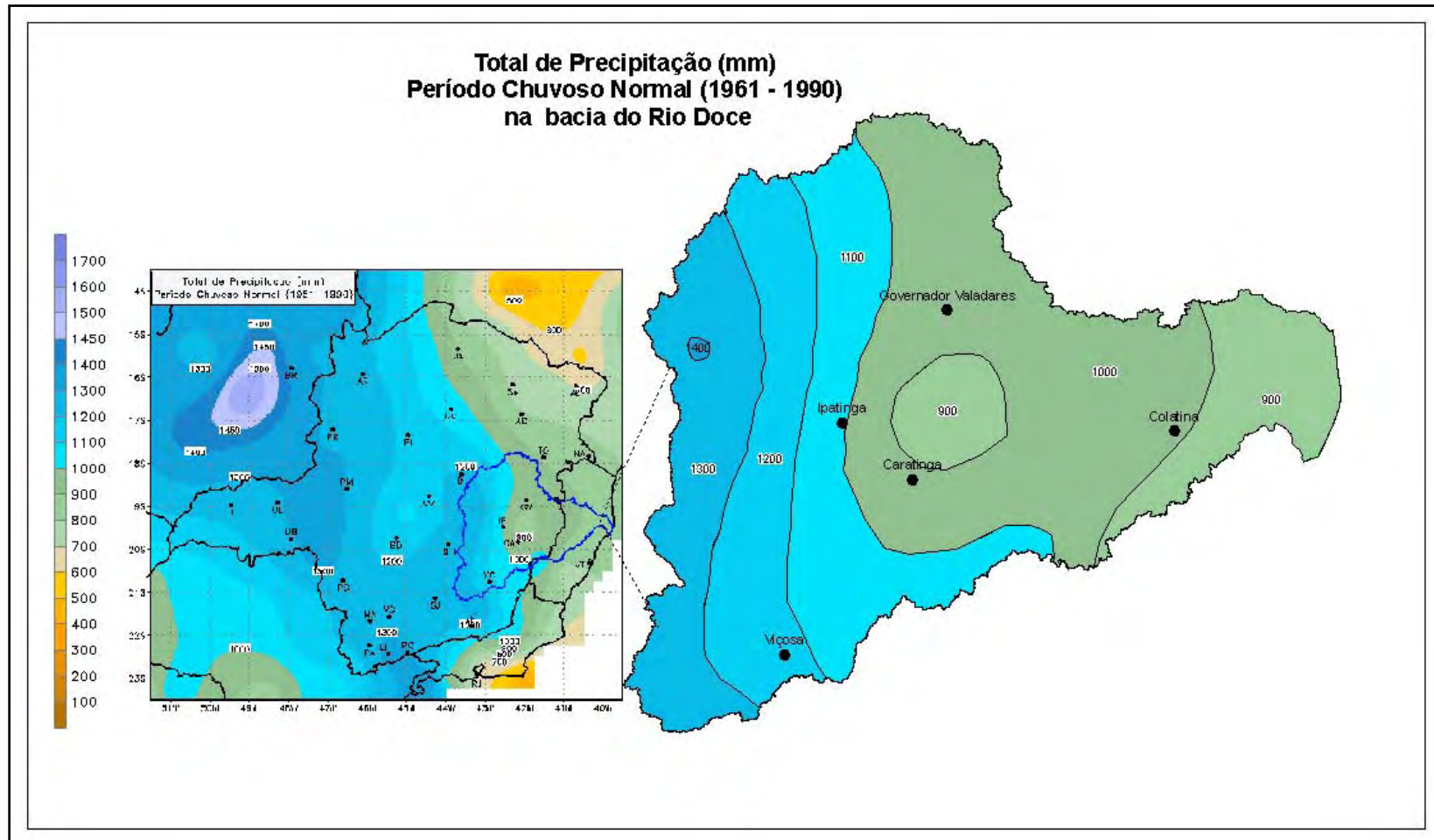


Figura 2.1 – Precipitação total no período chuvoso (1961 a 1990). (Fonte: IGAM, 2008).

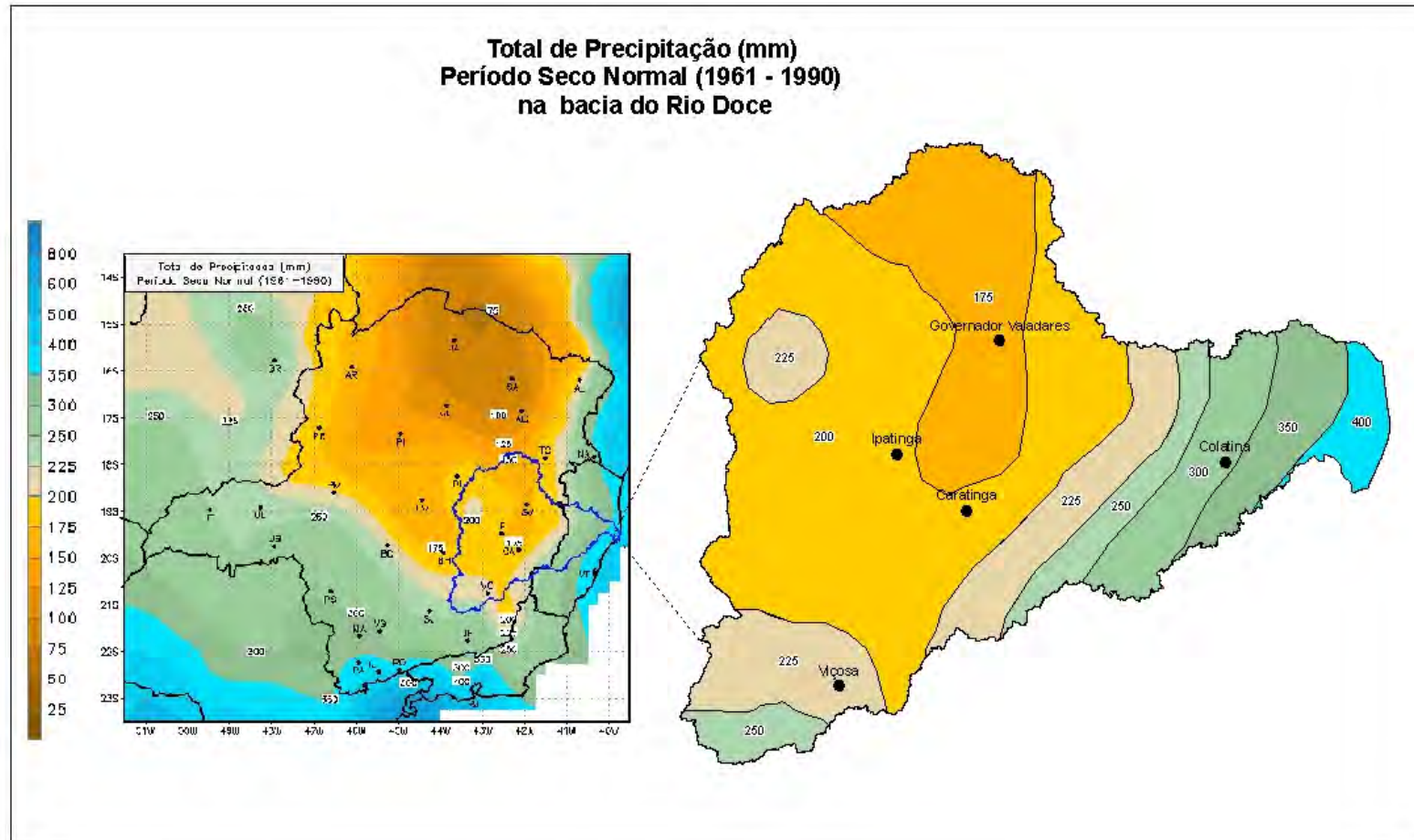


Figura 2.2 – Precipitação total no período seco (1961 a 1990). (Fonte: IGAM, 2008).

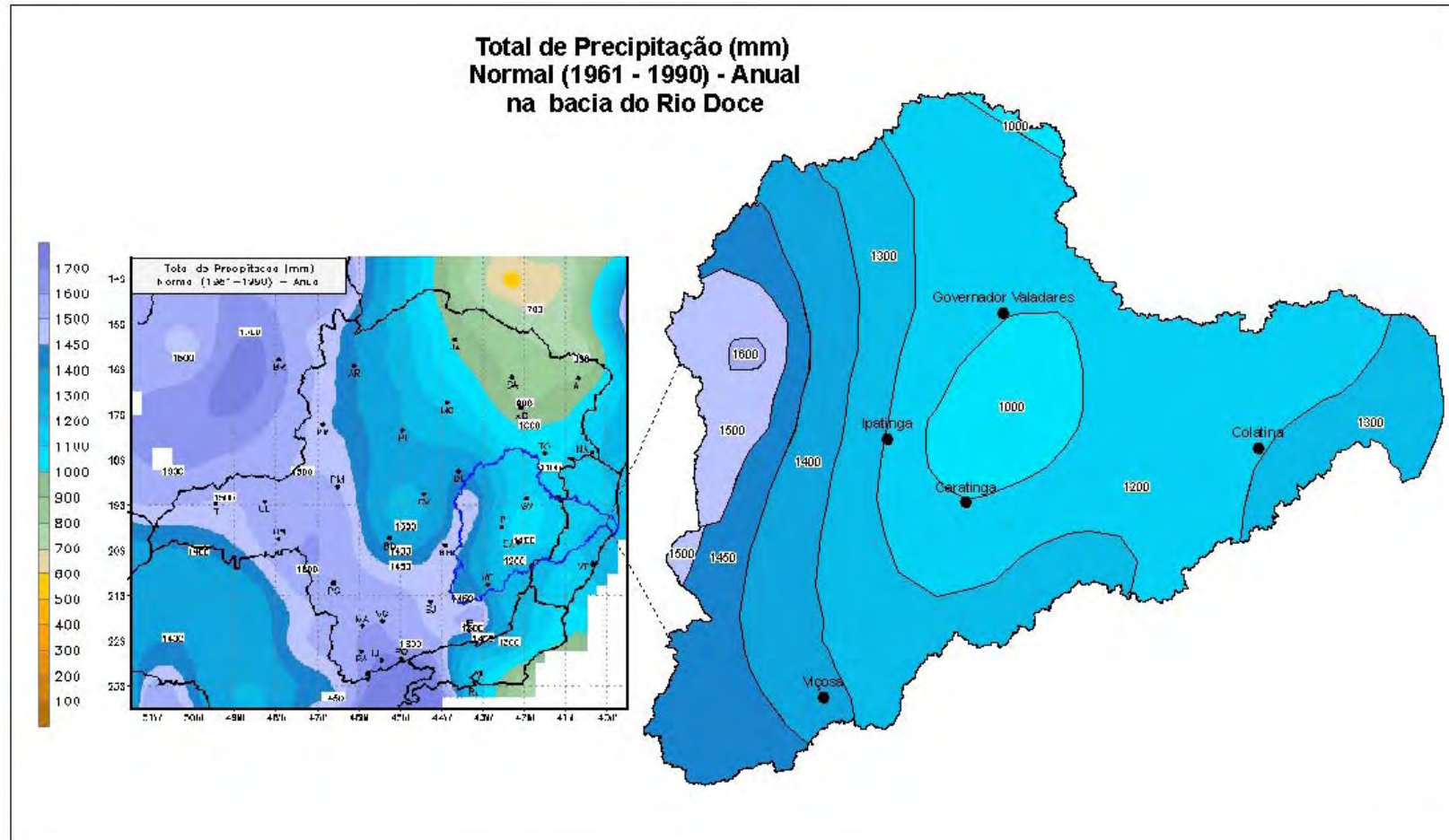


Figura 2.3 - Precipitação média anual na Bacia (1961 a 1990). (Fonte: IGAM, 2008).

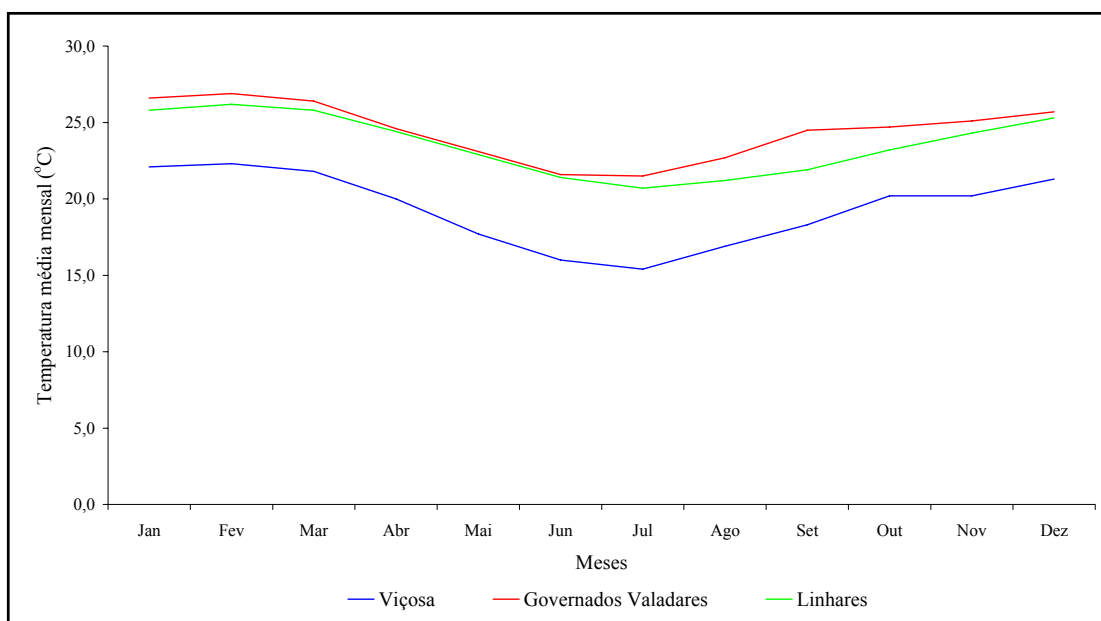


Figura 2.4 - Temperatura média mensal nas estações climatológicas Viçosa (localizada no Alto Doce), Governador Valadares (localizada no Médio Doce) e Linhares (localizada no Baixo Doce).

Este fenômeno é decorrente da destruição da base de recursos naturais, como resultado da ação do homem sobre o seu ambiente, e de fenômenos naturais, como a variabilidade climática. É um processo, quase sempre lento, que mina, que corrói pouco a pouco a capacidade de sobrevivência de uma comunidade (MMA, 2005).

Para identificar os fatores que contribuem para a desertificação e as medidas de ordem prática necessárias ao seu combate e à mitigação dos efeitos da seca foi elaborado o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN Brasil (MMA, 2005). Neste Programa estabeleceu-se as Áreas Susceptíveis à Desertificação – ASD, as quais correspondem às regiões do semi-árido e subúmido seco. Além da inclusão das Áreas Susceptíveis à Desertificação, o Programa também considerou as áreas do entorno das áreas semi-áridas e subúmidas secas. Apesar dessas áreas formalmente não se enquadrarem no padrão climático considerado susceptível à desertificação, a razão de serem incluídas justifica-se pelo fato de apresentarem características comuns às áreas semi-áridas e subúmidas secas.

No PAN Brasil foram adotados os seguintes critérios para a inclusão de municípios pertencentes às Áreas do Entorno: municípios do entorno que tenham sido afetados por secas, integrando, nesses casos, listas de municípios atendidos por programas de emergência de seca, administrados pela Sudene; municípios do entorno que também façam parte da área de atuação do bioma Caatinga, conforme estudos realizados pelo Conselho Nacional da Reserva da Biosfera do Bioma Caatinga, em 2003 e 2004; e municípios adicionados à área de atuação da Sudene, a partir do disciplinamento da Lei nº 9.690, de 15.07.1998, como os incluídos no Estado do Espírito Santo.

A bacia do rio Doce abrange cinco municípios do Espírito Santo e 12 de Minas Geras que estão na área do entorno (Figura 2.5). Os Municípios de Minas Gerais são: Franciscópolis, Itambacuri, Malacacheta, Rio Vermelho e Serro. Já os municípios do Espírito Santo são: Águia Branca, Alto Rio Novo, Baixo Guandu, Colatina, Mantenedópolis,

Marilândia, Pancas, Rio Bananal, São Domingos do Norte, São Gabriel da Palha, Sooretama e Vila Valério.

Segundo MMA (2005) as características ambientais de áreas nestes municípios, sugerem a ocorrência de processos de degradação tendentes a transformá-las em áreas também sujeitas à desertificação, caso não sejam ali adotadas medidas de preservação e conservação ambiental.

Segundo o MMA (2004) os problemas ambientais evidenciados nos municípios do Espírito Santo são decorrentes em primeiro lugar, da destruição da vegetação natural, que é substituída pela monocultura de eucalipto para atender a demanda da indústria de papel e celulose, especialmente nos municípios de São Gabriel da Palha e São Domingos do Norte. Também existe a substituição por pastagens, como ocorre em todos os municípios da região afetada. No mesmo sentido, observa-se a implantação de extensas áreas com a monocultura de mamão e maracujá, situação observada mais especificamente no município de Sooretama. Em segundo lugar, salienta-se a ocupação de extensas áreas de mata pela cultura do café. Os solos ocupados por essa cultura encontram-se muito degradados, em função da baixa utilização de medidas de proteção de solos e de controle da erosão. O café vem sendo produzido em áreas onde já não existe mais o horizonte "A", como ocorre principalmente nos municípios de Águia Branca, Nova Venécia, São Gabriel da Palha, São Domingos do Norte e Vila Valério. Por fim, destaca-se a degradação ambiental ocasionada pela exploração mineral (granito). Os impactos ambientais provocados por esse tipo de atividade devem-se à falta de cuidados em relação à proteção e à recuperação do meio ambiente, particularmente nos municípios de Colatina, Nova Venécia e São Domingos do Norte.

No Estado de Minas Gerais, os municípios são afetados por problemas de intensa exploração e degradação da vegetação natural. Parte importante da vegetação natural tem sido substituída por pastagens exóticas. A baixa fertilidade natural dos solos e a topografia acidentada aliada ao sobrepastoreio, reduzem a capacidade de suporte das pastagens e propicia o solo a intensos processos erosivos. Faz parte da paisagem a presença de extensas áreas de pastagem degradadas, conhecidas na região como "peladores", fonte importante de sedimentos que alimentam o processo de assoreamento dos cursos de água. Estão presentes em parte dos municípios da região extensos maciços de florestas plantadas, principalmente de eucaliptos, e áreas voltadas para a monocultura. A exploração mineral também constitui prática comum em parte dessa região e apresenta impactos ambientais importantes, como destruição de paisagens, erosão dos solos e assoreamento de córregos, rios e lagos.

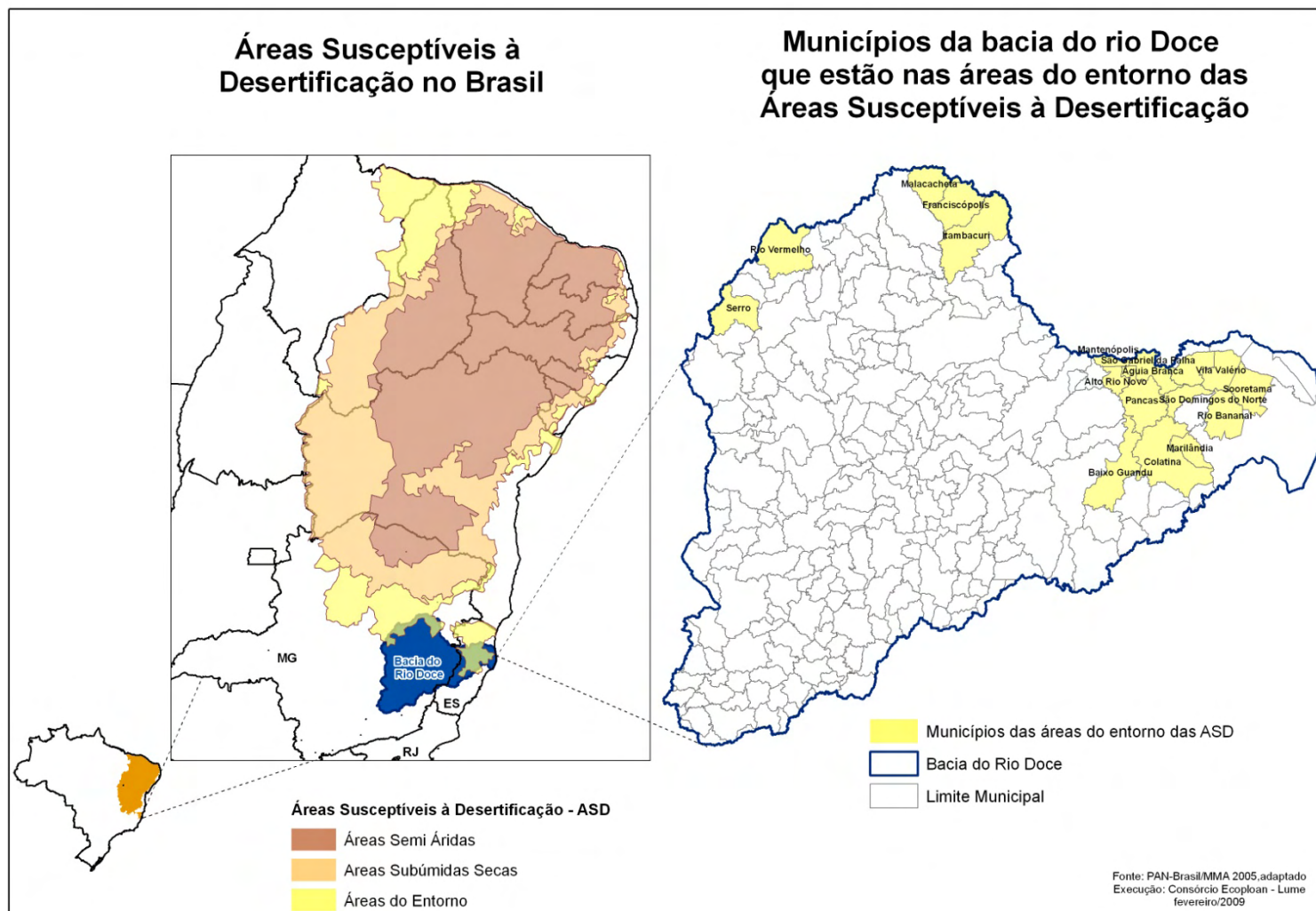


Figura 2.5 – Municípios pertencentes à bacia do Doce que estão incluídos na área do entorno das áreas semi-áridas e subúmidas secas.

2.2 DELIMITAÇÃO DA BACIA

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433 em 8 de janeiro de 1997, incorpora princípios e normas para a gestão de recursos hídricos adotando a definição de bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão. Assim, é de grande importância para gestores e pesquisadores a compreensão do conceito de bacia hidrográfica e de suas subdivisões (TEODORO *et al*, 2007).

Em uma concepção geral, entende-se por bacia hidrográfica a área da superfície da terra, limitada pelos divisores de água, e que faz convergir todo escoamento natural de água e materiais diversos para o rio principal, que por sua vez leva-os para uma saída em comum. Ela é formada por três elementos básicos: os divisores de água, as vertentes e a rede de drenagem (BOTELHO, 1999; SILVEIRA, 2000; COELHO NETO, 2001).

Barbosa (1994, *in* MACIEL, 2000), define a bacia hidrográfica considerando os sistemas que a compõe:

“Uma bacia hidrográfica é um sistema terrestre e aquático geograficamente definido e composto por sistemas físicos, biológicos, econômicos e sociais. Contém, portanto, uma grande diversidade de ambientes onde se desenvolvem diferentes atividades econômicas, as quais exercem uma influência direta na vegetação, nos solos, na topografia, nos corpos d’água e na biodiversidade em geral. Esta unidade geográfica tem no seu rio formador o ponto central para onde convergem os remanescentes de todas as atividades ali desenvolvidas”.

Os limites da bacia são definidos de acordo com critérios técnicos feitos a partir de curvas de nível, que incluem a separação dos divisores de água a partir da identificação das cabeceiras dos canais de primeira ordem, chegando-se à delimitação dos rios que formam a rede de drenagem principal (STRAHLER, 1951).

Assim, o estudo de uma bacia hidrográfica começa, obrigatoriamente, pela Carta Topográfica, pois esta possibilita sua delimitação; e os elementos altimétricos, caracterizados pelas curvas de nível e pelos pontos cotados, juntamente com a hidrografia, são os elementos utilizados na delimitação de seus limites (CASTRO, 2000).

A Figura 2.6 ilustra o exemplo de delimitação de uma bacia hidrográfica a partir de seus elementos topográficos e hidrográficos.

Considerando que a definição dos limites de uma bacia está diretamente associada ao relevo da mesma, atualmente este pode ser representado, computacionalmente, como sendo uma matriz de pixels (menor elemento de uma imagem) que contém valores de altimetria para cada célula. Esta matriz, geralmente, é denominada de Modelo Numérico de Terreno (MNT) e pode ser obtida mediante a vetorização e interpolação de curvas de nível de uma folha topográfica, e, também, com o auxílio de imagens de satélite (DIAS *et al*, 2004).

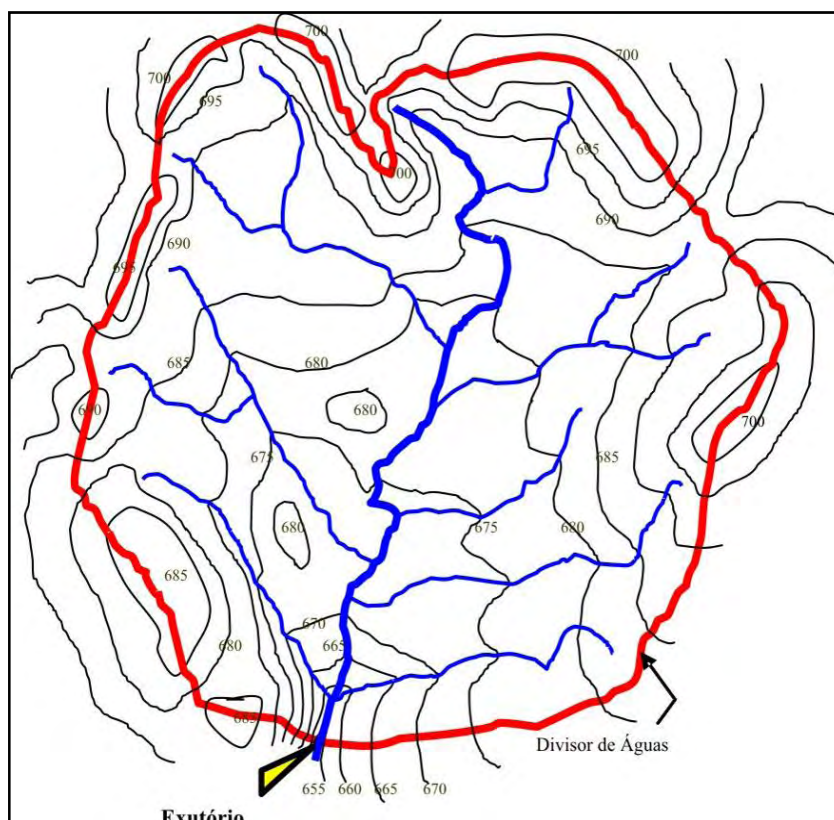


Figura 2.6 - Delimitação de uma bacia hidrográfica.

Em função da necessidade de se ter modelos numéricos de terreno cada vez mais precisos, e, que cubram grandes áreas, foi lançada pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), pelo USDD (*United States Department of Defense*), pela DLR (Centro Aeroespacial Alemão) e pela ASI (Agência Espacial Italiana) a missão SRTM-*Shuttle Radar Topography Mission* (TORRES *et al*, 2006). Ao longo de 11 dias, utilizando a técnica de interferometria de uma passagem, foi imageada 80% da superfície terrestre, compreendendo os paralelos 60° N e 56° S, fornecendo modelos tridimensionais com amplitude da grade de 30 metros (SRTM 1) e 90 metros (SRTM 3). Os dados da grade de 30 metros estão disponíveis gratuitamente apenas para os EUA (SANTOS *et al*, 2006).

A partir do modelo SRTM é possível gerar variáveis morfométricas, como os limites de bacia e sub-bacia; a rede de drenagem; o relevo em 3D; modelagem hidrológica; e uma diversidade de cálculos matemáticos (declividade, elevação, áreas, polígonos, comprimento, etc.).

Seguindo a conceituação clássica de bacia hidrográfica, e apoiado por ferramentas computacionais, Castro (2007) gerou, entre outros produtos, os limites e a rede de drenagem da bacia do rio Doce.

Utilizando as imagens SRTM e os mapas topográficos que englobam toda a bacia, foi possível nomear os respectivos rios no banco de dados, além de confrontar as informações geradas pelo sistema com o mapeamento oficial, como por exemplo: o traçado da rede hidrográfica; as cotas de elevação e a definição precisa do rio em sua foz (CASTRO, 2007). O resultado do mapeamento é bem próximo do limite utilizado para a bacia do rio Doce em vários estudos, e também do mapa até então utilizado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (Figura 2.7 e Figura 2.8).



Figura 2.8 - Limites da bacia do rio Doce divulgados no site do Comitê de Bacia Hidrográfica. (Fonte: GEINF/ANA).



Figura 2.9 - Limite adotado para a bacia do rio Doce em seu Plano de Recursos Hídricos.

Com o objetivo de facilitar o planejamento e execução das diretrizes traçadas pelo Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce - PIRH Doce, a bacia do rio Doce foi subdividida em nove unidades de análise.

No Estado de Minas Gerais, a bacia do rio Doce é subdividida em seis Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs), as quais correspondem ao Comitê da Bacia do Rio Piranga (DO1); ao Comitê da Bacia do Rio Piracicaba (DO2); ao Comitê da Bacia do Rio Santo Antônio (DO3); ao Comitê da Bacia do Rio Suaçuí (DO4); ao Comitê da Bacia do Rio Caratinga (DO5); e ao Comitê da Bacia do Rio Manhuaçu (DO6).

Já na parte da bacia situada no Espírito Santo, inexistem subdivisões administrativas, entretanto têm-se os Comitês da Bacia do Rio Santa Maria do Doce, do rio Guandu e do rio São José. No Quadro 2.1 estão apresentadas as unidades de planejamento (UPGRH's) presentes na área mineira da bacia do rio Doce e as unidades de análise (UA's) estabelecidas na área abrangida pelo Estado do Espírito Santo.

Quadro 2.1 As UPGRHs presentes na área mineira da bacia do rio Doce e as regiões estabelecidas na área abrangida pelo Estado do Espírito Santo, com suas respectivas áreas de drenagem.

Estado	Subdivisões da Bacia do Rio Doce	Área de Drenagem (área da bacia em km ²)	Total (km ²)	
MG	UPGRH Piranga(DO1)	Bacia do Rio Piranga	6.606,57	17.571,37
		Bacia do Rio Casca	2.510,63	
		Bacia do rio do Carmo	2.277,95	
		Bacia do rio Matipó	2.549,74	
		Bacia Incremental Piranga (DO1)	3.626,48	
	UPGRH Piracicaba (DO2)	Bacia do Piracicaba	5.465,38	5.681,51
		Bacia Incremental (DO2)	216,13	
	UPGRH Santo Antônio (DO3)	Bacia do Santo Antônio	10.429,46	10.756,89
		Bacia Incremental (DO3)	327,43	
	UPGRH Suaçuí (DO4)	Bacia do Rio Suaçuí Grande	12.412,99	21.555,33
		Bacia do Rio Suaçuí Pequeno	1.719,39	
		Bacia do rio Corrente Grande	2.478,20	
		Bacia Incremental Suaçuí (DO4)	4.944,75	
	UPGRH Caratinga (DO5)	Rio Caratinga	3.228,70	6.677,62
Bacia Incremental (DO5)		3.448,92		
UPGRH Manhuaçu (DO6)	Bacia do Manhuaçu	8.826,37	9.189,06	
	Bacia Incremental (DO6)	362,6877		
ES	UA Guandu	Rio Guandu	2.144,88	2.471,61
		Incremental Guandu	326,73	
	UA Santa Maria do Doce	Rio Santa Maria do Doce	934,65	3.063,40
		Rio Santa Joana	891,4	
		Incremental	1.237,35	
	UA São José	Rio São José	2.406,67	9.743,80
		Rio Pancas	1.181,44	
		Incremental (inclusive Barra Seca)	6.155,69	
Total Geral		86.710,59	86.710,59	

A área da UPGRH correspondente ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranga (DO1) abrange os rios do Carmo e Piranga, os quais são formadores do rio Doce.

A UPGRH do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba (DO2) é formada pela bacia do rio Piracicaba, e por uma pequena extensão do rio Doce a jusante da

confluência do rio Piracicaba com o rio Doce. As principais sub-bacias do rio Piracicaba são, pela margem esquerda, as do rio do Peixe e do rio Santa Bárbara; e, pela margem direita, as do rio da Prata e do Ribeirão Turvo.

A UPGRH DO3 abrange a bacia do rio Santo Antônio e a margem esquerda do rio Doce entre a UPGRH DO2 e o rio Santo Antônio. A bacia do rio Santo Antônio tem como principais sub-bacias, pela margem esquerda, as do rio do Peixe e do rio Guanhões e, pela margem direita, as do rio do Tanque e do rio Preto do Itambé.

A margem esquerda do rio Doce, a jusante da foz do rio Santo Antônio até o limite do Estado de Minas Gerais com o Espírito Santo, faz parte da UPGRH DO4. As principais bacias localizadas nesta unidade de planejamento são as bacias do rio Corrente; do rio Suaçuí Pequeno; do rio Suaçuí Grande; do ribeirão Laranjeiras; do rio Emi e do rio Resplendor.

Na UPGRH DO5, as principais bacias são as do rio Caratinga e do ribeirão Santo Estevão; e na UPGRH DO6, a bacia do rio Manhauçu, sendo sua principal sub-bacia a do rio Mutum.

A região do São José abrange todos os afluentes da margem esquerda do rio Doce localizados no Estado do Espírito Santo somada à a região da Barra Seca, a qual compreende as terras do município de Aracruz, ao sul, e a região das lagoas e do rio Comboios. As principais bacias desta região são a do rio Pancas e do rio São José.

A margem direita do rio Doce, situada no Estado do Espírito Santo, foi dividida em duas regiões: Guandu e Santa Maria do Doce. Na região da Santa Maria do Doce as principais bacias são a do rio Santa Maria do Doce e a do rio Santa Joana.

A delimitação das unidades de análise foi realizada com base nas curvas de nível digitalizadas das cartas do IBGE, as quais são apresentadas na Figura 2.10. Observa-se que na parte inferior da bacia foram utilizadas cartas na escala de 1:50.000, já na parte superior, devido à inexistência de cartas nesta escala, utilizou-se as cartas na escala de 1:100.000.

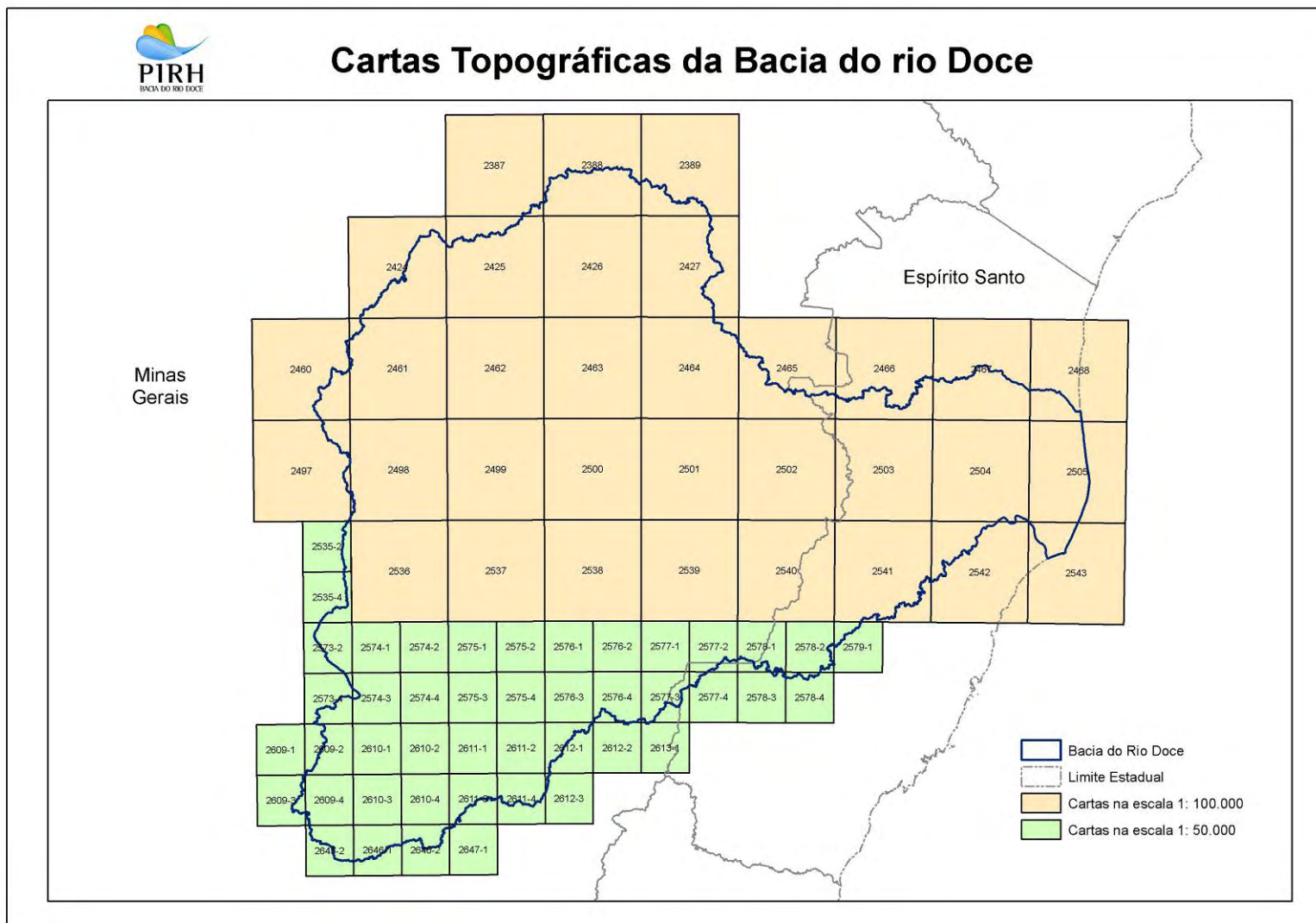


Figura 2.10 Cartas topográficas utilizadas para a digitalização das curvas de nível e da hidrografia. (Fonte: IBGE, 2009).

2.3 PEDOLOGIA

Na bacia do rio Doce predominam Latossolos Vermelho Amarelos e Argissolos Vermelhos perfazendo 77,2% da área da bacia, conforme pode ser visualizado no mapa de solos da bacia do rio Doce da Figura 2.11 e no Quadro 2.2.

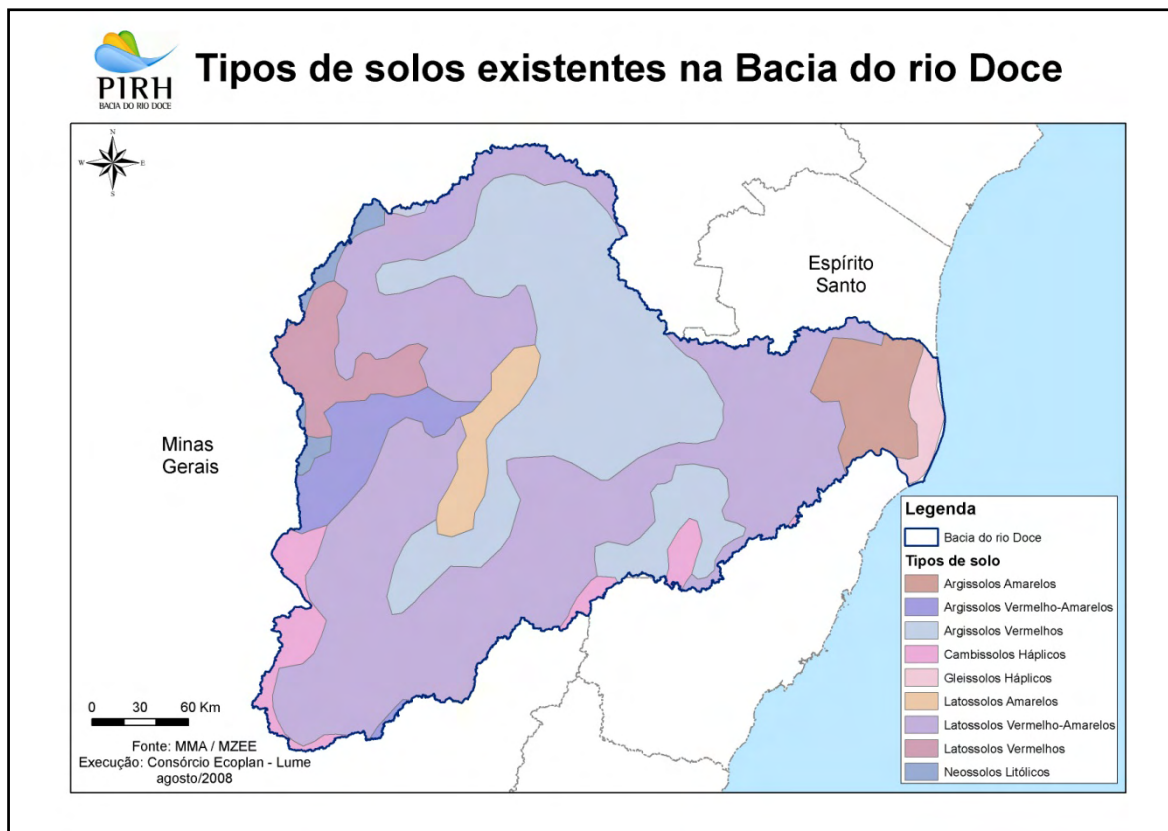


Figura 2.11 - Mapa de solos da bacia do rio Doce.

Quadro 2.2 Classes, áreas e porcentagem ocupada pelos solos na bacia do rio Doce.

Classes de Solo	Área Ocupada (km ²)	% Dentro da Bacia
Latossolo Vermelho-Amarelo	42.537	49,06
Argissolo Vermelho	24.463	28,21
Argissolo Amarelo	3.889	4,49
Argissolo Vermelho-Amarelo	3.878	4,47
Latossolo Vermelho	3.811	4,40
Cambissolo Háplico	3.220	3,71
Latossolo Amarelo	2.588	2,98
Gleissolo Háplico	1.340	1,54
Neossolo Litólico	985	1,14

O Latossolo Vermelho Amarelo refere-se aos solos profundos, acentuadamente drenados, com horizonte B latossólico de coloração vermelho amarela, ocorrendo principalmente nos planaltos dissecados. Este agrupamento apresentou, na região, solos com baixa saturação de bases (distróficos) e alta saturação com alumínio (álícos), sendo que os últimos são predominantes. São formados de rochas predominantemente gnaissicas,

leuco e mesocráticas, sobretudo de caráter ácido, magmáticos charnoquitos, xistos e de depósitos argilo-arenosos.

O Argissolo Vermelho compreende solos de profundidade variável, constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Alissolos, Planossolos ou Gleissolos. Este solo é formado a partir de gnaisses diversos, além de charnoquitos, xistos e magmáticos. O principal uso deste solo é a pastagem com capim colônia nos solos eutróficos, enquanto que nos vales planta-se milho, arroz, etc. A principal limitação destes solos é o relevo. Tendo em vista que a quase totalidade da área ocupada com argissolo está em relevo forte ondulado e/ou montanhoso, e, devido ao problema da grande susceptibilidade à erosão que esses tipos de solos apresentam, sua utilização torna-se restrita ao uso com pastagens e culturas permanentes de ciclo longo, tais como café e citrus.

O Argissolo Amarelo compreende solos minerais não hidromórficos, com baixos teores de Fe_2O_3 (na grande maioria menor do que 7%), de coloração amarela – bruno amarelado a bruno forte, com matizes 7,5 YR e 10 YR, valores e cromas 5 e 6 a 8, respectivamente e derivam de sedimentos do Grupo Barreiras. Estes solos são profundos, apresentando um nível maior de coesão das partículas no topo do horizonte B, influenciando o comportamento desses solos quando utilizados com agricultura, diminuindo a percolação d'água e dificultando a penetração das raízes das plantas cultivadas. Ocorrem próximo ao litoral do estado do Espírito Santo, nos tabuleiros, e são muito utilizados em silvicultura, principalmente com plantio de eucaliptos. O relevo onde ocorrem varia de plano e suave ondulado a ondulado, com nula/ligeira a moderada suscetibilidade à erosão.

O Argissolo Vermelho-Amarelo é caulínítico, com horizonte A do tipo moderado e esporadicamente proeminente. O maior gradiente textural e a menor condutividade hidráulica do horizonte B pode, durante uma chuva forte, determinar uma rápida saturação do horizonte superficial mais arenoso e a redução da infiltração da água na superfície do solo. Isto faz com que desenvolva enxurrada com energia suficiente para arrastar partículas de solo ao longo da pendente mesmo suavemente ondulada. Quando em relevo suave ondulado, têm melhor aptidão para cultivos, já quando o relevo é mais movimentado, não são recomendados para agricultura, e sim para silvicultura.

O Latossolo Vermelho é caracterizado por solos minerais, profundos, bem drenados a acentuadamente drenados, friáveis, porosos, com elevado grau de floculação, não hidromórficos, com horizonte B latossólico. A cor é vermelha, a transição entre horizontes é difusa, a estrutura é forte, muito pequena granular, característica dos latossolos, ou fraca em blocos subangulares. Em condições naturais têm alta fertilidade natural e são indicados para agricultura.

O Cambissolo Háptico compreende solos minerais, não hidromórficos, bem drenados, pouco profundos a profundos, sequência de horizontes A, (B), C, caracterizando-se pela presença de um horizonte B incipiente e com ocorrência de minerais facilmente intemperizáveis e fragmentos da rocha matriz no perfil. Este tipo de solo apresenta restrições à exploração agrícola.

O Latossolo Amarelo é caracterizado pela inexistência de horizonte O superficial, horizonte "A" de espessura e concorrências líticas variadas e sobretudo, horizonte "B"

latossólico rico em alumínio. São solos em geral profundos e bem estruturado, sempre ácidos, nunca hidromórficos, porém são pobres em nutrientes para as culturas.

O Gleissolo Háptico é formado por solos minerais, hidromórficos, mal drenados, pouco profundos, originados pela deposição recente de materiais finos, com mais de 5% de matéria orgânica e horizonte glei, subsuperficial, com espessura de 15 cm ou mais e situam-se em relevo plano. O horizonte diagnóstico “glei” é saturado com água, por influência do lençol freático, durante parte do ano ou o ano todo, apresentando evidências de processos de redução e oxidação. Esses solos desenvolvem-se sobre a sedimentação holocênica nas planícies alagáveis, com aporte frequente de matéria orgânica em superfície, originada a partir da decomposição de restos vegetais.

O Neossolo Litólico reúne solos pouco desenvolvidos, com horizonte A moderado e proeminente, assente diretamente sobre a rocha, com profundidades, geralmente, inferiores a 50 cm. São solos rasos e muito rasos e situam-se em áreas de relevo forte, ondulado a montanhoso. A pequena profundidade efetiva do solo impede o desenvolvimento radicular das plantas e culturas, sendo terras indicadas para preservação da flora e da fauna.

2.4 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

2.4.1 Geologia

Para a identificação e representação cartográfica das unidades litoestratigráficas presentes na área de abrangência da bacia hidrográfica do rio Doce, foram analisados mapeamentos e estudos geológicos realizados na região, em diversas escalas, notadamente aqueles elaborados pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Dentre os principais levantamentos de abrangência regional avaliados, destacam-se:

- Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo – Folhas Vitória, SE, 23 Belo Horizonte, SE. 24 Rio Doce, SF 23 Rio de Janeiro e SF 24 Vitória, escala 1:1.000.000, CPRM (2004);
- Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000, COMIG/CPRM (2003);
- Projeto Espinhaço, escala 1:500.000, CODEMIG/UFMG (2007, reedição);
- Projeto Leste – Província Pegmatítica Oriental, escala 1:500.000 CODEMIG/CPRM (2001); e
- Projeto RadamBrasil, escala 1:1.000.000, folhas Rio Doce SE-24 (1984).

Na caracterização da bacia do rio Doce, foram priorizados os dados do levantamento geológico na escala 1:1.000.000, complementados com os dados dos Projeto Leste desenvolvido no âmbito do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos da CPRM e Projeto Espinhaço realizado por meio de um convênio entre a CODEMIG/UFMG, promovendo uma compatibilização das informações constantes nos respectivos projetos. Esses levantamentos também forneceram informações sobre os recursos minerais associados às unidades litoestratigráficas ocorrentes na região. Dados complementares sobre o arcabouço geotectônico e aspectos litoestruturais foram obtidos a partir de estudos realizados por pesquisadores das Universidades Federais de Minas Gerais e Ouro Preto.

A caracterização geológica, descrita a seguir, aborda as unidades litoestratigráficas associadas e os seus recursos minerais.

2.4.1.1 Unidades Litoestratigráficas Regionais e Aspectos Estruturais Associados

A seguir, tem-se a descrição das unidades litoestratigráficas ocorrentes na abrangência da bacia do rio Doce, de acordo com a cronoestratigrafia. A representação cartográfica dessas unidades consta no Mapa Geológico da Bacia do Rio Doce apresentado no mapa em escala 1:500.000 (Anexo I.A).

2.4.1.1.1 Unidades Arqueanas

- Complexo Mantiqueira – Amt

Corresponde ao “Complexo Basal” (BRANDALISE, 1991), ocorrendo as Formações Guanhões, Marilac e Santa Maria do Suaçuí. Constitui-se essencialmente de ortognaisses do tipo tonalito-granodiorito-granito, migmatizados ou não, com bandamento composicional marcado pela alternância de bandas félsicas milimétricas a centimétricas, quartzo-feldspáticas e bandas máficas ricas em biotita. Ocorrem intercalações de rochas metabásicas (anfíbolito, norito e metagabro), metapiroxenito e pegmatitos, normalmente concordantes com o bandamento gnáissico. Os gnaisses migmatíticos são constituídos por mobilizados leucossomáticos grossos a pegmatóides, bordejados por uma estreita faixa de melanossoma biotítico. O paleossoma tem composição tonalítica a granodiorítica, enquanto o leucossoma apresenta composição granítica. Quando milonitizados, os gnaisses mostram nódulos elipsoidais de quartzo e silimanita que conferem à rocha um aspecto de conglomerado.

- Complexo Córrego Taioba – Act

Granitóides pré a sintectônicos, tonalitos a granitos calcialcalinos e ortognaisses granulíticos ocorrentes a norte de Itabira e nordeste de Guanhões.

- Complexo Acaiaca – Aac

Ocorre na porção leste do Quadrilátero Ferrífero, no sudoeste da bacia do Rio Doce. É constituído essencialmente por ortognaisses granulíticos, gnaisses kinzigíticos e quartzitos com silimanita e granada enderbita, opdalito e norito, sendo que a representatividade destas litologias não pode ser determinada. Está intercalado em gnaisses e migmatitos retrometamorfisados na fácies anfíbolito.

- Complexo Santa Bárbara – Asb

Ocorre no limite leste do Quadrilátero Ferrífero, incluindo os Gnaisses Monlevade. É composto essencialmente de gnaisses-migmatíticos, de composição tonalítica e trondhjemítica a granodiorítica, e por granitos, tonalitos, anfíbolitos, e intrusões máficas e ultramáficas.

- Complexo Belo Horizonte – Abh

Essa unidade, definida por HERTZ (1970) e detalhada por NOCE *et al.*(1997), é composta por gnaisses biotíticos ortoderivados, geralmente de bandamento grosseiro, com faixas miloníticas e migmatíticas frequentes. Suas ocorrências se distribuem na porção oeste da bacia, nos municípios mineiros de Bom Jesus do Amparo e São Gonçalo do Rio Abaixo.

- Complexo Guanhões – Agu

As litologias mais características desse complexo são os gnaisses migmatizados em graus diversos, que variam de grossos a finamente bandados. Sequências

vulcanossedimentares, metamorfizadas na fácies anfíbolito, ocorrem como faixas estreitas e descontínuas intercaladas no complexo gnáissico. São constituídas por xistos máficos e ultramáficos, formações ferríferas, rochas calcissilicáticas, metapelitos e quartzitos (GROSSI SAD *et al.*, 1989). As litologias do Complexo Guanhões ocorrem na porção noroeste da bacia, no entorno do município homônimo.

- Complexo Gouveia – Ago

Correspondente ao "Supergrupo Pré-Rio das Velhas", de SCHÖLL & FOGAÇA (1979), e à "Sequência Infracrustal", de FOGAÇA & SCHÖLL (1984), esse complexo é caracterizado pelo amplo predomínio de rochas granodioríticas até graníticas sobre quantidades acessórias de gnaisses, migmatitos e restritos anfíbolitos, definidos por HOFFMANN (1981) como Grupo Congonhas.

- Supergrupo Rio das Velhas – Arv

Originalmente definido como Série Rio das Velhas e subdividido nos Grupos Nova Lima e Maquiné (DORR *et al.*, 1969), foi posteriormente renomeado como Supergrupo Rio das Velhas (LOCKZY & LADEIRA, 1976). SCHORSCHER (1979) incluiu o Grupo Quebra Osso na base do Supergrupo Rio das Velhas.

- Supergrupo Rio Paraúna – Arp

Conforme foi proposto por FOGAÇA & SCHÖLL (1984), os Grupos Costa Sena e Pedro Pereira foram reunidos no Supergrupo Paraúna. As ocorrências deste supergrupo são observadas na porção oeste da bacia, nas proximidades da Serra do Espinhaço.

- Unidades Metaultramáficas – Amu

Incluem rochas metaultramáficas, metamáficas e metassedimentares químicas (formação ferrífera bandada), além de quartzitos e micaxistos de posicionamento não comprovado. Essas rochas foram estudadas com detalhe por, dentre outros, CHAPADEIRO *et al.* (1987) e UHLEIN (1984). As ocorrências dessas rochas distribuem-se por uma estreita faixa, bastante tectonizada, nas adjacências da Serra do Espinhaço, no município de Serro.

2.4.1.1.2 Unidades Proterozóicas

a) Unidades paleoproterozóicas

- Grupo Serra da Serpentina – PPss

As rochas deste grupo afloram exclusivamente na borda leste da Serra do Espinhaço Meridional, sendo correlacionáveis à chamada Sequência Serra do Sapo. É dividido em quatro unidades, descritas por VILELA & SANTOS (1983) do topo para a base como: *Unidade Filítica* - constituída por quartzo moscovita/sericita filitos até xistos, com intercalações quartzíticas finas (localmente médias) micáceas e/ou ferruginosas; *Unidade Itabirítica* - constituída por itabiritos caracterizados pela alternância de bandas quartzosas a hematíticas (apenas localmente enriquecidas em magnetita/martita) regularmente dispostas, de espessuras milimétricas a centimétricas; *Unidade Quartzítica* - constituída por quartzitos finos a médios, micáceos e, caracteristicamente ferruginosos; *Unidade Xistosa* - constituída por sericita-muscovita xisto e quartzitos, que muitas vezes podem ser confundidos com a Unidade quartzítica.

- Supergrupo Minas – PPsm

De acordo com REIS *et al.* (2002) o Supergrupo Minas é uma sequência metassedimentar de idade paleoproterozóica (BABINSKI *et al.*, 1991), interpretada como uma bacia intracratônica (CHEMALE *et al.*, 1994) ou como uma sequência supracrustal de plataforma com substrato siálico (MARSHAK & ALKMIM, 1989). As rochas do Supergrupo Minas foram submetidas ao metamorfismo da fácies xisto verde, atingindo a fácies anfíbolito nas porções leste, sudeste e nordeste do Quadrilátero Ferrífero (HERZ, 1970). Esta unidade está em contato tectônico com o Supergrupo Rio das Velhas e com complexos granito-gnáissicos (MACHADO *et al.*, 1996).

O Supergrupo Minas ocorre na porção oeste da bacia, na região do Quadrilátero Ferrífero, sendo constituído, predominantemente, por sedimentos plataformais (DORR II, 1969), empilhados em quatro grandes unidades que totalizam mais de 4.000 metros de espessura. Engloba os sedimentos clásticos do Grupo Caraça, sedimentos químicos do Grupo Itabira, unidades clásticas e químicas do Grupo Piracicaba e sedimentos do tipo *flysh* do Grupo Sabará (ALMEIDA *et al.*, 2005).

Grupo Caraça

Subdivide-se nas Formações Moeda e Batatal. A Formação Batatal, no topo do grupo, constitui-se de filito, e a Formação Moeda é constituída por uma sequência quartzito/filito/quartzito.

Grupo Itabira

Esta unidade ocorre nas áreas dos sinclinais Ouro Fino e Alegria, borda leste da serra do Caraça, na região de Mariana, e na região de Itabira. Possui um contato discordante de característica erosiva com o Grupo Caraça. Encontra-se subdividido como Formações Gandarela e Cauê. A primeira formação é representada por dolomitos e subordinadamente por itabiritos, filitos dolomíticos e filitos. Já a segunda é definida por formações ferríferas do tipo lago superior e, subordinadamente, por itabiritos dolomíticos e anfíbolíticos com pequenas lentes de filitos e margas e alguns horizontes manganésíferos.

Grupo Piracicaba

Apresenta-se diferenciado nas regiões de Itabira, sul da serra do Caraça e extremo sudoeste do Quadrilátero Ferrífero. Inicialmente foi definido como Formação Piracicaba por HARDER & CHAMBERLIN (1915) e redefinido por DORR *et al.* (1957) como Grupo Piracicaba. É constituído por rochas clásticas e químicas, divididas em quatro formações, dispostas da base para o topo como: *Formação Cercadinho* (POMERENE, 1958a) - é constituída de quartzito ferruginoso, quartzito, filito, filito ferruginoso, conglomerado e dolomito. Atinge espessura máxima de 300 m, sendo seu contato basal definido por discordância erosional com a Formação Gandarela, e gradacional, no topo, com a Formação Fecho do Funil; *Formação Fecho do Funil* (SIMMONS, 1958) - é composta por filito quartzoso, filito dolomítico, dolomito argiloso e, em menor quantidade, filito silicoso e quartzito ferruginoso. Sua espessura média é de cerca de 300 m, passando gradativamente, em uma zona de três metros, para o quartzito superior; *Formação Taboões* (POMERENE, 1958b) - é constituída por um ortoquartzito que, quando fresco, é de granulação muito fina e de cor verde pálida, apresentando espessura de até 300 m; *Formação Barreiro* (POMERENE, 1958c) - é composta por um filito grafitoso intercalado com filito carbonoso. Sua espessura média é de 125 metros.

Grupo Sabará

Inicialmente definido como Formação Sabará, no topo do Grupo Piracicaba (GAIR, 1958), foi redefinido por LADEIRA (1980) como Grupo Sabará, acima do Supergrupo Minas. Posteriormente, RENGER *et al.* (1994) posicionaram o Grupo Sabará no topo do Supergrupo Minas.

Esta unidade compõe-se de rochas metassedimentares clásticas, localmente intercaladas com rochas metassedimentares químicas, interpretadas como uma sequência turbidítica do tipo *flysch* (BARBOSA, 1968; DORR, 1969; MACHADO *et al.*, 1992). São principalmente filitos, metagrauvascas, metaconglomerados, quartzitos, filito grafitoso, formações ferríferas, metatufitos e metavulcânicas máficas e ácidas (COSTA, 1961; BARBOSA, 1968; DORR, 1969; FERRARI, 1981; RENGER *et al.*, 1994; ALKMIM & MARSHAK, 1998). O contato desta unidade com o Grupo Piracicaba é uma discordância erosiva, enquanto que a unidade superior (Grupo Itacolomi) é uma discordância angular e erosional (DORR, 1969).

- Grupo Itacolomi – PPit

É representado por quartzitos, quartzitos conglomeráticos e lentes de conglomerado com seixos de itabirito, filito, quartzito e quartzo de veio, depositados em ambiente litorâneo ou deltáico (DORR 1969).

- Complexo Juiz de Fora – PPjf

Estende-se por toda a região leste de Minas Gerais, ao longo do Cinturão de Alto Grau Atlântico, constituindo os principais conjuntos litológicos desta unidade geotectônica (LEONARDOS & FYFE, 1974; OLIVEIRA, 1980; HASUI & OLIVEIRA, 1984). Foi dividido em várias unidades de acordo com sua litologia predominante, destacando, como as principais aflorantes: a *Unidade Charnockítica* – PPjf(c), composta por granada-biotita opdalito com clinopiroxênio, charnockítico, charno-opdalito e enderbito; a *Unidade Enderbítica*, associada a Gnaisses Archers e, localmente, exibindo restos de gnaisses granulíticos; a *Unidade Tonalítica*, que possui frequentes intercalações de granulito máfico, remanescentes locais de ortognaisses do embasamento mesoarqueano.

- Complexo Piedade – PPpi

Este complexo integra o orógeno mineiro formado por ortognaisses TTG e graníticos-granodioríticos com frequentes intercalações de rochas supracrustais (SILVA *et al.*, 2002). Constitui uma extensa faixa de direção nordeste, que se estende desde a região de Ponte Nova até, aproximadamente, a foz do rio Corrente Grande no rio Doce.

- Complexo Pocrane – PPpo

É composto por ortognaisses associados a metassedimentos e rochas metamáfica-ultramáficas de ocorrência localizada. Níveis de anfíbolito são característicos dessa unidade (SÖLLNER *et al.*, 1991). Os ortognaisses são metaluminosos, bandados, migmatíticos, com porções máficas e termos quartzo-feldspáticos. Tem composição tonalítica a granítica, com os termos granodioríticos e monzodioríticos subordinados.

- Suítes Alcalinas – PPSa

Suítes graníticas do tipo A, compostas de sienito e granito alcalino, com idade Pb-Pb de 2,0 Ga e de granitóides calcialcalinos de alto K (granito, granodiorito, monzonito, monzodiorito) com idade em torno de 1,9 Ga.

O batólito monzossienítico Guanambi, intrusivo em ortognaisses TTG granulíticos mesoarqueanos, consiste de múltiplas intrusões de monzonito, quartzo monzonito, quartzo sienito e sienito alcalinos (ROSA *et al.*, 1996). Exibe texturas equigranular e porfírica. Localmente apresenta foliação de fluxo magmático e só está deformado no estado sólido (foliação milonítica) ao longo de bandas de cisalhamento. Alternativamente, TEIXEIRA (2000) interpreta essas rochas como resultantes de um magma híbrido (componente mantélica de natureza alcalina, mais fusão parcial de uma crosta continental de composição possivelmente TTG).

- Suíte Borrachudos – PPbo

O nome Borrachudos é devido a DORR & BARBOSA (1963), que descrevem ampla ocorrência de granito-quartzo monzonito na área de Itabira, considerada de idade pós-Minas. Segundo estes autores, a gênese dos granitos estaria ligada a estágios orogenéticos tardios. GROSSI SAD *et al.* (1990b) adotam a denominação de Suíte Borrachudos para caracterizar o conjunto de corpos graníticos identificados na região leste do Estado de Minas Gerais, entre Itabira e Guanhães, individualizando-os da seguinte forma: *Açucena* Augen-gnaiss granítico e biotita granito – PPa; *Borrachudos* – PPbo; *Cansação* – PPen; *Garcia* – PPga; *Goiaba* – PPgo; *Bicas* – PPbi; *Itabira* – PPib; *Lambari* – PPla; *São Félix* – PPsf; *Senhora do Porto* – PPsp; *Morro do Urubu* – PPMr; e *Jenipapo* – PPje; *Peti* – PPpe.

Segundo esses autores, o que individualiza esses corpos é a presença de uniformidade composicional e a ausência de xenólitos no interior dos corpos graníticos. Os corpos do tipo Borrachudos incluem monzogranitos a sienogranitos, em geral porfíricos e com enclaves máficos (GROSSI SAD *et al.*, 1990).

b) Unidades mesoproterozóicas

- Supergrupo Espinhaço – MPse

O nome Supergrupo Espinhaço é adotado para as sequências predominantemente quartzíticas que constituem a cordilheira homônima. O cinturão orogenético que contém a Serra do Espinhaço Meridional delimita o sudeste do cráton do São Francisco e funde-se, para nordeste, com a Faixa Araçuaí. É uma faixa orogênica que se destaca em relação às suas margens, devido ao seu conjunto de rochas soerguidas a 1,85 Ga (MACHADO *et al.*, 1989), e a seu alinhamento estrutural na direção norte-sul. A Serra do Espinhaço Meridional estende-se por cerca de 300 km, desde o Quadrilátero Ferrífero até a região de Olhos D'água, e constitui três conjuntos tectono-estratigráficos maiores compreendendo o Complexo Basal e os Supergrupos Rio Paraúna e Espinhaço (ALMEIDA ABREU, 1995). PFLUG (1968) subdividiu o Supergrupo Espinhaço em oito formações, as quais foram reunidas nos Grupos Diamantina e Conselheiro Mata (DOSSIN *et al.*, 1984). O Grupo Diamantino, único com ocorrência na área em estudo, é descrito a seguir, da base para o topo.

Formação São João da Chapada

Este conjunto litológico engloba uma sequência quartzosa separada por um nível pouco espesso de rochas magmáticas, a qual foi dividida por SCHOLL (1979) em níveis (A, B e C). O *nível A* é constituído por metabrechas de quartzito ou metaconglomerado polimítico em forma de lentes, que foram instaladas à margem da bacia marinha. O *nível B* possui espessura em torno de 20 metros e é composto por filitos hematíticos. A mineralogia principal é a muscovita, a hematita e, subordinadamente, a turmalina. Localmente podem

ocorrer também cloritóide-quartzo xistos. O *nível C* é composto de quartzitos de granulação média a grossa, em bancos contínuos com dezenas de metros. Também é possível observar camadas delgadas de filitos intercalados na porção mediana do pacote.

Formação Sopa-Brumadinho

As rochas conglomeráticas que ocorrem em toda porção central da Serra do Espinhaço foram descritas primeiramente por MORES & GUIMARÃES (1930) como Formação Sopa. Da mesma forma que a Formação São João da Chapada, a Formação Sopa Brumadinho também foi dividida por SCHÖLL (1979) em três níveis (D, E e F). O *nível D* é composto por filitos, filitos quartzosos e quartzitos micáceos com estratificações cruzadas de pequeno porte. No *nível E*, são diferenciadas duas fácies de espessura variada, atingindo no máximo 50-60 metros. A primeira é representada pelo predomínio de quartzitos de granulação grosseira, localmente com seixos com elevado teor de óxido de ferro. A segunda é caracterizada por metaconglomerados polimíticos, intercalados com quartzitos. Os metaconglomerados de matriz mais sericítica são mais propícios à ocorrência de diamantes. O *nível F* é constituído de filitos e metassiltitos, com intercalações de metabrechas quartzíticas, que gradam verticalmente para quartzitos micáceos e quartzito de granulação fina.

Estes seis níveis basais do Supergrupo Espinhaço, à exceção dos filitos hematíticos, representam, em termos sedimentológicos e paleogeográficos, um conjunto depositado em águas rasas bastante enérgicas.

Formação Galho do Miguel

Os quartzitos Galhos do Miguel, descritos por PFLUG (1968), ocorrem geralmente em bancos espessos e com megaestratificações cruzadas. Trata-se de uma sequência monótona composta exclusivamente de quartzitos que atingem de 500 a 2000 metros de espessura. Descrita como uma sequência típica de ambiente eólico, compõe-se essencialmente de quartzitos de cor branca, que adquirem tonalidade rosada quando meteorizados e, eventualmente, apresentam tonalidade esverdeada. Os quartzitos são puros, de granulação fina a média, contendo, às vezes, filmes sericíticos. Nesse caso, possuem aspecto laminado. Os níveis sericíticos podem apresentar espaçamento regular de aproximadamente 5 cm. Os quartzitos são localmente bimodais, apresentando grânulos arredondados de aproximadamente 2 mm de diâmetro, envolvidos por matriz fina. Estratificação cruzada tabular de médio e grande porte é ocasionalmente observada, caracterizando um ambiente deposicional eólico. Petrograficamente trata-se de quartzitos de granulação fina, com alto teor de maturidade.

c) Unidades neoproterozóicas

- Grupo Macaúbas – NPgm

O Grupo Macaúbas representa essencialmente um conjunto de pacotes de rochas de origem glacial (metadiamicíticos). Possui espessura variável, desde algumas centenas de metros até alguns quilômetros de espessura. Suas áreas de afloramento são pouco expressivas, ocorrendo na maior parte em áreas de afloramento do Supergrupo Espinhaço. Na área da bacia é representado apenas pela Formação Ribeirão da Folha, descrita a seguir.

Formação Ribeirão da Folha

Constitui a unidade distal do Grupo Macaúbas, sedimentada no estágio de margem passiva da Bacia Macaúbas. Os trabalhos sobre essa unidade são recentes, sendo

PEDROSA-SOARES *et al.*(1990, 1992 e 2005) e LIMA *et al.*(2002) as principais referências sobre os estudos desta formação. Esta formação é constituída por pelitos, sedimentos vulcano-exalativos (metachert, formações ferríferas, diopsidito e sulfeto maciço), raros calcários e prováveis lavas máficas, metamorfisados desde a fácies xisto verde (zona da granada) até a fácies anfíbolito (zonas da estauroлита, cianita e silimanita).

Complexo Nova Venécia – NPnv

É essencialmente constituído por biotita gnaisses paraderivados, localmente migmatizados com intercalações de gnaisses kinzigíticos, anfíbolitos, mármore, quartzitos impuros e rochas calcissilicáticas com estruturas gnáissicas ou não (GROSSI SAD *et al.*, 1980). Possui, ainda, uma unidade terrígena (Unidade Paraíba do Sul – NPps) com intercalações carbonáticas, metacalcário, anfíbolito, e mármore. Ocorrências deste complexo são verificadas na porção nordeste da bacia, nas proximidades do município de São Gabriel da Palha.

- Complexo Jequitinhonha – NPje

Representa espessa associação de gnaisses aluminosos e peraluminosos (kinzigíticos), com intensidades diversas de migmatização. Este complexo engloba espessas camadas de grafita gnaisse e intercalações menores de quartzito, granulito calcissilicático. Estes gnaisses são constituídos por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio sódico e biotita, com conteúdo variável de granada, cordierita, silimanita e grafita (FARIA, 1997; DACONTI, 2004).

- Granitóides Pré-Colisionais - NPg1

Os Granitóides Pré-Colisionais são descritos como granitóides foliados a gnáissicos, predominantemente metaluminosos, calcialcalinos. Englobam os processos relacionados à edificação do arco magmático calcialcalino. São constituídos, predominantemente, por tonalitos e granodioritos com diorito subordinado e frequentes enclaves máficos. A foliação está impressa nas rochas desta suíte bem como nos seus enclaves (PEDROSA-SOARES *et al.*, 2007).

A seguir, tem-se a relação dos granitóides foliados a gnáissicos, predominantemente meta-aluminosos, calcialcalinos, tipo I:

Tonalito Chapada Bueno – NPcb, Tonalito Brasilândia – NPbr, Tonalito de Alto Guandu – NPag, Tonalito Jequitibá – NPjt, Suíte Galiléia – NPga (Derribadilha – NPga(d), Granodiorito-Tonalito Galiléia – NPga (g), São Vitor – NPga(v), Tonalito Bom Jesus do Galho – NPbj, Suíte Muniz Freire – NPmf, Tonalito Cuité Velho – NPcv, Tonalito de Boa Esperança– NPbe, Ortognaisse Alto Capim – NPac, Granito Pau-de-Óleo – NPpo, Granulito Mascarenhas – PPmc, Ortognaises Rio Gandu – NPrg, Granito-Granodiorito Santa Maria do Baixio – NPsb, Tonalito Entre Folhas – NPef, Tonalito Vermelho Novo – NPnv, Granito Baixa do Bugre – NPbb, Granito José Rodrigues – NPjr, e Suíte Muriaé – NPsm.

- Grupo Rio Doce – NPrd

Situado no domínio oriental da Faixa Araçuai, foi originalmente descrito por BARBOSA (1966) na região do médio rio Doce. Corresponde a uma mega-sequência predominantemente psamo-pelítica, sem termos conglomeráticos, e vulcânicos de idade proterozóica que se estendem da região de Governador Valadares até as imediações de

Teófilo Otoni (PEDROSA-SOARES *et al.*; 1994). O Grupo encontra-se complexamente deformado e metamorfizado na fácies anfibolito.

- Granitóides Sincolisionais - NPg2

São descritos como granitóides pouco foliados a gnáissicos, peraluminosos, calcialcalinos de alto K. Compreendem todos os granitos do tipo S formados durante o estágio sin-colisional. Incluem corpos graníticos tabulares autóctones e intrusões, deformados em concordância com a foliação regional. As composições predominantes são cordierita-granada-biotita granito, granada-biotita granito e granito a duas micas (PEDROSA-SOARES *et al.*, 2007).

2.4.1.1.3 Unidades Fanerozóicas

a) Unidades paleozóicas

- Granitóides Pós-Colisionais - FPg 5

Constituídos de intrusões graníticas do tipo I, também do estágio pós-colisional, livres da foliação regional, cuja ocorrência se limita ao núcleo do Orógeno Araçuaí. Estas intrusões podem conter fácies charnockíticas e enderbíticas. Na porção sul do orógeno, em decorrência da exposição de nível crustal mais profundo, são comuns os plútons zonados que mostram núcleos (raízes) de composição básica (PEDROSA-SOARES *et al.*, 2007).

b) Unidades cenozóicas

- Grupo Barreiras – Cgb

Ocupa uma expressiva área na região norte do Estado do Espírito Santo, constituindo-se na unidade litoestratigráfica sedimentar com maior distribuição areal na parte continental da Bacia Sedimentar do Espírito Santo.

Definido primeiramente por BARROSO & ROBERTSON (1959), trata-se de depósitos detríticos pobremente selecionados, com granulometria cascalho, areia e argila, geralmente contendo horizontes lateríticos (SUGUIO & NOGUEIRA, 1999). É constituído por arenitos esbranquiçados, amarelados e avermelhados, argilosos, finos a grosseiros, mal selecionados, com intercalações de argilitos vermelhos com espessuras decimétricas, podendo ainda ocorrer, em alguns locais, lentes de aproximadamente 2 metros de espessura de conglomerado intraformacional, constituído de seixos arredondados de quartzo e quartzito de até 13 centímetros de diâmetro, envolvidos em matriz areno-argilosa vermelha.

- Coberturas Terciárias – CT

As coberturas detríticas cenozóicas de idade indiscriminada, encontradas sobre superfícies de aplainamento correspondentes à superfície Sul-Americana, são eluviões e coluviões eventualmente associados a sedimentos aluvionares de canais suspensos, que se apresentam em graus variados de laterização.

Trata-se de uma sucessão de arenitos argilosos e lamitos arenosos, intercalados com camadas de argilito, folhelho orgânico e linhito de grau de pureza muito variável. Localmente ocorrem camadas pouco espessas de arenito ferruginoso e brechas intraformais argilosas. As coberturas detríticas cenozóicas podem ser observadas a leste da bacia, nas adjacências da zona costeira, no município de Linhares.

Dois tipos de coberturas estão cartografadas nas porções nordeste e noroeste do Quadrilátero Ferrífero, relacionadas às alterações supergênicas sobre xistos do Grupo Nova

Lima. São descritas concreções ferruginosas, preenchendo fraturas e cobertura detrítico-laterítica, na forma de solo laterítico residual. Material areno-argiloso, concreções ferruginosas e fragmentos de quartzo revestem estas coberturas como concentrações supergênicas de óxidos de ferro.

- Quaternário Costeiro – CQc

Esta sedimentação representa o Quaternário costeiro (Cqc) da região norte do Espírito Santo, tendo sido definida por PIAZZA, ARAÚJO & BANDEIRA JÚNIOR (PETROBRAS, 1972) como depósitos de planície de inundação, depósitos de brejos e pântanos.

- Depósitos Aluvionares –CQa

Os depósitos aluvionares são compostos por areias, cascalhos, siltes argilas e termos mistos, com ou sem contribuição orgânica, depositados em ambiente fluvial ao longo de calhas, planícies de inundação e terraços. Localmente ocorrem depósitos de turfa.

Nos depósitos de paleocanais recentes predominam areia com intercalações de argila e cascalho e restos de matéria orgânica. Nos depósitos residuais, associados a paleocanais fluviais, predominam areia e cascalho. Como depósitos colúvio-aluvionares recentes, recobrando encostas resultantes da gênese da morfologia atual, estão às coberturas coluvionares. São compostas por areias silto-argilosas, com grânulos e seixos, geralmente de quartzo, quartzito e canga limonítica, com linhas de seixos (*stone line*) na base.

2.4.2 Geomorfologia

2.4.2.1 Materiais e Métodos

A caracterização das unidades geomorfológicas e suas respectivas formas de relevo ocorrentes na área foram realizadas a partir da análise dos seguintes levantamentos:

- - CETEC. Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Doce. Relatório Final dos Estudos Preliminares. Caracterização Ambiental da Bacia do rio Doce- Minas Gerais – Aspectos Físicos-Bióticos, 1986. (relatórios e mapas, escala 1: 500.000 e 1: 1.000.000);
- - EPE/Sondotécnica. Projeto Avaliação Ambiental integrada da bacia do rio Doce, abril/2007; e
- - Projeto RADAM: Folha SE.24 Rio Doce, 1987.

A compartimentação por unidades geomorfológicas baseou-se nas diferenças altimétricas, que definem os grandes compartimentos topográficos, associadas aos critérios de ordem lito-estrutural. A identificação e classificação das formas de relevo quanto aos seus processos de origem (genéticos) foram realizados por meio da fotointerpretação. A parte da bacia que ocupa o estado do Espírito Santo, as formas de relevo foram levantadas do Projeto RADAR-MG, Folha BH. Devido a escala, 1: 500.000, em algumas áreas da bacia foram mapeados os processos morfogenéticos associados, que indica a coexistência de processos de evolução diferentes.

2.4.2.2 Caracterização Geomorfológica da Bacia

Na bacia do rio Doce evidencia-se a predominância dos processos de dissecação fluvial e de acumulação, que promoveram a degradação da superfície de aplainamento original. A grande maioria das formas de relevo encontradas na área resultou do trabalho

de entalhamento linear pela drenagem de diferentes ordens de grandeza. Os processos de dissecação fluvial atuaram em duas etapas: a primeira, ocorrida no Terciário-Quaternário, sob condições climáticas úmidas, quando a drenagem principal, constituída pelo rio Doce e principais afluentes promoveu a incisão dos vales que deu origem à Depressão do rio Doce e dissecou os planaltos. Posteriormente, os climas semi-áridos do Pleistoceno permitiram o alargamento dos vales por processos de pedimentação, originando assim a superfície de aplainamento pleistocênica que caracteriza as grandes depressões brasileiras. Outra influência que atua nos processos de evolução do relevo, principalmente da Depressão, é a tectônica, com a ocorrência de uma fossa (*rift*) com direção N-S que teria condicionado o aparecimento dos lagos existentes no médio curso do rio Doce. Barbosa & Kohler (1981) admitem que “após longo período de peneplanação, em clima úmido, originou-se um vale amplo, plano e extenso, em depressão condicionada por processos tectônicos. Há evidências também desse movimento tectônico, registrada por Saadi e Pedrosa-Soares (1991) na bacia do médio rio Doce, onde os depósitos de sedimentos lacustres e fluviais foram representados por fluxos de lama depositados nas bordas falhadas dos blocos morfotectônicos.

A segunda etapa de dissecação do relevo corresponde ao aprofundamento dos cursos de água e ao recuo de cabeceiras ocorridos no interior da Depressão do rio Doce durante o Quaternário Superior. A este processo de dissecação da superfície aplainada mais rebaixada corresponde um retrabalhamento das formas nos compartimentos mais elevados do relevo (Serra do Espinhaço e Quadrilátero Ferrífero). As colinas e vales encaixados ou de fundo chato, cristas e pontões são as formas de relevo mais frequentes na área.

Alguns remanescentes da superfície de aplainamento são encontrados em áreas restritas, como por exemplo, a superfície aplainada (sa) encontrada a oeste da área, no trecho alto da bacia do rio Piracicaba e em alguns topos ou interflúvios tabulares (t) localizados a noroeste e norte da área da bacia. As formas de acumulação abrangem as áreas de depósitos dedríticos não consolidados ao longo dos rios, constituindo as várzeas e os terraços e os vales colmatados por cones coluviais e rampas de colúvio. Em estudos do Quaternário no médio vale do rio Doce, Méis (1977) identifica diferentes gerações de rampas de colúvio e correlaciona as mais recentes aos terraços holocênicos, cujos depósitos se acham interdigitados com os sedimentos coluviais.

Dadas as limitações da escala de mapeamento – 1: 500.000 – não foi possível separar as áreas elaboradas por deposição fluvial daquelas originadas por acumulação de material proveniente das encostas, a não ser as planícies mais extensas, tais como as do rio Doce e Suaçuí Grande.

2.4.2.3 Unidades Geomorfológicas e Formas de Relevo

Encontram-se na área da bacia do rio Doce 6 (seis) unidades geomorfológicas (Anexo I.B): Planaltos Dissecados do Centro-Sul e do Leste de Minas, Depressão do Rio Doce, Serra do Espinhaço, Quadrilátero Ferrífero, Superfícies aplainadas sublitorâneas e Planície Fluviomarina.

Os *Planaltos Dissecados do Centro-Sul e do Leste de Minas* correspondem a mais extensa unidade geomorfológica, ocupando cerca de 70% da área. É constituída predominantemente por formas de dissecação fluvial do tipo colinas, cristas, pontões e vales encaixados, elaborados por rochas granito-gnaissicas do embasamento. Em função das características geomorfológicas a unidade foi dividida em zona de colinas e zona de pontões.

Na parte de colinas, observa-se uma predominância de colinas concavo-convexas com vales em V, vertentes ravinadas e cristas geralmente associadas às colinas. Encontram-se alguns interflúvios tabulares, testemunhos de antigas superfícies de aplainamento, recobertos por depósitos dedríticos argilosos. As rochas predominantes são biotita-gnaisses e granito-gnaisses. Os topos encontram-se a 850-900m em média e as cristas atingem até 1.300m na zona de encostas do Espinhaço, decrescendo as altitudes em direção ao rio Doce. Essa região possui drenagem bastante densa e o padrão é predominantemente dendrítico. Os vales são encaixados, com desníveis topo-vale da ordem de 100 a 200m, sendo que o desenvolvimento de planícies fluviais é restrito. A interferência estrutural não é muito marcante, observando-se apenas alguns alinhamentos de cristas no sentido NW-SE.

Na zona dos pontões encontram-se com muita frequência essas formas de relevo residuais, que ocorrem isoladas ou em agrupamentos. O RADAM (1987) denominou essa zona de pontões como *Maciços do Caparaó*. São elevações rochosas de topo arredondado e vertentes convexas abruptas, sendo que a maioria delas evolui por esfoliação, com destacamento de placas. As demais formas de relevo características de setor são as colinas concavo-convexas. Nesta zona predominam os gnaisses, charnoquitos e granitos. As altitudes são muito variáveis, nos topos as cotas altimétricas chegam a 700-800m, enquanto que nas associações com colinas, cristas e pontões os topos variam de 900 a 1300m.

A influência tectônica na conformação do relevo é mais significativa nesse setor de Planaltos, ocorrendo diversos alinhamentos de cristas na direção N-S e SW-NE. A drenagem constituída pelos afluentes da margem direita do rio Doce é encaixada e apresenta um controle estrutural em parte de seus cursos. A instabilidade das vertentes é um fenômeno comumente observado nesta unidade, mais especificamente na zona dos pontões com a ocorrência generalizada de formas de erosão acelerada, tais como escorregamentos e voçorocas.

A *Depressão do rio Doce* instalada ao longo do rio e seus afluentes, é uma zona rebaixada com altitudes variando de 250 a 500m, configurando-se como uma depressão interplanáltica. O contato com as formas de relevo dos planaltos circundantes é muito bem marcado por desníveis altimétricos abruptos. No seu interior encontram-se elevações, que são residuais dos Planaltos Dissecados do Centro-Sul e do Leste de Minas. O desenvolvimento espacial desta Depressão tem a orientação geral NE-SW, condicionada ao “*graben*” do rio Doce. Uma evidência geomorfológica do controle tectônico na evolução da Depressão é a existência de uma escarpa de linha de falha observada nas bordas dos planaltos, entre o ribeirão do Boi e do Sacramento.

A constituição litológica – biotita xistos, migmatitos, granitos e anfíbolitos – influenciada pelas oscilações climáticas contribui para a formação de espessos mantos de intemperismo, permitindo o desenvolvimento de solos profundos em vários locais. A retirada da cobertura vegetal contribui para a remoção desses solos pela aceleração dos processos morfodinâmicos indicados por ravinas e sulcos. A remobilização de material alterado possibilita a formação de depósitos colúviais.

A Depressão se caracteriza pela presença de colinas com declividade média, planícies fluviais colmatadas, rampas de colúvio e lagos de barragem natural. Predominam as associações de colinas de topo plano e vales de fundo chato (cf). Os topos das colinas e dos interflúvios tabulares correlacionam-se com a superfície de aplainamento pleistocênica, responsável pela configuração das depressões evoluídas ao longo da drenagem (Projeto RADAR-MG 1977; Pflug, 1969 in Meis e Monteiro, 1979. Predominam os processos de

dissecação fluvial e acumulação, que promoveram a degradação da superfície de aplainamento. Remanescentes desta superfície são encontrados na parte leste desta unidade, em topos tabulares (t), que apresentam uma cobertura dedrítica areno-argilosa geralmente lateritizada.

As rampas de colúvio e cones coluviais são formas resultantes de processos de colúviação (por efeito da gravidade) e de erosão das vertentes, que ocorrem com frequência na Depressão, desenvolvendo-se sobre as vertentes e sobre planícies fluviais. A ocorrência destas formas se deve às peculiaridades geomorfológicas da bacia, tendo em vista os níveis de base locais e as condições climáticas favoráveis. Em estudos do Quaternário no médio vale do rio Doce, Méis (1977) identifica diferentes gerações de rampas de colúvio e correlaciona as mais recentes aos terraços holocênicos, cujos depósitos se acham interdigitados com os sedimentos coluviais. Devido à escala do mapeamento, não é apresentada a separação das áreas elaboradas por deposição fluvial daquelas originadas por acumulação de material proveniente das encostas, a não ser as planícies mais extensas, tais como as dos rios Doce e Suaçuí Grande. A maioria dessas formas - planícies fluviais, rampas e cones aluviais e coluviais – foram englobadas como formas de origem mista, de dissecação fluvial e acumulação.

Ao longo de toda a região do médio rio Doce, no baixo curso do rio Piracicaba e no alto curso do rio Norete, observa-se uma densa rede de lagos, de profundidades variáveis, cuja origem é explicada em MEIS (1977): “a incapacidade dos pequenos tributários de acompanhar a subida do nível de base dos coletores em processo de colmatagem contribui para que suas embocaduras fossem barradas por sedimentos depositados pelos coletores, sofrendo um processo progressivo de afogamento”. Para Barbosa & Koelher (1981) a origem dos lagos está ligada a um condicionamento tectônico, aliado às variações paleoclimáticas.

O rio Doce possui direções distintas: na primeira parte é SSW-NNE, e após a cidade de Governador Valadares até Aimorés a direção é NW-SE; e a partir de Aimorés até a foz passa a ser W-E. O canal do rio possui também padrões diferenciados, com segmentos de meandros, retilíneo e anastomosado e ainda presença de ilhas, principalmente no médio curso. As planícies fluviais são amplas e os terraços, em sua maioria, constituídos por material arenoso e argilo-arenosos, com cerca de 3m de desnível. Eventualmente, esses terraços são inundados durante cheias excepcionais.

A unidade morfoestrutural que se caracteriza por um conjunto de relevos ruiformes resultantes de processos de dissecação fluvial em rochas predominantemente quartzíticas do Super Grupo Espinhaço e do Grupo Macaúbas é denominada de Serra do Espinhaço, que ocupa pequena porção na área da bacia. Nesta unidade distinguem-se dois setores: um constituído predominantemente de cristas, picos com vales encaixados e vertentes retilíneas íngremes e extensos escarpamentos, com topos em torno de 1300 – 1500m. Entre os picos e relevos ruiformes é comum encontrar áreas aplainadas que apresentam uma fina cobertura dedrítica. O outro setor é constituído por formas de colinas, em associação com cristas, com altitudes mais rebaixadas, com médias de 850 a 1000m. Nesta unidade encontram-se as cabeceiras do rio Santo Antônio, afluente da margem esquerda do rio Doce.

O Quadrilátero Ferrífero caracteriza-se por um conjunto de relevos acidentados, localizado na extremidade sudoeste da área. Apresenta altitudes elevadas, que variam de 1.100 a 1700m, sendo que na Serra do Caraça atingem até 2.064m. Configura-se como uma

unidade morfoestrutural onde as estruturas geológicas exercem um importante controle nos processos de dissecação do relevo, no qual sobressaem os alinhamentos de cristas com vales encaixados e vertentes ravinadas. Nesta unidade, encontram-se as nascentes do rio Piracicaba, um dos principais afluentes do rio Doce. Na cabeceira do rio Carmo, tem-se um conjunto de cristas e vertentes abruptas alinhadas na direção E-W e blocos quartzíticos elevados delimitados por escarpas de linhas de falha. Este alinhamento de escarpas e cristas recebe as denominações de serras do Ouro Branco e do Itacolomi.

As *superfícies aplainadas sublitorâneas* correspondem à área de transição entre as formações litorâneas e as colinas elevadas dos Planaltos Dissecados do Centro-Sul e do Leste de Minas, resultante da atuação de processos de aplainamento do Pleistoceno. Caracterizam-se por extensas áreas planas e um conjunto de interflúvios tabulares (t) elaborados sobre sedimentos terciários do Grupo Barreiras, predominantemente arenitos feldspáticos e arcósios. À leste, na transição para a planície fluviomarinha, esta superfície se acha bem preservada, caracterizando-se por baixas altitudes, que variam de 195 a 60m, apresentando um caimento gradativo na direção SE (sudeste) até as proximidades de Linhares.

Em seu setor ocidental, onde os processos erosivos pós-pleistocênicos seccionaram a superfície, esta unidade configura-se como um conjunto de interflúvios tabulares, elaborados pela drenagem do rio São José e Pancas. Em seu interior são encontrados agrupamentos de cristas e pontões, residuais dos planaltos dissecados. Ao norte predominam formas de colinas suaves e vales de fundo chato. No contato com os planaltos, as altitudes são mais elevadas (300m), observando-se um decréscimo no sentido SE (sudeste) onde as médias ficam em torno de 180m.

As *planícies fluviomarinhas* são constituídas por planícies fluviais e terraços de origem marinha e flúvio-marinha, englobando os sedimentos aluviais e marinhos depositados durante o Pleistoceno e Holoceno, ao longo do rio Doce até a sua foz. Essas planícies apresentam ambiente diversificado e complexo, influenciados por oscilações eustáticas e climáticas e pelo controle do tectonismo regional. Compreendem um conjunto de formas de relevo de agradação geradas durante o Pleistoceno Superior e o Holoceno por interação dos processos fluviais, lagunares e marinhos determinados pelos ciclos transgressivos-regressivos atuantes na costa leste brasileira. Abrange o delta do rio Doce e a região de Linhares (ES) (RADAM, 1987). A planície apresenta relevo plano a suave ondulado, sendo constituída de material acumulativo, do tipo aluvial e coluvial, com larguras e extensões variadas. A proximidade com o litoral é marcada pela influência marinha na formação de mangues. Os depósitos coluviais encontram-se normalmente mais próximos das encostas.

2.4.3 Suscetibilidade à Erosão

Entende-se como suscetibilidade dos terrenos a sensibilidade natural frente à erosão. Esta sensibilidade é resultante, de modo geral, de um conjunto de fatores, como as características da chuva, a topografia, e a ocorrência de solos mais vulneráveis ao processo erosivo. Outros termos são utilizados para exprimir essa fragilidade, como potencialidade erosiva.

Na literatura especializada (ROSS, 2004; KAWABUBO *et al.*, 2005) a suscetibilidade erosiva é um indicador da fragilidade ambiental de uma bacia hidrográfica ou de um sistema natural. Os sistemas ambientais, face às intervenções humanas,

apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características genéticas. Qualquer alteração nos diferentes componentes da natureza (relevo, solo, clima e recursos hídricos) acarreta o comprometimento da funcionalidade do sistema, quebrando o seu estado de equilíbrio dinâmico. A identificação dos ambientes naturais, e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios a gestão da bacia.

A análise do processo erosivo na área da bacia foi baseada nos estudos do CETEC (1989) relativos à susceptibilidade à erosão; e nos trabalhos de Comportamento Sedimentológico da Bacia na Avaliação Ambiental Integrada editado por EPE (2007).

O Mapa de Susceptibilidade erosiva (Anexo I.C) sintetiza as informações obtidas dos mapas de solo, geomorfologia (Anexo I.B), e de precipitação, considerados como “fatores condicionantes” quanto à fragilidade da área relativa à ocorrência de processos erosivos. Do mapa de solos, foram considerados mais susceptíveis à erosão os Cambissolos e os Argissolos em relevo montanhoso e forte ondulado. Do mapeamento geomorfológico foram considerados áreas mais susceptíveis, as cristas e pontões, dada à facilidade que são remobilizados os depósitos de talus no sopé dos afloramentos. Além destas, toda a unidade denominada Depressão do rio Doce, devido a sua propensão natural à erosão e à grande disponibilidade de materiais friáveis e facilmente erodíveis que constituem as rampas de colúvio, bem como os terraços mais antigos e depósitos de cobertura das Superfícies de Aplainamento Pleistocênica. A análise dos mapas de precipitação levou à determinação de duas áreas críticas. Os seus limites foram baseados nos mapas de chuva máxima diária anual (isolinhas de 150mm/diários) e no do coeficiente de variação da precipitação anual (isolinha de 26%). O primeiro caracteriza as áreas submetidas a chuvas bem distribuídas, porém intensas, e o segundo indica períodos de estiagem alternados com chuvas torrenciais. A hierarquização da susceptibilidade à erosão foi feita por meio da classificação quanto à intensidade do processo:

- *Muito forte* - resultante da associação dos três condicionantes ocorrerem na área;
- *Forte* - presença de pelo menos um fator condicionante;
- *Média* - ocorrência esparsa de erosão e devido a escala não foi possível identificar o fator condicionante; e
- *Baixa ou nula* - abrange as planícies fluviais e marinhas da foz do rio Doce.

Considerando que a ocorrência de erosão acelerada, em determinada área, gera um aumento na produção de sedimentos, foi também utilizado o estudo de comportamento sedimentológico na bacia do rio Doce, visando a comparação das análises realizadas. A interpretação da Produção Mínima de Sedimentos – PEMS baseia-se nas concentrações médias anuais de material em suspensão (CMA), e na erosão potencial dos interflúvios (ELETROBRÁS, 1992). A análise do comportamento sedimentológico apresentado pela EPE (2007) foi realizado com base nos estudos do “Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros” elaborado pela Eletrobrás (1992) e utilizados os dados de medições em dez postos sedimentométricos da bacia, para o cálculo da CMA.

2.4.3.1 Susceptibilidade à Erosão na Bacia do rio Doce

A maioria da bacia encontra-se na classe de susceptibilidade erosiva forte – 58% da área, ocupando principalmente a Depressão do rio Doce e várias sub-bacias. Na classe de susceptibilidade muito forte, 7% da área da bacia se inserem nesta categoria. As bacias atingidas são: alto curso do Piracicaba, mais precisamente nas cabeceiras do afluente rio Santa Bárbara e na sub-bacia do Suaçuí Grande, que estão associadas ou não à estiagens prolongadas, às chuvas torrenciais, aos solos susceptíveis e aos extensos depósitos superficiais friáveis que ocorrem em terraços fluviais e nas baixas vertentes. E ainda em pequenos trechos de sub-bacias, distribuídos esparsamente na bacia, como pode ser observado no mapa de susceptibilidade erosiva (Anexo I.C).

O cenário da susceptibilidade erosiva por unidades de análise da bacia está apresentado a seguir com base na análise dos produtos cartográficos gerados no projeto.

- *Unidade do Rio Santo Antônio*

O principal condicionante da susceptibilidade erosiva média e forte são as chuvas pesadas no médio curso do rio Santo Antônio e em toda a bacia do rio Tanque (afluente da margem direita). Além deste fator, ocorrem solos sensíveis ao longo da serra do Espinhaço e no médio e alto curso do rio Tanque, bem como no baixo curso do rio Santo Antônio, desde as proximidades da sua confluência como o rio Guanhões até a foz. Observa-se nas cabeceiras dos afluentes que drenam a bacia a existência de atividade minerária, que contribui para a produção de sedimentos. À exceção do alto curso do rio Santo Antônio e de uma área que se estende ao sul da confluência do rio Guanhões com o principal, até o divisor com a sub-bacia do rio Piracicaba, é que foram classificadas como média susceptibilidade (44%); o restante da unidade foi classificado como forte susceptibilidade à erosão, que ocupa 56 % da área total da unidade.

- *Unidade do Rio Suaçuí*

Esta é uma das áreas mais problemáticas da bacia, apresenta as classes de susceptibilidade forte (55%) e muito forte (18%), devido a associação ou não de estiagens prolongadas, às chuvas torrenciais, aos solos susceptíveis e aos extensos depósitos superficiais friáveis que ocorrem em terraços e nas baixas vertentes. Esta unidade ocupa grande parte da unidade geomorfológica *Depressão do rio Doce*. Sua constituição litológica e influência das oscilações climáticas, contribui para a formação de espessos mantos de intemperismo, propiciando a aceleração de processos morfodinâmicos indicados por ravinas ativas, ou em vias de reativação, expondo em alguns locais a rocha, o que possibilita a ocorrência de movimentos de massa generalizados, como deslizamentos, deslocamento e queda de blocos. Destacam também, na área, a ocorrência de sulcos, erosão laminar e voçorocas, derivados em sua maioria, do escoamento superficial concentrado nas encostas com maiores declividades.

- *Unidade do Rio Caratinga*

O relevo é intensamente dissecado e os condicionamentos estruturais e climáticos influenciaram os processos de desintegração das rochas, favorecendo a evolução de um regolito contendo solos frágeis. De acordo com a declividade das encostas, cobertura vegetal e uso do solo podem ocorrer fenômenos de escorregamentos, ocasionando o soterramento de setores mais baixos, que proporciona condições para movimentos de massa. Os processos morfogenéticos são intensos, com escoamentos difusos e

concentrados, favorecendo a formação de sulcos e ravinas. A classe de susceptibilidade erosiva é forte ocupando 84% da área e 4% de classe muito forte.

- *Unidade do Rio Piranga*

Esta unidade engloba a bacia propriamente dita do rio Piranga e outras bacias, como a do rio Casca, rio Matipó, e do Carmo, afluentes do rio Doce. A primeira apresenta predominantemente a classe de susceptibilidade média, enquanto as outras a classe forte e muito forte. No contexto da unidade de planejamento os percentuais por classe de susceptibilidade estão distribuídos da seguinte maneira: forte com 53%, média com 44% e muito forte com 3% relativos a área total da unidade.

Na bacia do rio Piranga predominam tipos de erosão laminar, sulcos e voçorocas, sendo os trechos mais críticos localizados ao norte da cidade de Viçosa, nas cabeceiras do rio Turvo Limpo e a sudeste da cidade de Alto Rio Doce. As colinas convexo-côncavas com vertentes ravinadas e escoamento concentrado favorecem o surgimento de sulcos e erosão laminar.

Na bacia do rio Carmo os condicionantes da susceptibilidade são os solos muito susceptíveis, o relevo acidentado e as chuvas intensas (1400mm/ano) que caem próximo ao divisor, na serra do Espinhaço. Nas bacias dos rios Casca e Matipó, a susceptibilidade forte está condicionada também pela precipitação (1250-1300mm/ano), pelo relevo acidentado no médio e alto cursos e pelos solos bem sensíveis à erosão.

- *Unidade do Rio Piracicaba*

Predomina, nas bacias inseridas na Unidade do Piracicaba, a erosão em sulcos, seguida da laminar condicionada pelo intenso escoamento superficial distribuído nas vertentes das colinas côncavo-convexas. Os principais condicionantes são as chuvas pesadas (1400 – 1300 mm/ano) que afetam quase toda a unidade, e os solos susceptíveis a erosão, como os Argissolos. A susceptibilidade nesta unidade é predominantemente forte (52%) e média para o trecho drenado pelos afluentes da margem direita do rio Piracicaba, ocupando 34% da área.

- *Unidade do Rio Manhuaçu*

A predominância na área é a susceptibilidade erosiva forte, ocupando 69% da área da Unidade. Nas cabeceiras do rio Manhuaçu a susceptibilidade é muito forte, que ocupa 3% da área, e 27% de susceptibilidade média distribuída por toda a unidade. Os condicionantes que favorecem a ocorrência de erosão são as chuvas que aí ocorrem (1250 - 1200 mm/ano) associadas ou não a trechos com relevo acidentado e solos sensíveis à erosão. No médio e baixo cursos, os condicionantes são os longos períodos de estiagem seguidos de chuvas fortes, além dos depósitos superficiais friáveis que ocorrem nos topos dos interflúvios tabulares, nos terraços e nas baixas vertentes. A presença de espessa cobertura coluvial de texturas argilosas e areno-argilosas derivada da alteração de gnaisse e granitos contribuem para essa instabilidade.

- *Unidade do Rio Guandu*

Predomina a classe forte quanto à susceptibilidade erosiva, ocupando 56% da área e 10% na classe muito forte, tendo em vista a ocorrência de extensos depósitos superficiais friáveis existentes nos topos dos interflúvios tabulares, bem como solos frágeis e chuvas intensas que ocorrem no final da estação seca. A classe média de susceptibilidade abrange 34% da área.

- Unidade do Rio Santa Maria do Doce

Nesta unidade na parte do relevo com encostas íngremes e clima úmido, são comuns os problemas de instabilização, com a ocorrência de deslizamentos de terra, desabamentos e corridas de lama mobilizando blocos fraturados. Na parte de ocorrência de colinas convexas com declives mais acentuados pode-se observar a existência de sulcos e voçorocas. Assim, as classes de susceptibilidade erosiva levantadas na área são: média, ocupando 43%, e forte, apresentando-se em 42% da área da unidade.

- *Unidade do Rio São José*

O rio drena grande parte da planície fluvio-marinha constituída de material acumulativo, do tipo aluvial e coluvial. Esse último depósito encontra-se normalmente mais próximo das encostas. Assim, os modelados de origem fluvio-marinha estão relacionados ao retrabalhamento de depósitos de origem marinha, fluvial e mesmo coluvial, as quais apresentam certa fragilidade do ambiente natural. Desta forma, a classe de susceptibilidade a erosão na área é muito fraca, favorecendo a ocorrência de erosão laminar muito baixa. Os eventos predominantes estão relacionados à inundação e sedimentação. Eventualmente, podem ocorrer desbarrancamentos localizados nas margens dos cursos de água.

A análise do comportamento sedimentológico apresentado pela EPE (2007) estima em 160 t/km²/ano referente a produção específica de sedimentos para toda a bacia do rio Doce, tomando como base a concentração média anual de material em suspensão de 500 mg/L. As unidades de análise integrantes do rio Doce, em sua maioria, enquadram no intervalo de 100-200 t/km²/ano conforme pode ser observado no mapa de Produção de Sedimentos na Bacia do rio Doce (Figura 2.12), exceto a região ao longo do rio Doce que encontra-se na faixa de <50 t/km²/ano, apesar de situar em área de forte susceptibilidade erosiva.

As áreas com o intervalo de 100-200 t/km²/ano possuem áreas localizadas nas cabeceiras dos seus principais formadores, no extremo oeste da bacia. Esta parte da bacia apresenta comportamento sedimentológico complexo, em virtude do relevo acentuado, erosividade mais alta, e solos de média erodibilidade, o que é agravado pela existência de vegetação pouco densa e intensa atividade antrópica. A outra área, a parte leste da bacia também apresenta um comportamento mais desfavorável, com grande produção específica de sedimento, até a cidade de Colatina, no Espírito Santo. A porção central da bacia, representada pelas sub-bacias do Suaçuí Pequeno, Corrente, Matipó e Casca, além da região mais plana do rio Doce, apresenta uma grande área de deposição natural de sedimentos, que se estende até Governador Valadares.

No Quadro 2.3 são apresentadas, por unidades de análise, a classificação destas unidades quanto à susceptibilidade erosiva e a produção dos sedimentos.

Quadro 2.3 Susceptibilidade erosiva e produção de sedimentos.

UPGRH/UA	Susceptibilidade Erosiva	Percentual/ Classe de Susceptibilidade	PEMS** (t/km ² /ano)	Área de Drenagem (km ²)
DO1	Muito forte	3%	50-100	17.571
	Forte	53%		
	Média	44%		
DO2	Muito forte	14%	100-200	5.682
	Forte	52%		
	Média	34%		

UPGRH/UA	Susceptibilidade Erosiva	Percentual/ Classe de Susceptibilidade	PEMS** (t/km ² /ano)	Área de Drenagem (km ²)
DO3	Forte Média	56% 44%	100-200	10.757
DO4	Muito Forte Forte Média	18% 55% 27%	100-200	21.555
DO5	Muito forte Forte Média	4% 84% 12%	100-200	6.678
DO6	Muito Forte Forte Média	3% 69% 27%	100-200	9.189
Sta. Maria Doce	Forte Média Baixa	42% 43% 15%	100-200	3.063
Guandu	Muito Forte Forte Média	10% 56% 34%	100-200	2.472
São José	Muito Forte Forte Baixa S/Informação	2% 56,5% 6% 35,5	100-200	9.744
Doce	Muito forte Forte Média Baixa S/Informação	7% 58% 30% 1% 4%	160	86.711

** - Produção específica mínima de sedimento

2.4.3.2 Considerações finais

A bacia do rio Doce possui 58% da área na categoria de susceptibilidade forte e 30% na média considerando os condicionantes naturais. A essas características intrínsecas, aliam-se a utilização intensa dos solos pelos diversos usos, indicando uma questão que deverá ser abordada no Plano Diretor da bacia.

Ressalta-se em relação aos dados de erosão acelerada, que embora os sedimentos erodidos nas vertentes, margens de rios e cortes se encaminhem naturalmente para os rios, grande parte destes será depositada, ao longo do percurso, nas baixas vertentes e planícies de inundação, onde fica temporariamente estocada. Somente estudos mais detalhados de erosão acelerada e de sedimentos poderão indicar precisamente a quantidade de material erodido que se instalou nos principais canais de drenagem.

2.4.4 Recursos Minerários

O levantamento dos processos minerários localizados na bacia do rio Doce foi realizado a partir da consulta ao banco de dados SIGMINE, do Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, realizada em 04/09/2008. Numa primeira análise os processos de diretos minerários foram classificados por fase tomando por base a metodologia adotada pelo DNPM, ou seja, considerando as fases de tramitação processual.

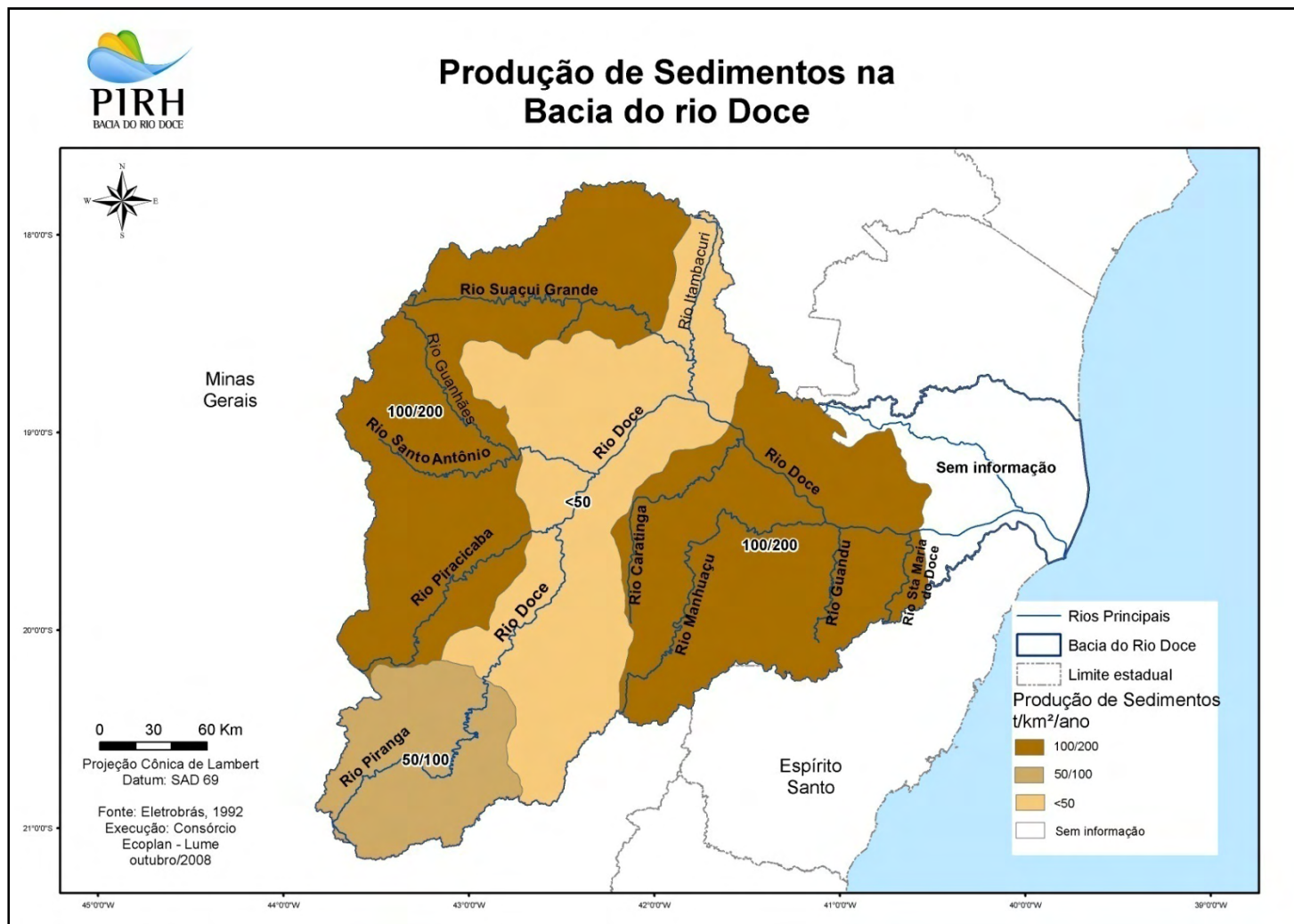


Figura 2.12 Mapa Produção de Sedimentos

Numa segunda fase foram agrupados os processos minerários que, no momento da pesquisa, encontravam-se em fase de lavra, ou seja, que estão em fase de aproveitamento industrial, constituindo-se numa atividade econômica. Estas informações estão apresentadas no Anexo I.D.

Conforme dados do cadastro SIGMINE, na bacia do rio Doce foram levantados os registros de 7.714 processos de direitos minerários. O Quadro 2.4 mostra a totalização dos processos de direitos minerários agrupados por fase processual, conforme classificação do DNPM.

Quadro 2.4 Relação de Processos Minerários Classificados por fase de Tramitação no DNPM.

Fase do Processo	MG	ES	Total
Concessão de Lavra	240	61	301
Lavra Garimpeira	3	2	5
Licenciamento	284	50	334
Registro de Extração	3	1	4
Autorização de Pesquisa	2136	1824	3960
Requerimento de Lavra	225	212	437
Requerimento de Lavra Garimpeira	22	2	24
Requerimento de Licenciamento	2	6	8
Requerimento de Pesquisa	2291	337	2628
Requerimento de Extração	13	-	13
Total	5219	2495	7714

Quadro 2.5 Distribuição das Concessões de Lavra.

Substância Mineral	MG	ES	Total
Bauxita	23	-	23
Calcário	8	-	8
Caulim	6	1	9
Gemas	41	2	43
Materiais de Construção	260	49	309
Minério de Ferro	103	-	103
Minério de Manganês	9	-	9
Água Mineral		1	1
Ouro	11	-	11
Outros	18	1	19
Rochas Ornamentais	46	60	106
Talco	7	-	7
Total	538	114	652

Quadro 2.6 Distribuição dos Licenciamentos.

Substância Mineral	MG	ES	Total
Areia	187	37	224
Argila	54	6	60
Saibro	1	4	5
Brita	31	1	32
Cascalho	10		10
Caulim		1	1
Feldspato	1		1
Total	284	49	333

Lavra Garimpeira: Na região do Doce existem apenas cinco áreas com lavra garimpeira devidamente regularizada pelo DNPM, todas com o objetivo de lavrar pedras preciosas. Entretanto outros 24 processos estão tramitando no DNPM aguardando definição sobre a instalação de área de garimpos.

A bacia do rio Doce, em particular nas unidades do Suaçuí Grande e do Caratinga, engloba parte da região denominada Província Pegmatítica Oriental, onde ocorre uma extensa faixa com ocorrência de corpos pegmatíticos. Esta área caracteriza-se pela existência de muitos garimpos clandestinos. Segundo a CPRM (2000), foram cadastrados 739 garimpos nessa Província.

Registro de Extração: Ao longo da bacia do rio Doce existem apenas quatro áreas de exploração de minério inseridas no regime de Registro de Extração para exploração de agregados para construção civil, requeridas pelas Prefeituras Municipais de Nova Era, Oratórios e Barão de Cocais, no Estado de Minas Gerais, e Linhares no Estado do Espírito Santo.

2.4.4.1 Situação dos Processos Minerários Por Substância Mineral

A relação dos Processos Minerários que se encontram na fase de lavra, ou seja, classificados pelo DNPM em: Concessão de Lavra, Licenciamento, Lavra Garimpeira e registro de Extração são apresentadas Anexo I.D.

O Quadro 2.7 apresenta-se os quantitativos dos processos por substância mineral, e a localização destas áreas pode ser verificada no Mapa de Recursos Minerais (Anexo I.E).

Quadro 2.7 Relação de Processo em Fase de Lavra por substância Mineral.

Substância Mineral	MG	ES	Total
Materiais de Construção	260	49	309
Minério de Ferro	101	-	103
Rochas Ornamentais	46	60	106
Gemas	41	2	43
Bauxita	23	-	23
Ouro	10	-	11
Minério de Manganês	11	-	9
Caulim	6	1	9
Calcário	8	-	8
Talco	7	-	7
Outros	20	1	19
Total	533	113	646

2.4.4.2 Principais Recursos Minerais na Bacia do rio Doce

2.4.4.2.1 Minério de Ferro

A porção mineira da bacia do rio Doce apresenta importantes depósitos de minério de ferro itabirítico e hematítico de alto teor (Fe > 60%) associados a um conjunto de rochas metamórficas do Supergrupo Minas.

Os itabiritos são constituídos por bandas ricas em minerais de ferro (principalmente hematita e magnetita), intercaladas com bandas ricas em quartzo e/ou dolomita. Os minérios de alto teor são compostos principalmente por hematita, sendo utilizados diretamente em altos-fornos na forma de minério granulado.

Na área encontram-se instaladas grandes empresas como a Samarco Mineração que possui unidade em Ouro Preto e Mariana, denominado Complexo da Alegria. Este minério

destinado a exportação e o escoamento até o porto de Tubarão, localizado no Estado do Espírito Santo, é feito através de um mineroduto.

A MMX iniciou atividades de pesquisa de minério de ferro na região com a implantação do projeto em Conceição do Mato Dentro e, recentemente negociou este projeto com a empresa AngloGold Ashanti.

A Vale mantém unidades de mineração em varias cidades da bacia, onde destacam os complexos localizados em Itabira, Ouro Preto e Mariana. A Cia vem aumentando, significativamente, seus investimentos na área como exemplo tem-se a ampliação do complexo minerador denominado Brucutu, localizado em São Gonçalo do Rio Abaixo.

Hoje, Brucutu é o maior projeto implantado no mundo em termos de capacidade inicial de produção. Serão 30 milhões de toneladas de minério por ano a partir de 2008. O investimento no projeto chegou a US\$ 1,1 bilhão. A mina tem uma vida útil inicial estimada em 30 anos.

O Quadro 2.8 apresenta as reservas cubadas de minério de ferro que estão localizadas na bacia do rio Doce.

Quadro 2.8 Reservas de Minério de Ferro localizadas na bacia do rio Doce.

UPGRH/UA	Município	Medida (t)	Indicada (t)	Inferida (t)	Lavrável (t)
Piracicaba	Antônio Dias	4.209.937	3.118.421	2.221.416	4.209.937
Piracicaba	Barão de Cocais	674.363.451	379.221.071	415.203.650	662.973.447
Piracicaba	Bela Vista de Minas	201.715.770	506.644.632		264.573.372
Piracicaba	Catas Altas	231.256.545	150.080.000	103.605.000	228.710.000
Santo Antônio	Conceição do Mato Dentro	244.394.000	384.782.000	2.856.274.400	244.394.000
Suaçuí	Guanhães	274.801.000	78.127.000	65.900.000	272.101.000
Piracicaba	Itabira	842.480.096	824.340.640	276.535.000	702.918.218
Piracicaba	João Monlevade	33.969.307	2.429.132	95.540.679	33.969.307
Piranga	Mariana	668.331.553	763.269.947	16.003.028	898.504.423
Piranga	Ouro Preto	1.850.575.719	1.544.123.583	7.585.966.613	1.791.111.872
Piracicaba	Rio Piracicaba	31.494.701	5.621.937	1.737.000	33.201.038
Piracicaba	Santa Bárbara	1.304.291.922	613.168.965	586.802.996	982.39.203
Piracicaba	Santa Maria de Itabira	3.156.630	2.481.200	71.200	3.156.630
Piracicaba	São Gonçalo do Rio Abaixo	499.617.846	493.854.621	172.893.284	489.648.177
Santo Antônio	Senhora do Porto	3.993.750	5.147.250	12.600.000	3.993.750
Santo Antônio	Serro	187.500.000			187.500.000
Total		7.167.638.082	5.853.638.389	12.231.403.087	6.139.718.251

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro (2007).

2.4.4.2.2 Gemas

Além das gemas, os garimpos produzem os minerais de coleção, muito importantes no segmento comercial. O valor está intrínseco à raridade, cristalização e beleza dos arranjos dos cristais. O Quadro 2.9 apresenta as reservas de gemas na bacia segundo dados retirados do Anuário Mineral Brasileiro do ano de 2007.

Quadro 2.9 Reservas de gemas na bacia do rio Doce.

UPGRH/UA	Município	Medida (t)	Indicada (g)	Inferida (g)	Lavrável (t)
Piracicaba	Antônio Dias	397			397
Caratiga	Conselheiro Pena	12			12
Suaçuí	Galiléia	53	2	2	1

UPGRH/UA	Município	Medida (t)	Indicada (g)	Inferida (g)	Lavrável (t)
Suaçuí	Governador Valadares	402			402
Piracicaba	Itabira	399.252	11.127.285	59.412.246	304.702
Suaçuí	Malacacheta	22			22
Piracicaba	Nova Era	464.501	1.556.000	3.112.000	464.501
Piranga	Ouro Preto	693.097	2.243.700	1.545.631	1.244.066
Suaçuí	São José da Safira	274.456	2.700		108.099

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro 2007

2.4.4.2.3 Ouro

O ouro é uma substância mineral que possui ampla distribuição geográfica no território brasileiro, formando concentrações econômicas, principalmente nos terrenos da idade Arqueana, Proterozóica e Cenozóica, sendo as concentrações Cenozóicas resultantes de “retrabalhamento” de depósitos mais antigos.

Em Minas Gerais destacam-se os distritos auríferos de Nova Lima, Raposos, Rio Acima, Sabará, Ouro Preto, Mariana, Caeté, Santa Bárbara, Barão de Cocais, Itabirito, Conselheiro Pena, Diamantina, Serro e Paracatu, além de outras ocorrências distribuídas pelo estado, exploradas de forma mecanizada ou rudimentar como os garimpos (Alecrim *et al*, 1982).

Na bacia do rio Doce registram-se jazidas de ouro em vários municípios. O distrito de Ouro Preto-Mariana está localizado a sudeste do Quadrilátero Ferrífero. São inúmeras ocorrências, podendo citar a mais famosa historicamente: Mina da Passagem. No distrito de Caeté-Santa Bárbara tem-se, dentre tantos outros, os depósitos de Gongo Soco, Quebra-Ossos, Catita, Ouro Fino, etc.

Na região do Serro e Conceição do Mato Dentro os principais depósitos de ouro são de natureza aluvionar e eluvionar. As ocorrências de ouro primário nesta região são conhecidas em veios de quartzo que cortam as rochas do Supergrupo Espinhaço e Macaúbas.

O Quadro 2.10 apresenta a lista de alguns dos principais municípios levantados no cadastro do DNPM, inseridos na bacia do rio Doce no Estado de Minas Gerais, onde foram desenvolvidos trabalhos de pesquisa geológica e, conseqüentemente, definidas reservas do mineral ouro.

Quadro 2.10 Reservas de ouro na bacia do rio Doce.

UPGRH/UA	Município	Reserva Medida (t)	Reserva Indicada (kg)	Reserva Inferida (kg)	Reserva Lavrável (t)
Piracicaba	Barão de Cocais	288.557	2.241	765	288.557
Caratinga	Conselheiro Pena	394.277	234		394.277
Piracicaba	Itabira		70		70.000
Piranga	Mariana	1.817.870	81	51	1.817.870
Piracicaba	Rio Piracicaba	346.273	868		346.273
Piracicaba	Santa Bárbara	913.470	8.379	110.175	1.083.272
Santo Antônio	Serro	24.933.333		6.603	24.933.333
Total		31.411.279	33.171	186.515	32.120.595

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro 2007

2.4.4.2.4 Rochas Ornamentais

Para o setor de rochas ornamentais e de revestimento, o termo granito designa um amplo conjunto de rochas silicáticas, abrangendo monzonitos, granodioritos, charnockitos, sienitos, dioritos, diabásios/basaltos e os próprios granitos. Um tipo litológico para atingir valor como rocha ornamental ou de revestimento deve apresentar algumas qualificações de textura e coloração, comumente ditadas pelo mercado consumidor, além, obviamente, de apresentar características tecnológicas compatíveis com a aplicação desejada.

Dentro de recursos minerais, o setor de rochas ornamentais é considerado, na atualidade, como uma das principais novas áreas de negócios. O destaque vem por conta do crescimento da produção para atender o mercado interno e as exportações. Dados da Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais - Abirochas – indicam que no ano de 2006 as exportações do setor somaram US\$ 1,1 bilhão, correspondendo à comercialização de 2,5 milhões de toneladas de rochas brutas e processadas. Com relação à produção, o resultado foi de oito milhões de toneladas (em 2000, era de pouco mais de cinco milhões de toneladas).

Em termos de quantidade o Estado do Espírito Santo é o maior produtor do país. O Quadro 2.11 apresenta as reservas das áreas, com concessão de lavra, elaborada com base em dados publicados pelo DNPM no Anuário Brasileiro de Mineração de 2007. É importante comentar que ao computar as reservas, o DNPM não inclui as áreas que estão em fase de pesquisa, que neste caso muitas dessas áreas encontram-se em produção. Para isso as empresas lavram usando as chamadas guias de utilização fornecidas pelo DNPM.

Quadro 2.11 Reserva de Rochas Ornamentais.

UPGRH/UA	Município	Medida (m ³)	Indicada(m ³)	Inferida(m ³)	Lavrável(m ³)
Piranga	Abre Campo	115.738.640	-	-	92.590.912
Santa Maria Doce	Afonso Claudio	137.076.936	115.092.000	1.240.000	119.076.949
Aguia Branca	Águia Branca	217.162.541	1.747.254	1.747.254	213.121.889
Aimorés	Aimorés	141.502.688	686.644		42.920.124
Piracicaba	Alvinópolis	1.058.200	529.100	5.699.300	448.727
Santa Maria Doce	Aracruz	3.310.606	214.580	465.151	2.969.748
Santa Maria Doce	Baixo Guandu	432.153.584	172.500	1.200.000	405.615.177
Piracicaba	Barão de Cocais	19.000.000	-	-	11.000.000
São José	Barra de S. Francisco	206.848	74.000	7.002	196.254
Suaçuí Grande	Central de Minas	5.001.880	523.250	-	5.001.880
Manhuaçu	Chalé	6.955	-	-	6.955
Santa Maria Doce	Colatina	336.916.636	3.177.103	8.570.000	278.376.003
Guandu	Conceição do Castelo	311.729	-	-	311.729
Suaçuí Grande	Conselheiro Pena	84.171.115	-	-	58.919.781
Suaçuí	Divino das Laranjeiras	17.416.996	245.000	17.661.996	17.416.996
Guandu	Domingos Martins	19.669.028	-	-	19.131.310
Santo Antônio	Dores de Guanhães	17.513.763	129.245.289	12.905.910	12.825.461
Piranga	Fervedouro	11.210.325	-	-	10.500.000
Suaçuí Grande	Frei Gaspar	1.895.391	-	-	1.895.391
Suaçuí Grande	Galiléia	1.475.489	-	-	1.475.489
São José	Governador Lindemberg	1.127.690	277.500	1.200.000	769.383
Guandu	Ibatiba	3.659.064	-	-	3.659.064

UPGRH/UA	Município	Medida (m ³)	Indicada(m ³)	Inferida(m ³)	Lavrável(m ³)
Manhuaçu	Irupi	174.674	299.581.946	-	71.344
Piracicaba	Itabira	1.085.000	-	-	1.085.000
Santa Maria Doce	Itaguaçu	855.137.829	587.450	3.340.082	852.999.553
Santa Maria Doce	Itarana	28.998.342	67.000	50.000	28.998.342
Santa Maria Doce	Linhares	27.122.481	97.500	483.780	26.483.331
Manhuaçu	Manhuaçu	500.000	990.000	-	500.000
São José	Mantenópolis	244.088	-	-	244.088
Piranga	Mariana	1.815.615	2.204.763	925.972	1.817.330
Manhuaçu	Matipo	665.889	314.000	-	592.714
Guandu	Muniz Freire	44.191.644	872.000	-	41.186.600
São José	Nova Venécia	225.111.714	3.908.406	744.357	217.636.627
Piranga	Ouro Preto	3.928.104	4.525.000	10.080.000	4.028.104
São José	Pancas	310.795.916	25.360	-	198.282.565
São José	Rio Bananal	69.019.401	148.000	500.000	42.027.244
Manhuaçu	Santa Rita do Itueto	5.000	-	-	5.000
Santo Antônio	Santana do Riacho	160.000.000	-	-	160.000.000
São José	São Domingos do Norte	608.627	-	-	608.627
Piranga	São Domingos do Prata	3.976.416	-	-	3.976.416
São José	São Gabriel da Palha	33.814.143	425.944	-	30.702.590
Piranga	São José do Goiabal	3.189.766	14.179.335	17.369.101	3.473.820
Piranga	São Pedro dos Ferros	618.450	1.350.074	8.907.935	185.535
Guandu	Venda Nova do Imigrante	176.140.347	-	-	176.140.347
São José	Vila Valério	3.326.865	15.891.000	-	9.277.882

2.4.4.2.5 Materiais de Construção (argila/areia/cascalho)

Areia, brita, argila e cascalho são substâncias minerais comumente cobiçadas nas proximidades de centros urbanos, tendo em vista suas necessidades de edificações de moradias e de obras de infra-estrutura, dentre outras demandas. A escassez desses bens minerais e o distanciamento das áreas de produção levam a uma elevação dos custos do produto e a um acirramento na demanda pelos mesmos. Esta pressão para obtenção desses materiais construtivos não é observada na bacia do rio Doce devido à grande oferta deste bem mineral. As demandas regionais são atendidas a partir dos depósitos ocorrentes nas planícies aluvionares.

No cadastro do DNPM, foram levantados os processos na fase de concessão de lavra, licenciamento e requerimento para materiais aplicados na construção, que totaliza 337 processos. O Quadro 2.12 apresenta a distribuição dos processos autorizados para extração de agregados para construção civil por unidade de planejamento.

Quadro 2.12 Agregados para construção civil nas unidades de análise.

UPGRH/UA	Areia	Saibro	Argila	Brita	Cascalho
Piranga	91	-	-	11	4
Piracicaba	21	-	1	3	3
Santo Antônio	17	-	2	3	
Suaçuí	11	-	12	4	2
Caratinga	9	-	34	6	

UPGRH/UA	Areia	Saibro	Argila	Brita	Cascalho
Manhuaçu	41	2	4	5	2
Guandu	2	-	3	-	-
Santa Maria do Doce	4	-	1	-	-
São José	33	3	2	1	-

2.4.5 Recursos Hídricos Subterrâneos

Metodologia

A caracterização dos recursos hídricos subterrâneos no âmbito do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce - PIRH Doce está estruturada a partir de uma análise e discussão de dados secundários. Para isso, a metodologia utilizada teve a seguinte seqüência:

- Coleta e análise dos dados disponíveis

As informações de interesse para os estudos hidrogeológicos foram obtidas principalmente dos seguintes documentos

- CETEC-IGA - Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais. 1983 Escala 1:1.000.000;
- CETEC 1986 - Inventário Hidrelétrico do Rio Doce;
- CPRM/SIAGAS - Banco de Dados do Sistema de informações das Águas Subterrâneas – Consulta em agosto/2008;
- CPRM - Mapa de Domínios/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil (BOMFIM *et al.* 2006);
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE/MME – Avaliação Ambiental Integrada dos Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia do Rio Doce – 2007;
- HIDROSISTEMAS/COPASA MG - Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais. – 1993;
- HIDROSISTEMAS/COPASA MG - Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Estado de Minas Gerais. – 1995; e
- IGAM - Banco de Dados Hidrogeológicos do Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Vazões Insignificantes – Consulta feita em agosto/2008.

- Organização e implantação da base de dados hidrogeológicos

A documentação e os dados levantados foram organizados na forma de um banco de dados com os pontos e afloramento de água subterrânea (surgências naturais, poços manuais e poços tubulares profundos) na bacia hidrográfica do rio Doce. Nesse banco de dados constam informações sobre as características locais, construtivas e hidrogeológicas de poços tubulares disponíveis no banco de dados do SIAGAS/CPRM, assim como as informações sobre poços tubulares, poços manuais escavados e surgências que foram objeto de processo de outorga de direito do uso de água junto ao IGAM/MG.

- Análise, processamento e interpretação dos dados

Essas atividades tiveram por objetivo a análise e avaliação das características dos sistemas aquíferos e dos pontos de captação de águas subterrâneas levantados para embasar as estimativas potenciais e disponibilidades hídricas subterrâneas.

- Caracterização dos sistemas aquíferos e dos pontos d'água inventariados

Identificação das unidades aquíferas descrevendo as suas características lito-estruturais e hidrodinâmicas, distribuição, forma de ocorrência, condições de infiltração, de recarga, de escoamento e descarga das águas subterrâneas, além da formulação de um modelo hidrogeológico conceitual para a bacia. Foram analisadas as características gerais dos pontos de captação de água subterrânea, abordando: distribuição por município, tipos de pontos d'água, profundidades dos poços, profundidades dos níveis d'água - distribuição dos pontos por sistemas aquíferos e elaborados mapas, na escala 1:500.000, que sintetizam as características da hidrogeologia regional e identificam os pontos inventariados (Anexo I.F).

2.4.5.1 Caracterização dos recursos hídricos subterrâneos

O sistema hidrológico subterrâneo da bacia hidrográfica do rio Doce está condicionado, fundamentalmente, às características geomorfológicas, litoestratigráficas e estruturais que compõem o arcabouço geológico regional. Assim, nos diferentes litotipos que ocorrem na região é possível definir, basicamente, duas unidades aquíferas: granular e fissurada, que apresentam distribuição espacial e comportamentos distintos, diferenciados pela estrutura física da rocha, modo de circulação da água e condições de armazenamento. O Quadro 2.13 apresenta o percentual da área ocupada pelas unidades aquíferas na bacia do rio Doce e em cada uma das unidades de análise, consideradas nesse trabalho.

Aquíferos Granulares ou Porosos são representados por uma sequência de rochas sedimentares detríticas de idade Cenozóica, onde a circulação e o armazenamento das águas subterrâneas se fazem através da porosidade primária da rocha. A unidade aquífera granular ocupa cerca de 9% da área total da bacia e apresenta uma composição litológica constituída de sedimentos areno-argilosos, cascalhos, areias, argilas, arenitos e conglomerados inconsolidados das Formações Barreira e Fonseca, das aluviões recentes, das coluviões, de depósitos de cordões litorâneos flúvio-lagunares e coberturas detrítico-lateríticas aluvionares.

Nos aquíferos Fissurados a acumulação e circulação das águas subterrâneas são feitas através da porosidade secundária desenvolvida por falhas, fraturas e diáclases. O aquífero fissural ocupa 91% da área da bacia. Neste trabalho, essa unidade foi subdividida em três sub-unidades espaciais de agrupamento, caracterizadas por um ou mais tipos litológicos predominantes e bem definidos de rocha reservatório, sempre associadas a uma unidade geológica regional. Assim, o sistema aquífero fissurado está representado por: aquífero fissurado em rochas quartzíticas; em rochas xistosas; e em rochas cristalinas.

Quadro 2.13 Distribuição dos sistemas aquíferos na bacia do rio Doce

Sistemas Aquíferos		Litologias Predominantes	% de Ocorrências dos Aquíferos nas Unidades de Análise e Bacia do Rio Doce									
			Caratinga	Guandu	Manhuaçu	Piracicaba	Piranga	Sto Antônio	Sta Maria do Doce	Suaçuí	São José	Rio Doce
Granular		Argilito Arenoso, Arenito Conglomerático	6,50	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00	22,00	5,00	44,00	9,00
		Arenito, Laterita, Pelito										
		Areia, Argila, Cascalho										
		Areia, Argila, Cascalho, Arenito, Conglomerado, Diamictito, Lamito, Arenito Conglomerático										
		Aglomerado, Areia, Argila, Laterita										
		Areia, Argila, Sedimentos Eólicos										
Fissurado	Em Quartzitos	Quartzitos, Itabiritos, Dolomitos, Metaconglomerados, Formações ferrífera além de filitos e xistos subordinados	2,00	-	12,00	16,00	3,50	19,00	-	16,00	-	9,5
	Em Xistos	Xistos, muscovita xistos, metagrauvaca, komatiitos, ultramafitos, metapelitos e quartzitos, ortognaisses formações ferríferas subordinadas	5,50	-	3,00	36,00	23,50	3,00	-	17,00	-	12,5
	Rochas Cristalinas	Granitóide, Anortosito, Granito, Diorito, Sieniito, Quartzodiorito, Tonalito, Gnaisse, Granulitos, Enderbitto e charnoquitos	86,00	96,00	81,00	44,00	69,00	77,00	78,00	62,00	56,00	69

2.4.5.2 Características dos pontos d'água inventariados

Os pontos d'água utilizados neste trabalho são procedentes basicamente do levantamento nos bancos de dados SIAGAS/CPRM. Complementam as informações os dados obtidos do banco de dados do IGAM/MG referente ao cadastro das captações, classificadas com de uso insignificante e alguns poucos dados retirados do trabalho Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Estado de Minas Gerais (COPASA MG-Hidrosistemas, 1995). Entretanto, as análises estatísticas estão calcadas, preferencialmente nos dados obtidos junto ao SIAGAS/CPRM. Ressalta-se que os dados de poços outorgados pelo IGAM/MG são periodicamente incorporados ao SIAGAS/CPRM, portanto, compõem a base de dados utilizada.

No total, foram aproveitados do SIAGAS/CPRM, pesquisa realizada em 30 de setembro de 2008, 935 pontos de captações de água subterrâneas sendo que 908 encontram-se no interior da bacia do rio Doce e 27 numa posição muito próxima ao limite do projeto, com isso optou-se por aproveitar estes dados. Já o cadastro de captações insignificantes do IGAM/MG tinha um total de 94 processos. É necessário comentar que os dados compilados foram objetos de uma revisão para eliminação de erros e organizados num catálogo que está apresentado no Anexo I.G. Importante afirmar que nesse trabalho não foi efetuada qualquer pesquisa de campo no sentido de se atualizar os dados existentes ou de coletar dados adicionais. Ainda, ressalta-se que um grande número de poços não possui informações completas, principalmente no que se refere aos dados de ensaios de bombeamento e construtivos, o que prejudica a análise destes parâmetros. O Quadro 2.14, a seguir, apresenta um quantitativo das informações cadastradas no SIAGAS/CPRM na data da consulta.

Quadro 2.14 Estatísticas dos dados fornecidos pelo SIAGAS/CPRM.

Identificação da Informação		Número de Captações
Captações	Inventariadas	935
	Localizadas nos limites da bacia	908
	Com coordenadas	935
	Com uso identificado	216
	Com diâmetro da boca	819
	Com identificação da natureza do poço	933
	Com profundidade	859
	Com informação sobre revestimento	247
	Com algum dado de ensaio de bombeamento	538
	Com NE	535
	Com ND	522
	Com vazão estabilizada	530
	Com vazão específica	522
	Com coeficiente e armazenamento	0
	Com coeficiente de transmissividade	0
	Com permeabilidade	0
	Identificação de entradas d'água	177
	Identificação do método de perfuração	0
Identificação do tipo de desenvolvimento	0	

2.4.5.3 Distribuição dos pontos d'água inventariados

O mapa de pontos com as captações de águas subterrâneas inventariadas está apresentado no Anexo I.H. Esse mapa identifica o tipo de captação (tubular, cisterna e nascente), mostra a distribuição espacial dos pontos na bacia e indica o comportamento estatístico da distribuição da vazão específica por Unidade de Planejamento (UPRH).

Considerando o tipo de captação, os dados inventariados junto ao SIAGAS/CPRM subdividem em: 44 poços escavados (cisternas), 8 nascentes, 1 poço ponteira e 882 poços tubulares. Do banco de dados do IGAM foram utilizadas 15 captações do tipo nascentes e 79 poços manuais. No Estado do Espírito Santo os Municípios de Linhares e Colatina apresentam a maior concentração de poços, 167 e 47, respectivamente. Em Minas Gerais, a maior concentração está nas cidades localizadas no Vale do Aço, onde Coronel Fabriciano, Ipatinga e Timóteo tem um total de 104 poços tubulares que, em sua grande maioria, são utilizados pela COPASA no abastecimento das cidades citadas. É importante ressaltar que os poços inventariados estão distribuídos em 156 Municípios da bacia.

Para analisar a distribuição dos pontos d'água por sistema aquífero foi utilizado o mapa hidrogeológico elaborado nesse projeto. Isso, pois o banco de dados do SIAGAS/CPRM não traz esta informação para um grande número dos pontos inventariados:

- 189 poços tubulares e 104 nascentes e poço manuais (cisternas) foram construídos no aquífero poroso de idade cenozóica (ACp), o que representa 33,66% do total;
- 54 poços ou 5 % do total são representativos do sistema aquífero fissurado em rochas quartzíticas;
- 18 poços estão localizados no sistema aquífero fissurado em rochas xistosas; e
- 553 poços tubulares ou 50% do total das captações são representativos do sistema aquífero fissurado em rochas cristalinas.

2.4.5.3.1 Caracterização dos poços com base em parâmetros construtivos e hidrodinâmicos

Quando se analisam os tipos de captações inventariadas em relação aos sistemas aquíferos, verifica-se que: as nascentes naturais ou surgências estão localizadas, em sua totalidade, no contato do manto de alteração com a rocha fresca, no sistema aquífero fissurado, ou no contato entre duas camadas do manto de alteração que apresentam permeabilidades distintas, no sistema aquífero instalado no sistema Barreiras. Os poços manuais ou escavados estão presentes nas aluviões, no sistema Barreiras ou no manto de alteração, normalmente onde a superfície freática fica a pequena profundidade e o material cortado é facilmente desagregável. Já os poços tubulares se encontram distribuídos por toda a bacia do rio Doce, com captação nos sistemas aquíferos, poroso e fissurado.

As captações em surgências naturais inventariadas somam 23. O modelo de captação não consta nos bancos de dados consultados. Porém, as captações mais comuns, em surgências naturais, são feitas por caixas coletoras ou pequenas barragens que reservam a água para fins de consumo uni-familiar, dessedentação animal, pequenas irrigações e para pequenos aglomerados rurais. As nascentes inventariadas apresentam vazões que variam entre 0,08 a 4,13 L/s. Uma exceção, citada pelo IGAM, ocorre em uma nascente na região

de Ouro Preto, que apresenta vazão de 180 L/s, valor considerado excepcional, esta surgência é usada para abastecimento público.

Os poços manuais ou cisternas quase sempre estão construídos nas aluviões ou no manto de alteração. Portanto, estão distribuídos por toda a bacia, observando uma maior concentração nos Municípios de Ipatinga, Coronel Fabriciano e Timóteo, captando águas das aluviões do rio Piracicaba. As vazões desses poços variam entre 0,08 e 7,2 L/s com uma vazão média de 1,71 L/s. A profundidade dos poços escavados (manuais) varia entre 5 a 20 metros.

Conforme dito anteriormente os poços tubulares inventariados totalizam 935 unidades, construídos com profundidade variando entre 20 e 250 m. Nesse conjunto, verifica-se que a maioria dos poços tem profundidade entre 60 e 90 m (334 poços). Os poços com profundidades superiores a 100m e que atingem até 120 m totalizam 231 enquanto que na faixa de profundidade entre 120m e 250 metros o número de poços é de apenas 46 poços. O poço mais profundo, com 250 m, foi perfurado pela Companhia Vale do Rio Doce, na cidade de Itabira. O diagrama de distribuição de profundidade dos poços inventariados (Figura 2.13) mostra a distribuição dos poços com a profundidade final.

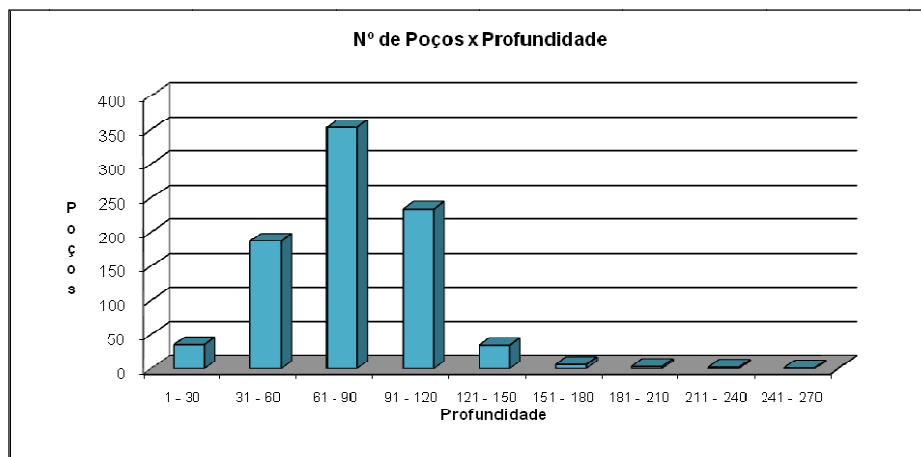


Figura 2.13 Distribuição das profundidades dos poços

A maior parte dos poços tubulares está no domínio do aquífero fissurado. Nesse sistema as perfurações são feitas com diâmetros 304,8 mm, 254 mm ou 203 mm, dependendo da espessura na camada porosa inicial e da profundidade final. Ao atingir a rocha consolidada, esses diâmetros são reduzidos, respectivamente para 203 ou 152 mm. Nesse sistema aquífero os poços são revestidos apenas na seção superior, permanecendo abertos, sem revestimento, na rocha fresca. Em alguns casos, onde na parte superior aparecem níveis aquíferos porosos com entrada de água, utilizam-se seções de filtros, normalmente do tipo “Nold”, para aproveitar essa água.

Os poços tubulares construídos no aquífero poroso, em sedimentos aluvionares e do Grupo Barreiras, são totalmente revestidos com uma sequência de tubo e filtros nas entradas d’água. O diâmetro de perfuração, normalmente, tem no início da perfuração o diâmetro entre 304,80 e 355 mm e no final 203 mm. Normalmente, poços no sistema aquífero poroso são integralmente revestidos em 152 mm ou, mais raramente, o revestimento é feito em 203 mm.

No que se refere ao tipo de revestimento, o banco de dados do SIAGAS não traz informações, entretanto, com base na experiência do autor deste trabalho na região, aliada a

consultas formuladas a empresas responsáveis por perfurações no Vale do Rio Doce, é possível afirmar que a maioria dos poços segue a norma da ABNT para revestimento, ou seja, utilizam tubos de aço carbono, galvanizados ou de PVC geomecânico, que atendem à norma DIN 2440. As seções filtrantes são em aço inoxidável ou galvanizado, do tipo espiralado nos aquíferos mais produtivos ou “Nold”, em aquíferos menos produtivos.

As profundidades dos níveis estáticos (NE), para um conjunto de 594 poços tubulares profundos inventariados (SIAGAS/CPRM) indicam que o NE varia entre 0 a 59 m, com média de 4,90 m. Já o nível dinâmico (ND), na mesma população de amostra, varia entre 0 e 138 m com média de 37,38 m. Na Figura 2.14 é apresentada a frequência do nível dinâmico na amostra considerada.

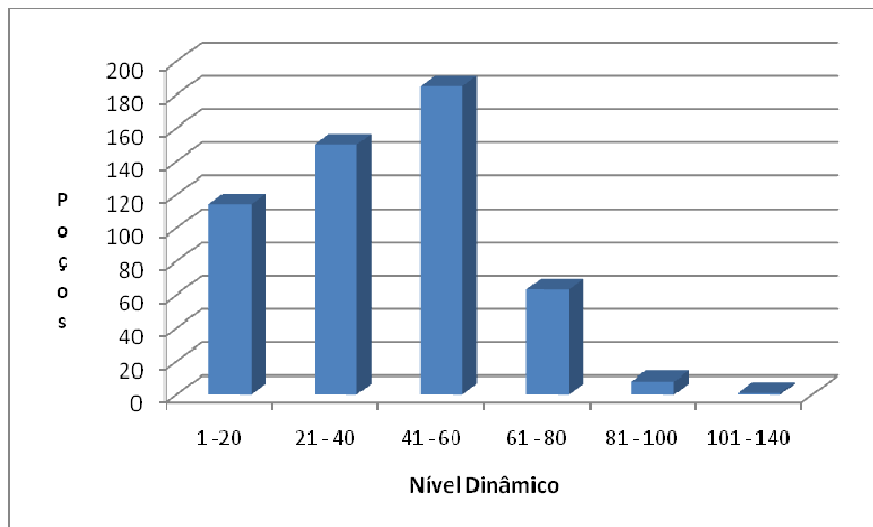


Figura 2.14 Distribuição de frequência dos níveis dinâmico.

Finalmente, é importante comentar o parâmetro vazão específica, parâmetro que melhor reflete a eficiência de poço (capacidade específica). Esse parâmetro mostra a vazão (m^3/h) por metro de rebaixamento durante determinado tempo. No âmbito da bacia do rio Doce, analisando o conjunto de 538 poços que possuem dados, observa-se que a vazão específica geral varia entre 0,01 a $648 m^3/h/m$, com um valor médio de $14,35 m^3/h/m$.

Entretanto, este parâmetro apresenta valores distintos quando a análise é feita considerando os diferentes sistemas aquíferos. Para o aquífero poroso a vazão específica média determinada foi de $76,81 m^3/h/m$, refletindo o grande potencial desse sistema. Já para os aquíferos fissurados, em rochas cristalinas, a vazão específica média é de $4,27 m^3/h/m$, variando entre 0,01 e $167 m^3/h/m$. Estes números mostram a heterogeneidade e, se retidos na análise os poços da região do Vale do Aço os poços mostram uma baixa favorabilidade hidrogeológica do aquífero fissurado.

Ainda, com base na análise dos dados, pode-se fazer alguns comentários gerais, como:

Nos sistemas aquíferos porosos desenvolvidos nas aluviões, a vazão específica média, para os poços com profundidade útil menor do que 60 metros é de $92,43 m^3/h/m$ e, para profundidade útil maior do que 60 este parâmetro reduz-se para $35,47 m^3/h/m$. Esses altos valores de vazão específica não podem ser estendidos para toda a bacia, pois, a produtividade em aquíferos aluvionares é diretamente influenciada pela composição granulométrica dos sedimentos que compõem as aluviões, que por sua vez, é diretamente

influenciada pela composição mineralógica das rochas que são fontes dos sedimentos. Na bacia do rio Doce, as captações com maiores valores de vazão estão localizadas nas aluviões do rio Piracicaba. Porém, é importante ressaltar que a análise não contempla dados do Estado do Espírito Santo, pois não foram disponibilizados, onde se pode esperar poços com boa produtividade nos sedimentos costeros e nas aluviões do rio Doce.

Para o sistema aquífero Barreiras também não existem dados hidrodinâmicos no SIAGAS/CPRM para os poços inventariados. Dos 113 poços inventariados nesse aquífero, a informação disponível está restrita à profundidade útil, que representa a diferença entre a profundidade total e a do nível estático da águas. Esse parâmetro varia entre 6 m e 160 m. Numa avaliação desses dados, é possível inferir que os poços cadastrados com profundidade até 15 metros devem ser do tipo manual (cisterna) e que os poços tubulares possuem profundidades úteis superiores a 40 metros. Neste último conjunto, a média da profundidade útil fica em 83m.

Os níveis d'água dos poços em aquíferos fissurados geralmente estão próximos da superfície, variando entre 0 e 20m. Apenas cinco poços dos 380 que possuem esses dados têm o NE maior do que 20 metros. A vazão específica para o conjunto de poços em aquífero fissurado, sem considerar as subdivisões, varia entre 0,01 e 167,94 m³/h/m. Nesse caso, uma conclusão possível é que a alta dispersão dos valores considerados reflete que a metodologia utilizada para locação dos poços tem baixo índice de aproveitamento.

A profundidade útil dos poços em rochas xistosas varia entre 26 e 115 metros, sendo que as melhores vazões específicas aparecem nos poços com profundidade entre 60 e 80 metros. Assim, aparentemente, a profundidade útil está fora dos limites ideais, constatando-se que poços tubulares com 26 metros são muito rasos e com 120 metros são muito profundos.

Nos quartzitos e itabiritos, a profundidade útil varia entre 52 e 250 metros, com uma profundidade média de 94 metros. Os dados mostram que, para poços tubulares construídos com profundidade maior ou igual a 100 m a vazão específica é 0,7 m³/h/m, enquanto os poços construídos com profundidade maior do que 100 metros, a vazão específica média se reduz para 0,44 m³/h/m.

Os poços tubulares construídos em terrenos granito-gnaíssicos têm a profundidade útil variando entre 26 m e 200m, com a média de 84 metros. Para analisar o parâmetro profundidade versus produtividade é necessário retirar da amostra os poços da cidade de Timóteo, pois esses mostram vazões muito altas quando comparadas com os demais. Neste caso, devem representar a contribuição do aquífero aluvionar. Com essa consideração, observa-se que o valor de vazão específica para os poços com profundidade útil maior do que 80 m é de 0,32 m³/h/m e para poços com profundidade menor ou igual a 80 m a vazão específica média é de 7,89 m³/h/m. Esta consideração é importante e indica que a perfuração de poços na região não deve ultrapassar os 80 metros.

Apesar das características hidrodinâmicas do aquífero aluvial não terem sido consideradas neste relatório, devido à inconsistência dos dados levantados, é possível afirmar que algumas aluviões da bacia mostram boas perspectivas de produção de águas subterrâneas, como é o caso das aluviões do rio Piracicaba que abrigam poços de altas vazões, na região do Vale do Aço em Minas Gerais. Portanto, pode ser considerado com uma alta favorabilidade ao aproveitamento das águas subterrâneas.

2.5 BIOMAS E ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO

2.5.1 Biomas na Bacia do rio Doce

A bacia do rio Doce está inserida, em 98% da sua área, dentro do Bioma Brasileiro denominado Mata Atlântica, sendo o restante pertencente ao Bioma Cerrado (Figura 2.15). A Mata Atlântica compreende a cobertura florestal que se estende sobre a cadeia montanhosa litorânea ao longo do Oceano Atlântico, nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil, incluindo também o leste do Paraguai e Misiones, na Argentina. Além de ser um dos maiores repositórios de biodiversidade do planeta, o bioma Mata Atlântica é considerado um dos mais importantes e ameaçados do mundo (IPEMA, 2005). O Cerrado é uma unidade ecológica típica da zona tropical, caracterizado por uma vegetação de fisionomia e flora próprias (PINTO, 1994). Dentro do Bioma Cerrado, cerca de 85% do terreno é coberto com a vegetação típica de savana, apresentando vários graus de densidade. O restante é composto por áreas florestadas de fundo de vale, ou por veredas, além de manchas de floresta em terrenos de interflúvio (EITEN, 1994). Considerado como um hotspots mundial de biodiversidade, o Cerrado apresenta extrema abundância de espécies endêmicas e sofre uma excepcional perda de habitat (MMA, 2008).

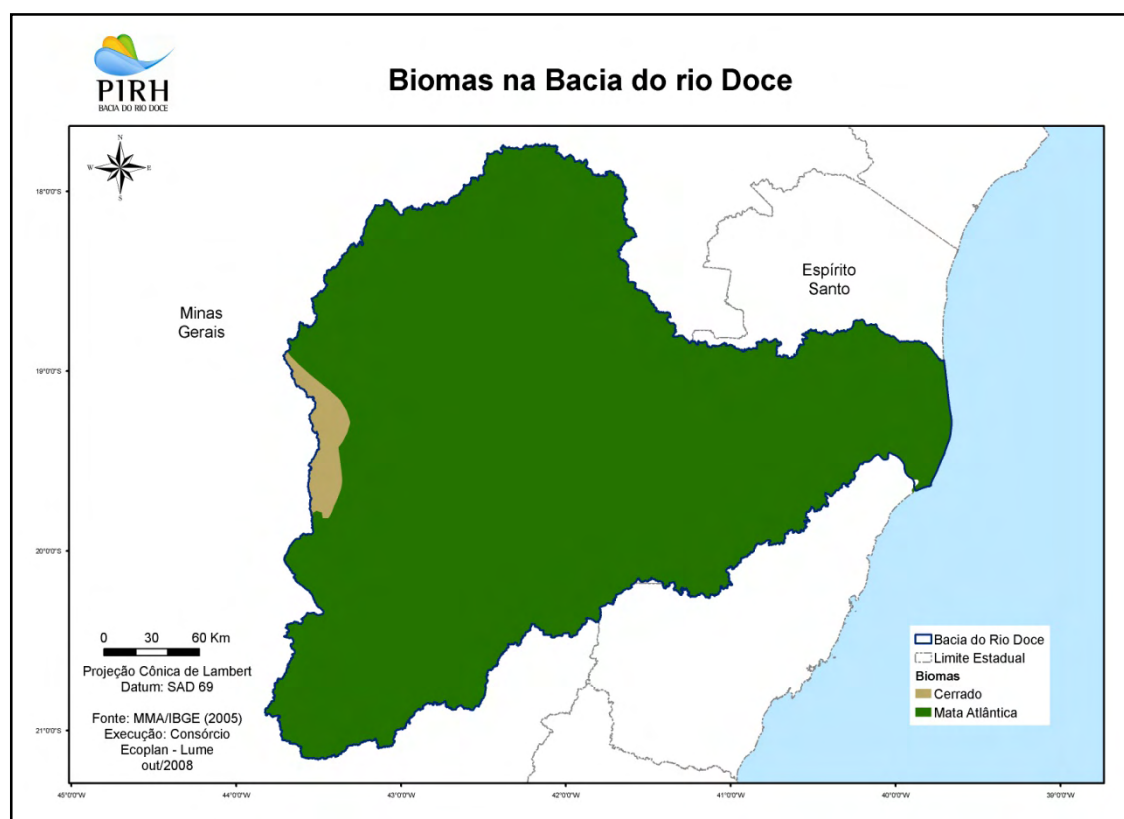


Figura 2.15 Biomas na bacia do rio Doce

No Brasil, a Mata Atlântica é o terceiro maior bioma, depois da Amazônia e do Cerrado. Suas formações vegetais e ecossistemas associados cobriam originalmente uma área total de 1.110.182 km², o que equivalia a aproximadamente 13% do território brasileiro, ocupando quase integralmente os Estados do Rio de Janeiro, Santa Catarina e Espírito Santo, além de porções em mais 12 unidades da federação (IBGE, 2002). Segundo as interpretações dos estudos da CI/ SOS Mata Atlântica/ Biodiversitas/ IPE/ SEMAD-SP/

IEF (2000), cerca de 90% da área da bacia era originalmente coberta por formações florestais pertencentes à Mata Atlântica, sendo o restante coberto por outras fitofisnomias associadas (campos, mangues e restingas). O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 2.036.448 km², cerca de 22% do território nacional. A sua área contínua incide sobre os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além dos enclaves no Amapá, Roraima e Amazonas. Neste espaço territorial encontram-se as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade (MMA, 2008).

Segundo o Decreto Federal Nº 750/93, considera-se Mata Atlântica as formações florestais e ecossistemas associados, inseridos no domínio Mata Atlântica, com as respectivas delimitações e denominações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE: Floresta Ombrófila Densa Atlântica; Floresta Ombrófila Mista; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional Decidual; manguezais; restingas; campos de altitude; brejos interioranos e enclaves florestais do Nordeste” (BRASIL, 1993).

O bioma Mata Atlântica divide-se em duas principais ecorregiões: a floresta Atlântica costeira e a do interior, incluindo as florestas nos diferentes gradientes de altitude (desde o nível do mar até 1.800 m), com conseqüente variação de tipos de solos, de umidade, temperatura e outros fatores cuja combinação resulta em uma diversidade de paisagens com extraordinária diversidade biológica (IPEMA, 2005).

A Mata Atlântica foi o primeiro bioma brasileiro a ser ocupado e explorado. Com a chegada dos colonizadores no século XV, a Mata Atlântica foi sistematicamente suprimida tanto pela exploração madeireira, quanto para dar lugar a plantações de cana-de-açúcar, café, abertura de pastagens, e reflorestamento com espécies exóticas. Há também de se destacar o desenvolvimento urbano e industrial, que demanda matéria prima e outros insumos, que necessitam da expansão das atividades antrópicas em direção as áreas de floresta. O Cerrado tem pelo menos 67% de área já convertida por uso humano intensivo. Até a metade do século XX, a região central do Brasil era pouco ocupado, e o Cerrado nativo tinha baixo valor econômico, devido à natureza esparsa de sua vegetação, a baixa densidade faunística e por possuir sua estação seca pronunciada com queimadas frequentes. Desta maneira, essa região era considerada como marginal para a agricultura intensiva. A ocupação do Cerrado foi motivada principalmente após a mecanização da agricultura brasileira depois de 1950, e pela construção de grandes rodovias, ocasionando a ocupação com grandes monoculturas (CAVALCANTI & JOLY, 2002).

Desta maneira, os ambientes naturais da bacia do rio Doce foram e ainda são gradativamente substituídos pela pecuária, agricultura, reflorestamento, ocupação urbana e outras formas de intervenção antrópica.

2.5.2 Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade

Os esforços para a conservação da Mata Atlântica enfrentam grandes desafios. O bioma apresenta altos índices de biodiversidade e de endemismo, mas encontra-se em situação crítica de alteração de seus ecossistemas naturais, pois seus domínios abrigam 70% da população brasileira, além das maiores cidades e os mais importantes pólos industriais do Brasil. O resultado dessa concentração antrópica pode ser evidenciado, por

exemplo, pelo fato de a Mata Atlântica estar reduzida a 8% de sua cobertura original e figurar entre os 25 *hotspots* mundiais, as regiões mais ricas e ameaçadas do planeta (CI/ SOS MATA ATLÂNTICA/ BIODIVERSITAS/ IPE/ SEMAD-SP/ IEF, 2000). Em relação à bacia do rio Doce, 100% de seu território está inserido no bioma''''

A identificação de ações e áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade tem-se mostrado importante instrumento de proteção no Brasil e no mundo (CI/ SOS MATA ATLÂNTICA/ BIODIVERSITAS/ IPE/ SEMAD-SP/ IEF, 2000), no entanto, é necessário se trabalhar com métodos confiáveis e transparentes para a indicação de áreas e ações prioritárias para a conservação (COSTA *et al*, 1998).

A metodologia para a priorização de áreas para a conservação da biodiversidade em Minas Gerais e no Espírito Santo (assim como de todo o bioma Mata Atlântica) seguiu as determinações estabelecidas pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), firmada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD (Rio-92) (CI/ SOS MATA ATLÂNTICA/ BIODIVERSITAS/ IPE/ SEMAD-SP/ IEF, 2000). A metodologia consiste na realização de *workshops* com especialistas da área que, baseados em estudos técnicos e científicos, discutem e definem as prioridades. Os critérios adotados para a determinação das áreas prioritárias para o Estado do Espírito Santo diferem um pouco dos utilizados em Minas Gerais, entretanto, ambos consistiram no levantamento e cruzamento de informações sobre temas biológicos. Foram levantados dados sobre sete grupos biológicos e seis não biológicos. Os grupos biológicos considerados foram: Mamíferos, Aves, Répteis, Anfíbios, Peixes, Invertebrados e Flora. Os seis grupos não biológicos foram: Políticas Públicas, Fatores Abióticos, Unidades de Conservação, Aspectos Socioeconômicos, Desenvolvimento Sustentável, e Indicadores e Monitoramento Ambiental (CI/ SOS MATA ATLÂNTICA/ BIODIVERSITAS/ IPE/ SEMAD-SP/ IEF, 2000; DRUMMOND *et al*, 2005).

A delimitação de áreas prioritárias procura enfatizar a proteção de espécies ameaçadas, raras e endêmicas, uma vez que a conservação de seus *habitats* salvaguarda outras espécies e, inevitavelmente, contribui para a conservação dos ecossistemas (GLOWKA *et al.*, 1996 *in* DRUMMOND *et al*, 2005). Uma vez definidas como prioritárias, as áreas foram classificadas nas seguintes categorias de importância biológica: especial, extrema, muito alta, alta e potencial. Os critérios utilizados como base para essa classificação foram:

(i) Importância biológica especial: áreas com ocorrência de espécie(s) restrita(s) à área e/ou ambiente(s) único(s);

(ii) Importância biológica extrema: áreas com alta riqueza de espécies endêmicas, ameaçadas ou raras e/ou fenômeno biológico especial;

(iii) Importância biológica muito alta: áreas com média riqueza de espécies endêmicas, ameaçadas ou raras e/ou que representem extensos remanescentes significativos, altamente ameaçados ou com alto grau de conservação;

(iv) Importância biológica alta: áreas com alta riqueza de espécies em geral, presença de espécies raras ou ameaçadas, e/ou que representem remanescentes de vegetação significativos ou com alto grau de conectividade; e

(v) Importância biológica potencial: áreas insuficientemente conhecidas, mas com provável importância biológica, sendo, portanto, prioritárias para investigação científica.

O mapa-síntese das áreas prioritárias (Figura 2.16) apresenta as áreas mais importantes para a conservação da biodiversidade na bacia do rio Doce. Elas foram definidas pela sobreposição e análise dos mapas gerados pelos diversos grupos temáticos biológicos, classificados num contexto multidisciplinar e, portanto, mais abrangente.

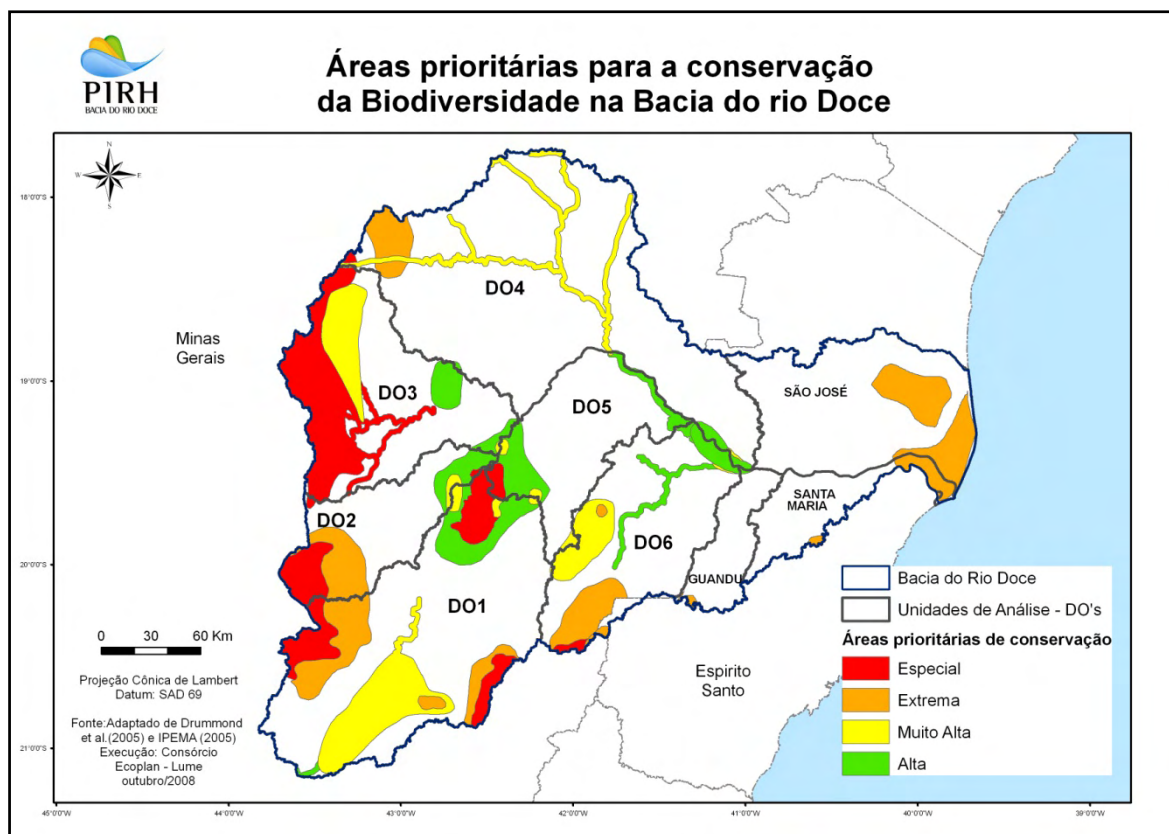


Figura 2.16 Mapa Síntese das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade

Nessa classificação, considerou-se a categoria originalmente indicada pelo grupo temático; a justificativa da indicação; a sobreposição de áreas indicadas por mais de um grupo; as pressões antrópicas; as novas discussões no âmbito dos grupos regionais; e as recomendações dos grupos temáticos não-biológicos.

Padronizou-se que as áreas indicadas como de importância biológica especial por apenas um grupo temático foram classificadas, no mapa-síntese, como de importância biológica extrema. As classificadas como de importância especial por dois ou mais grupos foram mantidas como tal. Áreas definidas como alta prioridade por apenas um grupo temático não entraram no mapa-síntese. As áreas definidas pelo grupo de flora (exceto aquelas consideradas como de importância potencial e alta) foram mantidas no mapa-síntese, com a mesma categoria anterior (DRUMMOND *et al*, 2005).

A seguir, segue-se uma análise da inserção das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade na bacia do rio Doce, relacionando-as com a cobertura vegetal e presença de unidades de conservação.

A área total de inserção das *Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade* é de aproximadamente 2.450.000 hectares, ou cerca de 28 % da bacia do rio Doce. Destes, 109.000 estão protegidos por Unidades de Conservação de Proteção Integral (ou 4,46 % de todas as *Áreas Prioritárias*), conforme apresentado no Quadro 2.15.

Quadro 2.15 Áreas Prioritárias Protegidas por UC de Proteção Integral.

Categoria	Área Total (Ha)	Área Total Protegida (Ha)	Area Protegida (%)
Especial	655158	63194,04	9,65
Extrema	694243	31524,66	4,54
Muito Alta	707517	1250,1	0,18
Alta	394322	13359,87	3,39
Total	2451239	109329	4,46

O levantamento mostra que as áreas classificadas como Especial têm as maiores áreas absolutas (63.000 ha) e relativas (9,65 %) protegidas. Essas áreas são marcadas por abrigarem espécies restritas e ambientes únicos, o que justifica sua inserção em Unidades de Conservação de Proteção Integral. Os percentuais protegidos, entretanto, devem ser melhorados, implantando novas UCs, observando outros critérios como a representatividade de ambientes protegidos.

As áreas classificadas como prioridade Extrema somam cerca de 31.500 ha., correspondendo a 4,5% da área total protegida. Como são áreas com alta riqueza de espécies, também é necessário fomentar um manejo restritivo. A criação de novas UCs de Proteção Integral que reúnam mais áreas com esta categoria de prioridade é altamente recomendada, pois também é necessário aumentar os percentuais desta tipologia de prioridade.

A categoria Muito Alta tem a maior área absoluta dentre as quatro categorias de prioridade (707.000 ha), entretanto, apenas 1.200 ha., ou 0,185 de sua área é protegida. São áreas mais importantes em relação ao estado de ameaça e/ou conservação dos ambientes e à riqueza biológica endêmica. Deve-se, portanto aumentar os percentuais protegidos.

As áreas prioritárias para conservação da biodiversidade enquadradas na categoria Alta, ou seja, áreas com alta diversidade, em geral possuem as menores áreas totais (395.000 ha), comparadas às outras categorias de manejo. Entretanto, seu percentual efetivamente protegido corresponde a 3,4% de sua área total, estando proporcionalmente mais protegidas que áreas cuja prioridade é Muito Alta.

A Figura 2.17 ilustra a proporcionalidade de proteção entre as categorias de prioridade. Nota-se que as áreas especiais são as mais protegidas, entretanto, estes percentuais poderiam ser maiores.

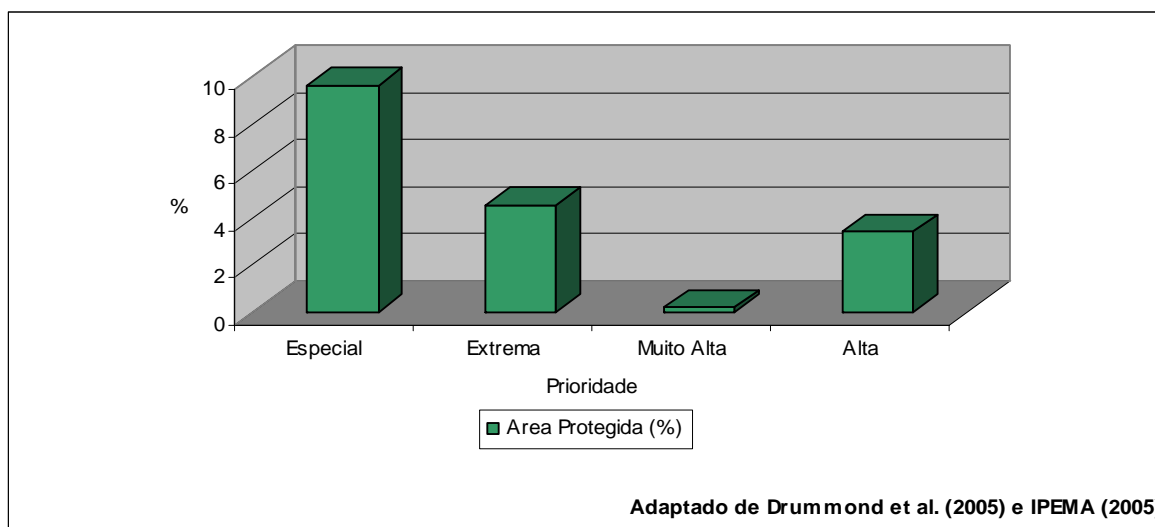


Figura 2.17 Área relativa protegida por UC de Proteção Integral dentro da bacia do rio Doce

Em relação às *Áreas Prioritárias Protegidas por UCs de Uso Sustentável*, os percentuais são todos superiores a aqueles das áreas de proteção integral, conforme apresentado no Quadro 2.16 e na Figura 2.18.

Quadro 2.16 Áreas Prioritárias Protegidas por UC de Uso Sustentável dentro da bacia do rio Doce.

Categoria	Área Total (Ha)	Área Total Protegida (Ha)	Área Protegida (%)
Especial	655158	178228,8	27,20
Extrema	694243	43942,68	6,33
Muito Alta	707517	90310,5	12,76
Alta	394322	48830,49	12,38
Total	2451239	361312	14,74

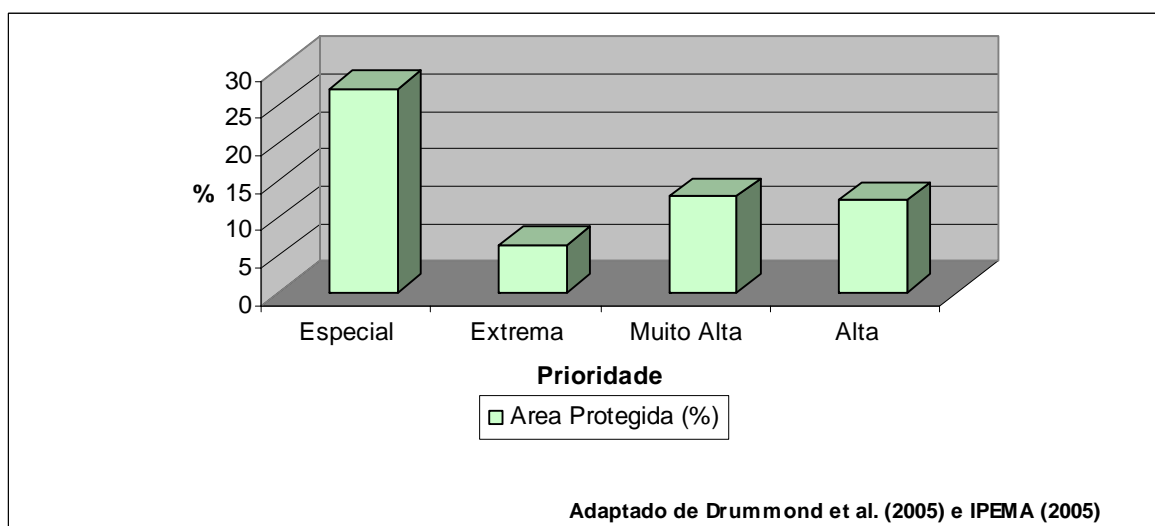


Figura 2.18 Área relativa protegida por UC de Uso Sustentável dentro da bacia do rio Doce

As áreas Especiais têm os maiores percentuais protegidos (27%). Esses valores são um indicativo que áreas com esta importância biológica estão sendo transformadas em Unidades de Conservação, mesmo que de Uso Sustentável.

As áreas de importância Extrema possuem percentuais mais baixos (6%). Isto indica que devem ser tomadas medidas para a criação de novas UCs que agreguem essa categoria.

As áreas de prioridade Muito Alta e Alta possuem percentuais muito próximos (12%). Na Figura 2.19 pode-se comparar as porcentagens protegidas pelas Unidades de Conservação dentro da bacia do rio Doce.

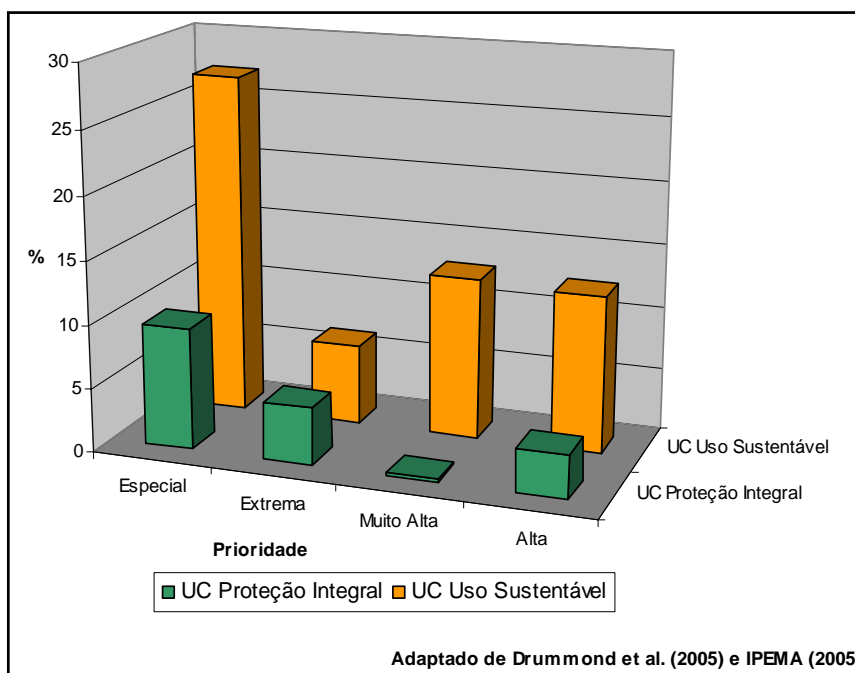


Figura 2.19 Comparação entre as Áreas Prioritárias protegidas por Unidade de Conservação dentro da bacia do rio Doce

Nota-se que as áreas da categoria Especial são as relativamente mais protegidas. A proteção via APA e similares é três vezes superior em relação aos valores de UCs de Proteção Integral; já as áreas de importância Extrema possuem percentuais muito próximos entre as duas categorias de UC.

A categoria Muito Alta possui quase que a totalidade de suas áreas protegidas inseridas em UCs de Uso Sustentável. Como são áreas cuja prioridade é menor, a implantação de APAs, que é um procedimento mais simples que o de implantação de parques, é um reflexo destes números. O mesmo ocorre com as áreas de prioridade Alta, nas quais os percentuais protegidos por APAs e similares é três vezes superior às das outras categorias do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

Alem das Unidades de Conservação, que são áreas relativamente restritas, há também áreas prioritárias em locais cujo uso antrópico é significativo. O Quadro 2.17 apresenta a distribuição das áreas prioritárias pelos ecossistemas principais da bacia do rio Doce. Verifica-se, nesse Quadro, que os dados são claros quanto à distribuição das tipologias em relação às áreas prioritárias: as fitofisionomias do Sistema Natural estão percentualmente mais presentes na área de importância Especial, e esta relação transcorre de modo decrescente, conforme demonstrado na Figura 2.20.

Quadro 2.17 Porcentagem das tipologias inseridas nas Áreas Prioritárias dentro da bacia do rio Doce

Categoria	Floresta	Refúgios Vegetacionais	Outras Formações Naturais	Agropecuária	Outros Usos Antrópicos
Especial	39,02	13,23	11,60	31,93	4,22
Extrema	39,47	1,21	8,20	46,93	4,18
Muito Alta	33,65	0,33	0,32	63,12	2,57
Alta	22,31	0,22	0,23	65,67	11,56

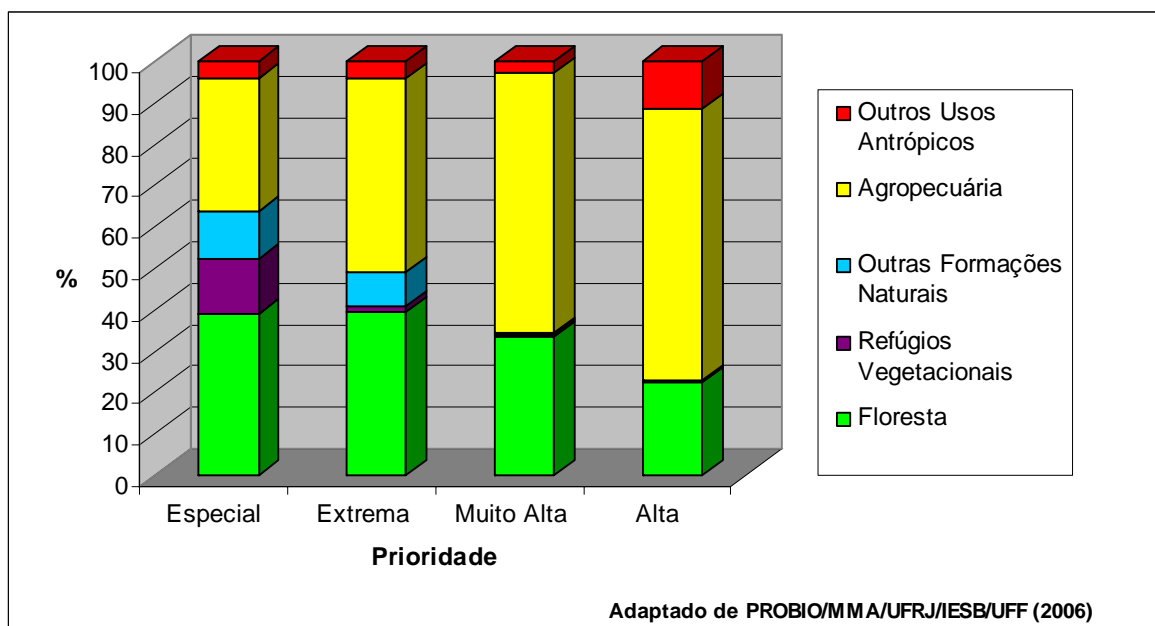


Figura 2.20 Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade dentro da bacia do rio Doce: área relativa por tipologia

Nota-se, pela Figura, que quase 60% da área de prioridade Especial é composta por tipologias do sistema natural, sendo que 13%, apenas, são de *Refúgios Vegetacionais*, áreas estas caracterizadas pelo alto endemismo. Comparando-se a área Especial com as áreas de prioridade Extrema, nota-se que os percentuais de cobertura florestal são similares, entretanto as diferenças ocorrem pela cobertura dos Outros Ecossistemas.

2.5.3 Corredor Ecológico

De acordo com LAMAS et al. (2007) “Um corredor ecológico ou corredor de biodiversidade corresponde a uma grande área, de extrema importância biológica, definida para fins de planejamento e conservação da biodiversidade. Compõe os corredores uma rede de unidades de conservação, entremeadas por áreas com graus variados de ocupação humana e diferentes formas de uso da terra. Os corredores são configurados de modo a garantir a sobrevivência das espécies e a manutenção dos processos fundamentais para o equilíbrio dos ecossistemas e a favorecer o desenvolvimento de uma economia regional baseada no uso sustentável dos recursos naturais”.

Os corredores são configurados de forma a favorecer a manutenção dos processos dos ecossistemas que são fundamentais para a sustentação da biodiversidade a longo prazo (por exemplo, a polinização e a dispersão de sementes, o ciclo hidrológico e a ciclagem de nutrientes) e permitir a mobilidade e o intercâmbio genético dos componentes da flora e da

fauna. Nesse contexto, fragmentos de habitats remanescentes desempenham importantes funções, como conectar ou reconectar áreas maiores, manter a heterogeneidade da matriz de habitats e proporcionar refúgio para as espécies. Os corredores não são unidades políticas ou administrativas, mas sim extensas áreas geográficas definidas a partir de critérios biológicos para fins de planejamento e conservação. Esses critérios têm por base o conhecimento científico, como, por exemplo, a presença de espécies-chave relevantes nos contextos global, regional e local (Aguilar et al., 2005; Ayres *et al.*, 2005; Rambaldi e Oliveira, 2005). Outros critérios técnicos, como a existência, o tamanho e o número de áreas protegidas, os tipos de uso do solo, a representatividade das comunidades bióticas, a diversidade de espécies, de ecossistemas e de habitats.

Conforme pode ser observado na Figura 2.21 a bacia do rio Doce, em sua porção contida no estado do Espírito Santo, está toda inserida no Corredor Central da Mata Atlântica.

O Corredor Central da Mata Atlântica abrange cerca de 12 milhões e engloba os estados da Bahia, Espírito Santo e uma pequena parte de Minas Gerais. Num passado recente, o corredor era coberto por florestas ombrófila densa, pequenas manchas de floresta sazonal semidecidual, pastagens abertas e vegetação baixa. O Corredor Central da Mata Atlântica é reconhecido como uma importante área de endemismo (vertebrados terrestre, borboletas florestais e plantas) e abriga muitas espécies de distribuição restrita, e alguns grupos de espécies ameaçadas. A região central do Espírito Santo abriga um dos mais importantes remanescentes da densa e diversidade floresta de tabuleiros. Os altos níveis de biodiversidade e endemismo, combinados com a grande fragmentação de suas florestas, fazem do Corredor Central da Mata Atlântica uma área prioritária para a conservação.

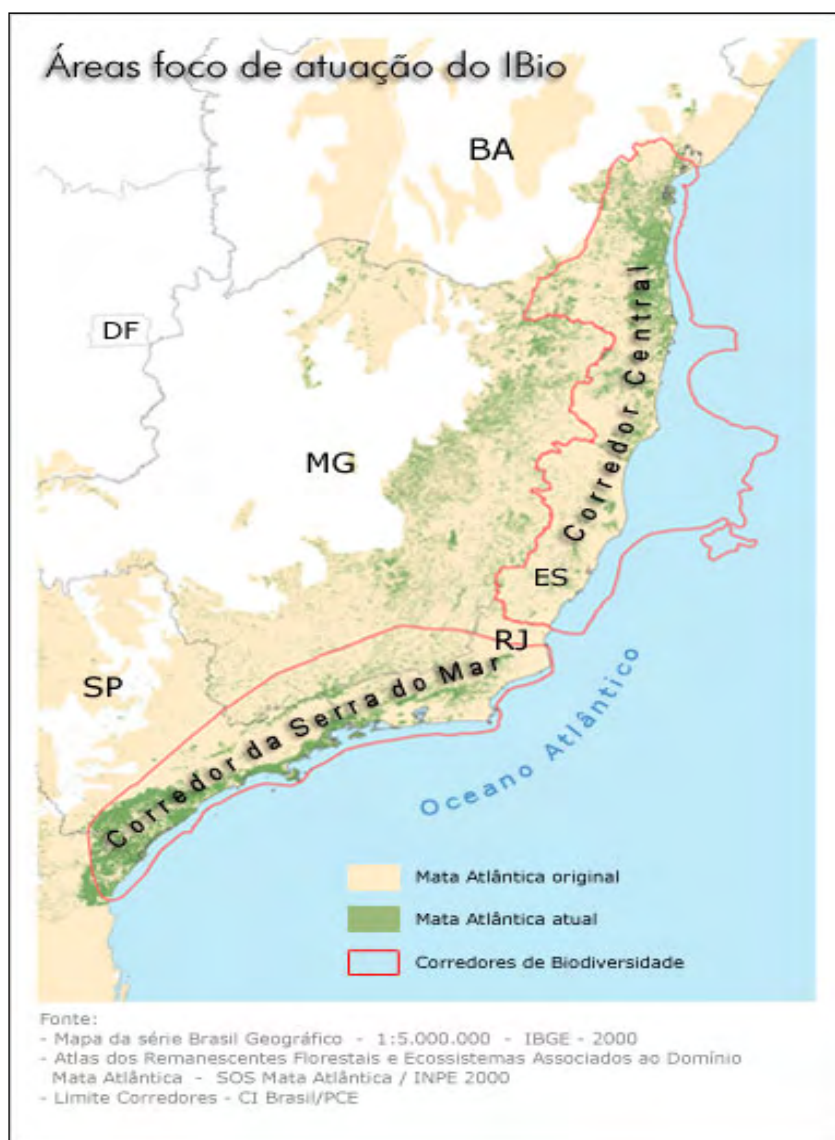


Figura 2.21 Corredores ecológicos que abrangem a bacia do rio Doce. (Fonte: BIOATLANTICA, 2009)

2.6 ICTIOFAUNA

As avaliações de impactos ambientais em rios têm sido tradicionalmente focadas em espécies de peixes economicamente importantes ou migradores. Este procedimento equivocado tem contribuído para o declínio de peixes nativos que requerem ambientes lóticos (reofilicos¹), mas que não necessariamente realizam longas migrações ou apresentam importância econômica e em grande parte são de pequeno porte. O resultado desta visão simplificada tem sido o empobrecimento progressivo da ictiofauna em diversas bacias brasileiras, o que não tem se mostrado diferente no rio Doce.

O presente documento constitui uma síntese dos estudos conduzidos com a ictiofauna na bacia do rio Doce, abordando de forma sucinta os aspectos da ocorrência, distribuição, impactos e conservação das espécies aí encontradas. Foram utilizadas informações disponíveis na literatura, estudos de impacto ambiental (EIA) para empreendimentos diversos, além de dados inéditos obtidos pelo autor em diversos estudos dentro da bacia, tanto em Minas Gerais como no Espírito Santo.

O sudeste brasileiro possui diversos rios que drenam diretamente para o oceano Atlântico, sendo agrupados em um contexto geral por diferentes autores como “leste brasileiro” (Géry, 1969; Menezes, 1972; Ringuelet, 1975). Na década de 80, Paiva (1982) definiu como drenagens de leste aquelas existentes desde o sul da foz do São Francisco até o rio Paraíba do Sul. Essas drenagens, embora tratadas rotineiramente como grandes unidades, possuem características diferenciadas quanto à composição da fauna de peixes, sendo que os estudos disponíveis demonstram que a riqueza de espécies e o grau de endemismo por bacia são bastante diferenciados (Menezes, 1988; Vari, 1988; Bizerril, 1994; Godinho *et al.*, 1998; Bizerril & Primo, 2001; Oyakawa *et al.*, 2006).

Mais recentemente Abell *et al.* (2008), incluíram a série de drenagens do leste do Brasil na ecorregião no. 238 “Northeastern Mata Atlântica”. Esse trabalho cobre virtualmente todos os ambientes de água doce do mundo e associado com dados sobre as espécies, representa uma ferramenta que tem como objetivo ser utilizada em conservação a nível regional e mundial. Para a América do Sul, a definição das ecorregiões foi baseada inicialmente em províncias ictiogeográficas reconhecidas historicamente e exemplificadas em Géry (1969) e Ringuelet (1975). Embora o mapa já esteja disponível, ainda será necessário maior detalhamento sobre cada ecorregião reconhecida, inclusive a que abrange o rio Doce.

O rio Doce nasce em Minas Gerais, no município de Ressaquinha, em um dos contrafortes da Serra da Mantiqueira, a 1220 m de altitude, onde os índices pluviométricos variam de 1.400 a 1.500 mm. Entretanto, esses valores diminuem na parte centro-norte da bacia, voltando a se elevar na região litorânea. Segundo Köppen três tipos climáticos são observados na bacia do rio Doce: o Tropical de Altitude, com temperaturas amenas no verão, nas serras do Espinhaço e da Mantiqueira; o Tropical de Altitude, com temperaturas elevadas no verão, nas cabeceiras dos rios Santo Antônio e Suaçuí Grande; e o tropical chuvoso, com estação seca no inverno (sub-úmido), na parte central e nas proximidades do litoral.

¹ Peixes reofilicos são aqueles que necessitam do ambiente lótico para completarem o seu ciclo de vida. Esses peixes podem ser migradores ou não.

Em Minas Gerais seus principais afluentes pela margem direita são os rios Xopotó, Casca, Matipó, Cuieté e Manhauçu, enquanto pela margem esquerda são os rios Piracicaba, Santo Antônio, Corrente Grande e Suaçuí Grande (Cetec, 1983). No Espírito Santo são os rios Pancas, Mutum e São João Grande (margem esquerda) e Guandu, Santa Joana e Santa Maria do Doce (margem direita) (Moraes, 1974). Até desaguar no Oceano Atlântico, perto da cidade de Nova Regência (ES), o rio Doce percorreu uma distância de 853 km, drenando uma bacia hidrográfica de 86.711 km² (71.432 km² em Minas Gerais, o que corresponde a 82%; e 15.279 km², ou 18%, no Espírito Santo).

Apesar de algumas diferenças nas delimitações, em diversos estudos o rio Doce tem sido subdividido em três seções: alto, médio e baixo curso. A forma mais rotineiramente apresentada delimita como alto curso a drenagem desde as cabeceiras até a foz do rio Matipó, o médio desde a confluência desse rio até a divisa de MG/ES e o baixo da divisa de estados até a foz.

O conhecimento acerca da composição e distribuição da ictiofauna para a bacia não se encontra adequadamente sistematizado. A maioria dos estudos com peixes disponíveis na literatura se concentrou no seu curso médio, principalmente no sistema de lagos existente dentro do Parque Estadual do Rio Doce e entorno (Sunaga & Verani, 1991; Vieira, 1994; Godinho, 1996; Vono & Barbosa, 2001; Latini & Petreire, Jr., 2004; Espíndola *et al.*, 2005), se estendendo ao seu maior afluente nessa região, o rio Piracicaba (Barbosa *et al.*, 1997, Vieira *et al.*, 2000a). Entretanto, devido a uma série de estudos ambientais conduzidos para construção de usinas hidrelétricas por toda a drenagem, pode-se admitir que exista um conhecimento relativamente amplo sobre a composição das espécies de peixes da bacia. As informações geradas nesses estudos, aliadas àquelas da literatura, foram primordiais para uma estimativa inicial do número de espécies de peixes nativos (64 sp.) que existe na porção mineira da bacia do rio Doce e fundamentaram a seleção de áreas prioritárias para conservação da ictiofauna (Drummond *et al.*, 2005).

Considerando que o baixo rio Doce foi ainda pouco estudado quanto à composição da sua ictiofauna, aliado a recentes descrições de novas espécies (Pereira *et al.*, 2007; Lucinda, 2008) e existência de várias ainda por serem descritas (obs. pes.), pode-se inferir que o número total na bacia deverá suplantar 80 espécies nativas. Essa estimativa para o total se relaciona somente a espécies exclusivamente de água doce, pois se forem incluídas aquelas de origem marinha, hoje confinada ao trecho de jusante da UHE Mascarenhas, esse número deverá ser bem mais elevado.

2.6.1 Alto Rio Doce

Para efeito de análise foi considerado como alto rio Doce o trecho compreendido entre as nascentes deste rio e a foz do rio Matipó (Quadro 2.18). Para a avaliação houve necessidade de agrupar alguns rios, enquanto outros não foram incluídos pela inexistência de dados disponíveis na literatura. Os rios não incluídos foram o do Peixe, Sacramento e a drenagem do Piranga acima da UHE Brecha, cujos afluentes mais representativos são os rios Oratórios, Turvo Limpo e São Bernardo.

Quadro 2.18 Drenagens representativas do alto rio Doce.

Bacia	Rios
Piranga	Trecho compreendido entre a nascente até a confluência com o rio do Carmo
Carmo	Incluem o Carmo e seus formadores, os rios Gualaxo do Sul e Gualaxo do Norte
Casca	Toda a drenagem do rio Casca
Matipó	Toda a drenagem do rio Matipó

Nesse trecho da bacia existem registros de cerca de 70 espécies de peixes, das quais 19 são exóticas (aproximadamente ¼). O número de espécies nativas é relativamente alto em função da ictiofauna da bacia do rio Doce ser considerada por alguns autores como pouco diversa.

Praticamente todos os grandes grupos da ictiofauna neotropical estão representados na região. Siluriformes é o mais diverso, destacando-se as famílias Loricariidae (9 sp.), Trichomycteridae (5 sp.) e Pimelodidae (4 sp.). Os characiformes também são bem representados na região, com vinte espécies nativas no total. Nessa ordem, a família com maior número de espécies é Characidae (11 sp.), seguida de Anostomidae (4 sp.).

Uma grande parcela das espécies que compõem a ictiofauna em análise é de pequeno a médio porte (até 30 cm), e ocorre principalmente em trechos lóticos (calha central dos rios maiores e em alguns afluentes). Espécies de maior porte, como o dourado (*Salminus brasiliensis* - exótico) e o surubim-do-rio-Doce (*Steindachneridion doceanum*), estão restritas a calha central dos rios maiores.

Os reservatórios de usinas hidrelétricas já construídas abrigam uma fauna menos diversa, onde a maior parte das espécies é de pouca exigência quanto às características do ambiente. Nestas áreas estão ausentes alguns migradores de maior porte como o piau-vermelho (*Leporinus copelandii*), o piau-branco (*L. conirostris*) e a crumatã (*Prochilodus vimboides*), além de várias espécies reofilicas, com destaque para o cascudo-laje (*Delturus carinotus*), o timburé (*Leporinus mormyrops*) e diversas cambevas (*Trichomycterus* spp.).

Entre as espécies registradas estão algumas confirmadas como novas: *Trichomycterus* sp. n e *Rineloricaria* sp. n, que ocorrem somente na calha central em trechos de fundo rochoso e correnteza moderada a forte, ambas em processo de descrição taxonômica (obs. pes.). Não é descartada a hipótese de um número maior de espécies serem descritas no futuro, o que depende de revisões taxonômicas.

Rio Piranga

Os principais afluentes do rio Piranga são os rios São Bernardo, Xopotó, Turvo Limpo e Oratórios. O rio Piranga é o que possui maior número de espécies registradas (45), incluindo nativas e exóticas. Esses dados refletem a maior intensidade de trabalhos conduzidos nesta sub-bacia, os quais incluem os estudos ambientais para as UHE's Brecha, Pilar, Jurumirim, Brito e Baú I, que corroboram a indicação desta área como prioritária para conservação da ictiofauna de Minas Gerais (Costa *et al.*, 1998; Drummond *et al.*, 2005).

É nessa sub-bacia que existe um dos três registros atuais da ocorrência do surubim-do-rio-Doce (*Steindachneridion doceanum*), uma espécie em vias de extinção na bacia do rio Doce (Vieira *et al.*, 2008). O registro foi feito no trecho localizado entre as barragens do Brito e Brecha, área onde está prevista a implantação de outras UHE's.

Nesta região também são observados grandes cardumes (piau-vermelho, piau-branco, crumatã, entre outros) durante a piracema, que ocorre durante o período chuvoso (final de outubro até março). Essas observações indicam que a sub-bacia em questão é importante como área de recrutamento para uma grande parcela da ictiofauna da bacia do rio Doce.

Rio Doce

O rio Doce passa a ter esse nome após a confluência dos rios Piranga e Carmo, próximo à cidade de Rio Doce. Nesta sub-bacia foram registradas cerca de 40 espécies, com uma composição semelhante a do rio Piranga. Deve-se considerar que o esforço amostral nessa área foi bem menor que o desenvolvido no rio Piranga. Outro fator que deve ser considerado são as diferenças fisiográficas entre as duas bacias. Enquanto o Piranga possui grandes extensões de corredeiras e fundo rochoso, o Doce apresenta a maior parte do seu leito com substrato arenoso e menor velocidade de corrente. Essa divisão fisiográfica ocorre exatamente onde foi construída a barragem da UHE Risoleta Neves (anteriormente Candonga), e é responsável por parte das diferenças na estrutura das comunidades de peixes.

Nesta sub-bacia existem algumas lagoas marginais próximas a ponte na BR-262, um ambiente pouco representado na bacia do rio Doce como um todo. Além de se desconhecer o papel que as mesmas desempenham para a ictiofauna local, algumas dessas lagoas já foram bastante alteradas por atividades antrópicas (drenagem, desmatamento da vegetação ciliar, bombeamento de água).

Rio do Carmo

O rio do Carmo possui uma ictiofauna com 32 espécies registradas até o momento. A maior parte dos registros provém do rio Gualaxo do Sul, que foi estudado para diversos empreendimentos hidrelétricos. Essa sub-bacia tem sofrido forte impacto da extração de minério de ferro, realizada nas partes superiores das drenagens. Os impactos dessa exploração podem ser observados em várias áreas, onde o leito foi assoreado e o substrato recoberto por minério.

Rios Casca e Matipó

Esses dois rios possuem registros de cerca de 20 espécies para cada um, totalizando aproximadamente 30 no conjunto. Com os dados disponíveis atualmente, não é possível avaliar se a ictiofauna desses rios apresenta particularidades no que se refere a endemismos ou ocorrência de espécies raras. Uma exceção seria *Pareiorhaphis nasuta* (Pereira *et al.*, 2007), registrado somente no trecho alto do rio Matipó.

2.6.2 Médio Rio Doce

Esse trecho engloba as drenagens do rio Doce no trecho compreendido entre a área de jusante da foz do rio Matipó até a divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo (Quadro 2.19). Nas análises alguns rios não foram avaliados, pois não foram obtidas informações nas fontes disponíveis: Caratinga-Cuité (afluente da margem direita) e o Suaçuí-Pequeno (margem esquerda do rio Doce).

Quadro 2.19 Drenagens representativas do Médio rio Doce.

Bacia	Rios
Piracicaba	Toda a bacia do rio Piracicaba, incluindo o rio Santa Bárbara
Santo Antônio	Toda a bacia de drenagem
Corrente Grande	Toda a bacia de drenagem
Suaçuí-Grande	Toda a bacia de drenagem
Manhuaçu	Toda a bacia de drenagem
Calha do Doce	Toda a calha central, desde jusante da foz do Matipó até div. MG/ES
Sistema lacustre	Lagos no Parque Estadual do Rio Doce e áreas externas

Nesse trecho existem registros de mais de 70 espécies de peixes, das quais número elevado é representado por exóticas. Siluriformes é o grupo mais diverso, com 21 espécies nativas distribuídas nas famílias Loricariidae, Trichomycteridae, Pimelodidae, Auchenipteridae e Ariidae. A última família é representada na região por somente uma espécie (*Genidens genidens*), um bagre de origem marinha cuja distribuição se estende ao baixo rio Doce. A ocorrência dessa espécie foi feita somente no rio Manhuaçu, por ocasião dos estudos ambientais para a UHE Aimorés (IESA, 1997). Os Characiformes também são bem representados na região, com vinte espécies nativas no total. Nessa ordem, a família com maior número de representantes é Characidae, seguida de Anostomidae.

A maioria das espécies que compõem a ictiofauna é de pequeno a médio porte (até 30 cm), e ocorre principalmente em trechos lóticos (calha central dos rios maiores e em alguns afluentes). Entretanto, as espécies nativas de maior porte como o surubim-do-rio-Doce (*Steindachneridion doceanum*), a crumatã (*Prochilodus vimboides*), o piau-vermelho (*Leporinus copelandii*) e a piabanha (*Brycon* sp. nova – tratada na literatura como *B. devillei* – Vieira *et al.* 2008), também estão representadas na região.

As espécies estritamente reofilicas ocorrem em maior abundância nos trechos com fundo de rochas, os quais podem ser observados tanto na calha do rio Doce como nas porções mais elevadas dos afluentes. Entre as principais espécies que se enquadram nessa categoria estão todos os representantes da família Trichomycteridae (cambevas – *Trichomycterus* spp.), praticamente todos os cascudos, com exceção de *Hypostomus affinis* e *Loricariichthys castaneus* e alguns representantes da família Anostomidae (timburés - *Leporinus mormyrops* e *L. thayeri*).

Entre as espécies registradas pelo menos três são novas: *Trichomycterus* sp. n e *Rineloricaria* sp. n, que ocorrem somente nos rios maiores, em trechos de fundo rochoso e correnteza moderada a forte e a piabanha, *Brycon* sp. n, que possui registros somente para a calha central do rio Doce e baixo curso dos maiores afluentes. Três espécies são endêmicas desse trecho da bacia, mais precisamente do médio/alto curso do rio Santo Antônio, são elas: o andirá (*Henochilus wheatlandii* – Vieira *et al.*, 2008), o timburé (*Leporinus thayeri* – Vieira & Birindelli., 2008) e um Characidae pertencente a um gênero ainda não descrito.

Rio Piracicaba

O rio Piracicaba abriga uma ictiofauna composta por 32 espécies. Essa bacia vem sendo objeto de vários estudos com peixes, podendo ser considerada como relativamente bem conhecida.

A bacia pode ser dividida em duas seções: uma que vai da foz até a barragem da UHE Sá Carvalho (trecho inferior) e outra acima desse barramento (trecho superior). Essas duas seções possuem faunas de peixes diferenciadas, sendo o trecho inferior mais rico em

espécies. No trecho superior a ictiofauna é composta principalmente por espécies mais tolerantes as alterações ambientais, principalmente a poluição hídrica. Os índices de poluição nessa sub-bacia já foram considerados muito elevados, conferindo a mesma o título de uma das “mais poluídas do país” (Guerra, 1993; Chimelli, 1994). Apesar dos problemas ambientais, em algumas seções do trecho superior ainda existem registros de espécies pouco comuns no restante do rio Doce, caso específico da pirapitinga ou parpitinga (*Brycon cf. opalinus*). Existem dados da captura e relatos de pescadores sobre a presença desse peixe na bacia do rio Santa Bárbara, abaixo da UHE Peti, área atualmente utilizada para implantação da PCH São Gonçalo (anteriormente Santa Bárbara). Também ocorrem nessa bacia duas das espécies em processo de descrição taxonômica: *Trichomycterus* sp. n e *Pareiorhaphis* sp. n.

Rio Santo Antônio

De forma geral essa bacia pode ser dividida em duas seções fisiográficas características:

- um trecho superior, acima da barragem da UHE Porto Estrela, cujo leito é principalmente rochoso e apresenta extensas áreas de corredeiras intercaladas com poções mais profundos; e

- um trecho inferior, abaixo da UHE Porto Estrela, com aproximadamente 50 km de extensão até a foz no rio Doce, e que apresenta pequena profundidade e leito recoberto principalmente por areia.

A bacia possui cursos d'água com diferentes características, chamando atenção aqueles com águas de cor escura e pH ligeiramente ácido, que drenam áreas de cabeceiras situadas na cadeia do espinhaço.

A fauna de peixes é representada por 71 espécies, das quais pouco mais de 50% são comuns a outras drenagens do leste brasileiro e 20% são exóticas, enquanto um percentual que varia entre 1,5 e 8,5% apresentou algum grau de endemismo ou estão ameaçadas de extinção (Vieira, 2006).

O rio Santo Antônio é considerado como de importância biológica extrema para a conservação da fauna de peixes em Minas Gerais (Costa *et al.*, 1998; Drummond *et al.*, 2005). O segmento onde existem registros confirmados da presença de *Henochilus wheatlandii*, um caracídeo de grande porte e endêmico desta drenagem, foi avaliado como de importância biológica especial, a mais alta categoria dentro do workshop realizado em Minas Gerais. A importância da área também foi reconhecida durante o workshop para avaliação de Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos (Conservation International, 2000).

Três espécies possuem distribuição restrita à porção média/alta da bacia - *Leporinus tahyeri*, *Henochilus wheatlandii* e um caracídeo pertencente a um gênero ainda não descrito – as duas últimas endêmicas desta área. Na região ainda são encontrados o surubim-do-rio-Doce (*Steindachneridion doceanum*) e a pirapitinga (*Brycon opalinus*), espécies atualmente muito raras na bacia do rio Doce. A presença dessas espécies associadas a sistemas ainda relativamente preservados representaram os elementos primordiais para o reconhecimento da importância da área para a manutenção da biodiversidade do bioma Mata Atlântica.

Atualmente, as principais ameaças para a manutenção da ictiofauna das drenagens superiores do rio Santo Antônio são representadas pela introdução de peixes exóticos e a construção de usinas hidrelétricas. Outras interferências antrópicas são: desmatamento com consequente assoreamento dos canais de drenagem, lançamento de esgotos domésticos e industriais em menor escala, extração de areia, garimpo e pesca não controlada.

Em relação às espécies exóticas é necessário considerar que a drenagem superior do rio Santo Antônio permaneceu “isolada” desde a construção da UHE Salto Grande, concluída em 1956. Deste modo, peixes exóticos como o dourado (*Salminus brasiliensis*), a piranha (*Pygocentrus nattereri*) e o pacumã (*Lophiosilurus alexandri*), introduzidos após a década de 1960 na bacia do rio Doce, não colonizaram esta região. Entretanto, esse “isolamento artificial” da drenagem superior foi rompido nos últimos anos com a liberação de várias espécies utilizadas em programas de aquicultura e estabelecimentos tipo “pesque-pague”. Entre essas espécies se destacam dois grandes piscívoros: o surubim - *Pseudoplatystoma* sp. - e o bagre africano - *Clarias gariepinus*.

Até o presente existem quatro barramentos implantados na calha do rio Santo Antônio e de seus afluentes. A perspectiva é um quadro de exploração muito mais intenso, com a construção de onze aproveitamentos somente no trecho acima da UHE Salto Grande, vários em adiantado processo de licenciamento.

Rio Corrente Grande

O rio Corrente grande possui uma ictiofauna com 34 espécies registradas até o momento. A maior parte dos registros provém da calha central do rio, uma vez que a maior parte de seus afluentes não foi estudada. Estudos recentes indicam que o rio Corrente Grande representa uma rota efetiva para migração dos peixes. No baixo curso desse rio (próximo a foz no rio Doce), existem diversas lagoas marginais, a maioria formada nos meandros abandonados pelo rio. Essas lagoas encontram-se bastante descaracterizadas, principalmente pela retirada da vegetação ciliar e introdução de peixes exóticos. A importância desses ambientes como áreas de recrutamento para os peixes ainda não foi avaliada adequadamente.

Rio Suaçuí Grande

Poucos estudos foram desenvolvidos com a ictiofauna nessa drenagem. Todos os dados disponíveis são referentes a estudos de impacto ambiental (EIA) realizados nos últimos anos. O número de espécies inventariado até o momento é de 36, o qual deve ser ampliado com a intensificação dos estudos.

O rio Suaçuí Grande, em conjunto com outras cinco áreas, constitui as regiões definidas como prioritárias para conservação dos peixes na bacia do rio Doce, dentro do estado de Minas Gerais. Apesar dessa definição, e tendo-se como base os dados disponíveis atualmente, não existem elementos suficientes para avaliar se a ictiofauna desse rio apresenta particularidades no que se refere a endemismos ou ocorrência de espécies raras.

Rio Manhuaçu

O rio Manhuaçu abriga uma ictiofauna composta por 36 espécies. Essa bacia vem sendo objeto de vários estudos com peixes, podendo ser considerada como relativamente bem conhecida. Esses estudos se iniciaram com a UHE Aimorés (o rio Manhuaçu foi considerado como área de influência), e têm sido continuados para diversos barramentos menores localizados no seu médio e alto curso.

Grande parte das espécies relatadas para a bacia é encontrada ao longo de todo o rio. Entretanto, algumas delas estão restritas ao baixo curso da bacia, em especial a calha do rio Manhuaçu a jusante da PCH Cachoeirão, e o rio José Pedro, a jusante da cachoeira de São Domingos. Entre essas espécies se destacam a crumatã (*Prochilodus vimboides*) e o dourado (*Salminus brasiliensis*), espécies migradoras de maior porte, além da corvina (*Pachyurus adspersus*).

Essas observações constituem um forte indicativo de que o baixo curso dessa drenagem é uma área importante para recrutamento das espécies migradoras da bacia do rio Doce. Entretanto, praticamente nada é conhecido sobre como se processam esses deslocamentos dentro da bacia, ou mesmo quais são as áreas preferenciais utilizadas para a reprodução.

Calha do rio Doce

Juntamente com a bacia do rio Santo Antônio, essa é a porção da bacia que abriga o maior número de espécies (cerca de 60), das quais cerca de 30% são exóticas. Apesar do número relativamente alto de espécies, poucos trabalhos foram conduzidos nessa região. Entre esses se destacam os estudos ambientais para as UHE's Baguari e Aimorés.

Em função de grandes núcleos urbanos, os quais lançam esgoto in natura no rio Doce (ex. Ipatinga, Coronel Fabriciano, Timóteo), além de um complexo industrial significativo e diversificado (ex. siderurgia, celulose, entre outros), é razoável supor que a ictiofauna nessa região da bacia venha sendo afetada continuamente. De fato, pescadores e moradores locais relatam mortandades frequentes de peixes. A ausência de estudos específicos com a ictiofauna nessa região não permite indicar se existe uma relação direta entre os efluentes domésticos e industriais lançados no rio e as mortandades observadas. Entretanto, em estudos realizados no rio Piracicaba, foi demonstrada a relação entre a acentuada poluição de suas águas e a perda de biodiversidade na bacia (Barbosa *et al.* 1997).

Apesar desses problemas, existem relatos sobre deslocamentos de grandes cardumes (piau-vermelho, piau-branco, crumatã, entre outros) durante a piracema, que ocorre durante o período chuvoso (final de outubro até março). Essas observações indicam que esse trecho da bacia do rio Doce também é importante como rota de migração e possivelmente como área de recrutamento.

Outro fato que merece destaque é a existência de pescadores profissionais atuando nessa região, reforçando as considerações anteriores de que essa porção do rio ainda abriga uma ictiofauna diversificada e relativamente abundante.

Sistema Lacustre do Médio rio Doce

O sistema lacustre abriga em seu conjunto 24 espécies de peixes (Vieira, 1994). Algumas dessas espécies só possuem registro para esse sistema: *Oligosarcus solitarius* (endêmico dos lagos), *Lycengraulis* sp. e *Probolodus heterostomus*. As principais ameaças para a ictiofauna encontrada nesse sistema se referem à introdução de espécies exóticas, principalmente o tucunaré e piranha. A introdução dessas espécies resultou em um declínio acentuado da ictiofauna nativa, cujas consequências para o sistema como um todo ainda não foram adequadamente estudadas.

2.6.3 Baixo Rio Doce

Trecho compreendido entre a área de jusante da UHE Mascarenhas até a foz no Oceano Atlântico, onde os principais afluentes são: margem esquerda = rios Pancas e São José; e margem direita = rios Guandu e Santa Júlia.

Essa área pode ser considerada, quando comparada aos trechos alto e médio do rio Doce, como a menos estudada do ponto de vista da composição da ictiofauna. Dessa forma, optou-se por uma análise geral para o trecho, sem considerar os afluentes isoladamente.

A estimativa do número de espécies que ocorrem na região foi elaborada a partir de uma listagem baseada na probabilidade de ocorrência, acrescida e verificada através de registros disponíveis em literatura. Adicionalmente, o material testemunho referente a peixes depositados em coleções científicas foi consultado no banco de dados disponibilizado pelo Centro de Referência em Informação Ambiental – CRIA em <http://splink.cria.org.br>.

Para este trecho da bacia do rio Doce é esperado um número de espécies superior a 70 (setenta). Cabe destacar que neste montante não foram incluídas a maior parte das espécies marinhas que habitam o baixo curso nas proximidades da foz até a divisa de MG/ES. Por outro lado, esse é o único trecho da bacia onde atualmente são encontradas espécies diádromas² e invasores marinhos. Entre os representantes desses grupos de peixes podem ser destacados os robalos (*Centropomus* spp.), tainhas (*Mugil* spp.), xaréus (*Caranx* spp.), carapeba (*Eugerres* sp.), bagres marinhos (Família Ariidae), entre outros. Conforme relatos obtidos durante a realização dos estudos ambientais para a UHE Aimorés, a distribuição de algumas dessas espécies, no período anterior a construção da UHE Mascarenhas, se estendia até a região de Governador Valadares – MG.

A maioria das espécies diádromas e os invasores marinhos representam importante recurso para a atividade de pesca, tanto esportiva como profissional. Uma das mais valorizadas é o robalo, que inclui pelo menos duas espécies (*Centropomus parallelus* e *C. undecimalis*), que normalmente sobem os rios da região sudeste do Brasil. Na bacia do rio Paraíba do Sul existem registros de robalos a mais de 250 km acima da sua foz no mar (rio Pomba, na cidade de Cataguases, MG), demonstrando o potencial de dispersão desses peixes através das drenagens costeiras (obs. pes.).

Nesse trecho da bacia, o rio Doce (calha central) apresenta características fisiográficas bastante distintas dos trechos alto e médio. Por possuir declividade pouco acentuada são favorecidos os processos de sedimentação, os quais por sua vez tornam o substrato quase todo constituído por areia e sedimento orgânico (lama).

Outras características dessa parte da drenagem incluem o amplo sistema de várzeas próximo a foz e as várias lagoas existentes tanto na margem direita como esquerda. A maior parte do sistema de várzeas foi alterado (drenados e retificados) para a implantação de projetos agrícolas, fato que deve ter alterado negativamente a sua importância para manutenção da ictiofauna. O sistema de lagoas é menos representativo em número que o existente no médio rio Doce e também apresenta gênese diferenciada. A lagoa Juparanã é a

² O termo diádromo é utilizado para designar as espécies de peixes que migram entre os ambientes marinhos e dulcícolas. Essas espécies são diferenciadas em:

anádromas - quando vivem no mar e retornam a água doce para reproduzir e,

catádromas – quando vivem na água doce e retornam ao mar para reproduzir.

maior entre as lagoas do baixo rio Doce, na qual pode ser observada intensa atividade de pesca, baseada tanto em espécies de água doce como de origem marinha. A composição da ictiofauna que habita essas lagoas não é conhecida em detalhes.

O número de espécies exóticas presentes no baixo rio Doce segue o padrão para o restante da bacia, inclusive com os mesmos representantes. Digno de nota é que na atualidade essas espécies são amplamente exploradas na pesca, em detrimento das nativas que compunham o elenco original (Alves *et al.* 2007). Nos mercados de Linhares e Colatina é comum o pacumã (*Lophiosilurus alexandrii*), tucunarés (*Cichla* spp.), piranha (*Pygocentrus nattereri*), apaiari (*Astronotus ocellatus*), tilápias (*Oreochromis* e *Tilapia*), entre outros. No mercado local existe registro de um comércio diferenciado para a piranha, que consistia na venda de exemplares fixados em formol para posterior confecção de souvenirs (exemplares secos e montados sobre uma pequena placa de madeira).

Se por um lado a pesca mais intensiva de espécies exóticas parece diminuir a pressão de pesca sobre as espécies nativas, a realidade tende a ser oposta. O aumento da produção baseada nessas espécies revela alterações no ecossistema, onde a probabilidade de decréscimo ou extinção local das populações nativas é bastante elevada (Alves *et al.* 2007).

3 CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA E CULTURAL

3.1 ESTRUTURA URBANA E ADMINISTRATIVA

A população residente na bacia do rio Doce encontra-se distribuída em 229 municípios, sendo 203 mineiros e 26 capixabas, totalizando uma população de aproximadamente 3.295.000 habitantes.

Do conjunto de 229 municípios, total ou parcialmente inseridos na bacia do Doce, 34 deles possuem suas áreas territoriais distribuídas em mais de uma unidade de análise (UPGRH/UA), sendo 30 deles distribuídos em 2 unidades de análise e 4 deles distribuídos em 3 unidades de análise (Caratinga, Colatina, Conselheiro Pena e Resplendor).

Destes 229 municípios, apesar de apresentarem parte de suas terras inseridas na bacia do Doce, 18 deles não possuem suas sedes urbanas incluídas na mesma, ou seja, suas sedes municipais encontram-se fora do limite da área de drenagem da Bacia. Portanto, situam-se em terras da bacia hidrográfica do Doce, 211 sedes municipais.

A porção do território interna à bacia nestes 18 municípios é pequena e com baixas densidades de ocupação, reunindo pouco mais de 37 mil pessoas, sendo que 14 deles contam com menos de 40% de suas terras inclusas na bacia do Doce. Os demais 4 municípios variam entre 40 e 68% de suas terras inseridas na bacia do Doce.

Ressalta-se que três municípios capixabas (Jaguaré, Nova Venécia e São Mateus) estão situados na Região do Barra Seca.

Com base nos limites municipais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e nos limites das unidades de análise delimitadas por este Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce - PIRH Doce, ambos no formato shapefile, foram estimadas, com o uso de uma ferramenta de geoprocessamento, a área de cada município dentro das unidades de análise. Cabe ressaltar que os limites municipais estão na maior escala disponível pelo IBGE, a qual é 1:500.000, já os limites das unidades de análise foram delimitados utilizando cartas, também do IBGE, na escala 1:50.000 e 1:100.000 conforme descrito no item 2.2 Delimitação da Bacia.

No Quadro 3.1. estão apresentados os municípios presentes em cada UPGRH da parte mineira da bacia e nas três UA's localizadas na parte capixaba, as respectivas áreas e as porcentagens das suas áreas dentro destas unidades, bem como as sedes localizadas nas UPGRH ou unidades de análise.

Quadro 3.1 Municípios pertencentes às UPGRH localizadas na parte mineira da bacia do Doce e às unidades de análise na parte capixaba desta bacia, as respectivas áreas e as porcentagens das suas áreas dentro destas unidades, bem como as sedes localizadas nas UPGRH ou nas unidades de análise.

Unidades de Análise	Código	Municípios	Área total (km ²)	Área na região (km ²)	Porcentagem dentro da região (%)	Sedes nas regiões
Piranga	DO1	Abre Campo	470,92	470,92	100,0	x*
		Acaiaca	100,83	100,83	100,0	x
		Alfredo Vasconcelos	126,81	0,13	0,10	
		Alto Rio Doce	519,06	518,83	100,0	x
		Amparo do Serra	145,73	145,73	100,0	x
		Araponga	304,38	303,47	99,7	x
		Barra Longa	385,93	385,88	100,0	x
		Bom Jesus do Galho	590,38	498,70	84,5	x

Unidades de Análise	Código	Municípios	Área total (km ²)	Área na região (km ²)	Porcentagem dentro da região (%)	Sedes nas regiões
		Brás Pires	223,42	223,42	100,0	x
		Cajuri	83,36	83,36	100,0	x
		Canaã	174,97	174,97	100,0	x
		Capela Nova	110,88	110,88	100,0	x
		Caputira	188,07	188,07	100,0	x
		Caranaíba	160,03	159,58	99,7	x
		Carandaí	486,35	42,17	8,7	
		Caratinga	1250,45	175,57	14,0	
		Catas Altas da Noruega	143,28	143,28	100,0	x
		Cipotânea	153,44	153,44	100,0	x
		Coimbra	106,83	106,52	99,7	x
		Conselheiro Lafaiete	369,52	10,62	2,9	
		Córrego Novo	198,02	198,02	100,0	x
		Cristiano Ottoni	132,81	9,48	7,1	
Piranga	DO1	Desterro do Melo	142,49	113,79	79,9	x
		Diogo de Vasconcelos	165,00	165,00	100,0	x
		Dionísio	343,09	342,80	99,9	x
		Divinésia	118,22	78,88	66,7	x
		Divino	338,51	0,22	0,06	
		Dom Silvério	194,91	194,74	99,9	x
		Dores do Turvo	231,36	231,03	99,9	x
		Entre Folhas	85,83	42,87	49,9	
		Ervália	357,11	302,16	84,6	x
		Guaraciaba	348,49	348,49	100,0	x
		Ipatinga	165,50	0,00	0,001	
		Itaverava	282,47	265,03	93,8	x
		Jaguaraçu	161,90	55,99	34,6	
		Jequeri	547,69	547,69	100,0	x
		Lamim	118,07	118,07	100,0	x
		Manhuaçu	626,68	195,75	31,2	
		Mariana	1192,68	1061,84	89,0	x
		Marliéria	545,84	465,18	85,2	
		Matipó	276,82	276,66	99,9	x
		Mercês	352,81	46,09	13,1	
		Oratórios	89,00	89,00	100,0	x
		Ouro Branco	260,84	109,09	41,8	
		Ouro Preto	1244,53	507,45	40,8	x
		Paula Cândido	268,77	268,60	99,9	x
		Pedra Bonita	163,47	163,26	99,9	x
		Pedra do Anta	163,84	163,84	100,0	x
		Piedade de Ponte Nova	83,96	83,96	100,0	x
		Pingo-D'Água	66,84	66,84	100,0	x
		Piranga	657,24	657,24	100,0	x
		Ponte Nova	470,28	470,28	100,0	x
		Porto Firme	284,82	284,82	100,0	x
		Presidente Bernardes	236,83	236,83	100,0	x
		Raul Soares	771,00	770,94	100,0	x
Ressaquinha	188,69	43,93	23,3			
Rio Casca	384,01	384,01	100,0	x		
Rio Doce	112,25	112,25	100,0	x		
Rio Espera	239,67	239,67	100,0	x		
Rio Piracicaba	370,17	0,20	0,05			

Unidades de Análise	Código	Municípios	Área total (km ²)	Área na região (km ²)	Porcentagem dentro da região (%)	Sedes nas regiões
		Santa Bárbara do Leste	110,73	3,44	3,1	
		Santa Cruz do Escalvado	258,07	258,07	100,0	x
		Santa Margarida	256,09	255,30	99,7	x
		Santa Rita de Minas	67,52	0,43	0,64	
		Santana do Paraíso	275,28	0,07	0,02	
		Santana dos Montes	196,47	196,32	99,9	x
		Santo Antônio do Gramma	129,68	129,68	100,0	x
		São Domingos do Prata	746,52	201,59	27,0	
		São Geraldo	187,32	43,70	23,3	
		São João do Manhuaçu	142,47	0,09	0,06	
		São José do Goiabal	185,02	185,02	100,0	x
		São Miguel do Anta	152,27	152,27	100,0	x
		São Pedro dos Ferros	400,51	400,51	100,0	x
		Sem-Peixe	176,32	176,32	100,0	x
		Senador Firmino	166,11	166,11	100,0	x
		Senhora de Oliveira	169,88	169,88	100,0	x
Senhora dos Remédios	237,27	237,20	100,0	x		
Piranga	DO1	Sericita	166,66	166,66	100,0	x
		Simonésia	487,46	0,11	0,02	
		Teixeiras	166,49	166,49	100,0	x
		Timóteo	145,13	50,20	34,6	
		Ubá	407,85	84,06	20,6	
		Urucânia	139,12	139,12	100,0	x
		Vargem Alegre	116,46	0,41	0,35	
		Vermelho Novo	113,94	113,94	100,0	x
		Viçosa	299,21	299,21	100,0	x
Piracicaba	DO2	Alvinópolis	598,98	333,64	55,7	
		Antônio Dias	789,34	674,36	85,4	x
		Barão de Cocais	340,72	339,60	99,7	x
		Barra Longa	385,93	0,05	0,01	
		Bela Vista de Minas	108,46	108,46	100,0	x
		Bom Jesus do Amparo	195,28	194,51	99,6	x
		Caratinga	1250,45	0,31	0,02	
		Catas Altas	240,10	240,10	100,0	x
		Coronel Fabriciano	220,66	220,20	99,8	x
		Dionísio	343,09	0,28	0,08	
		Dom Silvério	194,91	0,17	0,09	
		Ferros	1089,40	0,43	0,04	
		Ipaba	114,30	0,00	0,00	
		Ipatinga	165,50	164,84	99,6	x
		Itabira	1255,73	452,06	36,0	x
		Jaguaraçu	161,90	105,91	65,4	x
		Joanésia	233,30	0,08	0,03	
		João Monlevade	99,25	99,25	100,0	x
		Mariana	1192,68	130,72	11,0	
		Marliéria	545,84	80,66	14,8	x
Mesquita	274,82	0,03	0,01			

Unidades de Análise	Código	Municípios	Área total (km ²)	Área na região (km ²)	Porcentagem dentro da região (%)	Sedes nas regiões
		Nova Era	362,97	362,46	99,9	x
		Ouro Preto	1244,53	41,83	3,4	
		Rio Piracicaba	370,17	369,97	99,9	x
		Santa Bárbara	683,61	682,99	99,9	x
		Santa Maria de Itabira	597,32	1,28	0,22	
		Santana do Paraíso	275,28	72,16	26,2	
		São Domingos do Prata	746,52	544,93	73,0	x
		São Gonçalo do Rio Abaixo	364,32	364,17	100,0	x
		Timóteo	145,13	94,90	65,4	x
Santo Antônio	DO3	Açucena	811,21	349,91	43,1	x
		Alvorada de Minas	374,76	374,31	99,9	x
		Antônio Dias	789,34	114,98	14,6	
		Belo Oriente	335,66	335,41	99,9	x
		Bom Jesus do Amparo	195,28	0,50	0,26	
		Braúnas	376,84	375,57	99,7	x
		Bugre	162,01	0,44	0,27	
		Carmésia	258,47	258,47	100,0	x
		Conceição do Mato Dentro	1670,28	1313,63	78,6	x
		Congonhas do Norte	482,66	47,36	9,8	
Santo Antônio	DO3	Coronel Fabriciano	220,66	0,46	0,21	
		Dom Joaquim	406,31	406,31	100,0	x
		Dores de Guanhães	381,71	381,71	100,0	x
		Ferros	1089,40	1088,97	100,0	x
		Guanhães	1075,48	359,53	33,4	
		Iapu	337,38	0,10	0,03	
		Ipaba	114,30	0,64	0,56	
		Ipatinga	165,50	0,66	0,40	
		Itabira	1255,73	802,83	63,9	
		Itambé do Mato Dentro	380,85	380,44	99,9	x
		Joanésia	233,30	233,22	100,0	x
		Materlândia	282,31	53,99	19,1	
		Mesquita	274,82	274,79	100,0	x
		Morro do Pilar	476,31	475,94	99,9	x
		Naque	129,16	44,85	34,7	x
		Nova Era	362,97	0,51	0,14	
		Passabém	94,48	94,48	100,0	x
		Periquito	227,64	0,08	0,04	
		Rio Vermelho	987,23	0,05	0,01	
		Sabinópolis	919,26	541,59	58,9	x
		Santa Maria de Itabira	597,32	596,04	99,8	x
		Santana do Paraíso	275,28	202,75	73,7	x
		Santo Antônio do Itambé	303,58	301,64	99,4	x
		Santo Antônio do Rio Abaixo	107,09	107,09	100,0	x
		São Gonçalo do Rio Abaixo	364,32	0,15	0,04	
		São Sebastião do Rio	127,08	127,08	100,0	x

Unidades de Análise	Código	Municípios	Área total (km ²)	Área na região (km ²)	Porcentagem dentro da região (%)	Sedes nas regiões
		Preto				
		Senhora do Porto	381,89	381,89	100,0	x
		Serra Azul de Minas	222,66	66,03	29,7	
		Serro	1217,13	659,57	54,2	x
Suaçuí	DO4	Açucena	811,21	461,30	56,9	
		Água Boa	1317,61	1315,76	99,9	x
		Aimorés	1349,10	157,33	11,7	
		Alpercata	167,30	0,93	0,56	
		Braúnas	376,84	1,27	0,34	
		Campanário	441,43	440,23	99,7	x
		Cantagalo	141,67	141,67	100,0	x
		Capelinha	966,17	1,75	0,18	
		Coluna	347,44	347,26	99,9	x
		Conselheiro Pena	1480,54	644,45	43,5	
		Coroaci	576,40	576,40	100,0	x
		Cuparaque	226,85	226,85	100,0	x
		Divino das Laranjeiras	342,35	341,76	99,8	x
		Divinolândia de Minas	132,64	132,64	100,0	x
		Fernandes Tourinho	152,46	1,61	1,1	
		Franciscópolis	715,60	714,70	99,9	x
		Frei Inocência	468,17	468,17	100,0	x
Frei Lagonegro	168,77	168,07	99,6	x		
Galiléia	720,87	718,10	99,6	x		
Suaçuí	DO4	Goiabeira	111,63	111,63	100,0	x
		Gonzaga	210,49	210,49	100,0	x
		Governador Valadares	2346,73	2166,81	92,3	x
		Guanhães	1075,48	715,95	66,6	x
		Iapu	337,38	0,46	0,13	
		Itambacuri	1418,48	1292,94	91,1	x
		Itueta	454,66	291,17	64,0	
		Jampruca	520,69	519,51	99,8	x
		José Raydan	181,46	181,46	100,0	x
		Malacacheta	719,49	534,62	74,3	x
		Mantenópolis	320,64	0,0009	0,0003	
		Marilac	164,04	164,04	100,0	x
		Materlândia	282,31	228,31	80,9	x
		Mathias Lobato	170,77	170,77	100,0	x
		Nacip Raydan	228,54	228,54	100,0	x
		Naque	129,16	84,00	65,0	
		Paulistas	219,93	219,93	100,0	x
		Peçanha	995,35	995,35	100,0	x
		Periquito	227,64	227,07	99,7	x
Resplendor	1071,52	949,24	88,6			
Rio Vermelho	987,23	939,34	95,1	x		
Sabinópolis	919,26	377,67	41,1			

Unidades de Análise	Código	Municípios	Área total (km ²)	Área na região (km ²)	Porcentagem dentro da região (%)	Sedes nas regiões
		Santa Efigênia de Minas	132,04	132,04	100,0	x
		Santa Maria do Suaçuí	623,52	623,52	100,0	x
		Santo Antônio do Itambé	303,58	1,45	0,48	
		São Geraldo da Piedade	153,52	153,52	100,0	x
		São Geraldo do Baixo	279,89	279,57	99,9	x
		São João Evangelista	478,64	478,64	100,0	x
		São José da Safira	214,45	214,45	100,0	x
		São José do Jacuri	345,80	345,80	100,0	x
		São Pedro do Suaçuí	308,60	308,60	100,0	x
		São Sebastião do Maranhão	519,26	517,89	99,7	x
		Sardoá	141,51	141,51	100,0	x
		Serra Azul de Minas	222,66	155,20	69,7	x
		Serro	1217,13	0,39	0,03	
		Sobralia	206,81	0,10	0,05	
		Tumiritinga	496,44	0,38	0,08	
Virginópolis	440,25	440,25	100,0	x		
Virgolândia	281,47	281,47	100,0	x		
Caratinga	DO5	Alpercata	167,30	166,37	99,4	x
		Alvarenga	293,76	11,87	4,0	
		Belo Oriente	335,66	0,25	0,07	
		Bom Jesus do Galho	590,38	91,68	15,5	
		Bugre	162,01	161,57	99,7	x
		Capitão Andrade	275,51	275,51	100,0	x
Caratinga	DO5	Caratinga	1250,45	584,18	46,7	x
		Conselheiro Pena	1480,54	636,42	43,0	x
		Dom Cavati	68,93	68,93	100,0	x
		Engenheiro Caldas	187,87	187,87	100,0	x
		Entre Folhas	85,83	42,96	50,1	x
		Fernandes Tourinho	152,46	150,85	98,9	x
		Galiléia	720,87	2,42	0,34	
		Governador Valadares	2346,73	179,91	7,7	
		Iapu	337,38	336,82	99,8	x
		Imbé de Minas	199,36	196,97	98,8	x
		Inhapim	846,66	678,99	80,2	x
		Ipaba	114,30	113,66	99,4	x
		Itanhomi	487,86	487,86	100,0	x
		Manhuaçu	626,68	0,40	0,06	
		Naque	129,16	0,32	0,25	
Periquito	227,64	0,49	0,22			
Piedade de Caratinga	110,08	108,50	98,6	x		
Raul Soares	771,00	0,06	0,01			

Unidades de Análise	Código	Municípios	Área total (km ²)	Área na região (km ²)	Porcentagem dentro da região (%)	Sedes nas regiões
		Resplendor	1071,52	15,09	1,4	
		Santa Bárbara do Leste	110,73	106,70	96,4	x
		Santa Rita de Minas	67,52	67,09	99,4	x
		Santa Rita do Itueto	486,15	0,20	0,04	
		Santana do Paraíso	275,28	0,30	0,11	
		São Domingos das Dores	61,15	61,15	100,0	x
		São João do Oriente	120,10	120,10	100,0	x
		São Sebastião do Anta	80,58	80,58	100,0	x
		Simonésia	487,46	2,43	0,50	
		Sobralia	206,81	206,71	100,0	x
		Tarumirim	729,90	729,43	99,9	x
		Timóteo	145,13	0,03	0,02	
		Tumiritinga	496,44	496,05	99,9	x
		Ubaporanga	190,85	190,85	100,0	x
		Vargem Alegre	116,46	116,06	99,7	x
Manhuaçu	DO6	Aimorés	1349,10	1191,77	88,3	x
		Alto Caparaão	104,44	1,61	1,5	
		Alto Jequitibá	152,81	152,00	99,5	x
		Alvarenga	293,76	281,89	96,0	x
		Caratinga	1250,45	490,40	39,2	
		Chalé	212,52	212,52	100,0	x
		Conceição de Ipanema	254,34	254,34	100,0	x
		Conselheiro Pena	1480,54	199,62	13,5	
		Durandé	217,67	217,67	100,0	x
		Ibatiba	241,41	29,48	12,2	
		Imbé de Minas	199,36	2,39	1,2	
		Inhapim	846,66	167,67	19,8	
		Ipanema	458,09	458,09	100,0	x
		Irupi	184,25	0,46	0,25	
		Itueta	454,66	163,48	36,0	x
Iúna	460,31	182,27	39,6			
Manhuaçu	DO6	Lajinha	429,08	397,49	92,6	x
		Luisburgo	145,99	145,84	99,9	x
		Manhuaçu	626,68	430,53	68,7	x
		Manhumirim	183,63	183,63	100,0	x
		Martins Soares	112,79	112,79	100,0	x
		Matipó	276,82	0,16	0,06	
		Mutum	1254,80	1254,70	100,0	x
		Piedade de Caratinga	110,08	1,58	1,4	
		Pocrane	691,04	691,04	100,0	x
		Reduto	151,25	151,25	100,0	x
		Resplendor	1071,52	107,19	10,0	x
		Santa Bárbara do Leste	110,73	0,59	0,53	
		Santa Margarida	256,09	0,38	0,15	

Unidades de Análise	Código	Municípios	Área total (km ²)	Área na região (km ²)	Porcentagem dentro da região (%)	Sedes nas regiões
		Santa Rita do Itueto	486,15	485,95	100,0	x
		Santana do Manhuaçu	346,73	346,73	100,0	x
		São João do Manhuaçu	142,47	142,30	99,9	x
		São José do Mantimento	54,43	54,43	100,0	x
		Simonésia	487,46	484,93	99,5	x
		Taparuba	190,77	190,77	100,0	x
		Tarumirim	729,90	0,47	0,06	
Guandu		Afonso Cláudio	954,11	952,53	94,7	x
		Baixo Guandu	917,20	917,20	71,6	x
		Brejetuba	342,46	341,55	99,7	x
		Colatina	1422,33	1422,33	2,1	
		Conceição do Castelo	364,43	0,43	0,1	
		Ibatiba	241,41	29,54	0,03	
		Itaguaçu	529,91	529,91	15,2	
		Itarana	298,76	298,12	0,6	
		Laranja da Terra	456,75	456,75	99,7	x
		Muniz Freire	679,56	0,23	0,03	
Santa Maria de Jetibá	734,95	1,40	0,08			
Santa Maria do Doce		Afonso Cláudio	954,11	952,53	5,1	
		Baixo Guandu	917,20	917,20	0,06	
		Colatina	1422,33	1422,33	43,4	x
		Ibiraçu	199,69	7,87	3,9	
		Itaguaçu	529,91	529,91	84,8	x
		Itarana	298,76	298,12	99,1	x
		João Neiva	272,68	184,73	67,7	
		Laranja da Terra	456,75	456,75	0,3	
		Linhares	3499,05	3181,31	18,3	
Marilândia	309,34	309,34	0,6			
Santa Maria do Doce		Santa Maria de Jetibá	734,95	1,40	0,10	
		Santa Teresa	694,25	470,98	66,7	
		São Roque do Canaã	341,96	341,96	100,0	x
São José		Águia Branca	449,29	447,75	99,7	x
		Alto Rio Novo	227,48	227,48	100,0	x
		Baixo Guandu	917,20	917,20	28,3	
		Colatina	1422,33	1422,33	54,5	x
		Governador Lindenberg	359,52	359,52	100,0	x
		Jaguare	656,16	634,23	96,7	x
		Linhares	3499,05	3181,31	72,6	x
		Mantenópolis	320,64	134,41	41,9	
		Marilândia	309,34	309,34	99,4	x
		Nova Venécia	1447,37	158,60	11,0	
Pancas	823,35	823,35	100,0	x		
Rio Bananal	645,20	645,20	100,0	x		

Unidades de Análise	Código	Municípios	Área total (km ²)	Área na região (km ²)	Porcentagem dentro da região (%)	Sedes nas regiões
		São Domingos do Norte	299,19	299,19	100,0	x
		São Gabriel da Palha	432,63	432,53	100,0	x
		São Mateus	2342,25	640,53	27,3	
		Sooretama	592,98	592,98	100,0	x
		Vila Valério	464,19	464,19	100,0	x

*x = a sede do município está localizada na UPGRH ou na região referentes às bacias localizadas no Estado do Espírito Santo.

As UPGRH DO1 e DO4 são as que abrangem a maior quantidade de municípios, 98 (sendo 62 com sedes na unidade) e 70 (sendo 41 com sedes na unidade), respectivamente. Em virtude da mancha urbana do município de Colatina (Figura 3.1), no Espírito Santo, abranger igualmente tanto a margem direita quanto a esquerda do rio Doce, a sede deste município foi considerada em ambas as unidades de análise do Santa Maria do Doce e do São José.

Na Figura 3.2 são apresentadas as porcentagens de municípios nas faixas populacionais (considerando somente a população urbana na sede municipal) em cada unidade de análise, sendo os dados numéricos de quantidade de municípios e porcentagem apresentados no

A maior parte dos municípios na bacia do rio Doce possui uma população inferior a 10 mil habitantes (Figura 3.3), sendo na unidade de análise do Guandu, e nas UPGRH DO4 e DO2 situados a maior quantidade de municípios com população nesta faixa.

Somente as UPGRH DO2 e DO4 abrangem municípios com população superior a 100 mil habitante. O município com população superior a 100 mil habitante na DO2 é Ipatinga, já na DO4 é Governador Valadares.

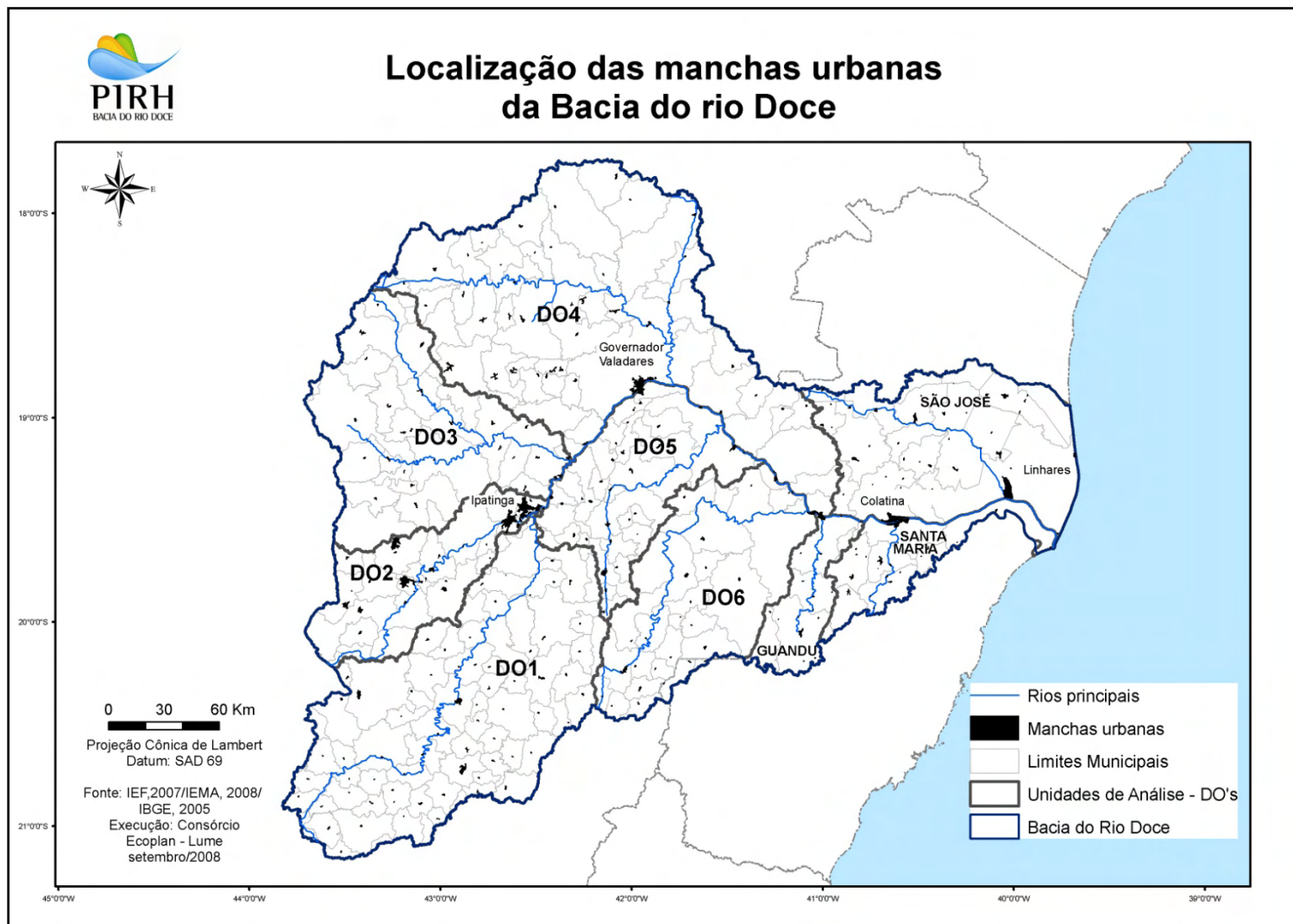


Figura 3.1 Localização das manchas urbanas dos municípios da bacia do rio Doce

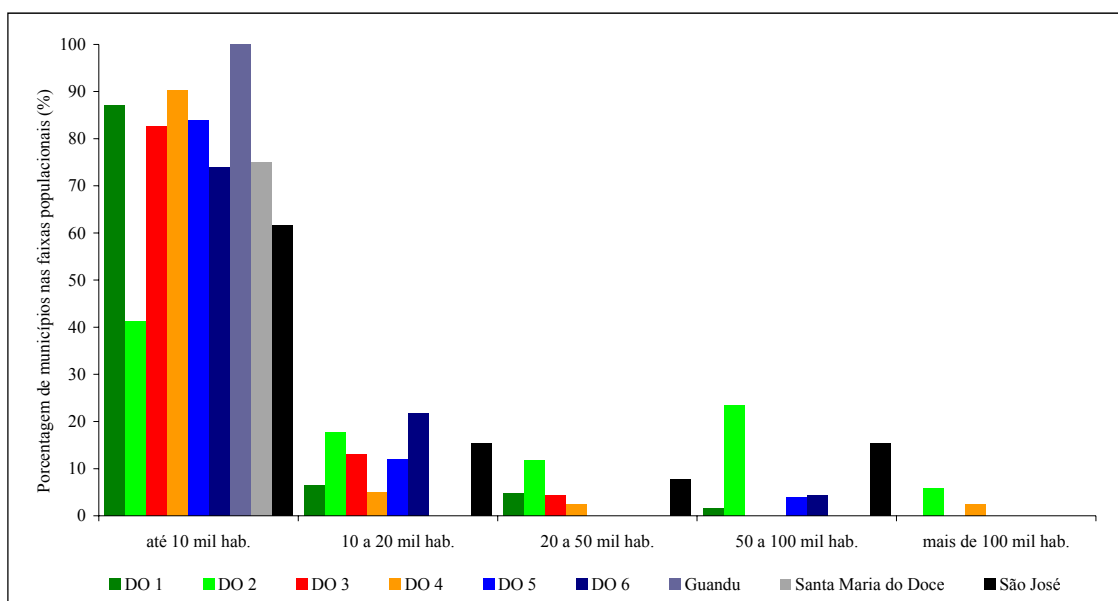


Figura 3.2 Porcentagem de municípios nas faixas populacionais em cada unidade de análise.

Quadro 3.2 Quantidade e porcentagem de municípios nas faixas populacionais, em cada unidade de análise.

UPGRH/UA	Código	Faixa populacional	Quantidade de Municípios na Faixa Populacional	Porcentagem dos Municípios nas Faixas Populacionais (%)
Piranga	DO1	até 10 mil hab.	54	87
		10 a 20 mil hab.	4	6
		20 a 50 mil hab.	3	5
		50 a 100 mil hab.	1	2
		mais de 100 mil hab.	-	-
Piracicaba	DO2	até 10 mil hab.	7	41
		10 a 20 mil hab.	3	18
		20 a 50 mil hab.	2	12
		50 a 100 mil hab.	4	24
		mais de 100 mil hab.	1	6
Santo Antônio	DO3	até 10 mil hab.	19	83
		10 a 20 mil hab.	3	13
		20 a 50 mil hab.	1	4
		50 a 100 mil hab.	-	-
		mais de 100 mil hab.	-	-
Suaçuí	DO4	até 10 mil hab.	37	90
		10 a 20 mil hab.	2	5
		20 a 50 mil hab.	1	2
		50 a 100 mil hab.	-	-
		mais de 100 mil hab.	1	2
Caratinga	DO5	até 10 mil hab.	21	84
		10 a 20 mil hab.	3	12

UPGRH/UA	Código	Faixa populacional	Quantidade de Municípios na Faixa Populacional	Porcentagem dos Municípios nas Faixas Populacionais (%)
		20 a 50 mil hab.	-	-
		50 a 100 mil hab.	1	4
		mais de 100 mil hab.		-
Manhuaçu	DO6	até 10 mil hab.	17	74
		10 a 20 mil hab.	5	22
		20 a 50 mil hab.	-	-
		50 a 100 mil hab.	1	4
		mais de 100 mil hab.	-	-
Guandu		até 10 mil hab.	4	100
		10 a 20 mil hab.	-	-
		20 a 50 mil hab.	-	-
		50 a 100 mil hab.	-	-
		mais de 100 mil hab.	-	-
Santa Maria do Doce		até 10 mil hab.	3	75
		10 a 20 mil hab.	1	-
		20 a 50 mil hab.	-	-
		50 a 100 mil hab.	-	-
		mais de 100 mil hab.	-	-
São José		até 10 mil hab.	8	62
		10 a 20 mil hab.	2	15
		20 a 50 mil hab.	1	8
		50 a 100 mil hab.	2	15
		mais de 100 mil hab.	-	-

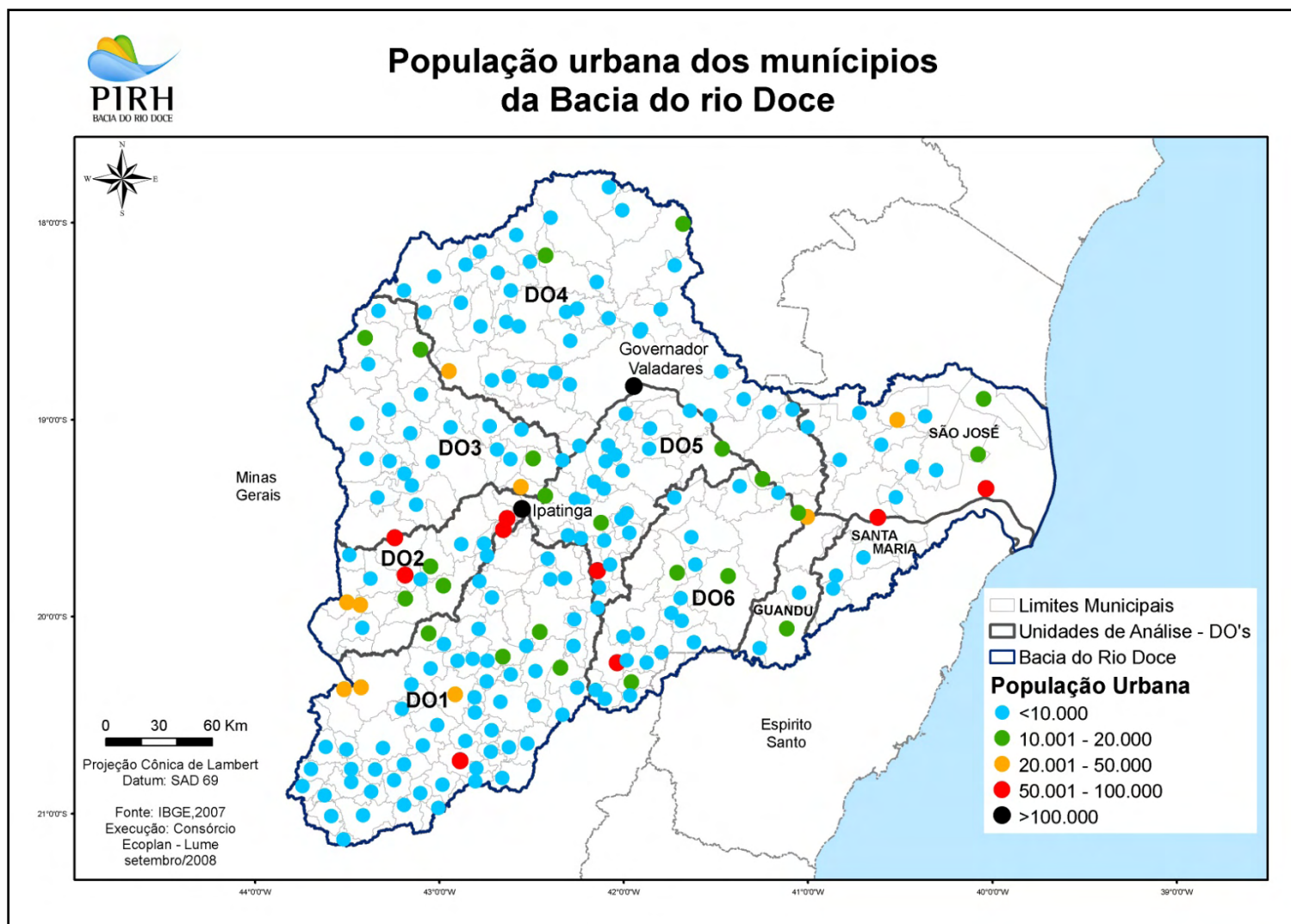


Figura 3.3 Classificação das sedes dos municípios por faixa populacional, considerando somente a população urbana dos municípios

3.2 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

3.2.1 Dinâmica Populacional Interna a Bacia do Rio Doce

Neste item procura-se conhecer melhor a dinâmica das nove unidades de análise (seis Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – UPGRH em Minas Gerais e três regiões referentes às bacias do Espírito Santo) em que foi dividida a área de drenagem da bacia do rio Doce, buscando, a partir de análises comparativas, verificar o comportamento de cada uma ao longo do período de análise. Para tanto este item foi subdividido em quatro. Em dois se faz a análise comparativa entre as regiões em cada estado, e nos outros dois tópicos é traçado o perfil de cada uma das nove regiões a partir dos principais indicadores demográficos.

3.2.1.1 As UPGRHs na bacia do rio Doce em Minas Gerais

Esta análise considera a distribuição dos municípios pelas Unidades de Planejamento, ou regiões referentes às bacias do Espírito Santo. Alguns critérios foram utilizados nesta distribuição:

- Não foram considerados os municípios com percentual de área na região inferior a 0,5%;
- Considerou-se como totalmente na unidade de planejamento, os municípios com percentual de território nas mesmas superior a 99%; e
- No caso dos municípios cujas áreas se distribuem em mais de uma unidade, a população urbana foi considerada na unidade onde se localiza a sede. A estimativa da população residente no restante do município em outra unidade foi feito com base na distribuição da população rural a não ser em casos excepcionais que se conhecia a existência de distritos do município com população urbana.

No Quadro 3.3 é apresentada a distribuição da população por UPGRH na bacia do rio Doce, em Minas Gerais, para os anos de 1980, 1991, 2000 e 2007, bem como a participação da população de cada UPGRH na população da parte mineira da bacia. Para uma melhor visualização da variação da população nas UPGRHs ao longo destes anos é apresentada na Figura 3.4 esta variação.

Pela análise comparativa verifica-se que a concentração da população acontece principalmente nas UPGRHs dos rios Piranga (DO1), Suaçuí (DO4) e Piracicaba (DO2), que juntas concentram, desde 1980, mais de 70% da população da bacia em Minas Gerais. Além disso, nestas UNIDADES estão localizadas 60% das sedes municipais.

Quadro 3.3 Distribuição da população por UPGRH em Minas Gerais e Situação do Domicílio 1980/1991/2000/2007.

UPGRH	SITUAÇÃO DE DOMICÍLIO											
	1980			1991			2000			2007		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
DO1	623,74	257,19	366,55	667,11	337,94	325,40	678,95	413,07	265,87	699,31	450,65	248,66
DO2	507,13	442,88	64,25	596,91	539,89	57,02	678,85	636,23	42,62	733,36	692,86	40,50
DO3	170,21	56,56	113,65	175,40	83,03	92,38	180,98	104,82	76,16	182,67	115,98	66,70
DO4	555,52	300,47	255,05	571,44	356,56	211,18	577,95	408,89	169,06	591,81	436,82	155,00
DO5	256,27	123,81	132,46	262,28	150,43	107,11	270,99	191,74	79,25	282,83	210,58	72,26
DO6	269,42	111,93	157,49	286,69	146,85	139,78	300,67	182,38	118,30	306,45	193,21	113,25
Total	2.382,28	1.292,84	1.089,45	2.559,84	1.614,68	932,87	2.694,19	1.937,13	749,34	2.796,44	2.100,09	696,35
Participação da UPGRH na BDOMG(%)												
DO1	26,18	19,89	33,65	26,06	20,93	34,88	25,13	21,29	35,07	25,01	21,47	35,71
DO2	21,29	34,26	5,90	23,32	33,44	6,11	25,22	32,78	5,68	26,23	33,00	5,82
DO3	7,14	4,38	10,43	6,85	5,14	9,90	6,72	5,41	10,06	6,53	5,52	9,58
DO4	23,32	23,24	23,41	22,32	22,08	22,64	21,45	21,11	22,33	21,16	20,80	22,26
DO5	10,76	9,58	12,16	10,25	9,32	11,48	10,07	9,88	10,56	10,12	10,03	10,38
DO6	11,31	8,66	14,46	11,20	9,09	14,98	11,17	9,40	15,76	10,96	9,20	16,26
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Dados Básicos: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Censos Demográficos, 1980, 1991, 2000 e Contagem da População 2007

Obs: Em alguns casos o valor da população total é diferente da soma da população urbana mais a rural. Caso de municípios emancipados na década de 90 para os quais só foi possível reconstituir a população total.

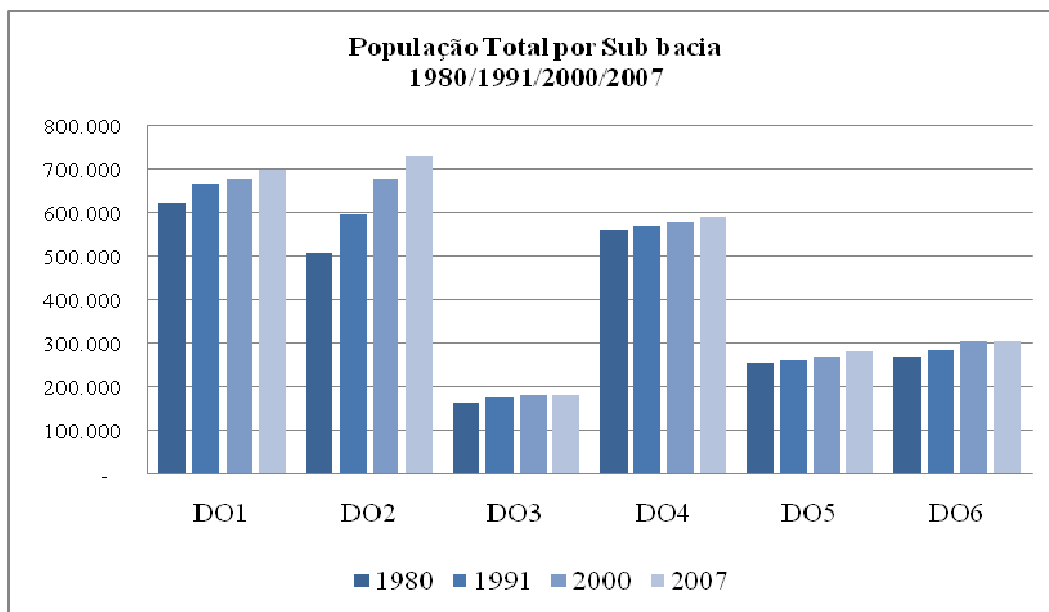


Figura 3.4 Distribuição da população total por UPGRH. (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007)

Em 2007 a DO1 concentrava 699,3 mil habitantes representando 25% da população total da parte mineira da bacia, proporção esta que foi reduzida em um ponto percentual entre os anos de 1980 e 2007. No território da DO1 estão localizados integral ou parcialmente 77 municípios, sendo 62 sedes (52 municípios estão integralmente localizados na unidade), parcela de área de oito municípios cujas sedes estão fora da bacia do rio Doce e partes de outros sete, que tem suas sedes em outras unidades de planejamento do rio Doce. Entre 1980 e 2007 o acréscimo populacional foi de 77 mil pessoas. Os municípios mais populosos nesta unidade são Viçosa, Ponte Nova, Ouro Preto e Mariana, sendo que os dois últimos a sede localiza-se na UPGRH, mas parcela do território está fora.

A UPGRH do rio Piracicaba - DO2 é a menor em número de município, apenas 21, sendo que o território de 11 deles está totalmente nesta unidade. Outras seis sedes também se localizam neste espaço além de partes de quatro municípios com sedes situadas em outras UPGRHs. Os dados trabalhados do IBGE para 2007 mostram que esta UPGRH é a que apresentava naquele ano o maior efetivo populacional - 733 mil habitantes ou, 26,2% da população da bacia em Minas Gerais. Na DO2, estão localizados os três municípios mais populosos da Região Metropolitana do Vale do Aço, responsáveis por grande parcela de sua população. Em 2007, 415 mil pessoas residiam na principal aglomeração formada por Ipatinga, Timóteo e Coronel Fabriciano e que representava 65,5% da população da unidade de planejamento DO2, percentual que era de 62,3% em 1980.

Essa unidade de planejamento é uma das mais importantes regiões do Estado em relação à mineração e à siderurgia, estando aí localizadas além da Usiminas e Arcelor Mittal na RMVA, outras importantes plantas industriais como a Arcelor (antiga Belgo Mineira) em João Monlevade e Gerdau em Barão de Cocais. Também se situam no território da DO2 grandes minerações da Vale do Rio Doce, da Samarco e da Anglo Gold nos municípios de São Gonçalo do Rio Abaixo, Barão de Cocais, Santa Bárbara, Catas Altas e Rio Piracicaba. Há ainda a ressaltar a importância que várias cidades situadas nesta unidade têm para a história de Minas e do Brasil: casos de Santa Bárbara, Barão de Cocais e Catas Altas, todas cidades históricas que já comemoraram mais de três séculos.

Em termos absolutos destaca-se ainda a UPGRH do Suaçuí – DO4 que contava em 2007 com cerca de 592 mil habitantes. Na DO4 estão localizados 50 municípios, sendo que 34 estão totalmente na unidade, em oito a sede localiza-se na DO4, mas com partes em outras unidades de planejamento, sete municípios têm nessa unidade parte da área rural e um tem a sede fora da bacia do rio Doce e proporção de área pouco superior a 1,0% na unidade. O maior contingente populacional é representado por Governador Valadares que com mais de 260 mil residentes, concentra 42,5% da população da DO4.

As outras três UPGRHs respondem por 27% da população da bacia em Minas Gerais. Na unidade do Manhuaçu (DO6) residiam em 2007 pouco mais de 306 mil pessoas (11% da população da parte mineira da bacia), em 32 municípios. Destes, dezessete 17 têm toda a sua área na DO6 e outros oito estão parcialmente incluídos, inclusive suas sedes. Nos outros sete municípios a sede não está localizada na unidade. Entre estes, encontram-se três municípios do estado do Espírito Santo.

A quinta unidade mais populosa é a do rio Caratinga que atingiu em 2007 pouco mais de 282 mil habitantes (10,2 % da população da BDOMG). Na DO5 estão localizados 29 municípios dos quais 17 estão totalmente na unidade de planejamento, mais oito com a sede aí localizada e parte de quatro outros municípios cujas sedes estão em outras unidades.

A UPGRH com menor efetivo populacional é a do rio Santo Antônio – DO3 que contava em 2007 com pouco mais de 182 mil moradores. Essa unidade foi a que apresentou menor crescimento entre 1980 e 2007. A rede municipal é formada por 29 municípios, dos quais 17 estão integralmente localizados nela, e 12 parcialmente. Desses últimos, em seis a sede localiza-se na DO3 e nos restantes a sede é fora.

Observa-se que durante o período de análise, não ocorreram alterações significativas na participação da população de cada UPGRH no total da BDOMG. Em apenas uma delas aconteceu acréscimo percentual ao longo do período – na unidade do rio Piracicaba. As demais apresentaram queda na participação sendo que na unidade do rio Santo Antônio houve uma redução de quatro mil moradores entre 1980 e 2007.

Em relação à população urbana (Figura 3.5), a distribuição segue o mesmo padrão da população total, sendo bastante concentrada nas mesmas três unidades que respondem por 75% da população urbana da porção mineira da bacia do rio Doce. Entre 1980 e 2007 os percentuais não apresentam alterações substanciais apesar da perda de participação ocorrida nas unidades DO2 e DO4. A unidade do rio Piracicaba passou de 34,3% em 1980 para 33% em 2007 e a do Suaçuí caiu de 23,2% em 1980 para 20,8% em 2007. Já a unidade do rio Piranga cresceu de 19,9% em 1980 para 21,5% em 2007. Como consequência nota-se maior presença das demais, que de uma participação de 22,4% em 1980 passaram para 23,7% em 2007.

Quanto à população rural (Figura 3.6), tem-se uma distribuição diferenciada, havendo grande concentração nas unidades do rio Piranga, Suaçuí e Manhuaçu. Em termos absolutos nessas três UPGRHs, em 2007, ainda residiam na área rural 517 mil pessoas e que em termos percentuais representavam 74,3% da população rural da BDOMG. As unidades do rio Piranga (DO1) e do rio Manhuaçu (DO6) inclusive mostraram aumento na participação ao longo dos 27 anos, passando de 33,4 e 14,5% respectivamente em 1980, para 35,6 e 16,3% em 2007. Já a unidade do rio Piracicaba em 1980, apresentava uma participação de apenas 6,1% da população rural que reduziu para 5,9% ao longo do período, o mesmo ocorrendo nas demais UPGRHS onde também ocorreram quedas de participação.

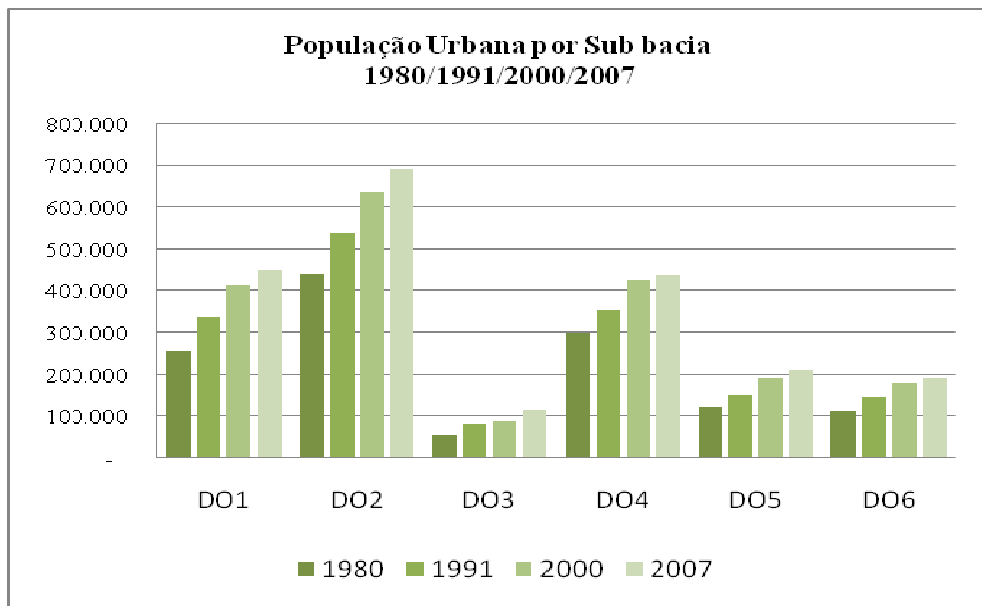


Figura 3.5 Distribuição da população urbana por UPGRH. (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007)

Os diferentes estágios de desenvolvimento econômico e social no interior da bacia do rio Doce tornam previsíveis as diferenças internas em relação ao comportamento dos indicadores demográficos, reforçando as diferenças encontradas na distribuição da população no espaço da bacia em Minas Gerais.

O aumento da concentração populacional em algumas UPGRHs são reflexos das diferenças no ritmo de crescimento medidas pelas taxas anuais de crescimento conforme apresentado no Quadro 3.4.

Comparando o comportamento das taxas de crescimento das UPGRHs com a da BDOMG e com o Estado de Minas Gerais nota-se que enquanto Minas Gerais apresentou um crescimento relativamente estável ao longo do período analisado – taxa média em torno de 1,5% ao ano durante a década de 80, de 1,4% na década de 90 e de 1,12% nos últimos anos, as unidades de planejamento apresentaram algumas variações internas.

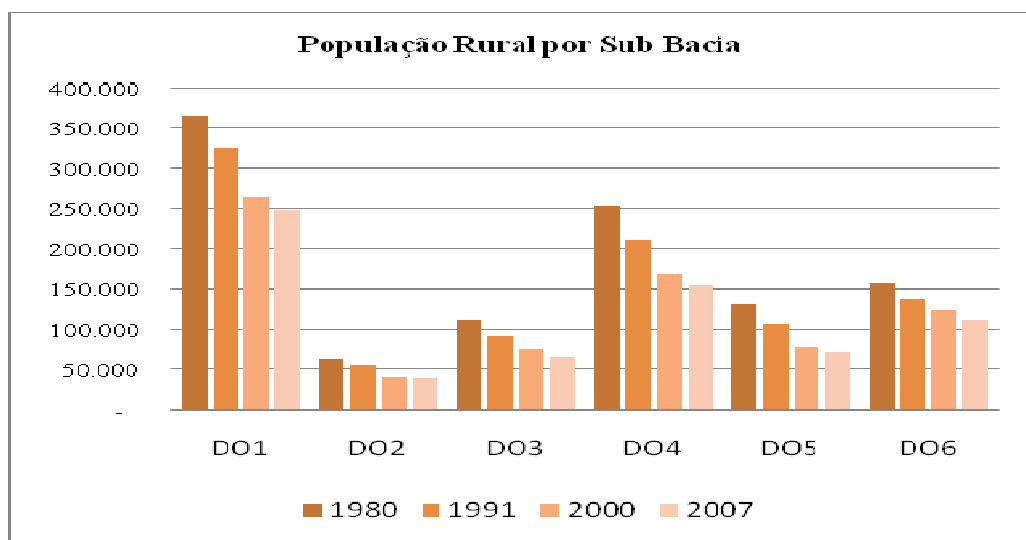


Figura 3.6 Distribuição da população rural por UPGRH. (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007)

A unidade do rio Piracicaba é a que apresentou o ritmo de crescimento maior entre as todas as unidades, apresentando taxas de crescimento próximas à média estadual. As demais unidades assim como o conjunto das unidades em Minas Gerais e a bacia como um todo apresentaram taxas bem menores e quase sempre com inflexões da curva irregulares conforme mostrado na Figura 3.7.

No Quadro 3.5 são apresentados a densidade demográfica e o grau de urbanização das UGRHs.

O acelerado processo de urbanização do Estado nos últimos 30 anos se repetiu em todas as unidades, com a do rio Piracicaba atingindo em 2007 um patamar superior a 94%. No entanto as unidades dos rios Piranga (DO1) e Manhuaçu (DO6) apresentavam em 2007 índice de urbanização de respectivamente, 64,51 e 60,62%, ou seja, mais de dez pontos inferior a média observada na porção mineira da bacia.

Pela análise da densidade demográfica (Figura 3.8) verifica-se uma grande disparidade interna quanto à concentração da população no espaço da bacia em Minas Gerais. Viu-se anteriormente que Minas Gerais assim como o espaço mineiro da bacia apresentam baixa concentração em termos espaciais, com a população se distribuindo de maneira bastante heterogênea no seu território. Existem verdadeiros vazios de população ao lado de regiões com densidade populacional bastante acima da média estadual.

Quadro 3.4 Taxas anuais de crescimento da população - Bacia do Rio Doce em Minas Gerais (1980-1991/1999-2000/2000-2007).

UPGHR	TAXA DE CRESCIMENTO MÉDIO ANUAL (%)											
	1980-1991			1991-2000			2000-2007			1980-2007		
	Total	urbana	rural	Total	urbana	rural	Total	urbana	rural	Total	urbana	rural
DO1	0,59	2,47	-1,08	0,18	2,31	-2,33	0,50	1,31	-0,85	0,43	2,12	-1,44
DO2	1,49	1,82	-1,08	1,44	1,84	-3,18	1,16	1,28	-0,76	1,39	1,69	-1,71
DO3	-0,03	2,88	-1,83	0,19	2,27	-1,81	-0,59	0,67	-2,19	-0,10	2,12	-1,91
DO4	0,34	1,73	-1,72	0,28	1,73	-2,45	0,37	1,05	-1,37	0,33	1,56	-1,88
DO5	0,21	1,79	-1,91	0,36	2,73	-3,30	0,64	1,41	-1,36	0,37	2,01	-2,24
DO6	0,57	2,50	-1,08	0,53	2,44	-1,84	0,28	0,86	-0,65	0,48	2,07	-1,23
Total	0,65	2,03	-1,40	0,57	2,08	-2,39	0,54	1,13	-1,07	0,59	1,81	-1,64

Fonte: Dados Básicos: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Censos Demográficos, 1980, 1991, 2000 e Contagem População de 2007

Quadro 3.5 Bacia do Rio Doce em Minas Gerais - Indicadores Demográficos - Densidade e Grau de Urbanização (1980/1991/2000/2007).

UPGRH	Área das UPGRHs (em 1000km ²) (1)	Densidade Demográfica (hab./km ²)				Grau de Urbanização (%)			
		(hab./km ²)				1980	1991	2000	2007
		1.980	1991	2000	2007				
DO1	17.569.140,72	35,50	37,97	38,49	39,80	41,23	50,66	61,08	64,44
DO2	5.677.740,92	89,32	105,13	119,56	129,16	87,33	90,45	93,72	94,48
DO3	10.751.044,60	15,83	16,31	16,83	16,99	33,23	47,33	57,92	63,49
DO4	21.540.642,23	25,79	26,53	26,83	27,47	54,09	62,40	70,75	73,81
DO5	6.675.397,06	38,39	39,29	40,60	42,37	48,31	57,35	70,76	74,45
DO6	9.186.944,75	29,33	31,21	32,73	33,36	41,54	51,22	60,66	63,05
BDOMG	71.400.910,27	33,36	35,85	37,69	39,16	54,27	63,08	72,11	75,09

Fonte : Dados Básicos IBGE

Obs: (1) –Área referente apenas aos municípios analisados (não consideradas áreas representando menos de 0,5% na bacia)

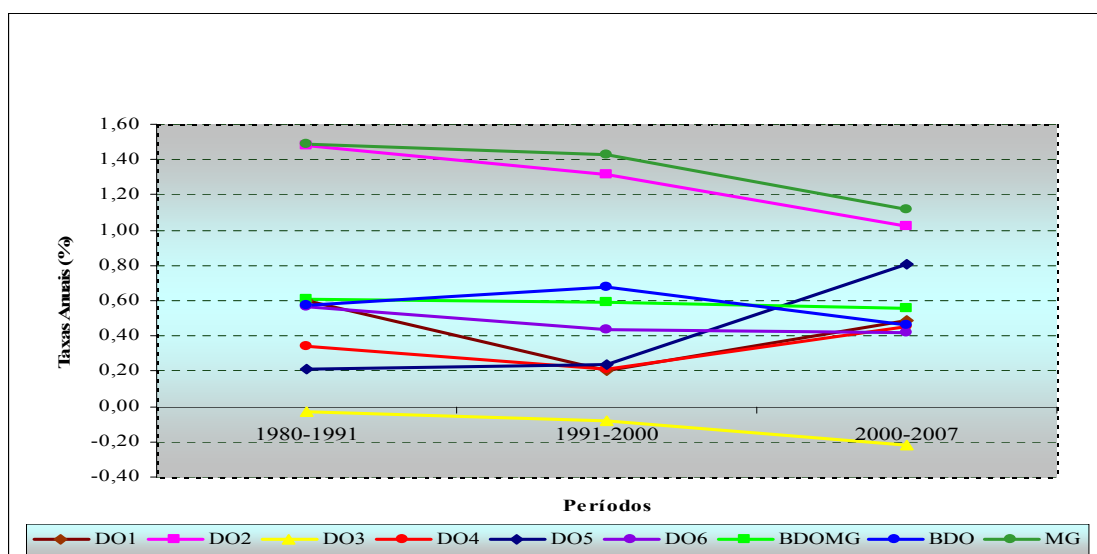


Figura 3.7 Taxas de crescimento anual da população total: UPGRHs e Bacia do Rio Doce (1980-1991/1991-2000/2000-2007). (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007)

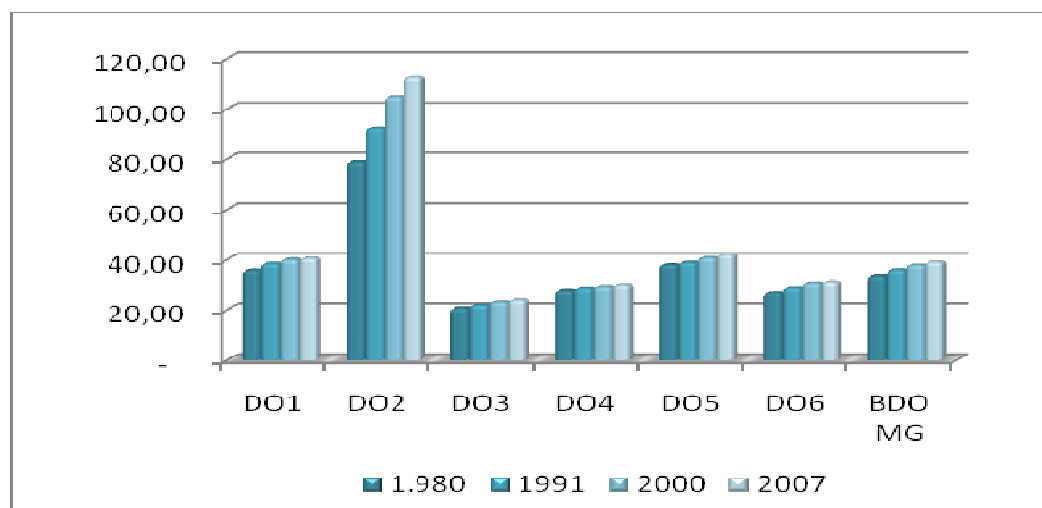


Figura 3.8 Evolução da densidade demográfica por UPGRH. (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007)

As diferenças espaciais ficam flagrantes ao se comparar a UPGRH do Piracicaba com as demais. Na DO2 a densidade em 2007 (129,16 hab/km²) era mais de três vezes a densidade média da bacia (39,16 hab/km²) sendo que as unidades dos rios Santo Antônio, Suaçuí e Manhuaçu têm o menor número de habitantes por quilômetro quadrado na BDOMG. Dessas a DO3 é a mais esparsamente habitada apresentando uma densidade de apenas 16,99 hab/km². Na DO4 esse indicador é de 27,42 hab/km² e em 2007 na DO6 a densidade estava em 33,36 hab/km².

3.2.1.2 As UA's na Bacia do rio Doce no Espírito Santo - BDOES

No Estado do Espírito Santo três unidades de análise compõem a bacia do rio Doce: UA Guandu, UA Santa Maria do Doce e UA São José.

O território da bacia no Estado tem a extensão de 15,3 mil km² e nele estão, em parte ou totalmente, 34 municípios. Destes, 18 têm mais de 99,5% de sua área na bacia; dois têm entre 90% e 97%, e outros seis têm parte na bacia exclusiva as sedes municipais que se localizam externamente à bacia do rio Doce. Os restantes oito municípios têm no

território da bacia do rio Doce menos de 0,5% de sua área. Estes últimos não serão considerados na análise dos aspectos demográficos na parcela capixaba da bacia do rio Doce (BDOES).

A parte da bacia no Espírito Santo tem nas atividades ligadas ao setor agropecuário as mais importantes geradoras de renda e emprego, principalmente com o cultivo do café, olerícolas, fruticultura e a silvicultura dedicada principalmente a produção de toras de eucalipto para abastecimento da empresa Aracruz Celulose, localizada no município de Aracruz. Este município no entanto tem menos de 0,5% de sua área na unidade do Santa Maria do Doce.

Em 2007 a população da BDOES era de 525,8 mil habitantes dos quais 63,9% residiam na unidade do rio São José, 22,1% na unidade do Santa Maria do Doce, e 14,0% na unidade do Guandu. A maioria da população reside em áreas urbanas – 64,6% contra 35,4% da área rural. Este percentual indica que a porção capixaba é menos urbanizada que a porção mineira da bacia.

As taxas de crescimento da população nos períodos censitários de 1980 a 2007 são baixas, mas superiores às observadas em Minas Gerais.

Pela análise comparativa entre as três unidades de análise os seguintes fatos foram observados:

- a unidade do rio Guandu, além de ser a menor em relação a área territorial, é também em relação à população – próxima de 74 mil habitantes em 2007. Nesta região ocorrem também as menores taxas de crescimento da população na BDOES - apenas 0,34% a.a. no período 1980-2000. Ao longo destes 27 anos o incremento da população total foi de aproximadamente 5,9 mil habitantes. Uma das consequências do pequeno crescimento demográfico é a perda de participação na região em relação ao montante populacional da BDOES. Em 1980 a população da unidade do Guandu representava 15,6% da população declinando para 14,0% em 2007. Em relação à população urbana a representatividade da unidade do Guandu é ainda menor pois em sua porção urbana residem apenas 10,8% da população residente nas áreas urbanas da BDOES. Esta região é também a que apresenta a densidade mais baixa apenas 30,7 hab/km² o que significa que no espaço temporal entre 1980 e 2007 aconteceu um acréscimo de apenas três pessoas por km². A população rural representava em 2007 quase a metade da população desta região;

- a unidade do Santa Maria do Doce tinha em 2007 uma população de pouco mais de 116 mil habitantes dos quais 68,5% em áreas urbanas o que a coloca como a unidade da BDOES com maior grau de urbanização. Apesar de baixa a sua densidade média era em 2007 de 37,7 hab/km² a maior entre as três unidades de análise. As taxas de crescimento demográfico foram de 0,67 a.a. entre 1980 e 2007, sendo que o maior crescimento ocorreu na década de 90. No período entre 1980 e 2007 o incremento populacional foi de 18,6 mil residentes; e

- na unidade do rio São José reside o maior contingente da BDOES, cerca de 336 mil pessoas, ou 63,9% da população da bacia no Espírito Santo. Essa participação apresentou um crescimento de 1,5%, entre 1980 e 2007, o que significou um acréscimo populacional de 63,4 mil habitantes entre os dois anos. A unidade do São José é a maior em extensão territorial, 9,75 mil km², e a densidade demográfica em 2007 estava em 34,33 hab/km². Isto significa que, entre 1980 e 2007, aumentou em 6 pessoas os residentes por km². No mesmo período o grau de urbanização passou de 41,5% em 1980 para 66,1% em 2007.

As informações relacionadas a estes fatos são apresentadas na Figura 3.9, Figura 3.10, Figura 3.11 e Figura 3.12 retratam a evolução da população total, urbana e rural e as taxas de crescimento; no Quadro 3.6 Quadro 3.7 e Quadro 3.8 são apresentados, respectivamente, a distribuição da população por unidade de análise e situação do domicílio; as taxas de crescimento da população e finalmente; alguns indicadores demográficos que permitem uma melhor compreensão da evolução populacional neste território.

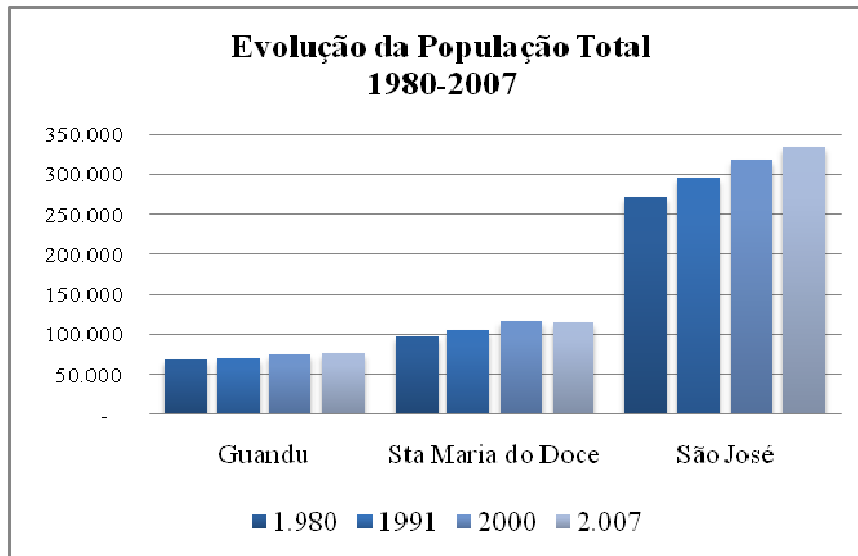


Figura 3.9 Evolução da população total por unidade de análise do BDOES. (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007).

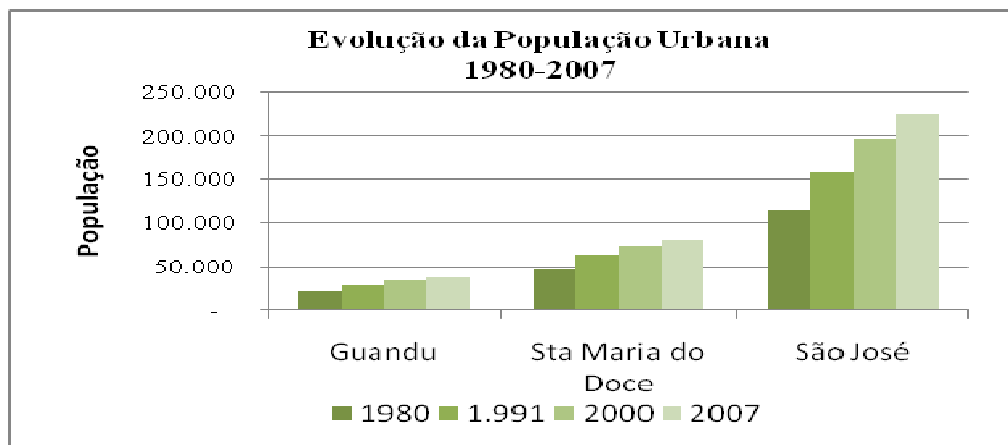


Figura 3.10 Evolução da população urbana por unidade do BDOES. (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007).

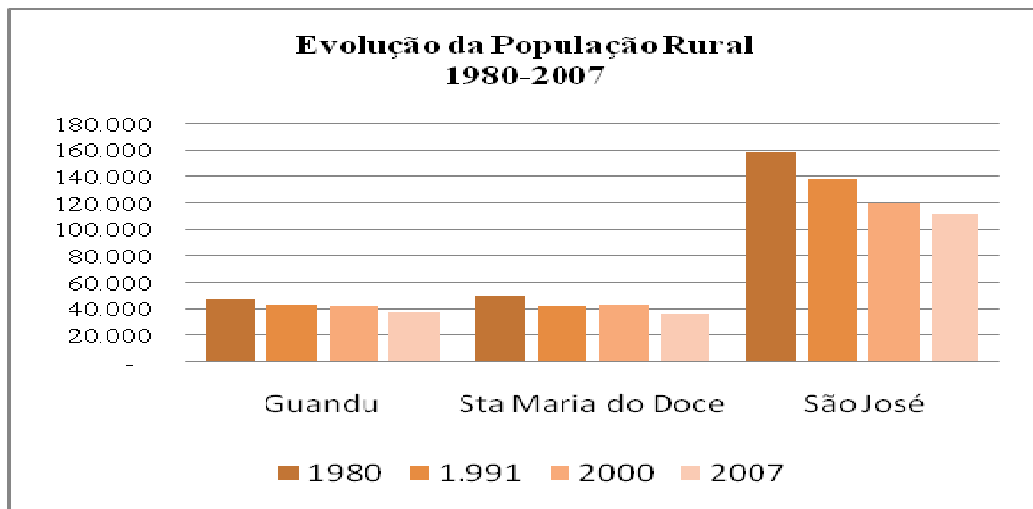


Figura 3.11 Evolução da população rural por unidade do BDOES. (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007)

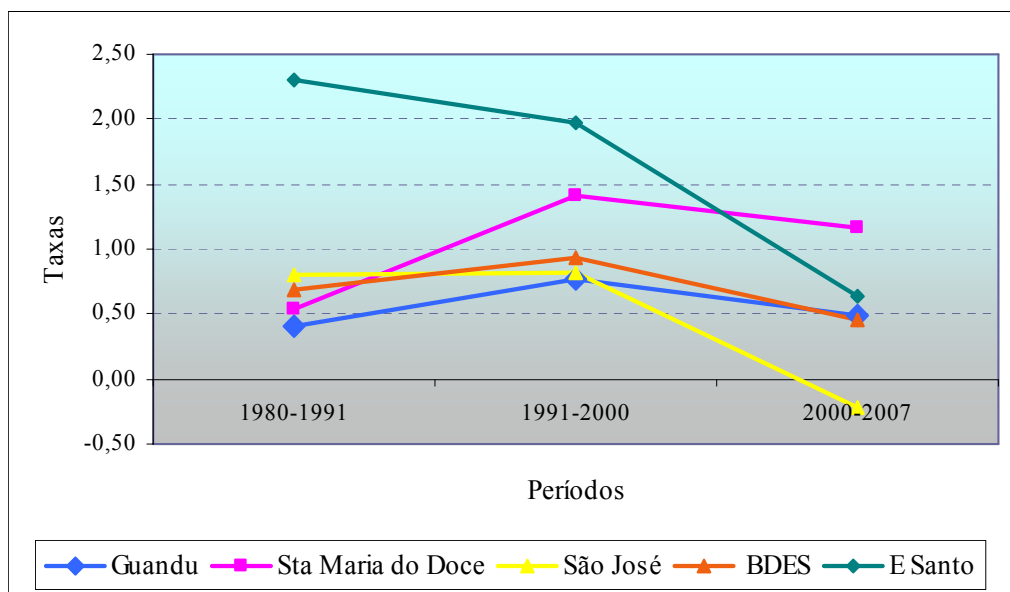


Figura 3.12 Taxas de crescimento da população por unidade (1980-2007). (Fonte: IBGE, 1980; 1991; 2000 e 2007).

Quadro 3.6 Bacia do rio Doce no Espírito Santo - Distribuição da população por unidade de análise (1980/1991/2000/2007).

Unidades de Análise	SITUAÇÃO DE DOMICÍLIO											
	1980			1991			2000			2007		
	Total	urbana (2)	rural (3)	Total	urbana (2)	rural (3)	Total	urbana	rural	Total	urbana	rural
Guandu	67.988	20.875	47.113	70.871	27.098	43.773	75.766	33.491	42.275	73.879	36.448	37.431
Sta Maria do Doce	97.234	47.156	50.077	106.013	63.209	42.805	116.101	72.129	43.972	116.120	79.585	36.535
São José	271.989	113.329	158.659	295.804	157.111	138.694	316.805	196.658	120.279	335.659	223.506	112.153
Total Unid. ES	437.210	181.361	255.849	472.688	247.418	225.271	508.805	302.279	206.526	525.658	339.538	186.119
Participação da unidade na BDOES (%)												
Guandu	15,55	11,51	18,41	15,00	10,95	19,43	14,87	11,08	20,47	14,05	10,73	20,11
Sta Maria do Doce	22,24	26,00	19,57	22,43	25,55	19,00	22,81	23,86	21,29	22,09	23,44	19,63
São José	62,21	62,49	62,01	62,58	63,50	61,57	62,24	65,06	58,24	63,85	65,83	60,26
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Dados Básicos Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Censos 1980,1991,2000 Contagem População 2007.

Quadro 3.7 Bacia do rio Doce no Espírito Santo - Taxas Anuais de Crescimento da População (1980-1991/1991-2000/2000-2007)

Unidades de Análise	TAXA DE CRESCIMENTO MÉDIO ANUAL (%)											
	1980-1991			1991-2000			2000-2007			1980-2007		
	Total	urbana	rural	Total	urbana	rural	Total	urbana	rural	Total	urbana	rural
Guandu	0,38	2,40	-0,67	0,74	2,38	-0,39	0,44	1,27	-1,80	0,31	2,11	-0,86
Sta Maria do Doce	0,79	2,70	-1,42	1,02	1,48	0,30	1,16	1,48	-2,73	0,67	1,98	-1,17
São José	0,77	3,01	-1,22	0,77	2,53	-1,57	-0,21	1,93	-1,04	0,79	2,58	-1,29
Total BDES	0,71	2,86	-1,15	0,82	2,25	-0,96	0,44	1,75	-1,54	0,69	2,38	-1,18
Total ES	2,30	3,67	-0,70	1,97	2,79	0,98	0,64	1,56	-0,34	1,91	2,84	-0,61

Fonte: Dados Básicos Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Censos 1980,1991,2000 Contagem População 2007.

Quadro 3.8 Bacia do rio Doce no Espírito Santo – Indicadores Demográficos (1980-2007)

Unidades de Análise	Densidade Demográfica				Grau de Urbanização (%)				Acréscimo Demográfico		
	(hab./km²)				1980	1991	2000	2007	1980-2007		
	1.980	1991	2000	2007					Total	Urbano	Rural
Guandu	27,53	28,70	30,68	29,91	30,70	38,24	44,20	49,33	5.891	15.572	-9.682
Sta Maria do Doce	31,86	34,74	38,04	38,05	48,50	59,62	62,13	68,54	18.887	32.428	-13.542
São José	27,89	30,34	32,50	34,42	41,67	53,11	62,05	66,59	63.670	110.177	-46.507
Total Bacia ES.	28,63	30,95	33,31	34,42	41,48	52,34	59,41	64,59	88.448	158.178	-69.730

Fonte: Dados Básicos Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Censos 1980,1991,2000 Contagem População 2007

3.2.2 Tendências do Crescimento Demográfico na Bacia do Rio Doce

A análise desenvolvida permitiu algumas indicações das grandes linhas da evolução populacional da bacia do rio Doce, que procurou identificar as principais alterações e mudanças nas tendências de crescimento em relação a localização e a estrutura da população. A análise permitiu ainda apontar algumas características do crescimento ou da falta do mesmo ocorrido no período entre 1980 e 2007 e dos fatores e circunstâncias que determinaram as características e as implicações das mesmas no futuro.

Considerando os diversos itens desenvolvidos são listadas a seguir as principais constatações observadas:

1. Quanto aos aspectos gerais:

- a população da bacia tanto na parte mineira quanto na do Espírito Santo cresceram a taxas menores que as observadas nos respectivos estados, taxas estas inferiores a 0,7% a.a. o que significa perda de participação da população da bacia em relação às populações estaduais;

- a densidade demográfica média é inferior as médias estaduais;

- o crescimento da população urbana foi de cerca de 1,39 milhão de pessoas no período entre 1980 e 2007, mas o incremento da população total foi de 692,1 mil habitantes, o que indica um forte esvaziamento da área rural que perdeu no período cerca de 699 mil habitantes;

- crescente grau de urbanização passando de 39,75 % em 1970 para 73,77% em 2007; e

- as tendências evolutivas observadas da bacia em relação aos estados onde se situa denotam que a mesma historicamente vem apresentando taxas de crescimento da população sempre menores que as do Estado de Minas Gerais e principalmente do Espírito Santo.

2. Quanto à rede de municípios:

- a rede municipal da bacia é formada predominantemente por pequenos municípios. No ano de 2007, considerando apenas aqueles com a sede situada na bacia do rio Doce, 128 municípios, ou 61,2% do total tinham até dez mil habitantes e neles residia um efetivo populacional de 686 mil pessoas ou 21,2% dos residentes na bacia do rio Doce;

- em oposição o grupo que reúne os municípios com população maior que 50 mil habitantes vem apresentando crescente participação. Em 1980, este grupo era formado por oito municípios nos quais residiam 29,1% da população. Em 2007 já eram 14 municípios que concentravam 45,4% da população da bacia e 86% do incremento populacional ocorrido entre 1980 e 2007;

- apesar da crescente urbanização ocorrida em todos as classes de tamanho de município, nos de menor porte (até dez mil habitantes) a população rural ainda representa 47,75% da sua população total, enquanto no grupo formado pelos municípios com população superior a 50 mil habitantes o grau de urbanização já ultrapassa 93%; e

- a maior concentração urbana da bacia é a Região Metropolitana do Vale do Aço onde residem mais de 438 mil pessoas ou mais de 13% da população da bacia do rio Doce.

3. Quanto aos Componentes da Dinâmica Demográfica: fecundidade, mortalidade e migração:

- a taxa média de fecundidade da bacia foi superior nos anos de 1991 e 2000 a dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Entre os dois anos a taxa da bacia apresentou uma redução de 20% passando de 3,09 filhos por mulher em 1991 para 2,44 filhos em 2000, taxas estas que se aproximam da chamada taxa de reposição, que é de 2,1 filhos por mulher;

- a queda nas taxas de fecundidade ocorreu em todas as unidades mas com intensidades diferentes. Em 2000 a taxa da unidade do Piracicaba já estava menor que a taxa de reposição o que poderá impactar o futuro crescimento populacional desta unidade;

- por sua vez a taxa média de mortalidade infantil apresentou decréscimo entre 1991 e 2000 caindo de 40,04 em 1991 para 30,87 em 2000, mas mesmo assim foram superiores as médias estaduais. Em nível da bacia, as disparidades são grandes com municípios apresentando taxas da ordem de 13 óbitos por nativos como as observadas em Timóteo em Minas Gerais e Santa Tereza no Espírito Santo equivalente às observadas nos municípios mais desenvolvidos do Brasil e municípios com taxas de 80 mortes por mil nascidos vivos como Jampruca em Minas Gerais, dados de 2000;

- as taxas de mortalidade infantil na DO1, DO2 e DO6 apresentaram as maiores reduções na parte mineira da bacia. No Espírito Santo a maior queda na taxa foi na unidade do São José, que, no entanto continua com o pior índice da parte capixaba. A taxa mais alta em toda a bacia continua sendo a da unidade do Suaçuí Grande de 38,61 mortes por mil nascidos vivos, taxa essa 70% maior que as menores taxas, em torno de 22 mortes por mil, observadas nas unidades do Piracicaba e na Santa Maria do Doce;

- o indicador Esperança de Vida ao Nascer – média da bacia mostrou evolução entre os anos de 1991 e 2000 passando de 64,8 anos em 1991 para 69,24 anos em 2000, índices entretanto inferiores aos observados em Minas Gerais e Espírito Santo que foram respectivamente em 2000 de 72,73 em Minas Gerais e de 71,65 anos no mesmo ano no Espírito Santo;

- nenhuma unidade alcançou o índice médio do estado de Minas Gerais. O melhor resultado foi observado na unidade do Piracicaba de 72,29 anos e os piores nas unidades do Suaçuí e Guandu respectivamente de 67,11 anos e 67,54 anos;

- o esvaziamento populacional da bacia foi significativo na área rural com praticamente a totalidade dos municípios tendo redução da população rural, o ritmo das perdas é que foi diverso;

- o saldo migratório, principalmente na porção mineira foi negativo mas, decrescente, sendo que no período entre 1995 e 2000 chegou a 59 mil pessoas, significando a taxa líquida de migração de -2,18%; e

- crescimento da migração intraestadual em comparação a da migração interestadual.

4. Internas à bacia do Rio Doce:

- concentração da população nas unidades dos rios Piranga, Suaçuí Grande e Piracicaba que concentravam mais de 70% da população da bacia em Minas Gerais e 62% da população total da bacia do rio Doce;

- a unidade do rio Piracicaba com 721 mil habitantes concentrava em 2007 cerca de 22% dos residentes na bacia do rio Doce e o maior parque siderúrgico do Brasil em contraposição da unidade do rio Guandu onde residiam aproximadamente 74 mil pessoas em 2007;
- em relação ao grau de urbanização a situação é bem diferenciada sendo que nas áreas das unidades dos rios mineiros o grau de urbanização é maior. Comparativamente tem-se que na unidade do rio Piracicaba o grau de urbanização é de cerca de 95% enquanto na unidade do rio Guandu no Espírito Santo está ainda na faixa de 50,6%; e
- o outro indicador demográfico é o de densidade demográfica que também mostra disparidades entre as diversas unidades. A mais alta densidade é encontrada na unidade do rio Piracicaba em torno de 131 hab/ km². Nas demais unidades a densidade não chega a alcançar 50 hab/ km² sendo que na unidade do rio Santo Antônio é de apenas 15 hab/ km², a menor entre todas.

Tendo por base estas constatações que mostram a trajetória histórica em quase quatro décadas e considerando os indicadores demográficos calculados pelo IBGE, para o país, regiões e unidades da federação visando a projeção de população até o ano de 2030 foram feitas estimativas populacionais a nível de bacia e municípios até o ano de 2030.

Estes indicadores são apresentados no Quadro 3.9; Quadro 3.10 e Quadro 3.11.

Em relação ao componente migração é importante considerar a seguinte citação; ((IBGE/DPE,2004) *“a migração é a variável demográfica para a qual as hipóteses sobre seu comportamento futuro requerem muito mais que uma série ampla de saldos migratórios calculados: há que se conhecer, entre outros aspectos, a existência ou não de programas em vigor ou em fase de implantação para dinamizar as economias locais e favorecer avanços nos contextos sociais. Em tais circunstâncias e como consequência, poder-se-ia vasculhar estes universos em busca de sinais que apontassem em direção a uma maior ou menor propensão das pessoas em saírem de suas Unidades da Federação”*.

As tendências esperadas para os componentes da dinâmica demográfica na bacia do rio Doce – fecundidade, mortalidade e migração, neste caso considerando apenas que deverá continuar as trocas entre áreas rurais e urbanas, deverão resultar na continuidade do processo de desaceleração do ritmo de crescimento, com alterações importantes na estrutura etária da população. Para as estimativas adotou-se o princípio que se a tendência de crescimento populacional do município entre os censos fosse positiva, a estimativa populacional será maior que a verificada no último levantamento censitário; caso contrário, a estimativa apontará valor inferior ao último censo.

Quadro 3.9 Bacia do Rio Doce em Minas Gerais – Estimativas Populacionais - Distribuição por UPRH - 2010-2030.

UPGRH	Estimativas				
	2010	2015	2020	2025	2030
DO1	704.205	719.696	734.024	744.404	757.673
DO2	753.729	793.464	830.331	861.562	897.568
DO3	161.233	163.081	165.498	167.510	168.389
DO4	621.387	631.944	641.187	656.722	665.065
DO5	287.123	294.062	301.357	308.296	316.823
DO6	311.971	316.968	324.953	331.201	336.153
Total	2.839.647	2.919.215	2.997.352	3.069.695	3.141.670
Participação da UPRH na BDOMG(%)					
DO1	24,80	24,65	24,49	24,25	24,12
DO2	26,54	27,18	27,70	28,07	28,57
DO3	5,68	5,59	5,52	5,46	5,36
DO4	21,88	21,65	21,39	21,39	21,17
DO5	10,11	10,07	10,05	10,04	10,08
DO6	10,99	10,86	10,84	10,79	10,70
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Dados Básicos Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Censos 1980,1991,2000 Contagem População 2007

Quadro 3.10 Bacia do Rio Doce no Espírito Santo - Estimativas Populacionais Distribuição por Unidade de Análise – 2010-2030.

UA	Estimativas da População				
	2010	2015	2020	2025	2030
Guandu	73.999	74.835	75.373	75.984	76.150
Sta Maria do Doce	117.624	121.435	124.044	126.958	129.028
São José	346.000	357.485	369.570	382.544	395.727
Total Bacia E.S.	537.623	553.755	568.987	585.485	600.904
Participação da Unidade na BDO ES(%)					
Guandu	13,76	13,51	13,25	12,98	12,67
Sta Maria do Doce	21,88	21,93	21,80	21,68	21,47
São José	64,36	64,56	64,95	65,34	65,86
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Dados Básicos Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Censos 1980,1991,2000 Contagem População 2007.

Quadro 3.11 Bacia do Rio Doce - Estimativas Populacionais Distribuição por Unidade de Análise – 2010-2030.

UPGRH/UA	Estimativas da População				
	2010	2015	2020	2025	2030
Bacia no Espírito Santo	537.623	553.755	568.987	585.485	600.904
Bacia em Minas Gerais	2.839.647	2.919.215	2.997.352	3.069.695	3.141.670
Total Bacia do Doce	3.377.270	3.472.970	3.566.339	3.655.180	3.742.575
Participação das Unidades de Análise					
Bacia no Espírito Santo	15,92	15,94	15,95	16,02	16,06
Bacia em Minas Gerais	84,08	84,06	84,05	83,98	83,94
Total Bacia do Doce	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Dados Básicos Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE Censos 1980,1991,2000 Contagem População 2007

Conforme as estimativas realizadas para o período entre 2010 e 2030 com intervalos de 5 anos em 2010, os habitantes da bacia deverão corresponder a 3.277 mil pessoas, em 2015 a 3472,9 mil residentes, em 2020 a população esperada será de 3.566,3 mil, de 3.655,2 mil em 2025 e finalmente 3.742,6 mil habitantes em 2030.

A redução esperada das taxas anuais de crescimento deverá ser gradativa, passando de taxas de 0,63% a.a. entre 2003 e chegando no último quinquênio a taxas de 0,47% a.a.. Neste período de 20 anos entre 2010 e 2030 o incremento demográfico deverá ser da ordem de 365 mil habitantes. A participação da porção mineira na bacia deverá ser de 84,1% em 2010 sofrendo uma redução de 0,02% até 2030, isto porque a parte da bacia no Espírito Santo deverá crescer a taxas um pouco maiores, conforme os indicadores calculados pelo IBGE e apresentados no Quadro 3.12 e Quadro 3.13.

Estima-se ainda que a população idosa apresentará o maior ritmo de crescimento. Este contingente com idade superior a 65 anos deverá continuar a ser a parcela que mais aumentará nos próximos anos dado o aumento no indicador relativo a esperança de vida e a redução na taxa de fecundidade. A principal consequência será o aumento da participação desse contingente na população total, que era de 8% em 2007 e poderá ultrapassar os 10% nos próximos anos.

A população até 14 anos deverá diminuir considerando que a redução na taxa de bruta da natalidade para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo irá influenciar também as taxas dos municípios da bacia. Também as taxas da fecundidade total que o IBGE estima que em Minas Gerais será de apenas 1,4 filhos em 2030, trará impacto nas estimativas da população da bacia.

Conclui-se então que mantidas os componentes da dinâmica a população da bacia irá crescer em ritmo cada vez mais lento e as maiores cidades irão concentrar cada vez mais habitantes.

No Anexo I.I são apresentadas planilhas com as informações a nível dos municípios incluídos na bacia do rio Doce.

Quadro 3.12. Minas Gerais: Indicadores Demográficos Implícitos na Projeção da População (1991-2030).

Indicadores Demográficos	Ano de Referência						
	1991	2000	2010	2015	2020	2025	2030
Fecundidade							
1-Nascimento	358.403	349.875	296.859	270.703	249.773	231.205	211.416
2-Taxa Bruta de Natalidade	22,75	19,37	14,67	12,87	11,53	10,45	9,43
3-Taxa de Fecundidade Total	2,67	2,22	1,75	1,6	1,5	1,44	1,40
Mortalidade							
1-Óbitos Totais	100.977	107.419	124.784	134.905	146.790	161.096	178.357
2-Óbitos de Menores de 1 ano	12.570	9.002	5.546	4.286	3.369	2.681	2.117
3-Taxa Bruta de Mortalidade	6,41	5,95	6,17	6,41	6,78	7,28	7,96
4 - Esperança de vida ao nascer							
4.1-Total	68,97	72,73	75,37	76,52	77,58	78,52	79,38
4.2-Homens	65,31	69,33	72,02	73,21	74,30	75,29	76,19
4.3-Mulheres	72,82	76,3	78,88	80	81,02	81,92	82,73
5-Esperança de Vida aos 60 anos							
5.1-Homens	17,99	20,11	20,81	21,16	21,49	11,50	9,90
5.2-Mulheres	20,94	23,19	24,24	24,75	25,24	25,7	26,13
6-Taxa de Mortalidade Infantil (por mil nascidos vivos)							
6.1-Total	35,70	25,60	18,50	15,70	13,40	11,50	9,90
6.2-Homens	41,30	28,70	21,00	17,90	15,40	13,20	11,40
6.3-Mulheres	29,80	22,40	15,90	13,40	11,40	9,70	8,40
Migração							
1-Saldo Migratório Anual	-5.139	7.613	7.110	6.860	6.608	6.356	6.105
2-Taxa líquida de Migração(por mil habitantes)	-0,33	0,42	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27

Fonte: IBGE/DPE/Coordenação de População e Indicadores Sociais.Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica.

Quadro 3.13. Espírito Santo:Indicadores Demográficos Implícitos na Projeção da População (1991-2030).

Indicadores Demográficos	Ano de Referência						
	1991	2000	2010	2015	2020	2025	2030
Fecundidade							
1-Nascimento	63.420	60.308	57.579	55.147	53.063	51.666	50.314
2-Taxa Bruta de Natalidade	24,21	19,46	16,16	14,64	13,45	12,58	11,86
3-Taxa de Fecundidade Total	2,77	2,14	1,85	1,79	1,75	1,73	1,72
Mortalidade							
1-Óbitos Totais	15.470	18.262	21.327	23.072	25.139	27.714	30.994
2-Óbitos de Menores de 1 ano	1.898	1.417	994	812	671	560	473
3-Taxa Bruta de Mortalidade	5,9	5,89	5,99	6,13	6,37	6,75	7,31
4 - Esperança de vida ao nascer							
4.1-Total	69,39	71,65	74,53	75,80	76,96	78,01	78,95
4.2-Homens	65,60	68,02	70,99	72,32	73,54	74,65	75,65
4.3-Mulheres	73,36	75,47	78,24	79,46	80,56	81,54	82,41
5-Esperança de Vida aos 60 anos							
5.1-Homens	18,18	19,72	20,45	20,82	21,18	21,53	21,87
5.2-Mulheres	21,46	22,56	23,73	24,3	24,84	25,35	25,83

Indicadores Demográficos	Ano de Referência						
	1991	2000	2010	2015	2020	2025	2030
6-Taxa de Mortalidade Infantil (por mil nascidos vivos)							
6.1-Total	31,70	23,50	17,20	14,70	12,60	10,80	9,40
6.2-Homens	34,60	25,70	19,20	16,50	14,30	12,40	10,70
6.3-Mulheres	28,70	21,10	15,00	12,70	10,80	9,20	8,00
Migração							
1-Saldo Migratório Anual	11.063	6.979	6.518	6.288	6.058	6.826	5.596
2-Taxa líquida de Migração(por mil habitantes)	4,22	2,25	1,83	1,67	1,54	1,42	1,32

Fonte: IBGE/DPE/Coordenação de População e Indicadores Sociais.Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica

3.3 ECONOMIA REGIONAL

O presente trabalho tem como objetivo identificar a estrutura produtiva da região da bacia hidrográfica do rio Doce, de forma a possibilitar o entendimento sobre a dinâmica econômica da região, as suas perspectivas, tendências e áreas e setores de maior dinamicidade. O estudo foi elaborado de forma a facilitar a identificação dos usos de recursos hídricos.

Para tanto, foi analisada a estrutura produtiva da bacia, com destaque para a produção efetiva, tanto do setor primário, como do secundário e terciário. Foi abordada a dinâmica econômica regional da bacia, descrevendo a característica da região por unidade de análise e por setores produtivos.

A bacia hidrográfica do rio Doce apresenta uma forte atividade industrial, focada na produção da celulose, siderurgia, mecânica pesada, produtos alimentares e reflorestamento, além da extração mineral, que exerce influência na economia regional.

Com isso, tem-se uma visão completa da estrutura econômica da Bacia Hidrográfica e de suas regiões, com vistas a facilitar a mensuração do consumo de recursos hídricos.

3.3.1 A Dinâmica Econômica da Região: o Produto Interno Bruto

O Produto Interno Bruto (PIB) da bacia do rio Doce foi calculado a partir das informações do IBGE, sendo utilizada a base de dados do PIB municipal, especificamente do Valor Adicionado (VA) Agropecuário, da Indústria e Serviços, além do próprio PIB municipal.

Para proceder a agregação das informações municipais foi utilizado o critério descrito na sequência. Para compor o VA Agropecuário, partiu-se da área de inserção de cada município na bacia. Para os demais dados econômicos utilizou-se o mesmo critério. Desta forma, foi possível compor o PIB da bacia a partir dos dados municipais.

Entretanto, para se analisar a dinâmica econômica da bacia é importante analisar o seu contexto geográfico, ou seja, perpassar pelo Produto Interno Bruto dos Estados de Minas Gerais e do Espírito Santo, relacioná-los com os demais estados e com o do Brasil.

Neste sentido, o Quadro 3.14 apresenta a evolução do PIB de MG, ES e do Brasil. Assim, pode-se observar que o Estado do Espírito Santo apresenta taxas de crescimento superiores à MG e ao Brasil, demonstrando uma relação de maior dinâmica econômica regional.

Enquanto Minas Gerais somente superou a taxa Brasil em 2005, o Estado do Espírito Santo alavancou as taxas com crescimento superior à MG e ao Brasil.

O Quadro 3.15 apresenta o Ranking dos Estados no PIB do Brasil, onde é possível perceber uma estabilidade na dimensão do crescimento econômico dos seis primeiros colocados do Ranking. Entre a sexta posição e a décima ocorreu somente uma alteração, com a substituição de posições entre o Estado de Santa Catarina e do Distrito Federal, que alternaram de sétima para oitava posição.

Quadro 3.14 Evolução do PIB de MG, ES e do Brasil.

ANO	MINAS GERAIS	ESPIRITO SANTO	BRASIL
2003	0,42%	1,5%	0,50%
2004	4,88%	5,8%	4,90%
2005	4,20%	4,3%	2,88%

IBGE e Cálculos próprios

Quadro 3.15 Ranking dos Estados no PIB do Brasil – 2002 – 2005.

RANKING DOS ESTADOS NO PIB DO BRASIL - 2002 - 2005				
Posição	2002	2003	2004	2005
1º	São Paulo	São Paulo	São Paulo	São Paulo
2º	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro
3º	Minas Gerais	Minas Gerais	Minas Gerais	Minas Gerais
4º	Rio Grande do Sul	Rio Grande do Sul	Rio Grande do Sul	Rio Grande do Sul
5º	Paraná	Paraná	Paraná	Paraná
6º	Bahia	Bahia	Bahia	Bahia
7º	Distrito Federal	Santa Catarina	Santa Catarina	Santa Catarina
8º	Santa Catarina	Distrito Federal	Distrito Federal	Distrito Federal
9º	Goiás	Goiás	Goiás	Goiás
10º	Pernambuco	Pernambuco	Pernambuco	Pernambuco
11º	Ceará	Ceará	Espírito Santo	Espírito Santo
12º	Espírito Santo	Espírito Santo	Mato Grosso	Ceará
13º	Pará	Pará	Ceará	Pará
14º	Amazonas	Mato Grosso	Pará	Mato Grosso
15º	Mato Grosso	Amazonas	Amazonas	Amazonas
16º	Maranhão	Mato Grosso do Sul	Maranhão	Maranhão
17º	Mato Grosso do Sul	Maranhão	Mato Grosso do Sul	Mato Grosso do Sul
18º	Paraíba	Paraíba	Rio Grande do Norte	Rio Grande do Norte
19º	Rio Grande do Norte	Rio Grande do Norte	Paraíba	Paraíba
20º	Alagoas	Alagoas	Alagoas	Alagoas
21º	Sergipe	Sergipe	Sergipe	Sergipe
22º	Rondônia	Rondônia	Rondônia	Rondônia
23º	Piauí	Piauí	Piauí	Piauí
24º	Tocantins	Tocantins	Tocantins	Tocantins
25º	Amapá	Amapá	Acre	Acre
26º	Acre	Acre	Amapá	Amapá
27º	Roraima	Roraima	Roraima	Roraima

Fonte: USN, Coordenação de Estudos Econômicos

O Estado do Espírito Santo apresentou, a partir de 2004, deslocamento da décima segunda posição para a décima primeira, o que demonstra crescimento econômico mais robusto do que a média nacional. O Estado de Minas Gerais mantém-se em uma situação estável, com o terceiro maior PIB do Brasil sem grandes alterações, apesar de apresentar, em 2005, taxa de crescimento econômico superior a média nacional.

Neste sentido é importante destacar a composição e a participação do PIB e do Valor Adicionado dos Estados de Minas Gerais e do Espírito Santo no cálculo do PIB do Brasil. O Quadro 3.16 e Quadro 3.17 apresentam a participação, em termos percentuais, dos Estados da Região Sudeste no PIB do Brasil.

Quadro 3.16 Participação dos Estados no PIB do Brasil a preços de mercado corrente – 2002 – 2005 (%)

Grandes regiões e Unidades da Federação				
	2002	2003	2004	2005
Sudeste	56,7	55,8	55,8	56,5
Minas Gerais	8,6	8,8	9,1	9
Espírito Santo	1,8	1,8	2,1	2,2
Rio de Janeiro	11,6	11,1	11,5	11,5
São Paulo	34,6	34,1	33,1	33,9

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais, Contas Regionais do Brasil- referência 2002.

O Estado de Minas Gerais apresenta uma leve evolução no período de 2002 a 2005, ampliando de 8,6% para 9,0% na participação do PIB do Brasil, com uma pequena variação negativa no período de 2004 para 2005. Já o Estado do Espírito Santo, apresenta uma variação positiva a partir de 2003, saindo de 1,8% para 2,2% na participação do PIB do Brasil.

Se observarmos a participação da região hidrográfica do rio Doce nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo (Quadro 3.18), percebe-se a importância da região no desenvolvimento econômico de cada um dos Estados.

Quadro 3.17 Participação do valor adicionado e PIB da bacia do rio Doce nos Estados de MG e ES (2002 – 2005) por sub-bacias (UPG) – valores correntes de set/2008.

UPG	R\$ 1,00			
	PIB Municipal 2002	PIB Municipal 2005	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
Área Mineira BHRio DOCE	21.957.326	28.095.708	8,56%	27,96%
MG	183.767.058	220.039.314	6,19%	19,74%
% participação	11,95%	12,77%		
Área Capixaba BHRio DOCE	3.862.335	4.750.499	7,14%	23,00%
ES	38.478.692	53.911.052	11,90%	40,11%
% participação	10,04%	8,81%		

Fonte: IBGE, cálculos próprios

Pode-se observar que a bacia do Doce apresentou, no período de 2002 a 2005, taxas de crescimento do PIB regional, a preços correntes de set/2008, superiores a média do Estado de Minas Gerais. A participação da região no PIB Estadual ampliou de 11,95% para 12,77% decorrente, principalmente, da expansão da indústria e da agropecuária na região.

Se comparada a média da bacia do rio Doce com os resultados do Estado do Espírito Santo verifica-se uma expansão estadual superior a média da região nos três setores econômicos, o que resultou na redução da participação regional no PIB do Estado, de 10,04% em 2002, para 8,81% em 2005.

No Quadro 3.18 é apresentada a participação do PIB Total para cada uma das unidades de análise. Para a composição do PIB utilizou-se o critério de agregação por sede municipal.

Quadro 3.18 Planilha de consolidação do PIB municipal (2002 – 2005) por sede (UPG) – valores correntes de set/2008. R\$ 1,00

Unidades de Análise	PIB municipal		Tx. Cresc. Anual (%)	Tx. Cresc. Período (%)
	2002	2005		
Piranga	4.515.016	6.234.335	11,36	38,08
Piracicaba	9.709.594	13.205.003	10,79	36,00
São José	2.595.739	3.349.159	8,87	29,03
Santa Maria do Doce	744.594	884.725	5,92	18,82
Caratinga	1.284.322	1.512.583	5,60	17,77
Manhuaçu	1.894.320	2.173.431	4,69	14,73
Suaçuí	3.319.021	3.632.732	3,06	9,45
Santo Antônio	1.235.053	1.337.624	2,70	8,30
Guandu	522.001	516.615	-0,35	-1,03
Total	25.819.661	32.846.208	8,35	27,21

Fonte: IBGE, cálculos próprios.

A partir das informações acima, verifica-se que todas as unidades inseridas no Estado do Espírito Santo apresentaram taxas de crescimento inferiores a média estadual para todo o período. Entretanto, a unidade do São José apresentou taxa superior a média regional e a unidade do Guandu mostrou taxas negativas de crescimento.

Em termos absolutos a unidade do São José representava, em 2002, 67% do PIB regional inserido no ES, em 2005, ampliou a sua participação quatro pontos percentuais, para o patamar de 71%. Tal situação expressa uma grande concentração econômica na região capixaba da bacia.

Quanto as UGP inseridas no Estado de Minas Gerais, a UGP Piranga e a UGP Piracicaba expandiram-se acima da média Estadual e da própria Região. As taxas de crescimento no período foram de 38,08% e 36,0%, respectivamente, em contraposição a média regional de 27,21%. As duas UGP juntas compreendiam, em 2002, 65% do PIB Regional inserido em MG. Em 2005, este indicador ampliou para 69% indicando supremacia das duas UPG's sobre as demais.

As demais regiões inseridas em MG apresentaram taxas inferiores a média regional. Dentre elas, a unidade do Suaçuí Grande obteve o segundo menor índice de crescimento, ou seja, 3,06%. Em termos absolutos, esta unidade detém a terceira posição em toda a bacia.

Em termos de participação de cada unidade no PIB Regional (Quadro 3.19) pode-se afirmar que a unidade do Piracicaba concentra, em 2005, 40% do valor da atividade econômica regional, ou seja, é a principal unidade em termos econômicos de toda a bacia. Destaca-se que além do valor absoluto, a unidade do Piracicaba apresentou, conjuntamente com a unidade do Piranga, o maior crescimento no período analisado.

Quadro 3.19 Participação da UPG no PIB da bacia do rio Doce.

UPG	%	
	2002	2005
CARATINGA	5%	5%
MANHUAÇU	7%	7%
PIRANGA	17%	19%
SANTO ANTÔNIO	5%	4%
SUAÇUI GRANDE	13%	11%
PIRACICABA	38%	40%
GUANDÚ	2%	2%
SANTA MARIA DOCE	3%	3%
SÃO JOSÉ	10%	10%

Fonte: IBGE, cálculos próprios

A unidade do Piranga ocupa a segunda colocação com 19%, em 2005, seguida pela unidade do Suaçuí Grande com 11% e São José com 10%. As unidades do Santo Antônio, do Santa Maria Doce e do Guandu, participam com 4%, 3% e 2%, respectivamente, no ano de 2005.

As unidades do Santo Antônio e do Suaçuí Grande apresentaram redução de sua participação no total da bacia, o que é um indicador de que está ocorrendo uma movimentação ou concentração das atividades econômicas regionais.

O Quadro 3.20 apresenta o Ranking da Participação dos 20 maiores municípios no PIB Regional, para os anos de 2002 e 2005.

Ao observar as informações a seguir, verifica-se que os 20 municípios de maior expressão econômica representam juntos, para o ano de 2005, aproximadamente 70% do PIB regional, sendo que os 10 primeiros somados totalizam 56% do PIB regional. Este quadro aponta para a existência de grandes pólos econômicos na Região.

É importante destacar que o município de Ipatinga destaca-se na bacia, com uma representação expressiva. Para o ano de 2005, representa quase 14% do PIB regional.

O Quadro 3.21 apresenta informações sobre a participação da bacia do rio Doce no PIB e nos respectivos Valores Adicionados de Minas Gerais e do Espírito Santo.

Quadro 3.20 Ranking dos municípios de maior PIB total.

R\$ 1,00

	2002		2005	
	Município	PIB	Município	PIB
1	Ipatinga	3.841.129,56	Ipatinga	5.052.845,44
2	Governador Valadares	2.147.579,68	Itabira	2.766.797,36
3	Itabira	1.929.324,00	Governador Valadares	2.301.458,97
4	Timóteo	1.539.571,62	Timóteo	2.104.408,93
5	Linhares	1.245.732,51	Ouro Preto	1.852.179,08
6	Ouro Preto	1.042.749,18	Ouro Branco	1.765.413,68
7	Colatina	997.061,13	Linhares	1.636.520,68
8	João Monlevade	976.558,09	João Monlevade	1.436.595,28
9	Ouro Branco	924.523,92	Colatina	1.216.141,46
10	Mariana	688.693,48	Mariana	1.178.671,48
11	Manhuaçu	686.924,78	Ubá	775.045,31
12	Ubá	630.730,19	Manhuaçu	770.524,35
13	Conselheiro Lafaiete	548.705,38	Conselheiro Lafaiete	681.546,29
14	Belo Oriente	526.171,88	Caratinga	538.539,91
15	Coronel Fabriciano	509.491,86	Ponte Nova	522.233,29
16	Caratinga	461.662,68	Coronel Fabriciano	515.710,26
17	Ponte Nova	455.403,59	Belo Oriente	511.124,13
18	Viçosa	398.195,12	Viçosa	476.327,48
19	Barão de Cocais	241.498,01	Barão de Cocais	411.271,39
20	Carandaí	195.031,03	Santa Maria de Jetibá	341.613,52

Fonte IBGE

Quadro 3.21 Participação do valor adicionado e PIB da bacia do rio Doce nos Estados de MG e ES (2002-2005) % por sub-bacia (UPG) – valores correntes set/2008.

R\$ 1,00

Unidade de Análise	MINAS GERAIS		ESPIRITO SANTO	
	2002	2005	2002	2005
V.A Agropecuário	10,68%	10,93%	29,04%	24,96%
V.A Serviços	11,12%	11,42%	10,22%	9,49%
V.A Industrial	16,13%	17,38%	7,40%	6,90%
PIB Total	11,95%	12,77%	10,04%	8,81%

Fonte: IBGE, cálculos próprios

No tocante ao Valor Agregado Agropecuário da região participa com, aproximadamente, 11% em Minas Gerais para o período de 2002 a 2005. Esses valores mudam em relação ao Estado do Espírito Santo com aproximadamente 29% em 2002 e com 25% em 2005. Estes dados permitem auferir que a bacia do rio Doce é um pólo agropecuário importante para o Estado do Espírito Santo, apesar de perder força nos últimos anos. Em relação ao Estado de Minas Gerais manteve-se praticamente estável, mas com menor influência em termos percentual no Estado.

Em relação ao Valor Adicionado Industrial a situação é invertida, bacia do Rio Doce participa com quase 17%, em 2005, do Valor Adicionado Industrial Mineiro, ampliando mais de um ponto percentual no período observado.

Em relação ao Estado do Espírito Santo, a participação do VA industrial é 7,40% em 2002, reduzindo para 6,90% para 2005.

Em relação à participação no PIB total de Minas Gerais, a bacia ampliou a sua participação de 11,95% em 2002, para 12,77% em 2005.

Observando a evolução do PIB total da região em relação ao Estado do Espírito Santo verifica-se que ocorreu uma redução na participação relativa da região na Economia Estadual. Em 2002, a bacia do rio Doce participava com 10% do PIB total do ES e passou para 9% em 2005.

Por fim, verifica-se ainda que a bacia ampliou a sua participação em relação ao Estado de Minas Gerais, expandindo a sua participação em todos os setores econômicos, ao contrário do que ocorreu no Estado do Espírito Santo, onde a bacia reduziu a sua participação em todos os setores econômicos para o período de 2002 a 2005.

O Quadro 3.22 apresenta uma comparação em termos percentuais da participação de cada UGP em relação ao PIB Total da Região. Desta forma é possível identificar as UPG de maior expressão relativa agropecuária e industrial.

Quadro 3.22 Participação do valor adicionado no PIB da bacia do rio Doce nos Estados de MG e ES (2002-2005) % por unidade de análise – valores correntes set/2008.

Unidade de Análise	V.A Serviços		V.A Agropecuário		V.A Industrial	
	2002	2005	2002	2005	2002	2005
CARATINGA	65%	64%	15%	16%	11%	11%
MANHUAÇU	58%	59%	23%	21%	11%	11%
PIRANGA	52%	44%	13%	11%	29%	39%
SANTO ANTÔNIO	43%	44%	9%	9%	37%	38%
SUAÇUI GRANDE	67%	69%	10%	10%	16%	13%
PIRACICABA	39%	35%	1%	1%	49%	53%
GUANDÚ	49%	55%	33%	30%	10%	11%
SANTA MARIA DOCE	54%	55%	21%	25%	20%	18%
SÃO JOSÉ	50%	47%	16%	17%	21%	24%

Fonte: IBGE, cálculos próprios

Desta forma, vale destacar que as unidades do Caratinga, do Manhuaçu, na parte mineira da bacia e do Guandu e do Santa Maria Doce, na parte capixaba apresentam VA Agropecuário superiores ao VA Industrial, ou seja, são regiões com predominância econômica na agropecuária. Destaca-se a unidade do Guandu com percentuais superiores a 30% para o período observado. A unidade do Suaçuí Grande é aquela onde existe a menor discrepância entre o VA agropecuário e o industrial.

As unidades do Piranga, do Santo Antônio, do Suaçuí e do Piracicaba pela parte mineira e do São José pela área capixaba apresentaram VA industrial superior ao Agropecuário. Tais unidades têm na indústria grande expressão econômica.

Destaca-se a unidade do Piracicaba com mais de 50% do VA industrial em sua composição. De fato, observa-se a presença de grandes unidades industriais nesta UPRH. Na sequência, para o ano de 2005, têm-se as unidades do Piranga e do Santo Antônio, com

39% e 38%, respectivamente, sendo que a primeira apresentou um crescimento de 10% pontos percentuais no período.

3.3.1.1 O Valor Adicionado Regional

3.3.1.1.1 O Valor Adicionado Agropecuário

O Valor Adicionado Agropecuário na bacia do rio Doce (Quadro 3.23) apresenta maior pujança na unidade do Caratinga, pelo lado mineiro da bacia e nas unidades do Santa Maria e do São José na área capixaba. Tais regiões apresentaram, para o período de 2002 a 2005, taxas de crescimento superiores a média da bacia, obtendo 26,53%, 37,76% e 35,33% respectivamente. A bacia apresentou taxa de crescimento de 16,93%.

Quadro 3.23 Planilha de consolidação do PIB municipal por unidade de análise - VA agropecuário de 2002-2005– valores correntes de set/2008.

R\$ 1,00

Unidade de Análise	VA	VA	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	Agropecuário	Agropecuário		
	2002	2005		
CARATINGA	196.727	248.925	8,16%	26,53%
MANHUAÇU	431.469	465.902	2,59%	7,98%
PIRANGA	576.912	673.782	5,31%	16,79%
SANTO ANTÔNIO	107.471	116.637	2,77%	8,53%
SUAÇUI GRANDE	339.682	370.869	2,97%	9,18%
PIRACICABA	63.612	66.989	1,74%	5,31%
GUANDÚ	173.209	154.782	-3,68%	-10,64%
SANTA MARIA DOCE	157.962	217.608	11,27%	37,76%
SÃO JOSÉ	424.193	574.067	10,61%	35,33%
TOTAL	2.471.238	2.889.560	5,35%	16,93%

Unidade de Análise	VA	VA	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	Agropecuário	Agropecuário		
	2002	2005		
Área Mineira BHRio DOCE	1.715.874	1.943.103	4,23%	13,24%
MG	16.059.306	17.784.987	3,46%	10,75%
% participação	10,68%	10,93%		
Área Capixaba BHRio DOCE	755.365	946.457	7,81%	25,30%
ES	2.600.759	3.791.517	13,39%	45,78%
% participação	29,04%	24,96%		

Fonte: IBGE, cálculos próprios

A unidade do Guandu apresentou taxa negativa, ou seja, ocorreu redução no valor econômico agropecuária da região, na sequência temos a unidade do Piracicaba, que obteve taxas de 5,31% para o período. Observa-se também que esta última apresenta o menor valor em termos absolutos. A unidade de maior valor absoluto é do Piranga, seguida pela unidade do São José. As duas juntas representam 43% do VA agropecuário Regional.

As unidades do Caratinga, do Manhuaçu e do Suaçuí Grande representam 9%, 16% e 13% respectivamente para o ano de 2005. As unidades de menor expressão agropecuária são do Piracicaba e do Guandu, com 2% e 5% respectivamente, em 2005.

A partir das informações acima é possível afirmar que a bacia do Doce tem suas atividades agropecuárias centradas principalmente em quatro unidades, ou seja, com maior desconcentração do que aquela apresentada pelo PIB Total.

O Quadro 3.24 apresenta o Ranking dos 20 principais municípios de atividade agropecuária na bacia do rio Doce para os anos de 2002 e 2005.

Quadro 3.24 Ranking dos municípios de maior VA agropecuário – valor corrente de set/2008.

R\$ 1,00

	Município	2002	Município	2005
1	Linhares	166.345,43	Linhares	184.476,17
2	Manhuaçu	73.688,79	Santa Maria de Jetibá	182.611,46
3	Brejetuba	71.575,88	Sooretama	123.019,21
4	Sooretama	63.869,77	Itaguaçu	72.905,15
5	Afonso Cláudio	63.023,77	Santa Teresa	72.296,59
6	Santa Maria de Jetibá	58.328,65	Brejetuba	63.194,95
7	Lúna	55.759,47	Vila Valério	62.462,04
8	Rio Bananal	49.773,85	Rio Bananal	61.399,31
9	Muniz Freire	44.152,24	Manhuaçu	55.138,16
10	Carandaí	43.673,94	Afonso Cláudio	50.067,89
11	Itaguaçu	42.121,82	Carandaí	48.319,54
12	Colatina	41.480,23	Caratinga	45.251,61
13	Mutum	39.915,84	Colatina	43.276,61
14	Caratinga	36.784,49	Mutum	42.355,75
15	Santa Teresa	36.509,17	Simonésia	39.472,35
16	Vila Valério	34.332,01	Santa Margarida	38.340,15
17	Irupi	33.933,74	Aimorés	37.678,60
18	Simonésia	32.034,81	Irupi	37.230,97
19	Abre Campo	31.790,31	Lúna	36.906,67
20	Ibatiba	31.386,77	Ibatiba	34.919,41

Fonte IBGE

O município de Linhares destaca-se na bacia, pois apresenta o maior VA agropecuário no período, seguindo por Santa Maria de Jetibá que saltou da 6ª posição em 2002, para a segunda em 2005, decorrente da ampliação da criação de pintos e galinhas. Vale destacar ainda que a parte capixaba apresenta maior pujança no setor agropecuário do que a área mineira.

Por fim, é importante destacar que os municípios listados acima contribuem, para o ano de 2005, com 39% do VA Agropecuário da bacia, o que confirma a tese de uma maior desconcentração desta atividade na região.

3.3.1.1.2 O Valor Adicionado Industrial

O Valor Adicionado Industrial na bacia do rio Doce (Quadro 3.25) apresenta maior pujança na unidade do Piracicaba, que participa com 59% do VA Industrial da bacia no ano de 2005 e que ainda obteve a segunda maior taxa de crescimento no período, cerca de 47,18%.

Quadro 3.25 Planilha de consolidação do PIB municipal por sede (unidade de análise) - VA industrial de 2002-2005– valores correntes de set/2008.

R\$ 1,00

Unidade de Análise	VA Industrial	VA Industrial	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2002	2005		
CARATINGA	139.487	160.364	4,76%	14,97%
MANHUAÇU	216.980	239.839	3,40%	10,53%
PIRANGA	1.287.477	2.443.707	23,81%	89,81%
SANTO ANTÔNIO	452.387	509.657	4,05%	12,66%
SUAÇUI GRANDE	541.560	487.165	-3,47%	-10,04%
PIRACICABA	4.716.715	6.941.946	13,75%	47,18%
GUANDÚ	52.882	58.902	3,66%	11,38%
SANTA MARIA DOCE	145.413	156.966	2,58%	7,94%
SÃO JOSÉ	551.411	791.483	12,80%	43,54%
TOTAL	8.104.312	11.790.028	13,31%	45,48%

Unidade de Análise	VA Industrial	VA Industrial	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2002	2005		
Área Mineira da BHRio DOCE	7.354.606	10.782.678	13,60%	46,61%
MG	45.600.676	62.039.558	10,81%	36,05%
% participação	16,13%	17,38%		
Área Capixaba BHRio DOCE	749.706	1.007.351	10,35%	34,37%
ES	10.130.590	14.591.519	12,93%	44,03%
% participação	7,40%	6,90%		

Fonte: IBGE, cálculos próprios

A unidade do Piranga detém a segunda colocação em termos absolutos, representando 21% do VA industrial da bacia do rio Doce. A sua taxa de crescimento foi expressiva, com quase 90% de expansão no período.

Desta forma, as duas unidades juntas representam, em 2005, 80% do VA industrial da bacia. Tais dados apontam para uma expressiva concentração da atividade industrial. Se for incorporada a unidade do São José este índice eleva-se para 87%.

A unidade do Suaçuí Grande apresentou no período taxas negativas de expansão da indústria, com redução superior a 10% no período, ou seja, ocorreu uma desaceleração no nível da atividade industrial na unidade.

No Quadro 3.26 é apresentado o ranking dos municípios da bacia do rio Doce com maior VA industrial.

Quadro 3.26 Ranking dos municípios com maior VA industrial – valor corrente set/08.

R\$ 1,00

	Município	2002	Município	2005
1	Ipatinga	1.896.947,18	Ipatinga	2.542.115,46
2	Itabira	1.194.385,70	Itabira	1.845.976,04
3	Timóteo	792.570,77	Ouro Preto	1.254.931,88
4	Ouro Preto	559.229,65	Timóteo	1.173.983,83
5	Ouro Branco	521.119,16	Ouro Branco	1.007.439,04
6	João Monlevade	450.334,43	Mariana	781.647,61
7	Governador Valadares	434.457,51	João Monlevade	715.951,61
8	Mariana	418.265,05	Linhares	522.856,62
9	Linhares	347.278,14	Governador Valadares	352.661,57
10	Belo Oriente	307.556,28	Belo Oriente	308.891,81
11	Colatina	227.767,86	Colatina	268.299,18
12	Ubá	146.686,50	Barão de Cocais	239.415,77
13	Barão de Cocais	119.381,01	Ubá	210.908,79
14	Manhuaçu	86.011,80	João Neiva	162.108,04
15	Santa Bárbara	68.675,95	São Gonçalo Rio Abaixo	102.669,31
16	Nova Era	67.155,62	Manhuaçu	102.014,34
17	Ponte Nova	58.447,33	Conselheiro Lafaiete	95.073,01
18	Caratinga	57.336,44	Ponte Nova	89.770,60
19	Conselheiro Lafaiete	57.048,98	Braúnas	84.282,64
20	Coronel Fabriciano	51.804,21	Rio Piracicaba	77.887,15

Fonte: IBGE

O município de Ipatinga destaca-se na região por apresentar o maior VA industrial, representando, em 2005, quase 20% do VA industrial da bacia. Na sequência destaca-se o município de Itabira, seguindo Ouro Preto e Timóteo. Estes quatro municípios agrupados representam, aproximadamente, 50% de todo o VA industrial.

Portanto, percebe-se uma elevada concentração nas atividades industriais da bacia, centradas principalmente, no Estado de Minas Gerais, e principalmente, na unidade do Piracicaba, ou seja, na cabeceira do rio Doce.

Em relação ao Estado do Espírito Santo, somente os municípios de Linhares e Colatina figuram entre os 20 maiores municípios industriais da bacia, especificamente, na 9ª e 11ª posição em 2005.

3.3.1.1.3 O Valor Adicionado Serviços

O Valor Adicionado de Serviços na bacia do rio Doce (Quadro 3.27) também apresenta maior pujança na unidade do Piracicaba, que representa 31% do VA serviços na bacia do Doce em 2005, seguido pelas unidades do Piranga e do Suaçuí, com 18% e 17% respectivamente.

É possível perceber que o VA de Serviços apresenta uma maior desconcentração na bacia do rio Doce em relação ao PIB total e ao VA Industrial. Para o ano de 2005, somente as unidades do Santo Antônio, Santa Maria do Doce e do Guandu apresentaram valores pouco representativos.

Quadro 3.27 Planilha de consolidação do PIB municipal por sede (unidade de análise) - VA serviço 2002-2005– valores correntes de set/2008.

R\$ 1,00

Unidade de Análise	VA Serviço	VA Serviço	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2002	2005		
CARATINGA	833.199	967.885	5,12%	16,16%
MANHUAÇU	1.108.120	1.280.031	4,92%	15,51%
PIRANGA	2.362.712	2.766.277	5,40%	17,08%
SANTO ANTÔNIO	529.926	583.849	3,28%	10,18%
SUAÇUI GRANDE	2.229.270	2.511.658	4,06%	12,67%
PIRACICABA	3.826.619	4.599.804	6,33%	20,21%
GUANDÚ	256.373	284.920	3,58%	11,14%
SANTA MARIA DOCE	401.969	487.408	6,63%	21,25%
SÃO JOSÉ	1.300.383	1.582.549	6,76%	21,70%
TOTAL	12.848.571	15.064.379	5,45%	17,25%

Unidade de Análise	VAServiços	VA Serviços	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2002	2005		
Área Mineira da BHRio DOCE	10.889.846	12.709.503	5,29%	16,71%
MG	97.895.169	111.268.723	4,36%	13,66%
% participação	11,12%	11,42%		
Área Capixaba da BHRio DOCE	1.958.725	2.354.876	6,33%	20,22%
ES	19.173.746	24.823.607	8,99%	29,47%
% participação	10,22%	9,49%		

Fonte: IBGE, cálculos próprios

As unidades inseridas no Estado do Espírito Santo apresentaram taxas de crescimento inferiores a média estadual. Entretanto, somente a do Guandu apresentou taxas inferiores a média da bacia. As maiores taxas de crescimento da bacia foram exatamente as unidades do São José e Santa Maria do Doce, com 21,70% e 21,25% respectivamente.

3.3.2 Produção Agrícola (Principais Culturas)

A área plantada de culturas permanentes teve evolução de apenas 8,14% entre os anos de 2000 e 2006, conforme Quadro 3.28. Este crescimento discreto é compatível com a fronteira agrícola dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, de exploração agropecuária de longa data, logo, com expansão limitada. Diferente, por exemplo, dos estados da Região Norte e Centro-Oeste, como Mato Grosso do Sul, cuja exploração do potencial econômico do setor primário é relativamente recente, com incremento de 46% de sua área plantada no idêntico período (PAM, IBGE, 2007).

No Quadro 3.29 é apresentada a evolução do ranking da área plantada de lavoura permanente em 2000 e 2006 por município.

Quadro 3.28 Área plantada de lavoura permanente 2000 - 2006 por unidade de análise.

UPGRH/UA	Área plantada lavoura Perm Hectares	Área plantada lavoura Perm Hectares	Tx. Cresc Anual	Tx. Cresc Período
	2000	2006		
Caratinga	27.366,47	33.600,70	3,48%	22,78%
Manhuaçu	94.043,22	104.664,09	1,80%	11,29%
Piranga	81.023,11	88.122,17	1,41%	8,76%
Santo Antônio	3.556,74	1.895,84	-9,96%	-46,70%
Suaçuí	18.149,73	15.895,27	-2,19%	-12,42%
Piracicaba	2.534,26	1.738,90	-6,08%	-31,38%
Guandu	41.191,72	48.088,26	2,61%	16,74%
Santa Maria Doce	52.066,46	48.070,59	-1,32%	-7,67%
São José	150.252,41	166.386,03	1,71%	10,74%
Total	470.184,12	508.461,86	1,31%	8,14%

Fonte: IBGE

Quadro 3.29 Evolução ranking -área plantada de lavoura permanente 2000 - 2006 por município.

Nº	2000		2006		Δ%
	Município	Área (ha)	Município	Área (ha)	
1	Linhares - ES	35316	Linhares - ES	38346	8,58
2	Colatina - ES	25923	Vila Valério - ES	23413	49,67
3	Iúna - ES	20103	Sooretama - ES	22158	24,96
4	Muniz Freire - ES	18226	Afonso Cláudio - ES	18792	8,87
5	Sooretama - ES	17732	Brejetuba - ES	18565	36,68
6	Afonso Cláudio - ES	17261	Iúna - ES	18092	-10,00
7	Rio Bananal - ES	16457	Manhuaçu - MG	17945	33,89
8	Vila Valério - ES	15643	Rio Bananal - ES	16819	2,20
9	Itaguaçu - ES	14079	Itaguaçu - ES	15938	13,20
10	Pancas - ES	13753	Colatina - ES	15163	-41,51
11	Brejetuba - ES	13583	Pancas - ES	13668	-0,62
12	Manhuaçu - MG	13403	São Gabriel da Palha - ES	13487	3,78
13	São Gabriel da Palha - ES	12996	Muniz Freire - ES	12091	-33,66
14	Santa Teresa - ES	9721	Irupi - ES	10305	9,51
15	Irupi - ES	9410	Governador Lindenberg - ES	9475	0,00
16	Durandé - MG	8694	Santa Teresa - ES	9121	-6,17
17	Marilândia - ES	8650	Ibatiba - ES	9044	12,52
18	Ibatiba - ES	8038	Lajinha - MG	8829	0,00
19	Águia Branca - ES	7896	Águia Branca - ES	8812	11,60
20	Alto Rio Novo - ES	7526	Mutum - MG	8775	0,00
	TOTAL	294410		308838	

Fonte: IBGE

Destaca-se o município de Linhares (ES), que permaneceu com a maior fronteira agrícola no período: 35.316 ha em 2000 e 38.346 ha em 2006. O município de Colatina –

ES, por sua vez, caiu de uma posição de 2ª maior área plantada em 2000 (25.923 ha) para a 10ª posição em 2006 (15.163 ha). Outra queda significativa foi a da cidade de Muniz Freire – ES, de -33%, passando da 4ª para 13ª posição. O Quadro 3.29 demonstra que esta queda deveu-se, exclusivamente, a desativação de sua atividade agrícola e não pelo crescimento dos demais municípios.

Destoando da tendência da região, em termos de taxa de crescimento de área cultivada, sobressaíram-se os municípios de Vila Valério - ES, com 49,67% (passou da 9ª posição para a 2ª); Brejetuba (ES), com 36,68% (modificou sua colocação de 11ª para 5ª); e Manhuaçu - MG, com 33,89% (passou da 12ª posição para a 7ª). Estes municípios, portanto, desbravaram uma fronteira agrícola considerável.

No Quadro 3.30 são indicados os municípios mineiros pertencentes à bacia do rio Doce com maior produção agrícola (dados de 2004).

Quadro 3.30 Principais municípios mineiros de rio Doce em termos de produção agrícola (dados de dezembro).

	Município	Área		População		Valor da Produção agrícola (mil Reais)	Posição do Valor da Produção no Ranking mineiro
		Km²	Participação percentual na região	habitantes	Participação percentual na região		
1	Caratinga	1.254	3,0	7.789	5,1	30.519	97°
2	Mutum	1.260	3,0	6.693	1,7	27.468	107°
3	Aimorés	1.353	3,2	25.105	1,6	18.673	163°
4	Santa Rita do Itueto	488	1,2	6.061	0,4	17.503	163°
5	Ubaporanga	191	0,5	11.682	0,8	15.015	185°

Fontes: IBGE, PAM 2004; AMM, Anuário mineiro de Municípios 2003. Elaboração: SEA.

3.3.3 Pecuária

A atividade pecuária será analisada neste item. Para tanto será apresentada às criações de maior expansão e representatividade na bacia do rio Doce, com destaque para os rebanhos de galináceos, suínos e bovinos.

3.3.3.1 Galos, frangos, pintos e galinhas

A produção de galos, frangos e pintos não se destacou, como mostra no Quadro 3.31. Mas de 50% das unidades de análise diminuíram seus rebanhos. Piracicaba teve o maior decréscimo, reduzindo seu rebanho em 49,39%. O pequeno crescimento de 8,94% em toda a bacia foi puxado pela unidade do Piranga, com crescimento de 39,51%: com esse resultado, aumentou sua participação na produção total, de 44,68% em 2000 para 57,22% em 2006.

O plantel de galinhas teve redução na maioria das unidades, resultando em uma queda de 3,13% em toda a bacia (

Quadro 3.32). Apenas Guandu (1,05%) e Santa Maria Doce (20,99%) tiveram crescimento, mas em percentuais não significativos. De qualquer forma sua participação no mercado não era relevante: Guandu tinha 5,3% em 2000 e 5,56% em 2006; Santa Maria Doce representava 6,39% em 2000 e passou para 7,98%.

Quadro 3.31 Produção de galos, frangos e pintos por unidade de análise – 2000-2006.

Unidade de Análise	Animais/Cabeças	Animais/Cabeças	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2000	2006		
Caratinga	407.815,72	307.646,94	-4,59%	-24,56%
Manhuaçu	340.885,10	298.717,56	-2,18%	-12,37%
Piranga	3.757.595,00	5.242.315,68	5,71%	39,51%
Santo Antônio	264.911,82	265.998,69	0,07%	0,41%
Suaçuí	1.213.190,99	1.177.763,60	-0,49%	-2,92%
Piracicaba	1.521.852,92	770.142,46	-10,73%	-49,39%
Guandu	122.661,84	118.876,49	-0,52%	-3,09%
Santa Maria do Doce	219.609,37	258.619,39	2,76%	17,76%
São José	561.165,48	721.168,10	4,27%	28,51%
Total	8.409.688,25	9.161.248,90	1,44%	8,94%

Fonte: IBGE & Cálculos próprios

Quadro 3.32 Produção de galinhas por unidade de análise – 2000-2006.

Unidade de Análise	Animais/Cabeças	Animais/Cabeças	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2000	2006		
Caratinga	146.534,63	134.163,52	-1,46%	-8,44%
Manhuaçu	166.665,74	154.453,77	-1,26%	-7,33%
Piranga	495.413,57	477.493,20	-0,61%	-3,62%
Santo Antônio	94.194,08	90.048,54	-0,75%	-4,40%
Suaçuí	335.666,69	324.539,41	-0,56%	-3,31%
Piracicaba	39.668,54	29.379,07	-4,88%	-25,94%
Guandu	86.708,83	87.620,56	0,17%	1,05%
Santa Maria do Doce	103.889,68	125.692,44	3,23%	20,99%
São José	157.270,27	151.791,20	-0,59%	-3,48%
Total	1.626.012,02	1.575.181,70	-0,53%	-3,13%

Fonte: IBGE & Cálculos próprios

A tendência da avicultura na região é a de no mínimo manter a produção graças as exportações de frangos estarem em ascensão no mercado internacional (o que ajuda no preço interno).

3.3.3.2 Suínos

A suinocultura também teve crescimento discreto no período 6,35% (Quadro 3.33), que se deveu exclusivamente à unidade do Piranga, com acréscimo de 15,22% no período, mas com participação significativa no mercado (61,74% em 2000 e 66,89% em 2006). Manhuaçu foi a outra unidade com incremento em seu rebanho, mas de apenas 2,34%, quando sua participação era de somente 5,69% da produção total em 2000.

Quadro 3.33 Suinocultura por unidade de análise – 2000-2006.

Unidades de Análise	Animais/Cabeças	Animais/Cabeças	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2000	2006		
Caratinga	28.234,71	24.217,38	-2,53%	-14,23%
Manhuaçu	48.303,23	49.432,89	0,39%	2,34%
Piranga	524.176,10	603.941,89	2,39%	15,22%
Santo Antônio	28.756,79	27.088,18	-0,99%	-5,80%
Suaçuí	101.394,03	97.836,98	-0,59%	-3,51%
Piracicaba	34.015,82	20.464,29	-8,12%	-39,84%
Guandu	28.175,12	25.055,19	-1,94%	-11,07%
Santa Maria do Doce	23.478,26	22.467,93	-0,73%	-4,30%
São José	32.418,23	32.384,45	-0,02%	-0,10%
Total	848.952,30	902.889,18	1,03%	6,35%

Fonte: IBGE & Cálculos próprios

Este setor deve manter-se em alta, pois as receitas com as exportações de carne in natura voltou a crescer em agosto deste ano, segundo o relatório da Secretária de Comércio Exterior (Secex), provocado pela alta dos preços das carnes no mercado internacional. As vendas externas de carne suína subiram 18,2% em relação ao mesmo mês de 2007, atingindo US\$ 137,1 milhões (Fonte: Valor Econômico).

Há perspectivas de crescimento do setor, contando com o fim da crise financeira que ora se alastra no mercado internacional. A Rússia, por exemplo, maior comprador internacional da produção brasileira de carnes, pretende aumentar o número de fornecedores brasileiros habilitados a comercializar estes produtos, o que significa uma nova e grande chance de plantas de tamanho médio, localizadas em vários pontos do país, ingressarem no mercado internacional (Fonte: EMATER/MG). As exportações permanecem aquecidas. Em junho deste ano, aumentaram 2,77% em volume e 39,14% em valores, em relação a igual período de 2007. O Brasil vendeu no mercado internacional 51.731 toneladas, gerando uma receita de US\$ 147,49 milhões. Em junho de 2007, as vendas corresponderam a 50.339 toneladas e US\$ 106 milhões (Fonte: Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína - Abipecs).

Quanto ao mercado interno, a Comissão Nacional da Suinocultura da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), está consolidando um projeto nacional, nos próximos três anos (2009, 2010 e 2011), elevar o consumo per capita de carne suína, ao menos dois quilogramas, passando dos atuais 13 para 15 kg. A partir de 2007 o consumo alcançou o patamar de 13,1 kg por habitante por ano, um crescimento de 63,75% em relação a 2006. A produção de carne suína no Brasil, no ano passado, alcançou 3,005 milhões de toneladas, contra 2,943 milhões de toneladas em 2006. A projeção para este ano é atingir 3,107 milhões de toneladas (Fonte: Agência Safra, 2008)

No vale do Rio Doce, o maior rebanho concentra-se no município de Governador Valadares.

3.3.3.3 Bovinos

O rebanho bovino cresceu consideravelmente na região (Quadro 3.34). Com exceção do Piranga, com queda de 3,32%, todas as unidades de análise cresceram seus números de matrizes entre 2000 e 2006. Os crescimentos foram quase que uniformes

(apenas Santa Maria Doce ascendeu em percentual destoante, somente 7,56%) na faixa de 17 a 28% de 2000 a 2006. Destaque para Suaçuí, com uma das maiores taxas de crescimento (19,90%), além de detentora de 32,83% do rebanho na bacia em 2006.

Quadro 3.34 Rebanho bovino por unidade de análise – 2000-2006.

Unidade de Análise	Animais/Cabeças	Animais/Cabeças	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2000	2006		
Caratinga	239.484,77	308.541,88	4,31%	28,84%
Manhuaçu	266.103,21	316.080,24	2,91%	18,78%
Piranga	603.520,54	583.463,54	-0,56%	-3,32%
Santo Antônio	243.622,02	293.622,23	3,16%	20,52%
Suaçuí	871.869,64	1.045.397,82	3,07%	19,90%
Piracicaba	109.587,09	136.030,37	3,67%	24,13%
Guandu	61.553,73	78.171,37	4,06%	27,00%
Santa Maria do Doce	99.886,24	107.438,78	1,22%	7,56%
São José	269.336,30	315.757,13	2,69%	17,24%
Total	2.764.963,54	3.184.503,37	2,38%	15,17%

Fonte: IBGE & Cálculos próprios

No Quadro 3.35 é apresentado o ranking dos rebanhos de bovinos em 2000 e 2006 por Município. O município de Linhares-ES novamente é destaque com o maior rebanho de todo o vale, embora sua produção tenha se mantido estável entre 2000 e 2006: uma leve queda.

A tendência é de fortalecimento deste setor em função da consolidação do Brasil, nos últimos anos, como grande exportador: entre 2001 e 2005, a produção aumentou 32% e as exportações cresceram 38%, segundo Agência Safra (2008).

Quadro 3.35 Evolução ranking – rebanho de bovinos por município (2000 – 2006).

N°	2000		2006		Δ %
	Município	n° cabeças	Município	n° cabeças	
1	Linhares - ES	164.467	Linhares - ES	163.683	-0,47669
2	Governador Valadares - MG	130.074	Governador Valadares - MG	154.966	19,1368
3	Itambacuri - MG	68.895	Aimorés - MG	96.901	41,90879
4	Aimorés - MG	68.284	Itambacuri - MG	86.192	25,10632
5	Resplendor - MG	56.425	Resplendor - MG	73.377	30,04342
6	Colatina - ES	55.104	Colatina - ES	66.170	20,08203
7	Água Boa - MG	55.045	Conselheiro Pena - MG	62.133	22,04718
8	Conselheiro Pena - MG	50.909	Baixo Guandu - ES	52.239	53,66672
9	Mutum - MG	44.894	Água Boa - MG	52.133	-5,29022
10	Frei Inocência - MG	37.859	Mutum - MG	47.816	6,508665
11	Galiléia - MG	35.183	Açucena - MG	41.448	33,17482
12	Baixo Guandu - ES	33.995	Frei Inocência - MG	40.489	6,946829
13	Raul Soares - MG	33.199	São Domingos do Prata - MG	38.786	35,33147
14	Açucena - MG	31.123	Galiléia - MG	38.504	9,439218

15	Itabira - MG	28.962	Guanhães - MG	37.981	
16	São Domingos do Prata - MG	28.660	Raul Soares - MG	36.936	11,25636
17	Conceição Mato Dentro - MG	28.600	Tarumirim - MG	35.098	
18	Peçanha - MG	27.926	Peçanha - MG	34.640	24,04211
19	Rio Casca - MG	27.787	Franciscópolis - MG	33.149	19,72335
20	Franciscópolis - MG	27.688	Malacacheta - MG	32.956	

Fonte: IBGE & Cálculos próprios

Essa é uma conquista recente de nosso país que possui atualmente o maior rebanho bovino comercial, ocupa a segunda posição na produção mundial de carne bovina e, em 2006, se tornou o maior exportador. Além disso, vem mantendo um ritmo considerado excepcional de expansão no mercado mundial, tanto na produção, quanto na exportação (Quadro 3.36).

Quadro 3.36 Produção e exportação 2001-2005.

Ano	Produção (1.000 t)	Exportação (1.000 t)
2.001	6.631	881,9
2.002	7.262	1.038,1
2.003	7.643	1.362,7
2.004	8.301	1.847,0
2.005	8.767	2.098,0

Fonte: Agência Safra (2008).

3.3.4 Extrativismo

A produção de carvão vegetal tem caído na bacia do rio Doce: 33,5% no período. Houve um incremento significativo em algumas unidades de análise, como Caratinga, com 573,77%, Guandu, com 2885% e Santo Antônio, com 49,9% (Quadro 3.37). Mas suas participações no mercado eram inexpressivas em 2000: 0,03%, 0,01% e 0,08%, nesta ordem.

Quadro 3.37 Produção de Carvão Vegetal por unidade de análise – 2000-2006.

Unidade de Análise	Toneladas	Toneladas	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2000	2006		
Caratinga	64,28	433,08	37,43%	573,77%
Manhuaçu	1.063,67	430,19	-14,00%	-59,56%
Piranga	69.256,31	54.618,63	-3,88%	-21,14%
Santo Antônio	17.690,33	26.517,67	6,98%	49,90%
Suaçuí	49.034,09	35.876,85	-5,07%	-26,83%
Piracicaba	70.651,38	17.396,60	-20,83%	-75,38%
Guandu	21,51	642,21	76,13%	2885,88%
Santa Maria do Doce	1.592,06	1.368,08	-2,50%	-14,07%
São José	7.518,33	6.960,09	-1,28%	-7,43%
Total	216.891,96	144.243,40	-6,57%	-33,50%

Fonte: IBGE & Cálculos próprios

Este é um setor de tendência de queda natural, dados os impactos ambientais que provoca. O aumento da eficiência das fiscalizações oficiais e não-oficiais limita a expansão desta atividade.

Conforme o Quadro 3.38, a tendência de diminuição dessa produção se faz sentir mais em Minas Gerais, com participação da bacia do rio Doce apresentando queda de 40%. Embora a produção estadual tenha aumentado. No Estado do Espírito Santo, apesar da queda em termos absolutos, as unidades participantes variaram sua participação de 3% para 21% indicando que no restante do Estado, houve queda em uma velocidade maior.

Quadro 3.38 Produção de Carvão Vegetal na bacia do rio Doce – 2000-2006.

Região	Toneladas	Toneladas	Tx. Cresc	Tx. Cresc
	2000	2006	anual	Período
Área Mineira da BHRio DOCE	207.760,06	135.273,03	-6,90%	-34,89%
MG	1.835.101,00	1.975.378,00	1,24%	7,64%
% participação	11%	7%		
Área Capixaba da BHRio DOCE	9.131,90	8.970,38	-0,30%	-1,77%
ES	25.973,00	21.033,00	-3,45%	-19,02%
% participação	35%	43%		

Fonte: IBGE & Cálculos próprios

No Quadro 3.39 é apresentada a evolução dos municípios que se destacaram na produção de carvão vegetal de 2000 a 2006.

Quadro 3.39 Evolução Ranking – Carvão Vegetal: 2000 - 2006 por Município.

N°	2000		2006		Δ%
	Município	m³	Município	m³	
1	Dionísio - MG	50.300	Ouro Preto - MG	15.196	443,1022
2	São Pedro dos Ferros - MG	40.575	São Pedro dos Ferros - MG	12.708	-68,6802
3	João Monlevade - MG	18.853	Conceição do Mato Dentro - MG	12.200	127,3998
4	São Gonçalo Rio Abaixo - MG	17.617	Mariana - MG	10.054	28,73239
5	Antônio Dias - MG	12.435	Coroaci - MG	9.187	145,4448
6	Santa Bárbara - MG	8.160	Sabinópolis - MG	7.500	
7	Mariana - MG	7.810	Dores do Turvo - MG	5.200	
8	Linhares - ES	6.880	Santa Maria de Itabira - MG	5.151	73,43434
9	Bela Vista de Minas - MG	6.811	Santa Bárbara - MG	5.085	-37,6838
10	Conceição Mato Dentro - MG	5.365	Sooretama - ES	4.950	98,87505
11	Coroaci - MG	3.743	São José do Goiabal - MG	4.709	
12	Naque - MG	3.619	Alto Rio Doce - MG	4.705	
13	Santa Maria de Itabira - MG	2.970	Carandaí - MG	4.680	
14	Ouro Preto - MG	2.798	Itabira - MG	4.636	
15	Barão de Cocais - MG	2.696	Ubá - MG	4.201	
16	Sooretama - ES	2.489	Ouro Branco - MG	4.050	
17	Ferros - MG	2.464	Ressaquinha - MG	4.025	
18	Morro do Pilar - MG	1.988	Catas Altas - MG	3.919	
19	Marliéria - MG	1.862	Peçanha - MG	2.850	70,35266
20	Peçanha - MG	1.673	Dionísio - MG	2.720	-94,5924

Fonte: IBGE - Silvicultura

A produção de madeira para papel e celulose por unidade de análise é apresentada no Quadro 3.40. A madeira para papel e celulose teve crescimento de 11% de 2000 a 2006, embora não tenha se dado de forma equânime em toda a bacia: algumas unidades cresceram substancialmente (Piranga, com 137,5% e Piracicaba com 231,42%) e outras diminuíram a produção com veemência (Manhuaçu, com -92,22%, Guandu com -82,18% e Santa Maria Doce com 73,5%).

Um incremento de 4,18% na produção de madeira para outros fins foi registrado no período (Quadro 3.41). Destaque para Suaçuí Grande que cresceu 3.762,88%. No entanto, em 2000 só representava 0,44% da produção total, daí porque seu grande incremento não se refletiu no total.

Outras unidades de análise também tiveram crescimento significativo, mas também tinham pouca participação no mercado, a exceção de Santa Maria Doce que, no entanto, não foi capaz de alavancar a produção total da região:

- Caratinga (aumento de 374,95% com 0,29% do mercado em 2000);
- Manhuaçu (aumento de 77,76%, com 0,43% do mercado em 2000); e
- Santa Maria Doce (aumento de 97,51%, com 23,72% do mercado em 2000).

Quadro 3.40 Produção de madeira para Papel e Celulose por unidade de análise – 2000-2006.

UPGRH/UA	m ³	m ³	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2000	2006		
Caratinga	118.755,11	62.821,31	-10,07%	-47,10%
Manhuaçu	118.421,38	9.217,38	-34,66%	-92,22%
Piranga	46.359,83	110.104,19	15,51%	137,50%
Santo Antônio	626.469,24	712.759,50	2,17%	13,77%
Suaçuí	1.373.903,52	1.167.306,65	-2,68%	-15,04%
Piracicaba	350.977,75	1.163.215,77	22,10%	231,42%
Guandu	68.246,13	12.159,82	-24,99%	-82,18%
Santa Maria do Doce	284.829,97	75.489,34	-19,85%	-73,50%
São José	455.134,96	508.629,08	1,87%	11,75%
Total	3.443.097,90	3.821.703,04	1,75%	11,00%

Fonte: IBGE & Cálculos próprios

Quadro 3.41 Produção de madeira para outros fins por unidade de análise – 2000-2006.

UPGRH/UA	m ³	%	m ³	%	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2000		2006			
Caratinga	899,74	0,29	4.273,29	1,32	29,65%	374,95%
Manhuaçu	1.326,93	0,43	2.358,79	0,73	10,06%	77,76%
Piranga	58.063,54	18,71	12.553,28	3,88	-22,53%	-78,38%
Santo Antônio	54.776,15	17,65	9.300,49	2,88	-25,59%	-83,02%
Suaçuí	1.374,63	0,44	53.100,19	16,42	83,86%	3762,88%
Piracicaba	22.038,40	7,10	17.295,80	5,35	-3,96%	-21,52%
Guandu	11.489,82	3,70	10.185,39	3,15	-1,99%	-11,35%
Santa Maria do Doce	73.629,97	23,72	145.425,41	44,97	12,01%	97,51%
São José	86.788,42	27,96	68.856,66	21,29	-3,78%	-20,66%
TOTAL	310.387,60	100,00	323.349,29	100,00	0,68%	4,18%

Fonte: IBGE & Cálculos próprios

Como era de se esperar, as maiores quedas na produção se deram onde era maior a concentração dessa atividade:

- Piracicaba (queda de 21,52% com 7,1% do mercado em 2000);
- Piranga (queda de 78,38%, com 18,70% do mercado em 2000);
- Santo Antônio (queda de 83,02% com 17,64% do mercado em 2000);
- Guandu (queda de 11,35% com 3,7% do mercado em 2000); e
- São José (queda de 20,66% com 27,96% do mercado em 2000).

Portanto, pode-se concluir que as unidades de análise que caíram detinham 75,12% da produção em 2000.

3.3.5 Atividade Industrial

Neste tópico será apresentada a caracterização industrial da bacia do rio Doce, iniciando com uma breve caracterização da atividade industrial na bacia e nos respectivos Estados.

As economias mineira e capixaba vêm apresentando índices positivos de crescimento da produção física industrial e se comparados com os demais Estados. Percebe-se que o Estado do Espírito Santo detém o maior indicador regional de crescimento, com 12,6% no acumulado de 12 meses (Quadro 3.42). Se observado o acumulado de Jan-Ago de 2008, verificar-se a taxa de 14,6%, o que representa a expansão da produção industrial em relação ao período anterior.

Quadro 3.42 Indicadores conjunturais da indústria – resultados regionais – ago/2008.

Locais	Taxa de Variação (%)			
	Mês/Mês *	Mensal	Acumulado Jan-Ago	Acumulado 12 Meses
Amazonas	-3,1	-3,0	6,1	7,3
Pará	1,6	10,3	7,0	5,3
Região Nordeste	3,1	1,4	3,6	3,8
Ceará	2,4	5,9	3,7	3,4
Pernambuco	5,3	3,7	6,6	5,3
Bahia	4,4	7,0	4,4	4,0
Minas Gerais	-1,8	3,6	6,5	7,1
Espírito Santo	1,4	7,1	14,6	12,6
Rio de Janeiro	-2,7	0,8	2,5	2,5
São Paulo	-1,8	2,9	8,8	8,8
Paraná	-4,8	1,7	10,4	8,8
Santa Catarina	0,7	-1,8	1,2	2,7
Rio Grande do Sul	0,7	1,6	4,6	5,0
Goiás	-6,1	6,7	12,0	9,5
Brasil	-1,3	2,0	6,0	6,5

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria

* ajustado sazonalmente

O Estado de Minas Gerais apresenta uma taxa de variação da produção física mensal, acumulada nos últimos 12 meses, de 7,1%, sendo que, na comparação mês a mês, o Estado apresenta taxa de variação negativa de 1,8%, ou seja, a sua produção industrial reduziu no período. O que provavelmente poderá ser reflexo da crise econômica que observamos no Mundo.

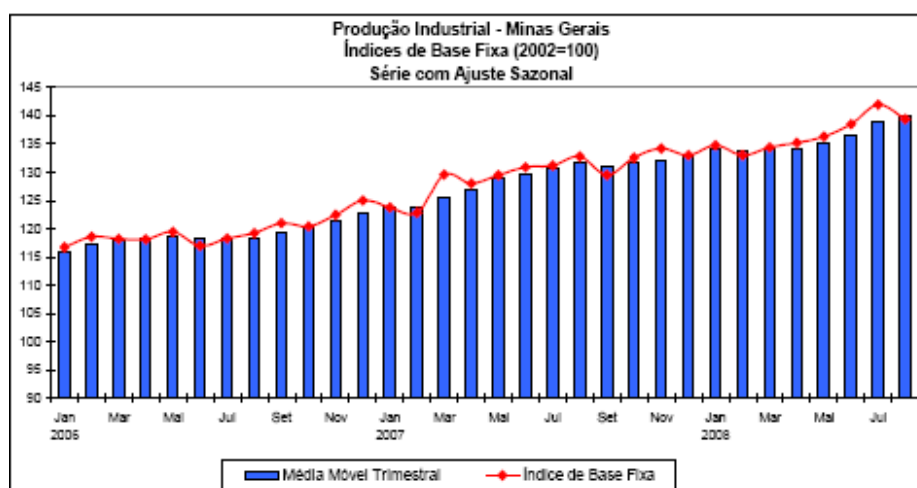
Entretanto, é importante destacar que as taxas de variação da produção industrial no acumulado de 12 meses tanto de Minas Gerais quanto do Espírito Santo são superiores a média Nacional, mas na variação mês/mês a taxa de Minas Gerais foi negativamente superior a taxa do Brasil.

Em termos da produção física industrial o Estado de Minas Gerais tem apresentado índices positivos de variação desde janeiro de 2006, estabelecendo um novo patamar de produção industrial, com expansão de setores como o automotor, extração mineral, principalmente minério de Ferro (Figura 3.13).

A Indústria de Transformação e Extrativa Mineral apresentaram taxas de variação da produção física superiores à média Nacional, demonstrando a importância do setor para a econômica mineira (Quadro 3.43).

No caso do Espírito Santo o processo de expansão da produção física aponta para um novo patamar de crescimento, a partir, principalmente, de julho de 2007 (Figura 3.14). Os dados disponíveis para o Estado apontam para uma expansão recente e expressiva.

Dados do IBGE comprovam o peso dos principais produtos industriais na economia dos Estados. Percebe-se que no Estado de Minas Gerais a base industrial é ampla, estruturada em diversas atividades.



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria

Figura 3.13 Produção Industrial de MG – Índices de Base Fixa (2002=100) - série com ajuste sazonal.

Quadro 3.43 Produção da indústria de transformação e extrativa mineral (Var.%).

Ano	Minas Gerais	Brasil
2004	6,0	8,3
2005	6,3	3,1
2006	4,5	2,8
2007*	8,6	5,9

* acumulado até outubro

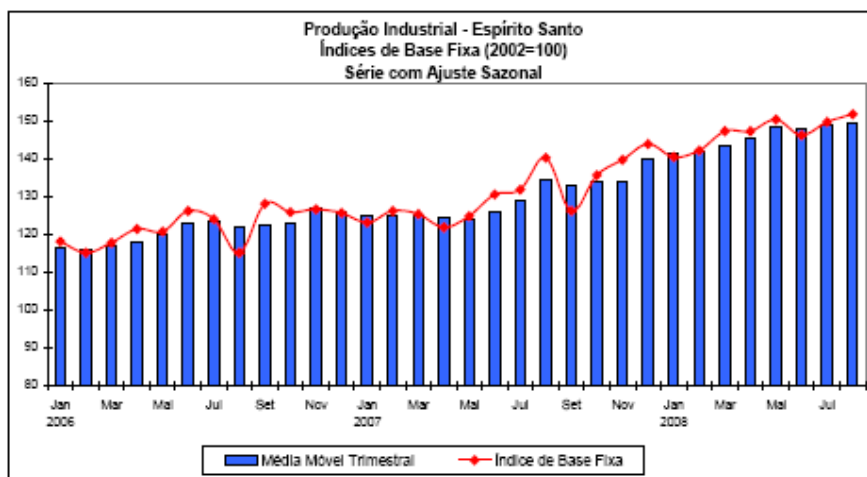
Fonte: IBGE citado pela FIEMG

A partir das informações acima, percebe-se que a Indústria Extrativa, especificamente a extração do minério de ferro consiste, para o ano de 2005, na maior expressão da atividade econômica de Minas Gerais, com peso de 10,09, seguido pelo setor de Fabricação de Veículos automotores, com 6,43.

No Estado do Espírito Santo a atividade industrial apresenta maior concentração se comparada ao Estado de Minas Gerais. Somente três setores industriais detêm maior peso na economia.

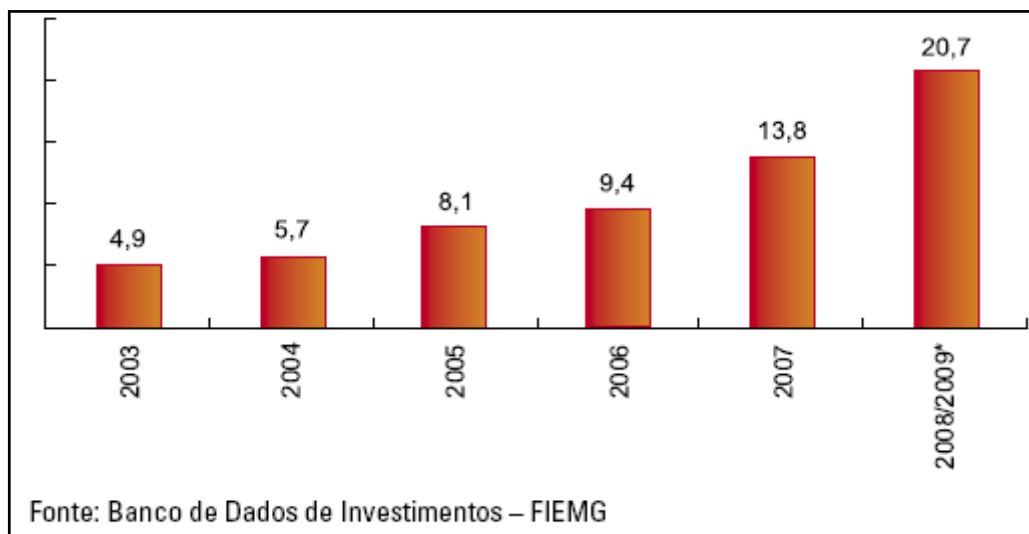
A Indústria Extrativa de Minério de Ferro obteve, para o ano de 2005, o peso de 20,94, de participação na economia do Estado, seguido pelo setor de metalurgia básica com 20,09 e Fabricação de Celulose com 14,66.

Por fim, a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais disponibiliza em seu site, informações consolidadas sobre o investimento industrial privado no Estado. A Figura 3.15 apresenta os investimentos previstos e realizados. Pode-se perceber que de 2006 para 2007 ocorreu um incremento de 46,8% de investimento, e para 2008, uma expansão de aproximadamente 50%.



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria

Figura 3.14 Produção Industrial do ES – Índices de Base Fixa (2002=100) - série com ajuste sazonal.



Fonte: Banco de Dados de Investimentos – FIEMG

Figura 3.15 Investimentos industriais em MG (em R\$ bilhões).

Para o ano de 2007, do total dos investimentos 35,8% são oriundos da indústria extrativa mineral, e 31,2% decorrentes do setor metalúrgico, seguido pelo setor de transportes com 8,8%, conforme pode ser visualizado no Quadro 3.44.

Conforme informa a FIEMG, a bacia do rio Doce receberia, se confirmado todos os investimentos, cerca de 24,1% dos investimentos previstos para 2007, ocupando a segunda colocação. A região Central ocupa o primeiro lugar do Ranking com 57,8% dos investimentos previstos.

Quadro 3.44 Investimentos industriais em MG – 2007.

Setores	Investimentos (R\$ mil)	Participação (em %)
Extrativa Mineral	4.967.515	35,8
Metalúrgico	4.329.595	31,2
Material de Transporte	1.224.510	8,8
Papel e Papelão	1.020.800	7,4
Químico	837.651	6,0
Produtos Alimentares	574.994	4,1
Mecânico	347.750	2,5
Minerais Não-Metálicos	229.740	1,7
Produtos Farmacêuticos e Veterinários	192.500	1,4
Madeira	93.500	0,7
Material Elétrico, Eletrônico e de Comunicações	38.000	0,3
Têxtil	18.793	0,1
Outros	3.500	0,0
Total	13.878.848	100,0

Fonte: Banco de Dados de Investimentos Industriais de Minas Gerais - FIEMG.

Ainda conforme a FIEMG: “Para o biênio 2008/2009, já estão anunciados R\$ 20,6 milhões em investimentos. A alocação desses recursos está mais concentrada no setor metalúrgico (R\$ 5,6 bilhões), extrativo mineral (R\$ 5,9 bilhões) e material de transporte (R\$ 3,3 bilhões).”

Em relação ao número de estabelecimentos industriais no Estado de Minas Gerais, o Quadro 3.45 apresenta as unidades de estabelecimento industriais para os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, com as respectivas taxas de crescimento.

Observando as informações do Quadro 3.44 é possível visualizar que a atividade comercial apresenta a maior expressão absoluta nos dois Estados, seguida pela atividade imobiliária, e outros serviços coletivos.

Em relação aos estabelecimentos industriais inseridos na bacia do rio Doce serão destacadas as atividades das indústrias extrativas e indústrias da transformação.

No Quadro 3.46 é apresentada a consolidação das unidades de estabelecimentos industriais extrativistas por unidade de análise.

Somente a unidade do Santo Antônio apresentou expansão inferior a média do Estado de Minas Gerais, as demais obtiveram crescimento acima da média, com destaque para a unidades do Manhuaçu e do Caratinga.

Em relação às unidades inseridas na área capixaba, a do Santa Maria do Doce apresentou taxa inferior a média do Estado, as demais foram superiores.

Quadro 3.45 Unidades de estabelecimentos industriais total MG e ES por setor de atividade 2000-2005.

Atividade	Minas Gerais		Espírito Santo		MG	ES
	2000	2005	2000	2005	Tx. Cresc anual	
Agricultura, pecuária, silvicultura e exploração florestal	4.823	6.220	528	654	5,22%	4,37%
Pesca	97	174	34	50	12,40%	8,02%
Indústrias extrativas	3.612	4.547	956	1.449	4,71%	8,67%
Indústrias de transformação	55.882	68.879	8.093	10.561	4,27%	5,47%
Produção e distribuição de eletricidade, gás e água	729	839	172	223	2,85%	5,33%
Construção	12.214	13.714	2.608	3.106	2,34%	3,56%
Comércio; reparação de veículos automotores, objetos pessoais e domésticos	265.531	330.348	40.508	53.172	4,47%	5,59%
Alojamento e alimentação	35.986	44.582	5.664	6.952	4,38%	4,18%
Transporte, armazenagem e comunicações	19.635	30.254	3.175	4.819	9,03%	8,70%
Intermediação financeira, seguros, previdência complementar e serviços relacionados	11.230	13.640	1.188	2.043	3,96%	11,45%
Atividades imobiliárias, aluguéis e serviços prestados às empresas	58.559	86.800	10.431	15.447	8,19%	8,17%
Administração pública, defesa e seguridade social	2.016	2.517	342	380	4,54%	2,13%
Educação	6.849	10.292	1.515	2.160	8,49%	7,35%
Saúde e serviços sociais	10.613	15.844	2.120	3.186	8,34%	8,49%
Outros serviços coletivos, sociais e pessoais	39.547	59.822	7.011	10.378	8,63%	8,16%
Totais	527.323	688.472	84.345	114.580	5,48%	6,32%

Fonte: IBGE

As unidades do Piranga e do Piracicaba, pela área mineira e do São José pela área capixaba detêm o maior número de unidades em termos absolutos, com quase 48% das unidades da bacia.

No Quadro 3.47 é apresentada a consolidação das unidades de estabelecimentos industriais de transformação por unidade de análise.

O volume de unidades da indústria de transformação é expressivo na bacia do rio Doce, representando cerca de 9% da econômica mineira e 19% da capixaba. As taxas de crescimento médio da bacia foram superiores a média dos dois Estados. Entretanto, se observada a área mineira e capixaba, percebe-se que as unidades inseridas em MG tiveram seu crescimento inferior a média Estadual. A região das unidades inseridas no Estado do Espírito Santo tiveram taxas superiores à do Estado.

3.3.6 Exportações e Importações

A seguir serão apresentados os dados sobre exportação e importação na bacia do rio Doce, por unidade de análise e para os anos de 2005/2007. Também será apresentado o saldo comercial de cada um dos dois Estados.

O Estado de Minas Gerais apresenta um crescimento no saldo de sua balança comercial. A Figura 3.16 apresenta as informações sobre a evolução do saldo comercial deste o ano de 2000.

Quadro 3.46 Planilha de consolidação de dado municipal por sede – unidades de estabelecimentos industriais (indústrias extrativistas) de 2000-2005 por unidade de análise.

Unidades de Análise	Unidades	Unidades	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2000	2005		
CARATINGA	19	31	10,29%	63,16%
MANHUAÇU	49	83	11,12%	69,39%
PIRANGA	137	177	5,26%	29,20%
SANTO ANTÔNIO	30	33	1,92%	10,00%
SUAÇUI GRANDE	42	67	9,79%	59,52%
PIRACICABA	110	152	6,68%	38,18%
GUANDÚ	46	94	15,36%	104,35%
SANTA MARIA DOCE	63	93	7,98%	46,83%
SÃO JOSÉ	60	118	14,48%	96,67%
TOTAL	556	848	8,80%	52,43%

Região	Unidades	Unidades	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2000	2005		
Área Mineira da BHRio DOCE	387	543	7,01%	40,31%
MG	3.612	4.547	4,71%	25,89%
% participação	11%	12%		
Área Capixaba da BHRio DOCE	169	305	12,50%	80,18%
ES	956	1.449	8,67%	51,57%
% participação	18%	21%		

Fonte: IBGE, cálculos próprios

Quadro 3.47 Planilha de consolidação de dado municipal por sede – unidades de estabelecimentos industriais (indústrias de transformação) de 2000-2005 por unidade de análise.

Unidades de Análise	Unidades	Unidades	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2000	2005		
CARATINGA	414,00	526,00	4,91%	27,05%
MANHUAÇU	615,00	735,00	3,63%	19,51%
PIRANGA	1.219,00	1.509,00	4,36%	23,79%
SANTO ANTÔNIO	190,00	241,00	4,87%	26,84%
SUAÇUI GRANDE	1.028,00	1.294,00	4,71%	25,88%
PIRACICABA	1.771,00	2.091,00	3,38%	18,07%
GUANDÚ	136,00	177,00	5,41%	30,15%
SANTA MARIA DOCE	339,00	479,00	7,16%	41,30%
SÃO JOSÉ	942,00	1.388,00	8,06%	47,35%
TOTAL	6.654,00	8.440,00	4,87%	26,84%

Região	Unidades	Unidades	Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2000	2005		
Área Mineira da BHRio DOCE	5.237,00	6.396,00	4,08%	22,13%
MG	55.882	68.879	4,27%	23,26%
% participação	9%	9%		
Área Capixaba da BHRio DOCE	1.417,00	2.044,00	7,60%	44,25%
ES	8.093	10.561	5,47%	30,50%
% participação	18%	19%		

Fonte: IBGE, cálculos próprios

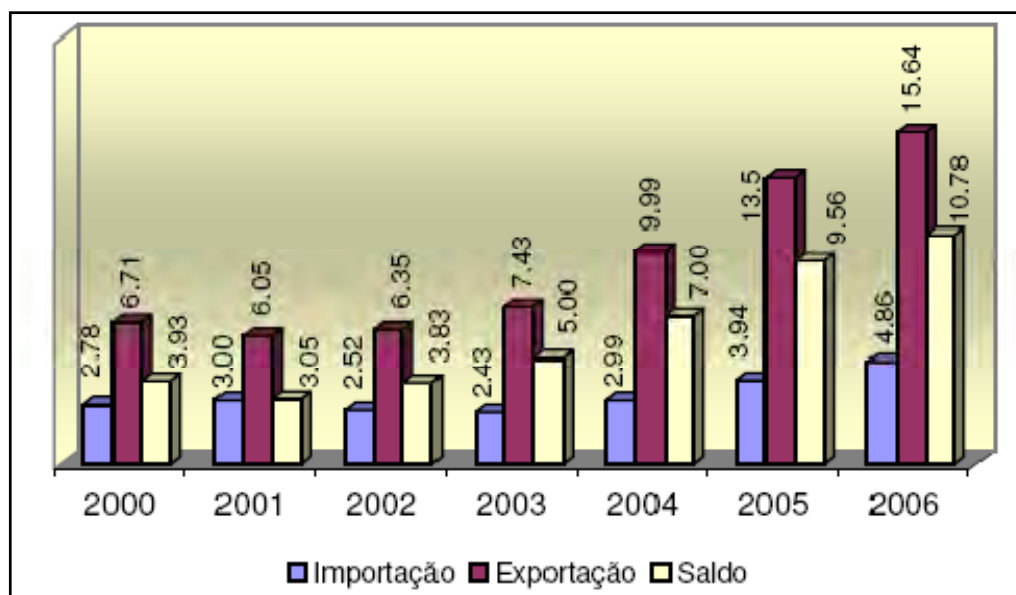


Figura 3.16 Balança comercial de Minas Gerais.

O saldo da balança comercial de Minas Gerais apresenta-se positivo desde o ano de 2001 devido à expansão das exportações estaduais frente a taxas de expansão das importações.

A expansão das exportações ocorreu com maior intensidade a partir do ano de 2004, mas somente em 2006, que a barreira dos R\$ 10 Bilhões foi rompida.

O Quadro 3.48 retrata a participação do Estado de Minas Gerais nas exportações e importações do Brasil, sendo que em 2004/2005 ocorreu uma ampliação das exportações mais expressiva do que os demais anos. Já no caso das importações, a situação é de certa estabilidade, com taxas variando entre 4,8 a 5,3.

Quadro 3.48 Participação de Minas Gerais no Brasil.

Ano	Exportação	Importação	Saldo
2002	10,5	5,3	29,2
2003	10,2	5,0	20,2
2004	10,4	4,8	20,8
2005	11,4	5,4	21,4
2006	11,3	5,3	23,4

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio

Para o ano de 2006, os principais produtos exportados (Figura 3.17) foram o minério de Ferro com 22,98%, seguido pelo café, com 13,41%. Na sequência tem-se ferro fundido, ferronióbio e celulose, com 4,03%, 3,05% e 2,76 respectivamente.

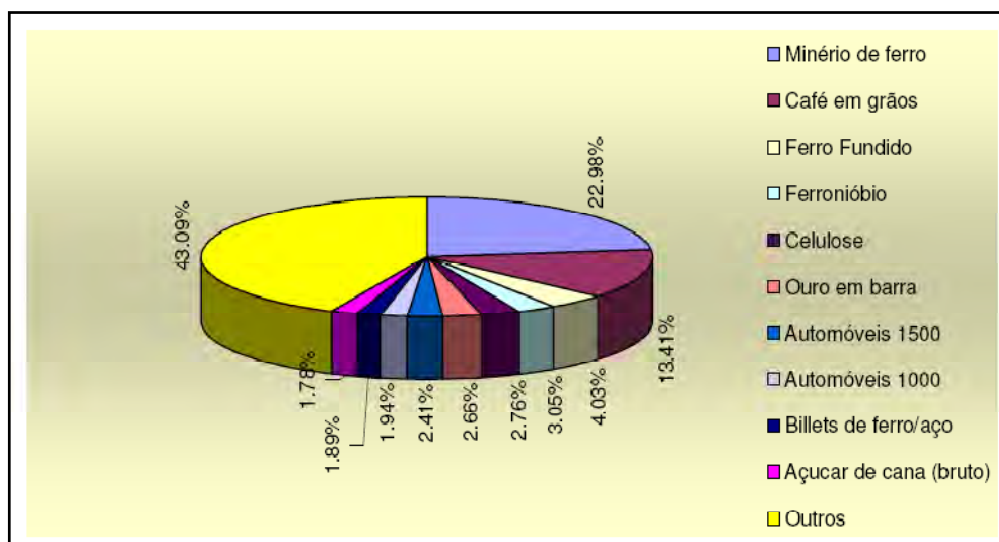


Figura 3.17 Principais produtos exportadores em 2006.

O Estado do Espírito Santo também apresenta saldo do balanço comercial positivo (Quadro 3.49), com taxas de exportação crescente. Somente no ano de 2001 que o Estado apresentou saldo negativo do balanço comercial.

A taxa de crescimento das exportações no período atingiu o patamar de 1,83%, já as importações obtiveram a taxa de 1,71%, implicando assim, em saldo positivo no balanço comercial do Estado.

Quadro 3.49 Balança comercial capixaba.

(US\$ mil)			
Ano	Exportação	Importação	Saldo
2001	2.429.076	2.449.706	(20.631)
2002	2.596.759	2.020.179	576.580
2003	3.534.564	2.156.854	1.377.710
2004	4.054.552	3.010.777	1.043.775
2005	5.591.454	4.086.986	1.504.469
2006	6.721.779	4.896.031	1.825.748
2007	6.871.955	6.639.190	232.765

Fonte: Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior/Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (ALICEWEB/MIDC).

Em termos de volume (Quadro 3.50), o Estado do Espírito Santo participa com 12,67% no volume total exportado pelo Brasil no ano de 2005. Em 2007, este índice reduziu para 10,91%. O ano de 2008 segue na mesma sequência de redução da participação capixaba no Brasil.

Quadro 3.50 Participação percentual do ES nas exportações brasileiras em termos de volume.

(%)				
Participação	2005	2006	2007	2008
%	12,67	11,96	10,91	10,56 (*)

Fonte: Alice Web / MDIC

(*) até abril/2008

No Quadro 3.51 é apresentada a planilha de consolidação da exportação municipal de 2005 -2007 por unidade de análise.

A área mineira da bacia do rio Doce participou, em 2005, com 28% do total das exportações do Estado principalmente com a exportação de mineiro de ferro, aços e celulose, o que indica que estes setores estão em conexão com o dinamismo da economia mineira. As taxas de crescimento das exportações foram superiores aos valores identificados para o Estado de Minas Gerais, conforme pode ser verificado a seguir.

A taxa média de crescimento das exportações da bacia superou a média do Estado. No caso da parte capixaba observou-se que as taxas também foram superiores a média estadual, entretanto, a participação relativa da região na composição das exportações do Estado tem pouca expressão, com cerca de 4% em 2007.

A unidade do Santo Antônio destaca-se, em termos absolutos das demais, devido ao minério de ferro decorrente do município de Itabira e da produção de celulose de Belo Oriente. Em termos relativos a unidade representa 40% do volume exportado na Bacia.

A unidade do Piracicaba ocupa a segunda posição, devido a exportação de aço, da Usiminas, ArcelorMittal (ex-Acesita) e ArcelorMittal (ex-Belgo Mineira), localizadas nos municípios de Ipatinga, Timóteo e João Monlevade.

Quadro 3.51 Planilha de consolidação do dado municipal por unidade de análise – exportação municipal de 2005 -2007.

UPG	Exportação		Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2005	2007		
CARATINGA	19.159.115	2.883.818	-61,20%	-84,95%
MANHUAÇU	94.466.512	206.124.518	47,72%	118,20%
PIRANGA	709.249.062	947.217.174	15,56%	33,55%
SANTO ANTÔNIO	1.260.701.152	2.023.637.572	26,70%	60,52%
SUAÇUI GRANDE	10.967.309	2.007.569	-57,22%	-81,69%
PIRACICABA	1.332.447.952	1.676.192.194	12,16%	25,80%
GUANDÚ	929.288	3.073.061	81,85%	230,69%
SANTA MARIA DOCE	72.817.669	112.746.176	24,43%	54,83%
SÃO JOSÉ	79.672.410	165.364.229	44,07%	107,56%
TOTAL	3.580.410.469	5.139.246.312	19,81%	43,54%

UPG	Exportação		Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2005	2007		
Área Mineira da BHRio DOCE	3.426.991.102	4.858.062.846	19,06%	41,76%
MG	12.725.090.084	17.605.455.548	17,62%	38,35%
% participação	27%	28%		
Área Capixaba da BHRio DOCE	153.419.367	281.183.466	35,38%	83,28%
ES	5.781.355.137	7.158.950.916	11,28%	23,83%
% participação	3%	4%		

Fonte: Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior/Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (ALICEWEB/MIDC).

Obs: valores a preços correntes.

Em termos de taxas de crescimento das exportações no período de 2005/2007, as unidades inseridas no Espírito Santo apresentaram taxas expressivas, superiores a média estadual e da própria bacia. Entretanto, em termos absolutos a sua participação não é expressiva.

Em relação à importação (Quadro 3.52), a bacia do rio Doce apresenta taxas discrepantes, com valores negativos em algumas unidades como Caratinga, Santo Antônio e Suaçuí, e taxas positivas de crescimento para as unidades do Piranga, do Guandu e do Santa Maria José.

A média de crescimento da bacia foi inferior às taxas observadas para os dois Estados, mas em termos de área, a região capixaba apresentou taxas superiores à média do Estado do Espírito Santo.

Por fim, é importante apresentar a relação entre as principais empresas exportadoras da bacia, agregadas por volume de exportação em US\$, e os respectivos municípios onde estão instaladas.

Quadro 3.52 Planilha de consolidação do dado municipal por unidade de análise – importação municipal de 2005 -2007.

Us\$				
UPG	Importação		Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2005	2007		
CARATINGA	6.215.446	1.397.886	-52,58%	-77,51%
MANHUAÇU	14.810.634	24.743.565	29,25%	67,07%
PIRANGA	180.037.119	456.551.828	59,24%	153,59%
SANTO ANTÔNIO	41.167.400	17.166.093	-35,43%	-58,30%
SUAÇUI GRANDE	74.136.944	12.037.882	-59,70%	-83,76%
PIRACICABA	694.131.151	636.564.633	-4,24%	-8,29%
GUANDÚ	1.398	326.089	1427,49%	23232,19%
SANTA MARIA DOCE	1.283.780	3.382.070	62,31%	163,45%
SÃO JOSÉ	4.021.439	8.737.001	47,40%	117,26%
TOTAL	1.015.805.310	1.160.907.048	6,90%	14,28%

UPG	Importação		Tx. Cresc anual	Tx. Cresc Período
	2005	2007		
Área Mineira da BHRio DOCE	1.010.498.694	1.148.461.889	6,61%	13,65%
MG	3.935.052.175	4.862.195.568	11,16%	23,56%
%participação	26%	24%		
Área Capixaba da BHRio DOCE	5.306.616	12.445.160	53,14%	134,52%
ES	4.087.836.512	6.640.462.016	27,45%	62,44%
%participação	0,13%	0,19%		

Fonte: Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior/Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (ALICEWEB/MIDC).

Obs: valores a preços correntes.

3.3.7 Energia

Neste tópico será apresentada a relação de consumo e produção de energia para os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, bem como a apresentação das usinas em operação e uma breve descrição dos investimentos previstos para a bacia do rio Doce.

O Estado do Espírito Santo tem o maior consumo per capita de energia do Brasil, devido, principalmente, aos grandes projetos industriais, como a Samarco, CST, Vale e Aracruz. O Estado importa 80% da sua energia, excetuando-se os auto-geradores, que produzem sua própria energia. O Estado prevê novos investimentos em geração e transmissão para ampliar a oferta de energia, o que promoverá segurança futura em termos de oferta.

O consumo de energia no Estado do ES apresenta expansão, conforme pode ser verificado no Quadro 3.53. O crescimento ampliou em 18% do período de 2004 para 2007. No quadro percebe-se redução no consumo industrial a partir de 2006, em contraposição à ampliação na classe de consumidores livres, o que indica alteração de fornecedores.

A demanda por energia em Minas Gerais, para o ano de 2006, tem o seu peso principal no setor industrial, segundo pelo setor transportes (Quadro 3.54). O Setor residencial ocupa a terceira posição em relação ao consumo.

Quadro 3.53 Energia consumida no Estado do ES por classe de consumo.

(MWh)				
Classes	2004	2005	2006	2007
Industrial	2.552.470	2.150.337	1.101.955	1.122.693
Comercial	820.265	890.314	956.318	1.033.787
Residencial	1.264.697	1.399.033	1.453.579	1.576.576
Rural	408.221	414.554	497.524	582.519
Consumidores Livres	1.551.977	2.198.050	3.437.610	3.538.515
Outros	535.831	554.348	577.125	596.967
TOTAL	7.133.462	7.606.637	8.024.111	8.451.057

Fonte: ESCELSA e LUZ E FORÇA SANTA MARIA

Notas:

- 1) Valores não incluem a energia proveniente da autoprodução; incremento do consumo dos consumidores livres.

Quadro 3.54 Demanda de energia por fonte e por setor. 2006.

Setor	Lenha e derivados	Energia hidráulica	Petróleo, gás natural e derivados	Carvão mineral e derivados	Outras fontes	Total
Industrial	7.915	2.380	3.428	4.172	2.713	20.608
	77,1	54,4	33,9	100,0	80,2	63,8
Residencial	2.173	612	829	-	39	3.653
	21,2	14,0	8,2	-	1,2	11,3
Transportes	-	3	5.308	-	629	5.940
	-	0,1	52,4	-	18,6	18,4
Agropecuário	39	180	528	-	-	747
	0,4	4,1	5,2	-	-	2,3
Outros setores e perdas	134	1202	36	-	3	1.375
	1,3	27,5	0,4	-	0,1	4,3
Total	10.260	4.378	10.128	4.172	3.384	32.322
	31,7	13,5	31,3	12,9	10,5	100,0

Fonte: Cemig.

Se observado o consumo de energia hidráulica verifica-se que o setor industrial apresenta cerca de 55% do consumo, seguindo pelo setor residencial.

3.4 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Para o diagnóstico do uso e ocupação atual do solo na bacia do rio Doce, foram utilizados os resultados do mapeamento proposto pela iniciativa do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO, do Ministério de Meio Ambiente - MMA. Este mapeamento teve como objetivo mapear, em meso escala de detalhamento, os remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica (PROBIO/MMA/UFRJ/IESB/UFF, 2006). A escolha deste mapeamento se deve ao fato deste ser o mais atualizado e cobrir aproximadamente 97% da bacia do rio Doce.

No caso do mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo da área de abrangência do bioma Mata Atlântica, realizado pelo PROBIO, foi necessário o processamento de quase uma centena de imagens de satélites, sendo o procedimento adotado apresentado na sequência. O procedimento metodológico utilizado na aquisição, processamento e análise das imagens foi compilado de PROBIO/MMA/UFRJ/IESB/UFF (2006), estando descrito abaixo:

O ano base selecionado para o mapeamento foi 2002, com uma flexibilização de mais ou menos um ano, definindo-se desta forma o intervalo ideal para seleção de cenas entre 2001 e 2003. Entretanto, houve dificuldades em se conseguir imagens de qualidade neste período, e optou-se pela solução de se utilizar 96 cenas distribuídas num intervalo contínuo de seis anos. Neste caso, 72% das cenas correspondem ao intervalo 2001-2003, meta inicial do projeto.

Para o mapeamento, dividiu-se o bioma em 12 áreas considerando-se como logística fundamental a proximidade de um grande centro, pólo destino de trechos aéreos e acessibilidade interna. Para validar o mapeamento, adotou-se uma amostragem aleatória estratificada com uma coleta média de 1000 pontos por área.

De modo a minimizar problemas radiométricos entre as imagens de datas diferentes, obtidas, normalmente, em condições atmosféricas distintas, foram efetuadas operações de equalização radiométrica, uniformizando assim as respostas espectrais obtidas para alvos iguais.

Para a classificação digital das imagens de sensoriamento remoto, visando o mapeamento das fitofisionomias do bioma Mata Atlântica, adotou-se uma análise orientada a objetos implementada mediante a utilização do software de processamento de imagens Cognition[®], da Definiens.

Como o presente projeto seguiu o sistema de classificação fisionômicoecológico da Mata Atlântica de Veloso et al. (1991), as informações temáticas foram consideradas de grande importância na chave de classificação das formações vegetacionais. Para estruturação das principais classes, subclasses fitofisionomias foram utilizados, sempre que possível, critérios litológicos, geomorfológicos (altimetria e formas de relevo) e edáficos.

Utilizou-se a segmentação como o primeiro processo na análise orientada a objetos, a partir do qual são geradas regiões homogêneas entendidas como o conjunto de pixels contíguos que se espalham bidimensionalmente e que apresentam uniformidade.

A legenda final do mapeamento diferencia, mais detalhadamente, as coberturas naturais e semi-naturais das classes de formações, incluindo as florestas, principal fisionomia do bioma, e os encaves de savana e savana estépica. São detalhadas também as formações pioneiras (manguezais, restingas, comunidades aluviais) e os refúgios vegetacionais (afloramentos rochosos e campos de altitude). Já o antropismo é representado de forma simplificada nas classes: áreas urbanas, reflorestamento, pastagem, agricultura, vegetação secundária e outros usos indiscriminados – como solo exposto, mineração e queimadas.

A classificação supervisionada foi realizada utilizando, preferencialmente, modelagem Fuzzy com o auxílio da análise do comportamento espectral de alvos (definido pelas áreas de treinamento obtidas em campo) de forma a agrupar objetos similares.

Na identificação de classes de distribuição restrita, como as formações pioneiras e refúgios vegetacionais, foram utilizados mapas temáticos, principalmente de geomorfologia e solos. Assim, os manguezais e comunidades aluviais, ficaram restritos aos solos hidromórficos ou às planícies fluviais ou costeiras. Da mesma forma, os refúgios vegetacionais e afloramentos rochosos foram associados às regiões geomorfológicas de relevo dobrado ou reativado, com litologias cristalinas. É importante destacar, que em todos os níveis de classificação foi utilizado um critério inverso de similaridade entre classes (not) para aqueles tipos de coberturas de maior distribuição e heterogeneidade. Desta forma, as classes de melhor identificação foram sendo extraídas a priori, evitando-se ainda a ocorrência de áreas não classificadas. A classificação digital obtida nesta etapa passou por um processo de edição visual (ancorado nos cadernos de campo, dados secundários e leitura de imagens), sendo então manipulada através de funções de integração de análise espacial.

O produto final da classificação digital precisou ainda de um maior detalhamento de sua legenda, de modo a atender as especificações do Sistema de Classificação da Vegetação Brasileira (IBGE, 1992).

Para se obter as classes Aluvial, Terras Baixas, Submontana, Montana e Altomontana recorreu-se aos mapas hipsométricos gerados a partir dos DEM do SRTM e das especificações do Manual de Vegetação do IBGE (1992). A definição de classes dos mapas hipsométricos depende da variação de altitude e latitude.

A última operação de generalização cartográfica aplicada objetivou a eliminação de áreas inferiores ao limiar de visualização para a escala 1:250.000. Este produto visa atender, principalmente, à produção de mapas impressos (layout).

Para validação do produto final foram utilizados os pontos de observação obtidos nos trabalhos de campo que não foram consultados no processo de classificação.

Como as classes observadas em campo não acompanham o mesmo detalhamento do mapeamento final, efetuou-se um agrupamento de classes para esta avaliação (ex: todas as formações florestais foram simplificadas como floresta).

O alvo principal do mapeamento, as florestas, apresentou um percentual de acerto bastante elevado, com um mínimo de 70%, com média de 86,4%. Considerando-se o bioma como um todo se obteve 86,39% de acerto para o mapeamento.

O mapeamento produzido por (PROBIO/MMA/UFRJ/IESB/UFF, 2006) não contemplou toda a bacia do rio Doce, como pode ser visualizado na Figura 3.18. As lacunas existentes foram preenchidas adaptando os dados do mapeamento de Socolforo & Carvalho (2006), que mapeou apenas a flora nativa do Estado de Minas Gerais.

A grande maioria das classes do mapeamento do Instituto Estadual de Florestas - IEF (SCOLFORO & CARVALHO, 2006) foi automaticamente associada a uma classe no mapeamento do PROBIO (PROBIO/MMA/UFRJ/IESB/UFF, 2006). A exceção foi à classe *Outros*, que no mapeamento do IEF representa as áreas não mapeadas; ou por confusão entre as classes, ou por não representarem tipologias da flora nativa. Neste caso, apoiando-se em uma imagem *Landsat*, associou-se os polígonos desta classe às classes Savana Florestada, Refúgios Vegetacionais ou Pecuária, conforme o contexto.

Deve-se ressaltar que os mapeamentos utilizados (Instituto Estadual de Florestas e PROBIO) foram executados a partir de imagens espectrais de média resolução espacial (sensores CCD, TM e ETM), permitindo análises na escala 1:100.000.

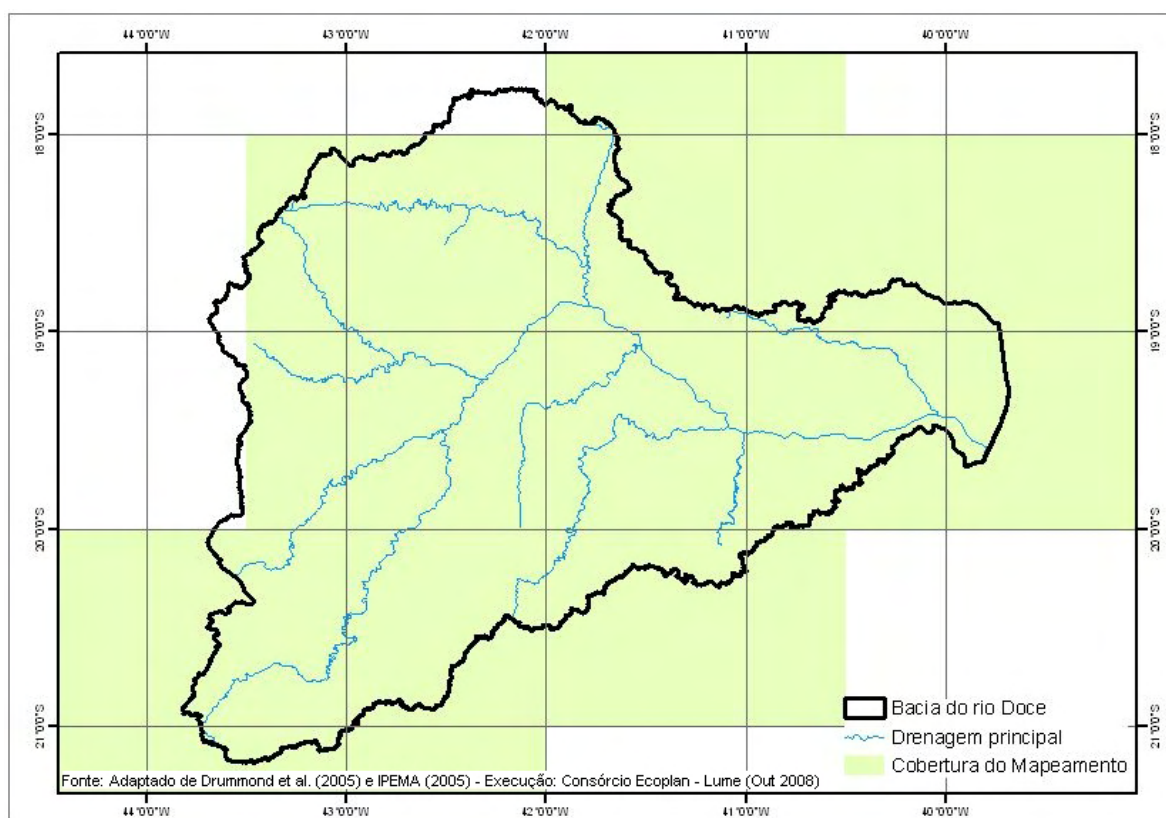


Figura 3.18 Cobertura do Mapeamento.

3.4.1 Sistemas Antrópicos

A classificação da vegetação brasileira proposta por IBGE (1992) divide a cobertura vegetal atual em dois sistemas: Sistema Natural, composto pelos tipos vegetacionais considerados primários; e o Sistema Antrópico, que considera as coberturas modificadas por processos antrópicos. As classes mapeadas por PROBIO/MMA/UFRJ/IESB/UFF (2006) para a bacia do rio Doce foram baseadas nesta proposta. Abaixo, segue a descrição compilada de IBGE (1992):

No Sistema Antrópico estão incluídas todas as comunidades secundárias brasileiras. São aquelas áreas que sofreram intervenção humana para uso da terra, seja com a finalidade mineradora, agrícola ou pecuária, descaracterizando a vegetação primária. Assim sendo essas áreas, quando abandonadas, logo depois de seu uso antrópico, reagem diferentemente de acordo com o tempo e o uso. Porém, a vegetação que surge reflete sempre, de maneira bastante uniforme, os parâmetros ecológicos do ambiente. A sucessão vegetal obedece a um ritmo, ao refazer o solo degradado pela ação do homem. As perdas de matéria orgânica pelas queimadas e a dos elementos químicos do solo, pela lixiviação provocada pelas águas das chuvas, empobrecem rapidamente os solos tropicais, que custam a se recuperar rapidamente.

Para o presente caso, o que interessa é a chamada vegetação secundária, que surge com o abandono da terra, após o uso pela agricultura, pela pecuária, e pelo reflorestamento e/ou florestamento de áreas campestres naturais.

Neste estudo são representados pela capoeira propriamente dita, conforme a definição proposta por Veloso *et al* (1991).

A Figura 3.19 apresenta as dezessete classes de tipologias de uso e cobertura do solo mapeadas.

Para representar graficamente a proporção entre as tipologias mapeadas, optou-se por agrupar algumas classes, procedimento este também adotado para a análise pormenorizada das nove unidades de análise da bacia do rio Doce (seis UPGRH na parte mineira da bacia, e três unidades de análise na parte capixaba da bacia). Isso ocorreu porque os dados não possuem uma distribuição normal, dificultando uma representação gráfica de todas as classes mapeadas. No geral, as classes foram agrupadas em *Floresta* (classes *Floresta Estacional Semi-Decidual* e *Floresta Ombrófila Densa*), *Outras Formações Naturais* (engloba as demais fitofisionomias do Sistema Natural proposto pelo IBGE, 1992), *Agropecuária* (Classes de uso *Agrícola*, uso *Agropecuário* e uso *Pecuário* ou pastagem), *Reflorestamento* (classe *Florestamento/Reflorestamento*), *Outros Usos Antrópicos* (demais usos do sistema antrópico (IBGE, 1992). Vale ressaltar que em algumas unidades de análise foi interessante destacar outras tipologias mapeadas, conforme a situação específica do local.

A Figura 3.20 apresenta a distribuição das classes sintetizadas para bacia do rio Doce. De acordo com os dados mapeados e representados nesta figura, a maior parte da bacia do rio Doce se encontra antropizada, sobretudo pelo uso agropecuário. As florestas, que cobriam cerca de 90% da bacia, atualmente são encontradas em menos de 1/3 da área total. Entretanto, não se conhece, de fato, a qualidade destes fragmentos florestais, de maneira que a simples presença da classe *Floresta* não significa que esta apresente condições fitoestruturais suficientes para manter ecologicamente a flora e fauna local (SOS MATA ATLÂNTICA / INPE, 2001).

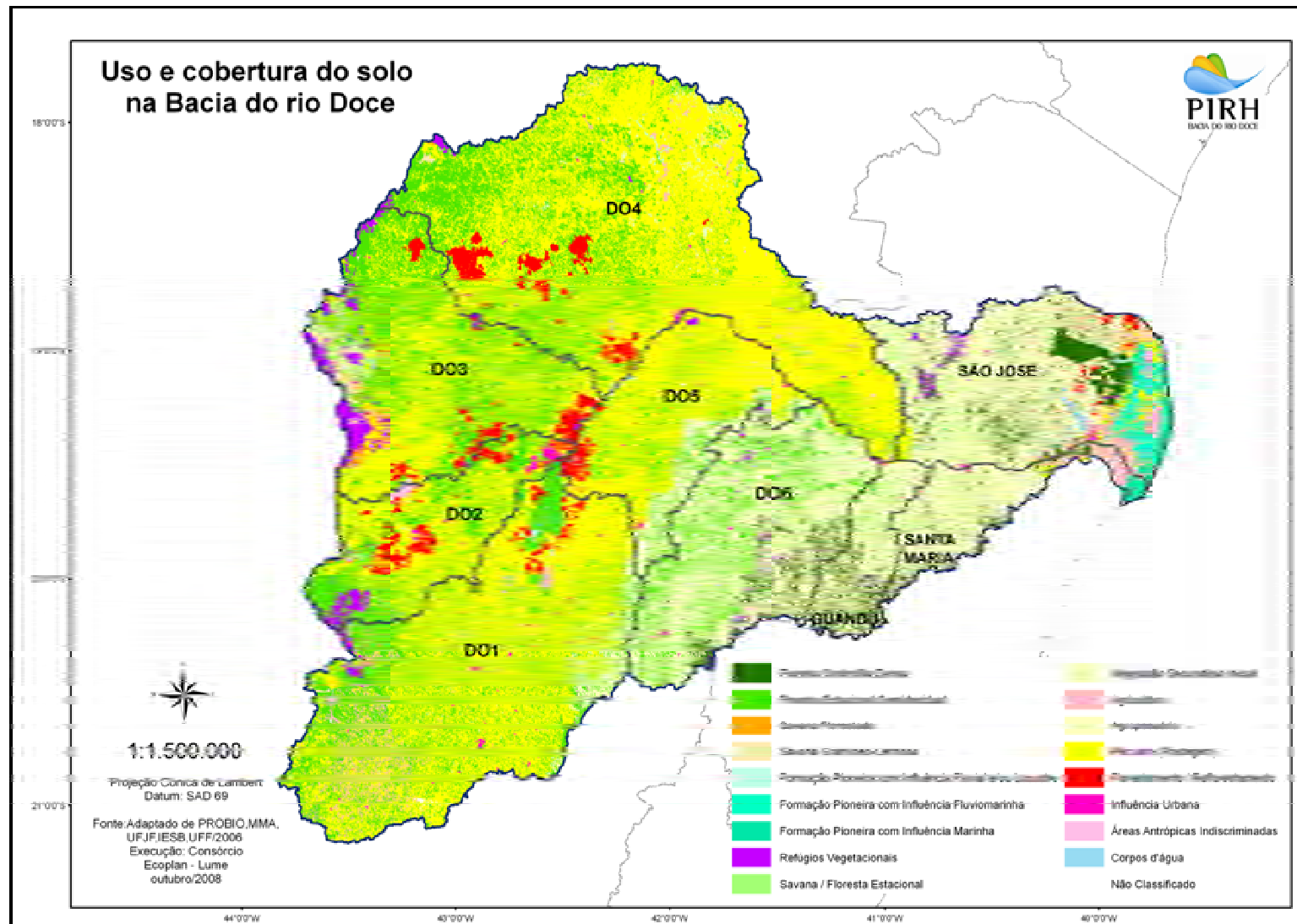


Figura 3.19 Mapeamento do uso e cobertura do solo na bacia do rio Doce.

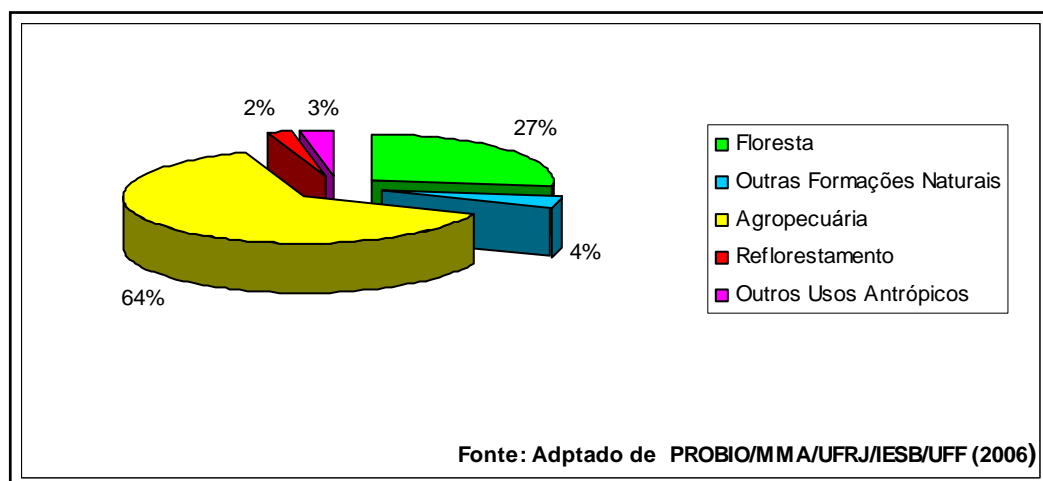


Figura 3.20 Uso e cobertura do solo por tipologia na bacia do rio Doce.

3.4.2 Síntese das Classes de Uso e Cobertura do Solo por Unidade de Planejamento

A Figura 3.21 apresenta como se comportam as classes de uso nas nove unidades de análise propostas para a bacia do rio Doce.

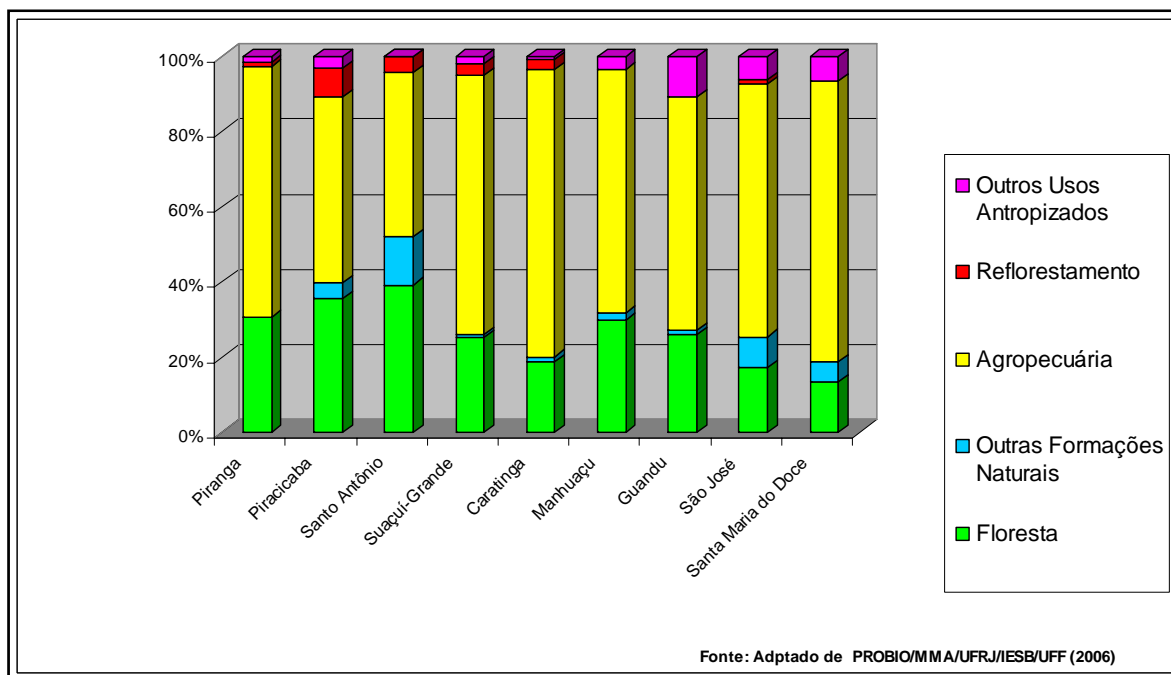


Figura 3.21 Síntese do uso e cobertura do solo nas unidades de análise.

O gráfico é bastante ilustrativo, e nele a UPGRH do rio Santo Antônio possui a área relativa mais preservada, em relação às demais unidades, inclusive contendo a maior área relativa da classe *Floresta*. O comportamento contrário ocorre na UPGRH do rio Santa Maria do Doce, pois esta se encontra com a área relativamente menos coberta por *Florestas* e *Outras Formações Naturais*.

Outra constatação é que a UPGRH Piracicaba possui a maior área relativa coberta pela classe *Reflorestamento*. As unidades dos rios Santo Antônio e Suaçuí-Grande também

possuem destacadas áreas reflorestadas, e pode-se inferir que a proximidade com a UPGRH do Piracicaba seja um dos fatores responsáveis por essa ocorrência.

A classe *Agropecuária* se destaca nas unidades de Caratinga e de Santa Maria do Doce, sendo estas as mais degradadas em relação à cobertura original.

A seguir, são comentadas as classes de uso e cobertura vegetal nas unidades de análise da bacia do rio Doce.

3.4.2.1 UPGRH do rio Piranga

A UPGRH do rio Piranga está localizada desde as cabeceiras do rio Doce até as proximidades do Parque Estadual do Rio Doce (PERD). Possui uma área total de aproximadamente 1.757.000 hectares, onde estão distribuídas quatorze tipologias de uso e cobertura do solo.

A tipologia que ocupa a maior área é *Pecuária* (aproximadamente 57% da área), seguida pela *Floresta Estacional Semi-decidual* (cerca de 30%), perfazendo mais de 87% da área total da bacia. As classes de mapeamento estão correlacionadas com a distribuição das classes dominantes (*Floresta Estacional Semi-Decidual* e *Pecuária*): enquanto o Sistema Natural ocupa apenas 31% da área total mapeada, o Sistema Antrópico ocupa 69%, mostrando que esta unidade se encontra bastante alterada, em relação a sua cobertura primitiva.

A Figura 3.22 mostra o agrupamento das classes.

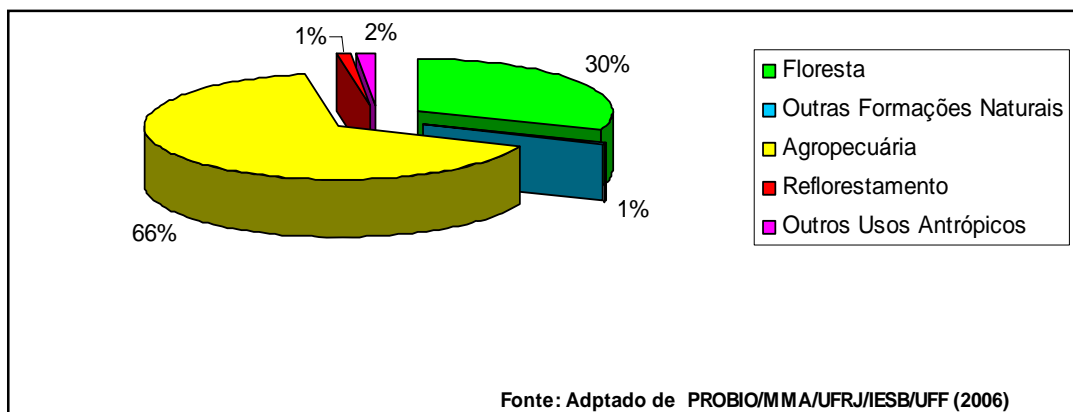


Figura 3.22 UPGRH do Piranga: uso e cobertura do solo por tipologia.

3.4.2.2 UPGRH do rio Piracicaba

A UPGRH do Piracicaba, que é formada pela bacia do rio homônimo desde suas nascentes no Quadrilátero Ferrífero até sua confluência com o rio Doce, nas proximidades do PERD, destaca-se por abrigar a Região Metropolitana do Vale do Aço, importante pólo da siderurgia em Minas Gerais. Neste contexto, o uso e cobertura do solo estão associados a estas atividades, marcando peculiarmente esta unidade de planejamento. Sua área total é de aproximadamente 568.000 hectares. Ali, foram mapeadas treze classes de cobertura do solo.

Em relação às principais tipologias mapeadas, destaca-se a *Pecuária* (48%), a *Floresta Estacional Semi-Decidual* (35%) e as áreas de *Reflorestamento* com ginminospermas (8%). Em relação ao número de fragmentos e seu tamanho médio, as classes *Floresta Estacional Semi-decidual* e a *Pecuária* possuem um comportamento muito

semelhante. Os fragmentos florestais possuem um tamanho médio parecido aos das áreas de pastagem. Isso não evidencia um claro padrão da matriz de ocupação.

Distribuindo as tipologias mapeadas em classes mais homogêneas, afim possibilitar uma melhor visualização das ocorrências encontradas, foram utilizadas as mesmas classes propostas para a bacia do rio Doce: *Floresta*, *Agropecuária*, *Reflorestamento*, *Outras Formações Naturais* e *Outros Usos Antrópicos* (Figura 3.23).

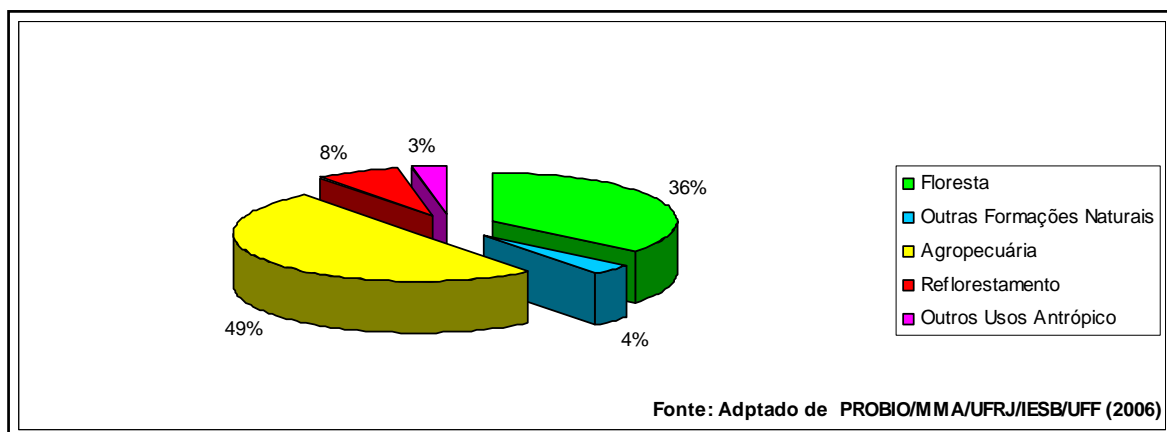


Figura 3.23 UPGRH do Piracicaba: uso e cobertura do solo por tipologia.

3.4.2.3 UPGRH do rio Santo Antônio

Esta unidade de planejamento possui aproximadamente 1.075.000 hectares, distribuídos nas classes mapeadas.

Esta unidade se destaca por possuir várias áreas de cabeceiras de drenagem localizadas na Serra do Espinhaço, que por sua vez proporcionam características peculiares em relação às demais unidades da bacia do rio Doce. Analisando o resultado do mapeamento verifica-se que as principais tipologias possuem áreas similares: a *Pecuária* (43%) e a *Floresta Estacional Semi-Decidual* (39%).

Outra característica é a presença da vegetação caracterizada como *Refúgio Vegetacional*, neste caso endêmica da Serra do Espinhaço (tipologias localmente conhecidas como campos de altitude e campos rupestres), além da vegetação de *Savana*, que claramente marca a transição entre o domínio da Floresta Atlântica e o domínio influenciado pelas maiores altitudes da bacia.

O mapa de cobertura do solo da unidade também evidencia que as áreas de reflorestamento se concentram próximas a região do Vale do Aço, que como já explicitado, é um pólo industrial que demanda por esta matéria prima. Outra característica importante é que o tamanho médio dos fragmentos florestais (3.347 hectares) e das áreas de pecuária (3.348 hectares), assim como o número de áreas (126 e 147, respectivamente) é muito parecido, e como exposto no mapa, não evidencia um claro domínio de uma tipologia sobre a outra. Observa-se, entretanto, que localmente podem-se identificar áreas marcadas pelo domínio da *Pecuária* e outras dominadas pelas *Florestas*.

Além de ser a UPGRH em melhor estado de conservação, a unidade do rio Santo Antônio também é a menos heterogênea entre as nove analisadas, conforme pode ser visto na Figura 3.24. Além disto, os usos urbanos são insignificantes, em termos de área relativa, o que acena como uma das explicações para o atual estado de conservação ambiental.

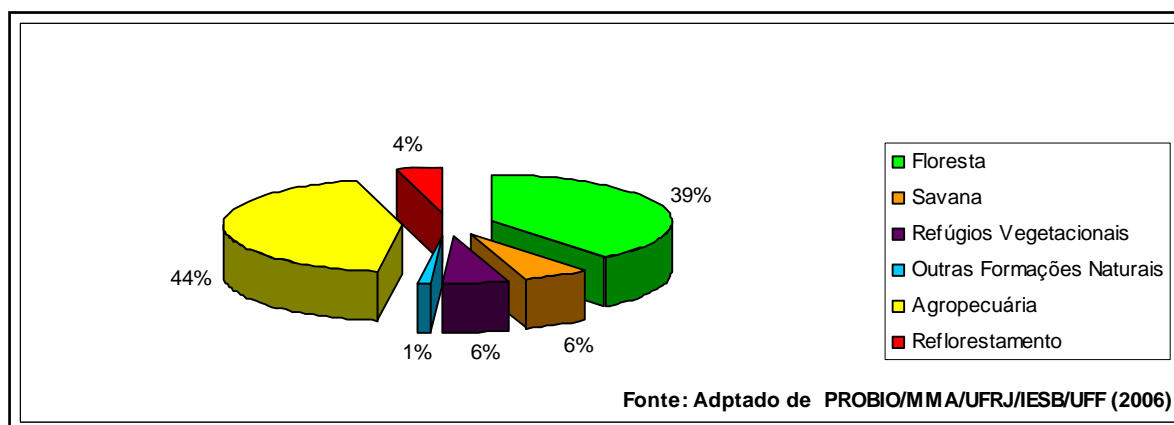


Figura 3.24 UPGRH do Santo Antônio: uso e cobertura do solo.

3.4.2.4 UPGRH do rio Suaçuí

A unidade do Suaçuí destaca-se por ser a maior entre as nove propostas para o planejamento da bacia do rio Doce. Com cerca de 2.155.000 hectares, possui importantes tributários, como os rios Vermelho, Suaçuí Grande e Itambacuri. Foram mapeadas 14 classes de cobertura do solo nessa bacia.

As classes mapeadas apontam para a predominância do uso *Pecuária* (cerca de 67%), restando aproximadamente 25% de áreas cobertas pela *Floresta Estacional Semi-Decidual*. A análise do tamanho médio e do desvio padrão dos dados de floresta indica que existem muitos fragmentos pequenos, entretanto, também há grandes fragmentos florestais (o tamanho médio é 55 hectares, mas com o desvio padrão é 1.263, há indícios de fragmentos acima de 1.000 hectares). Todavia, as áreas cobertas pelas pastagens (*Pecuária*) se estendem continuamente pela paisagem, de acordo com a análise destes mesmos parâmetros (tamanho médio de 400 hectares e um desvio padrão de 2378).

Pode-se afirmar pelos dados apresentados, que há predomínio na unidade das áreas de *Pecuária*, principalmente no baixo curso dos rios Suaçuí Grande e Tambacuri. Outra constatação é a proximidade espacial entre as áreas de *Reflorestamento* à unidade do rio Piracicaba, nas proximidades da Região Metropolitana do Vale do Aço.

O mapeamento, quando separado nas classes mais representativas, mostra que não há fitofisionomias naturais que possam áreas relativas significativas na UPGRH, com a exceção da *Floresta Estacional Semi-Decidual*, que neste caso é representado apenas pela classe *Floresta* (Figura 3.25).

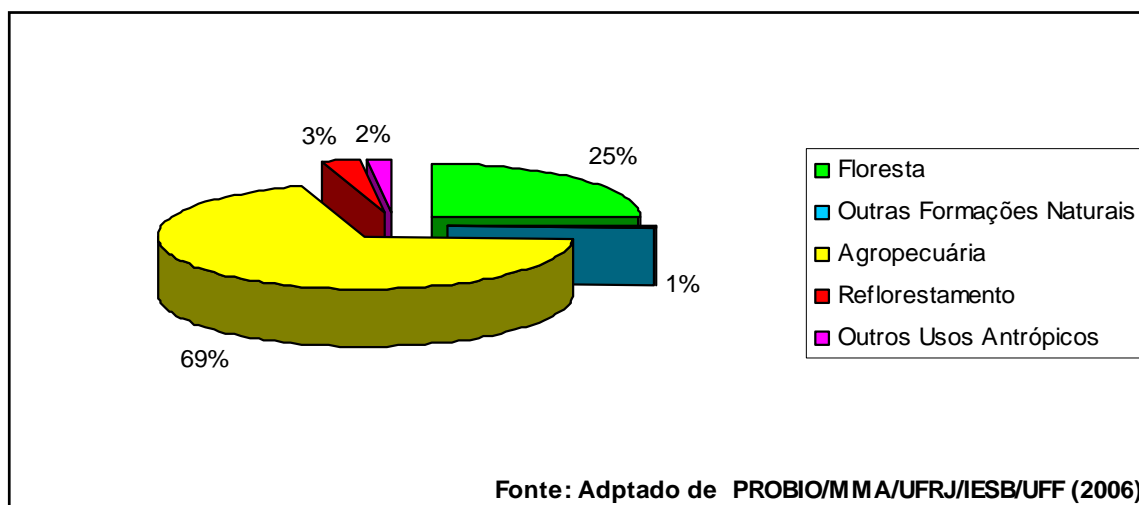


Figura 3.25 UPGRH do Suaçuí: uso e cobertura do solo por tipologia.

3.4.2.5 UPGRH do rio Caratinga

A unidade de planejamento Caratinga é caracterizada pela passagem do rio de mesmo nome, que é afluente direto do rio Doce. Possui uma área estimada de 667.000 hectares, e ocupa lugar central na bacia do rio Doce. Também se destaca a inserção da cidade pólo Governador Valadares.

O estudo das tipologias de uso e ocupação do solo mostra que esta é uma UPGRH bastante deteriorada em relação aos seus ecossistemas naturais.

Sobre a distribuição geográfica das tipologias de uso e cobertura do solo pode-se afirmar que a UPGRH é composta por uma paisagem dominada pela *Pecuária* na margem esquerda do rio Caratinga, e pelo uso *Agropecuário* em sua margem direita. Nota-se que ambas sempre estão entremeadas por pequenos fragmentos de *Floresta Estacional Semi-Decidual* (tamanho médio dos fragmentos de floresta em torno de 35 hectares, com um desvio padrão próximo a 120 hectares). As áreas de *Reflorestamento* seguem o padrão das UPGRHs já descritas, ou seja, localizam-se nas proximidades da unidade do rio Piracicaba. Em relação a *Outros Usos Antrópicos*, mesmo com a presença do município de Governador Valadares, a influência urbana na bacia não chega a 1% de sua área total.

Segundo a simplificação das classes proposta para a bacia do rio Doce, a distribuição das principais tipologias é apresentada na Figura 3.26.

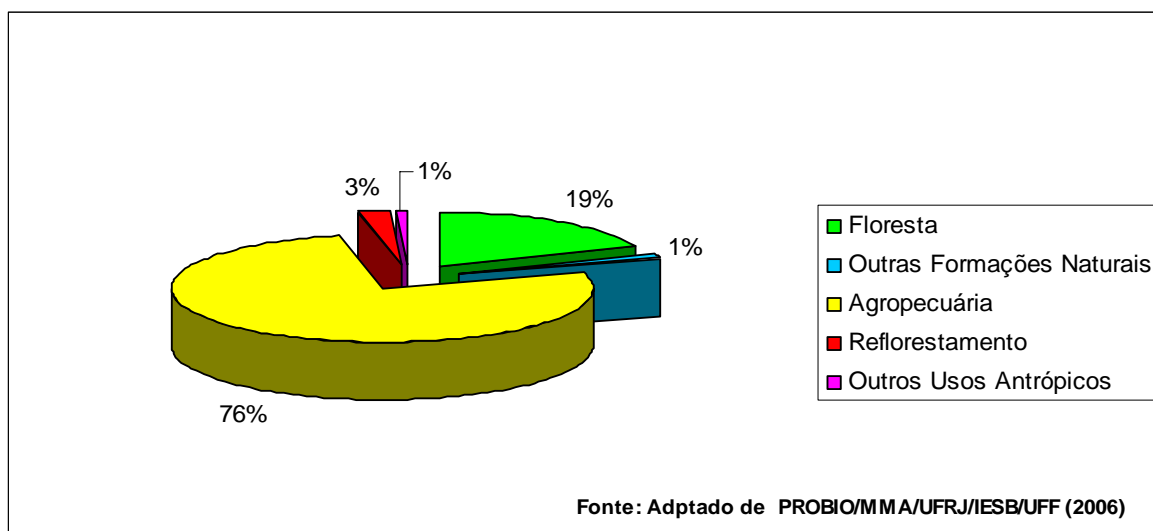


Figura 3.26 UPGRH do Caratinga: uso e cobertura do solo por tipologia.

3.4.2.6 UPGRH do rio Manhuaçu

A UPGRH do Manhuaçu está localizada na divisa entre os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Possui uma área estimada de 919.000 hectares que é drenada pelo rio Manhuaçu e seus afluentes.

Analisando os dados tabulados, nota-se que número de áreas pertencentes ao uso *Agropecuário* (1672 áreas) é relativamente próximo aos mapeados como *Floresta Ombrófila Densa* (1015 fragmentos), e muito inferior ao de *Floresta Estacional Semi-Decidual* (4556 fragmentos), apesar de sua área total ser bem superior. Analisando também os altos valores do desvio padrão (13.814 hectares), pode-se afirmar que existem grandes áreas agropecuárias preenchidas pelas formações florestais, cujo tamanho médio e desvio-padrão são bem inferiores.

Outra característica marcante na bacia do Manhuaçu é a transição entre os ambientes de floresta Atlântica: na porção distal (em relação ao oceano) da unidade, onde predomina a *Formação Semi-Decídua*, enquanto na porção proximal, à margem continental, há o domínio da *Floresta Ombrófila Densa*. Percebe-se nas áreas mais elevadas, que marcam a divisa estadual entre Minas Gerais e o Espírito Santo, alguns ambientes marcados *com Refúgios Vegetacionais*.

A Figura 3.27 apresenta as principais tipologias mapeadas. Destaca-se que na escala do mapeamento utilizado não há a ocorrência de áreas de *Reflorestamento*.

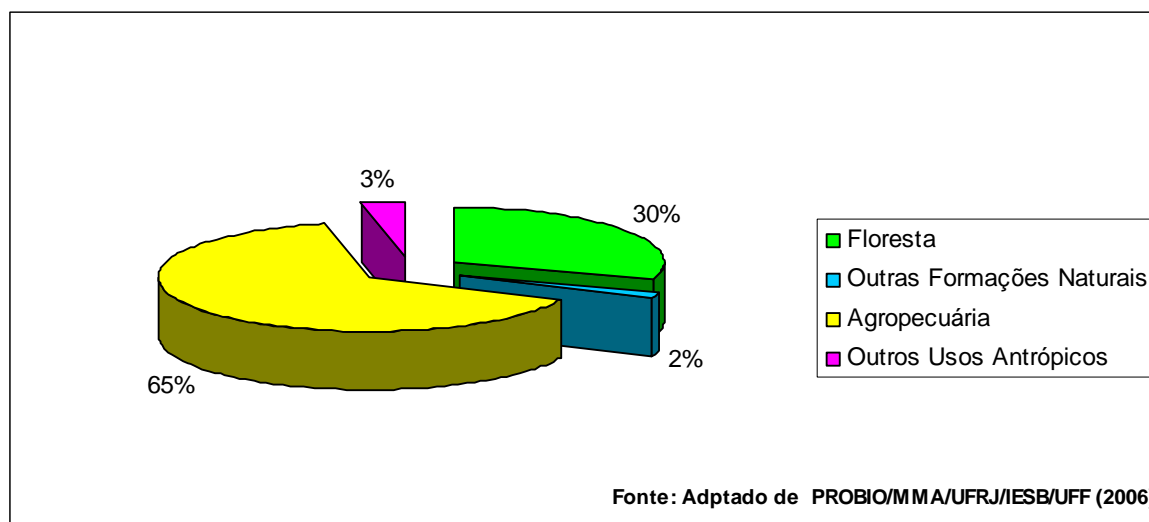


Figura 3.27 UPGRH do Manhuaçu: uso e cobertura do solo por tipologia.

3.4.2.7 Unidade de análise do rio Guandu

A unidade de análise do Guandu é composta pela bacia hidrográfica do rio homônimo, e está totalmente inserida no Estado do Espírito Santo. Com aproximadamente 247.000 hectares, é a menor unidade entre as nove propostas para a bacia hidrográfica do rio Doce. Segundo os dados do mapeamento utilizado, esta também se encontra em uma região de transição entre o ecossistema da *Floresta Ombrófila Densa* e da *Floresta Estacional Semi-Decidual*.

As informações tabuladas mostram que esta bacia é composta, sobretudo por áreas Agropecuárias (61%), de *Floresta Ombrófila Densa* (20%) e de *Vegetação Secundária em Estágio Inicial* (10%). Entre as unidades de análise da bacia do rio Doce, Guandu é a que contém a maior área relativa de *Vegetação Secundária*, indicando que áreas provavelmente agropecuárias foram abandonadas, permitindo o início do processo de sucessão ecológica.

Analisando as classes florestais, nota-se que os fragmentos de *Floresta Ombrófila Densa* são, em média, maiores que os de *Floresta Estacional Semi-Decidual* (60 e 25 hectares, respectivamente). Os dados levantados a respeito das áreas Agropecuárias demonstram que estas são, em média, maiores, apesar de possuírem um número absoluto menor em relação às classes florestais. Os fragmentos florestais se apresentam encrustados em uma paisagem dominada por áreas agrícolas.

A Figura 3.28 ilustra a proporção entre as classes florestais, a vegetação secundária e as áreas agropecuárias na bacia do rio Guandu.

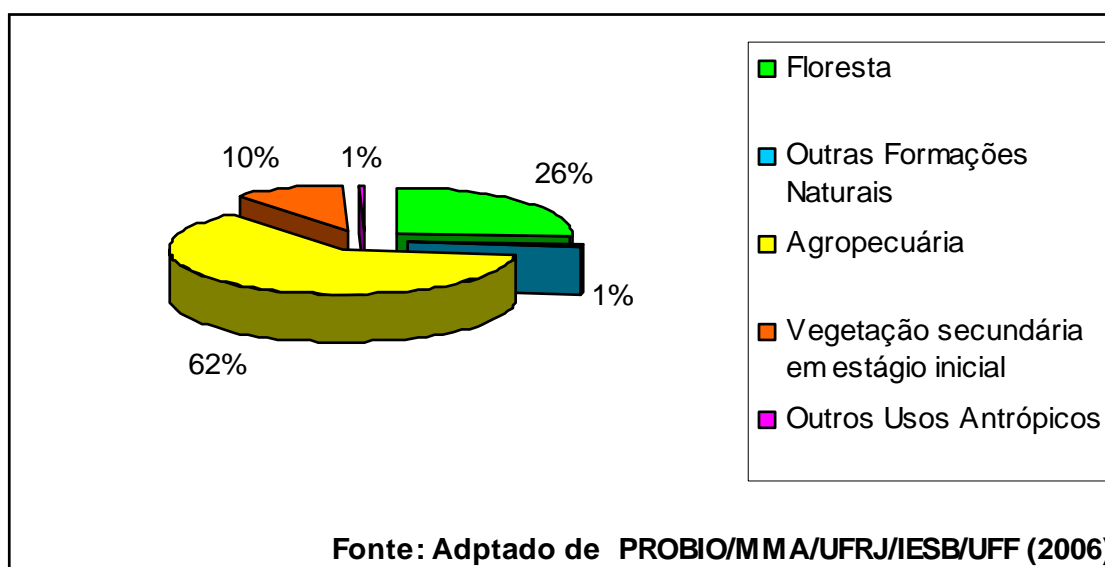


Figura 3.28 Unidade de análise do Guandu: uso e cobertura do solo por tipologia.

3.4.2.8 Unidade de análise do rio São José

A unidade do São José é composta por duas bacias hidrográficas: a bacia do rio São José propriamente dita, a bacia do Pancas e a região denominada Barra Seca. Entretanto, apenas a primeira é afluente do rio Doce, já que a segunda é uma bacia que drena diretamente para o oceano Atlântico, e que por questões de facilidade no planejamento, foi incorporada politicamente a bacia do rio Doce. Esta UP possui cerca de 975.000 hectares, distribuídos nas quinze classes.

As classes *Agropecuárias* possuem o mesmo padrão e é possível constatar que existe a predominância destas classes preenchidas por fragmentos florestais.

O mapeamento desta unidade explicita os altos valores para as classes agrícolas (5%), em relação aos valores das outras unidades (observa-se que estes valores sempre foram inferiores a 1% do total mapeado em cada caso). Pode-se justificar a utilização destas como áreas agrícolas pela dinâmica hidrográfica do rio Doce: as áreas de foz são planas e constantemente inundadas pelas águas do rio e de outros cursos d'água, que trazem os íons lixiviados do continente e ali os depositam. Desta maneira, ocorre um processo de fertilização natural do solo, tornando-o apto a produção agrícola.

Outra classe que possui uma presença relativamente expressiva na unidade do São José é a de *Formações Vegetacionais Secundárias*, que ocupa 7% da área total. A Figura 3.29 mostra a sua proporção em relação às classes florestais, pioneiras e agropecuárias.

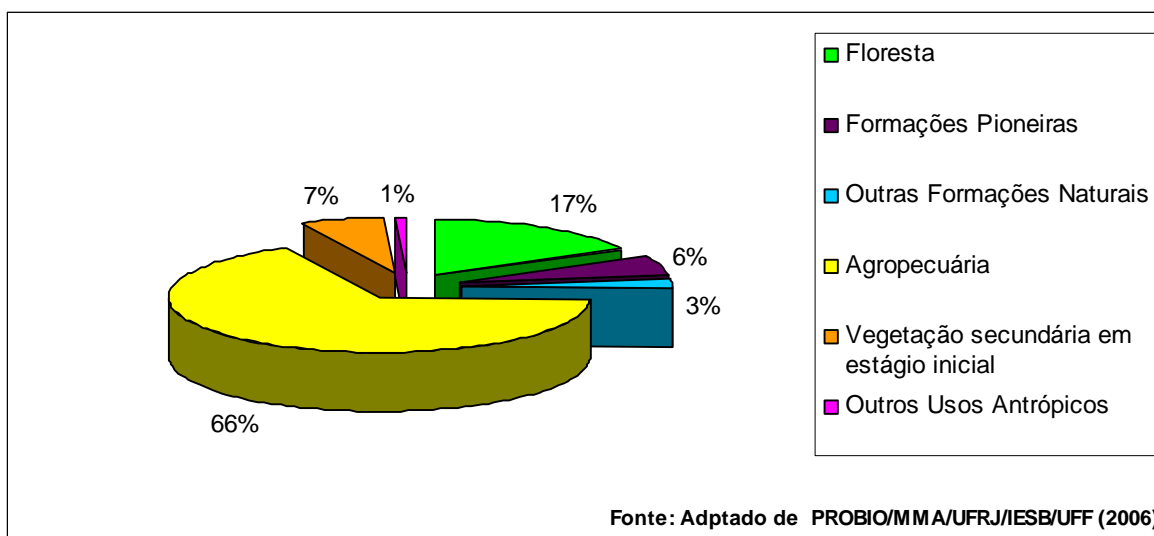


Figura 3.29 Unidade de análise do São José: uso e cobertura do solo por tipologia.

3.4.2.9 Unidade de análise do rio Santa Maria do Doce

A unidade do Santa Maria do Doce possui aproximadamente 307.000 hectares, e se encontra próxima a foz do rio Doce. Ela se caracteriza por possuir a maior porcentagem de área antropizada (81% da área da unidade) em relação às outras unidades.

Os fragmentos florestais mapeados possuem um comportamento oposto, ou seja, há um predomínio de pequenos fragmentos, e estes estão preenchendo, principalmente, as áreas da classe *Agropecuária*.

Observa-se que a classe mapeada como agrícola, nesta unidade, possui o mesmo comportamento da classe homônima mapeada na unidade São José. A explicação também está na dinâmica hidrológica, que na verdade é a mesma, já que o limite entre as unidades é o próprio rio Doce.

Outra classe mapeada que possui relevância são as vegetações em estágio de sucessão, representando cerca de 6 % da área da unidade. Entretanto, estas áreas são bastante fragmentadas, pois seus valores para média e desvio padrão são relativamente baixos (32 e 77 hectares, respectivamente).

Por fim, a Figura 3.30 representa a síntese das proporções das classes mapeadas, conforme a simplificação já explicitada.

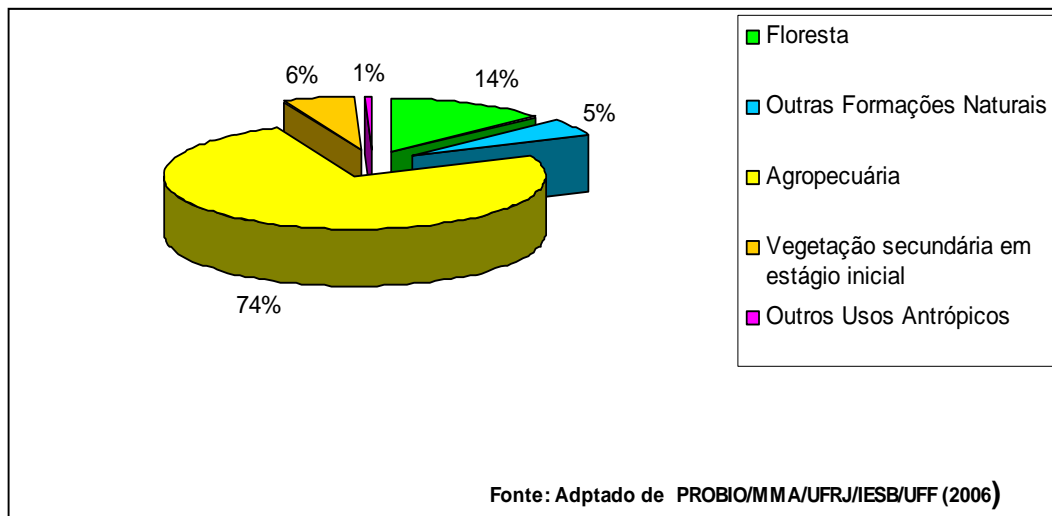


Figura 3.30 Unidade de análise de Santa Maria do Doce: uso e cobertura do solo por tipologia.

3.4.3 Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação são definidas como um espaço territorial com seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000).

No Brasil, estas foram regulamentadas sobre a Lei 9.985 de 18 de Julho de 2000, que “regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC e dá outras providências” (BRASIL, 2000).

A Lei 9985/2000, também conhecida como lei do SNUC, tem como finalidade maior de conservação do meio ambiente, estabelecendo critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação, buscando uma melhor gestão do patrimônio ambiental brasileiro (GELUDA & YOUNG, 2004).

A Lei define diferentes categorias de unidades que vão compor o SNUC, dividindo-as em dois grupos: as unidades de proteção integral que objetivam preservar a natureza, admitindo apenas o uso indireto dos seus recursos naturais; e as unidades de uso sustentável que objetivam combinar a conservação ambiental com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais.

Mesmo considerando que é por meio de diferentes categorias de unidades que será possível alcançar os objetivos gerais de conservação, é reconhecido que são as de proteção integral, por serem mais restritivas, que garantem maior proteção à biodiversidade (GELUDA & YOUNG, 2004). Elas correspondem aos termos Unidades de Conservação de Uso Indireto (Proteção Integral I) e de Uso Direto (Uso Sustentável) utilizados anteriormente ao SNUC (RYLANDS & BRANDON, 2005).

As Unidades de Proteção Integral têm como objetivo básico a preservação da natureza, sendo admitido o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos na Lei do SNUC (BRASIL, 2000).

De acordo com as fontes oficiais dos Governos Estaduais de Minas Gerais e do Espírito Santo, representados respectivamente pelo Instituto Estadual de Florestas e Instituto Estadual de Meio Ambiente, na bacia do rio Doce existem atualmente regularizadas e implementadas 19 UC's de Proteção Integral. Estas estão divididas nas categorias *Parque* (dois nacionais, sete estaduais, três municipais), duas *Estações Ecológicas* (uma estadual e outra municipal), quatro *Reservas Biológicas* (três federais e uma municipal) e um *Monumento Natural* federal, conforme o apresentado no Quadro 3.55.

Quadro 3.55 UC's de Proteção Integral na bacia do rio Doce.

Categoria	Nome	Legislação	Município
EEE	Tripuí	Dec. 9 157 de 24.04.78 e Dec. 21 340 de 04.06.81	Ouro Preto
EEM	Ipanema	Lei nº 1.194, de 07/12/2001	Ipanema
MNF	Pontões Capixabas	Lei nº 11.686, de 12/06/2008	Águia Branca / Pancas
PAQN	Caparaó	Dec. nº 50.646 de 24/05/61	Alto Caparaó / Alto Jequitibá / Caparaó / Espera Feliz
PAQN	Serra do Cipó	Dec. nº 19.278 de 03/07/77 e Dec. nº 90.223 de 25/09/84	Itambé do Mato Dentro / Jabuticatubas / Morro do Pilar / Santana do Riacho
PAQE	Serra da Candonga	Dec. 40170 de 17/12/1998	Guanhães
PAQE	Rio Doce	Dec-Lei 1 119 de 04.07.44 e Dec-Lei 5 831 de 06.07.60	Dionísio / Marliéria / Timóteo
PAQE	Sete Salões	Dec.39 908 de 22.09.98	Conselheiro Pena / Itueta / Resplendor / Santa Rita do Itueto
PAQE	Rio Corrente	Dec. nº 40.168 de 17/12/98	Açucena
PAQE	Pico do Itambé	Dec. nº 44.176 de 20/12/05	Santo Antônio do Itambé / Serro / Serra Azul de Minas
PAQE	Itacolomi	Lei 4 495 de 14.06.67	Mariana / Ouro Preto
PAQE	Serra do Brigadeiro	Lei 9 655 de 20.07.88 e Dec. 38 319 de 27.09.96	Araponga / Divino / Ervália / Fervedouro / Miradouro / Muriaé / Pedra Bonita / Sericita
PAQM	Parque Natural Municipal Salão das Pedras	Lei nº 1.594 de 29/11/99	Conceição do Mato Dentro
PAQM	Ribeirão São José	Lei nº 3.465 de 10/12/98	Itabira
PAQM	Parque Ecológico Municipal Sagui da Serra	Decreto nº1545 de 05/06/99	Manhumirim
PAQM	Elci Rolla Guerra	Lei nº 219 de 05/10/98	São Domingos do Prata
RBF	Augusto Ruschi	Decreto nº 92753 de 05/06/86	Santa Teresa
RBF	Comboios	Decreto nº 90222 de 25/09/84	Aracruz / Linhares
RBF	Sooterama	Decreto nº 87588 de 20/09/82	Jaguaré / Linhares / Sooterama
RBM	Mata do Bispo	Lei nº 3.783, 16/07/03	Itabira

EEE: Estação Ecológica Estadual; EEM: Estação Ecológica Municipal; MNF: Monumento Natural Federal; PAQN: Parque Nacional; PAQE: Parque Estadual; PAQM: Parque Municipal; RBF: Reserva Biológica Federal; RBM: Reserva Biológica Municipal

Fonte: IEF; IEMA

As Unidades de Uso Sustentável têm como objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso direto de parcela dos seus recursos naturais (BRASIL, 2000). Na bacia hidrográfica do rio Doce, conforme as informações repassadas pelos

órgãos ambientais existem 60 Áreas de Proteção Ambiental (uma federal, cinco estaduais e 54 municipais); uma Área de Relevante Interesse Ecológico estadual; uma Floresta Estadual; e 20 Reservas Particulares do Patrimônio Natural (onze federais e nove estaduais), conforme o Quadro 3.56.

Quadro 3.56 UC's de Uso Sustentável na bacia do rio Doce

Categoria	Nome	Legislação	Município
APAF	Morro da Pedreira	Dec. nº 98.891 de 26/01/90	Itabira / Itambé do Mato Dentro / Jabuticatuas / Morro do Pilar / Nova União / Santana do Riacho / Taquaraçu de Minas
APAE	Agua Vertentes	Dec. 39 399 de 21/01/98	Couto Mag. de Minas / Diamantina / Felício dos Santos / Rio Vermelho /Sto. Antônio do Itambé / Serra Azul de Minas / Serro
APAE	APA Sul	Dec.35624 de 08/06/1994 e Dec. 37812 de 08/03/1996	Belo Horizonte/Brumadinho/Caeté/Ibirité/Itabirito/Nova Lima/Raposos/Rio Acima/Santa Bárbara
APAE	Goiapaba-Açu	Dec 3.796-N de 27/11/94	
APAE	Seminário Menor de Mariana	Dec. 23 564 de 11.05.84	Mariana
APAM	Açucena	Dec. Nº 070, de 5/11/1999	Açucena
APAM	Água Branca	Decreto nº 402, 12/12/99	Peçanha
APAM	Água Limpa	Lei nº 1.099, 28/05/97 e Lei nº 1.145, 30/03/98	Mirai
APAM	Antônio Dias	Lei nº 1.291 de 14/06/02	Antônio Dias
APAM	APA de Ervália	Lei nº 1.088, 26/04/2000	Ervália
APAM	APA de Manhumirim	Decreto nº 1.544, 05/06/99	Manhumirim
APAM	APA Mun. de Sardoá	Lei nº 51 de 27/10/03	Sardoá
APAM	APA Tronqueiras	Lei nº1072 de 24/12/03	Coroaci
APAM	Araponga	Lei nº 490 16/01/98 Lei nº 496 27/03/98	Araponga
APAM	Barra Longa	Lei nº 961 de 27/12/01	Barra Longa
APAM	Belém	Lei nº 782 de 20/06/02	Marliéria
APAM	Belo Oriente	Decreto nº 67, 20/03/02	Belo Oriente
APAM	Boa Esperança	Decreto nº 17, 21/06/00	Cantagalo
APAM	Bom Jardim	Decreto nº 345, 31/12/99	São João Evangelista
APAM	Braúna	Lei nº 916, 09/08/01	Paula Cândido
APAM	Brecha	Decreto nº 849, 18/11/99	Guaraciaba
APAM	Canaã	Lei nº 477, 26/03/01	Canaã
APAM	Capivara	Lei nº 005, 28/06/01	São Miguel do Anta
APAM	Corredeiras	Lei nº 123, 28/12/01	Taparuba
APAM	Córrego das Flores	Lei nº 075 de 18/06/01	Frei Lagonegro
APAM	Córrego Novo	Lei nº 695 de 25/02/03	Corrego Novo
APAM	Dionísio	Lei nº 244, 01/02/2000	Dionísio
APAM	Divinolândia	Lei nº 59, 24/08/99	Divinolândia de Minas
APAM	Gameleira	Lei nº 725, 14/05/01	Dom Joaquim
APAM	Gonzaga	Lei nº 047, 18/11/99	Gonzaga
APAM	Gualaxo do Sul	Lei nº 465, 10/05/02	Diogo de Vasconcelos
APAM	Hematita	Lei nº 1,325, 20/08/03	Antônio Dias

Contiunua...

Categoria	Nome	Legislação	Município
APAM	Ipanema	Lei nº 1.535 de 26/08/97	Ipatinga
APAM	Jacroá	Lei nº 761, 28/03/01	Marliéria
APAM	Jacutinga	Lei nº 463, 18/05/01	Materlândia
APAM	Jaguaraçu	Lei nº 555, 01/12/98	Jaguaraçu
APAM	Jequeri	Lei nº 2.457, 15/06/01	Jequeri
APAM	Macuco	Lei nº 031 de 22/10/02	Dvinolândia de Minas
APAM	Matinha	Lei nº 892, 27/08/01	Guaraciaba
APAM	Nascentes do Ribeirão Sacramento	Lei nº 792 de 15/10/02	São José do Goiabal
APAM	Nascentes do Rio Tronqueiras	Lei nº 1.382 de 30/10/02	Virginópolis
APAM	Nô da Silva	Lei nº 415, de 18/02/03	Cajuri
APAM	Nova Era	Decreto nº 1012, 13/11/98 e Decreto nº 1016, 04/12	Nova Era
APAM	Oratórios	Decreto 344 de 11/11/02	Oratórios
APAM	Pedra da Gaforina	Lei Nº 1931, de 12/6/2001	Guanhães
APAM	Pingo D'Água	Decreto nº 028, 07/08/01	Pingo D'Água
APAM	Piranga	Lei nº 1.126 de 30/08/02	Piranga
APAM	Presidente Bernardes	Decreto nº 468 de 01/09/03	Presidente Bernardes
APAM	Renascença	Lei nº 502 de 03/09/01	Carmésia
APAM	Rio Mombaça	Lei Nº 268 de 09/04/01	Dionísio
APAM	Rio Picão	Lei nº 402, 23/08/99	Morro do Pilar
APAM	Santana do Paraíso	Decreto nº 066 de 10/05/99	Santana do Paraíso
APAM	Senador Firmino	Lei nº 920 de 11/06/02	Senador Firmino
APAM	Senhora de Oliveira	Lei nº 124 de 25/03/02	Senhora de Oliveira
APAM	Serra Bom Sucesso	Lei nº 88, 08/02/02	Nacip Raydan
APAM	Serra do Intendente	Decreto nº 109, 12/11/99	Conceição do Mato Dentro
APAM	Serra Talhada	Decreto nº 002, 02/02/02	Congonhas do Norte
APAM	Serrana	Lei nº 064, 20/08/01	Divinésia
APAM	Suaçuí	Decreto nº 004, 12/08/99	Paulistas
APAM	Teixeiras	Lei nº 1.107 de 29/06/01	Teixeiras
APAM	Vapabusul	Dec. N ° 003 de 13/02/01	Santa Maria do Suaçuí
APAM	Virginópolis	Lei nº 13.040, 16/11/99	Virginópolis
ARIEE	Morro da Vargem	Dec nº 1.588-R, de 23/11/05	Ibirapu
RPPNF	Belgo Mineira	Portaria IBAMA nº 17/93-N, 19/02/93	João Monlevade
RPPNF	Comodato Reserva Peti	Portaria IBAMA nº 99/01, de 13/09/01	São Gonçalo do Rio Abaixo
RPPNF	Fazenda Barra do Pirapetinga	Portaria IBAMA Nnº 73/99-N de 13/09/99	Piranga
RPPNF	Fazenda Macedônia	Portaria IBAMA nº 111/94 de 14/10/94	Ipaba
RPPNF	Feliciano Miguel Abdalla	Portaria IBAMA nº 116/01 N, de 03/09/01	Caratinga
RPPNF	Itajuru ou Sobrado	Portaria IBAMA nº 109/02 N, de 08/04/02	Santa Bárbara
RPPNF	Mata do Sossego	Pot IBAMA 020/98-N DE 16/02/98	Simonésia
RPPNF	Santuário da Serra do Caraça	Port IBAMA 32/94-N de 30/03/94	Santa Bárbara / Catas Altas

Contiunua...

Categoria	Nome	Legislação	Município
RPPNF	Três Pontões	Port IBAMA 29/04, de 8/3/04	Afonso Cláudio
RPPNF	Vila Ana Angélica	Portaria n° 140/98 de 02/10/98	Antônio Dias
RPPNE	Fazenda Bulcão	Portaria n° 081 IEF, 07/10/98	Aimorés
RPPNE	Fazenda São Lourenço / Matinha	Portaria n° 154 IEF de 16/12/02 Averb. 15/07/03	Manhuaçu
RPPNE	Guilman Amorim	Portaria n° 06/98 - IEF, 22/01/98	Antônio Dias
RPPNE	Irmã Scheila	Port. N° 05 IEF de 8/1/2004	Manhuaçu
RPPNE	Itabiruçu	Port. N° 254 IEF de 27/12/2005	Itabira
RPPNE	Mata São José	Port. N° 252 IEF de 27/12/2005	Itabira
RPPNE	Quebra Osso	Port. N° 37 IEF de 20/03/2006	Santa Bárbara
RPPNE	Recanto das Antas	-	Linhares
RPPNE	Resgate I	Port. N° 21/99 IEF de 16/04/99	Alto Jequitibá
RPPNE	Sítio dos Borges	Port. N° 185 IEF de 17/12/04	Itabira

APAF: Área de Proteção Ambiental Federal; APAE: Área de Proteção Ambiental Estadual; APAM: Área de Proteção Ambiental Municipal; ARIEE Área de Relevante Interesse Ecológico; FLOE: Floresta Estadual; RPPNF: Reserva Particular do Patrimônio Federal; RPPNE: Reserva Particular do Patrimônio Estadual

Fonte: IEF; IEMA

Na bacia do rio Doce, existem duas categorias, que são regidas por leis específicas: as *Áreas Indígenas* e as *Áreas de Proteção Especial*, conforme apresentado no Quadro 3.57.

Quadro 3.57 Outras UC's da bacia do rio Doce.

Categoria	Nome	Legislação	Município
AI	Krenac	Dec. Estadual n° 5 462 de 10.12.70	Resplendor
AI	Guarani	Dec. Federal n° 270 de 29.10.91	Carmésia (Dores de Guanhaes / Senhora do Porto)
APEE	Pico do Ibituruna	Dec. 22 662 de 14.01.83	Governador Valadares
APEE	Áreas Adjacentes ao PAQE do Rio Doce	Dec. 38155 de 24/07/96	Marliéria / Timóteo
APEE	Veríssimo	Decreto n° 22.055, 05/05/82	Ouro Branco

AI: Área Indígena; APEE: Área de Proteção Especial Estadual

Fonte: IEF

Analisando as áreas percentuais protegidas nas unidades de análise, tem-se o resultado expresso na Figura 3.31.

As unidades de análise que possuem as maiores taxas de proteção são Piranga e São José, com praticamente 3% total de sua área protegida. Em parte, isso ocorre porque nestas unidades se encontram as maiores UCs da bacia do rio Doce: o Parque Estadual do rio Doce e Reserva Biológica Sooretama, respectivamente. As unidades Santo Antônio e Manhuaçu também possuem importantes UCs, mais notavelmente os Parques Nacionais da Serra do Cipó e Serra do Caparaó respectivamente. A unidade do Guandu se destaca por não possuir nenhuma Unidade de Conservação em seu território.

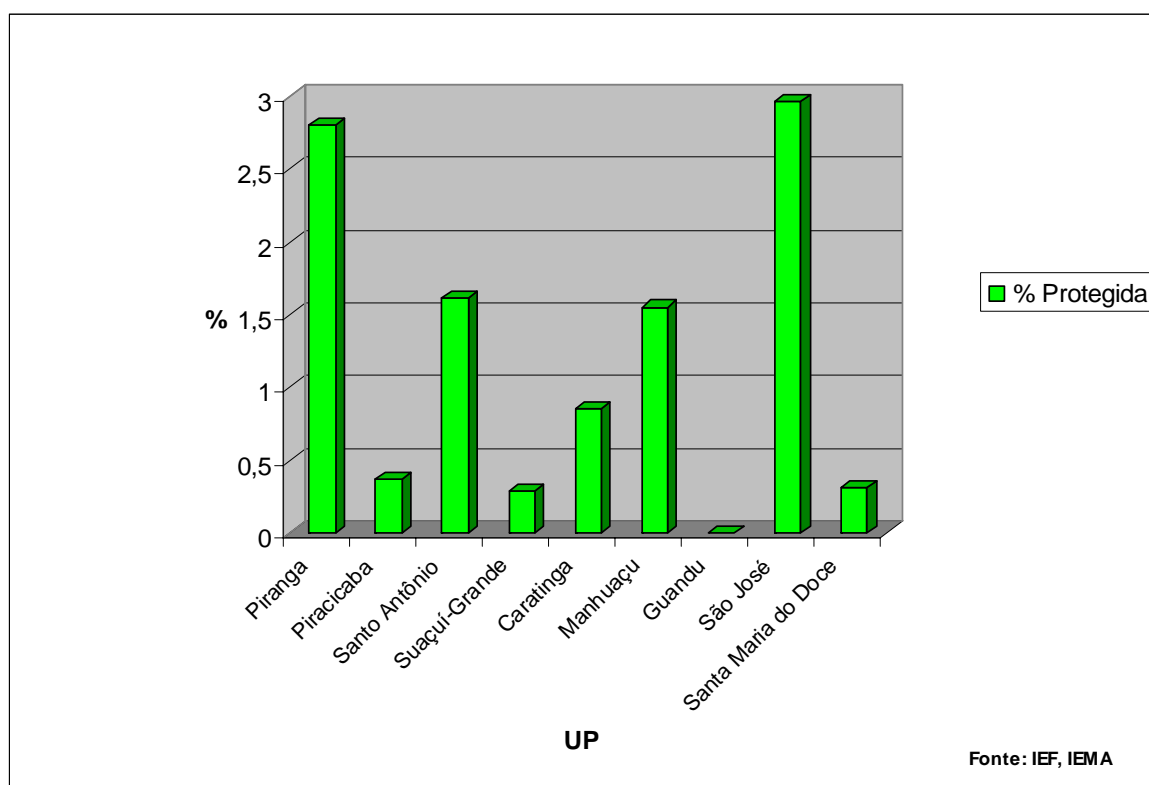


Figura 3.31 Área protegida por unidade de análise.

Analisando a distribuição das fitofisionomias por unidade de análise, observam-se os resultados apresentados no Quadro 3.58.

Quadro 3.58 Unidades de planejamento: fitofisionomias protegidas (sistema natural) (%).

Tipologia	Floresta Ombrófila Densa	Floresta Estacional Semi-Decidual	Savana Florestada	Savana Gramíneo Lenhosa	Formação Pioneira com Influência Fluviomarinha	Formação Pioneira com Influência Marinha	Refúgios Vegetacionais	Total
Piranga	0	94,45	0	0	0	0	5,51	100
Piracicaba	0	100,00	0	0	0	0	0	100
Santo Antônio	0	29,84	0,84	3,64	0	0	65,68	100
Suaçuí-Grande	0	65,33	1,19	0	0	0	33,47	100
Caratinga	0	100,00	0	0	0	0	0	100
Manhauçu	40,66	43,61	0	0	0	0	15,73	100
São José	82,59	0	0	0	2,74	0	14,17	100
Santa Maria do Doce	48,93	0	0	0	0	51,07	0	100

Fonte: PROBIO/MMA/UFRJ/IESB/UFF (2006).

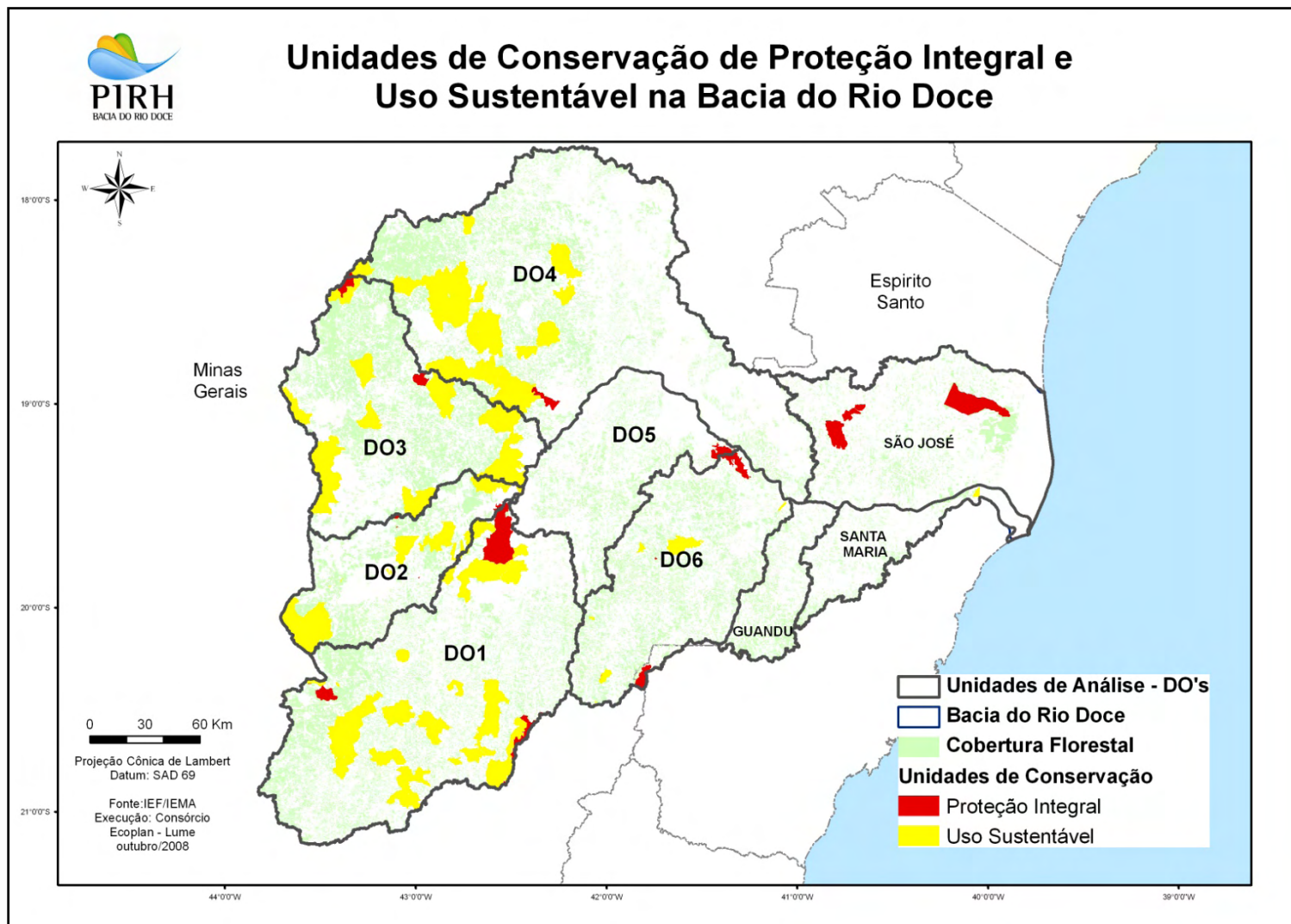


Figura 3.32 Unidades de Conservação de Proteção Integral e Uso Sustentável.

3.5 ASPECTOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS

3.5.1 Institucionalização da Bacia do Rio Doce

Conforme a Constituição Federal em vigor do Brasil (CF/88, art. 20, inc. III), o Rio Doce é considerado de dominialidade federal por drenar mais de um estado (Estados de Minas Gerais e Espírito Santo).

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce foi instituído através do Decreto expedido pelo Presidente da República em 25 de janeiro de 2002, com respaldo nas Leis nºs 9.433, de 8 de janeiro de 1997 e 9.984, de 17 de julho de 2000, o qual tem por ementa:

“Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, localizada nos Estado de Minas Gerais e Espírito Santo, e dá outras providências”.

Tal disposição se rege pelo disposto na Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNHR – nº 5, de 10 de abril de 2000.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce – CBH Doce foi instalado em 20 de dezembro de 2002, na cidade de Ipatinga (MG) onde foram empossados os seus 55 (cinquenta e cinco) membros titulares e igual número de suplentes, todos representantes dos diferentes segmentos sócio-econômicos da CBH Doce observada a seguinte proporcionalidade: 40% (quarenta por cento) do segmento usuários; 20% (vinte por cento) da sociedade civil e outros 40% (quarenta por cento) por representante do Poder Público da área.

A eleição da diretoria do CBH Doce ocorreu em uma Oficina de Planejamento Estratégico do Comitê, realizada na cidade de Governador Valadares, nos dias 24 e 25 de abril de 2003, com vistas a subsidiar a estrutura administrativa e para a sua direção, ficando claro que o CBH Doce pautará por audiências e atividades próprias das seguintes Câmaras Técnicas:

- Câmara Técnica Institucional e Legal.
- Câmara Técnica de Capacitação e Informação.
- Câmara Técnica sobre a Gestão de Cheias.
- Câmara Técnica Especial para Acompanhamento.

Na condição de rio de domínio federal, o Doce submete-se a um marco institucional e jurídico-legal indispensável para nortear a política e a gestão das águas e recursos hídricos no contexto brasileiro.

Desse modo, e nos termos da Constituição de 1988 (art. 21, inc. XIX) foi instituída a **Política Nacional de Recursos Hídricos** e criado o **Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos** objeto da Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 como adiante se esquematiza ao teor na Figura 3.33.

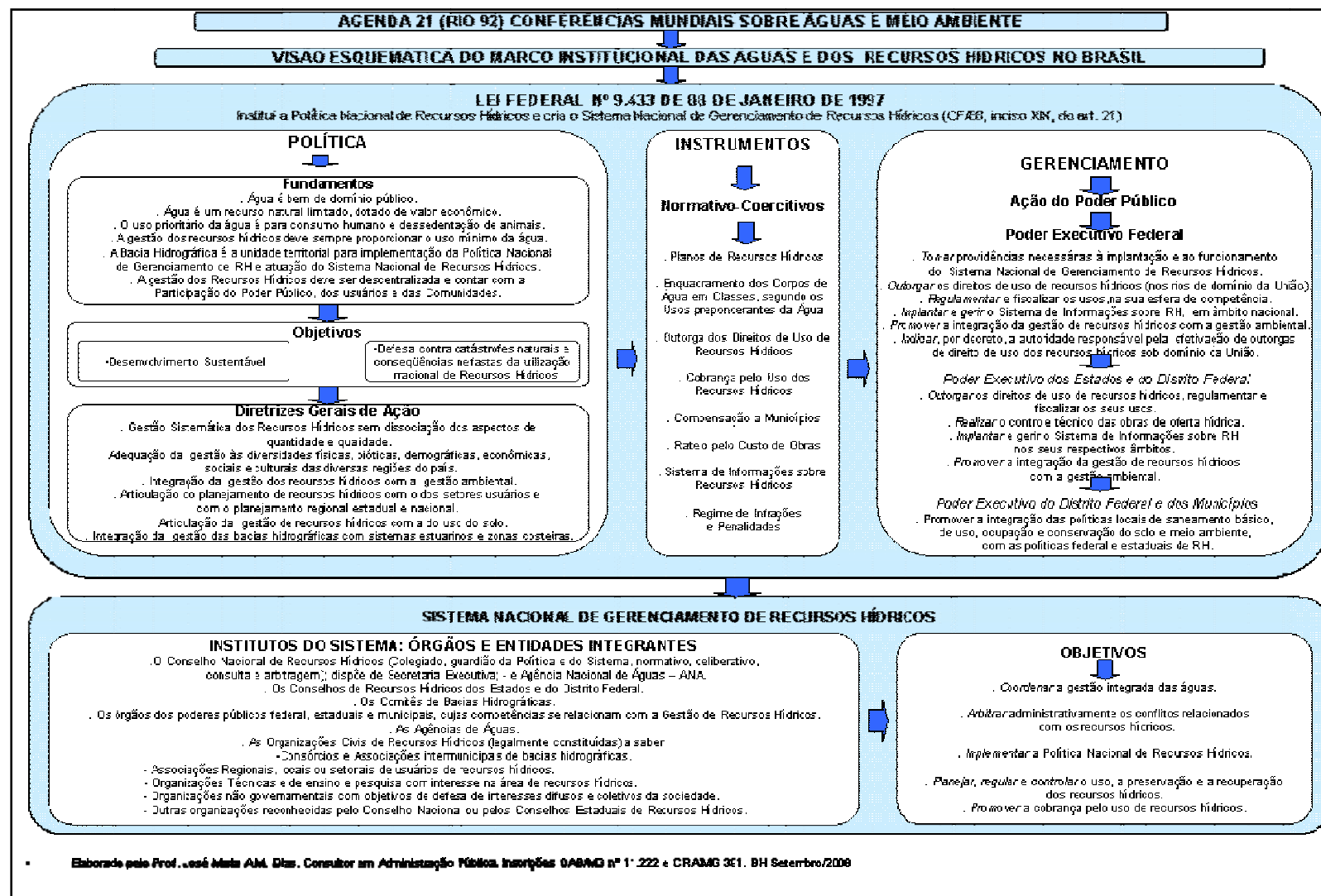


Figura 3.33 Esquema da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

3.5.2 A Lei Federal nº 9.433/1997 que Trata da Política e do Gerenciamento dos Recursos Hídricos no Brasil

A publicação da Lei Federal nº 9.433/1997, e suas implicações ambientais, provinda do Projeto de Lei nº 2.249/1991, mostrou clara inspiração no modelo francês, com elementos da legislação norte-americana sobre recursos hídricos, fruto de pesquisas feitas para Câmara dos Deputados, que se respaldaram em conclusões de várias Conferências e Reuniões Internacionais e na Agenda 21, quando da ECO-92, havida no Rio de Janeiro, como registrado em seus Anais.

Redigida em linguagem simples e direta, como convém à boa técnica legislativa, a Lei Federal nº 9.433/1997 sobrepõe-se, enquanto texto normativo, a todas as esferas de poder legislativo na convivência federativa brasileira.

Por isso, na sua ementa está inscrito que ela institui a **Política Nacional de Recursos Hídricos** e cria o **Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. É, pois, uma lei de observância nacional, inobstante, formalmente, ter a característica de lei ordinária federal.

Quando se fala de normas federais estamos nos referindo tanto às leis federais estritamente, quanto às leis nacionais. Tais ordens normativas têm competências materiais distintas que são indicadas na Constituição Federal, como foi visto.

A lei nacional, portanto, é lei de ordem total, é lei do Estado Nacional.

A lei nacional tem aplicabilidade não apenas às pessoas subordinadas à União, mas incorpora, também o âmbito pessoal de validade de suas normas todos os súditos do Estado, inclusive a União e os Estados federados. O âmbito material de validade da lei nacional é diverso da lei federal. As leis estaduais, distritais, federais e municipais seguem seus princípios, mas não se confundem.

Outra característica da Lei Federal nº 9.433/1997 é a de não fazer distinção expressa e taxativa entre os vocábulos **água** e **recurso hídrico**, usados no singular e no plural, segundo a dinâmica e a flexão de dispositivos, como sinônimos, embora o sentido de recurso hídrico indique uma conotação econômica, enquanto água e/ou águas uma conotação coloquial relativa às **águas doces** e **naturais**; o costume impõe, muitas vezes, certos preceitos quando se deseja outra, como para beber, por exemplo, pede-se **água mineral**, habitualmente.

Doutro enfoque, a Lei Federal nº 9.433/1997, ancorada nos pressupostos constitucionais, privativos e exclusivos da Carta de 1988 (art. 21, inc. XIX e art. 22, inc. IV), em que pese o domínio dos recursos hídricos estarem divididos, enquanto bens, entre a União (CF/88, art. 20, inc. III) e os Estados Federados (CF/88, art. 26, I) é uma norma de caráter nacional, de ordem pública, de interesse coletivo e imperativa.

A condição da Lei Federal nº 9.433/1997 é, pois, a de ser nacional (porque obriga a sua observância a todas as unidades da convivência federativa, ou seja, a União, os Estados Federados, o Distrito Federal e os Municípios, bem como a todo o setor privado da sociedade e da economia); de ordem pública e imperativa, pois dispõe sobre matéria constitucionalmente inscrita na Carta Maior, como de ações e atividades exclusivas do Poder Público. Estas atividades, são de atribuição exclusiva do Estado, posto que caracterizam-se como serviços públicos essenciais para o exercício de seu **poder**

extroverso, ou seja, o **poder de regulamentar**, cobrar (tarifas), fiscalizar, policiar, tipificar (modalidades infracionais), punir, impor (sanções e penalidades), além de fomentar, estimular, e consentir certas práticas, costumes ou condições, segundo o que estabelecer ou instrumentalizar.

3.5.2.1 Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Consoante a perspectiva inerente ao **princípio da descentralização** formou-se o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Título II, Caps. I a IV, art. 32 a 42 da Lei Federal nº 9.433/1997 e alterações estabelecidas pela Lei Federal nº 9.984/2000 para criar e incluir a ANA – Agência Nacional de Águas para explicitar a sua **composição** e **competências**, ou seja:

“Art. 33 - Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos:

I - o Conselho Nacional de Recursos Hídricos;

IA – a Agência Nacional de Águas (AC)

II - os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e Distrito Federal;

III - os Comitês de Bacia Hidrográfica;

IV - os órgãos dos poderes públicos federais, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;(NR)

V - as Agências de Água”.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos é a mais alta instância normativa, deliberativa, de decisão, controle, consultiva e de contencioso administrativo inerente à Política e ao Gerenciamento de Recursos Hídricos do País (arts. 34 a 36), presidido pelo Ministro Titular do Ministério do Meio Ambiente e dispendo de Secretaria Executiva representada por órgão próprio desse Ministério (art. 36, I e II).

A visão esquemática do SINRH é apresentada na Figura 3.34.

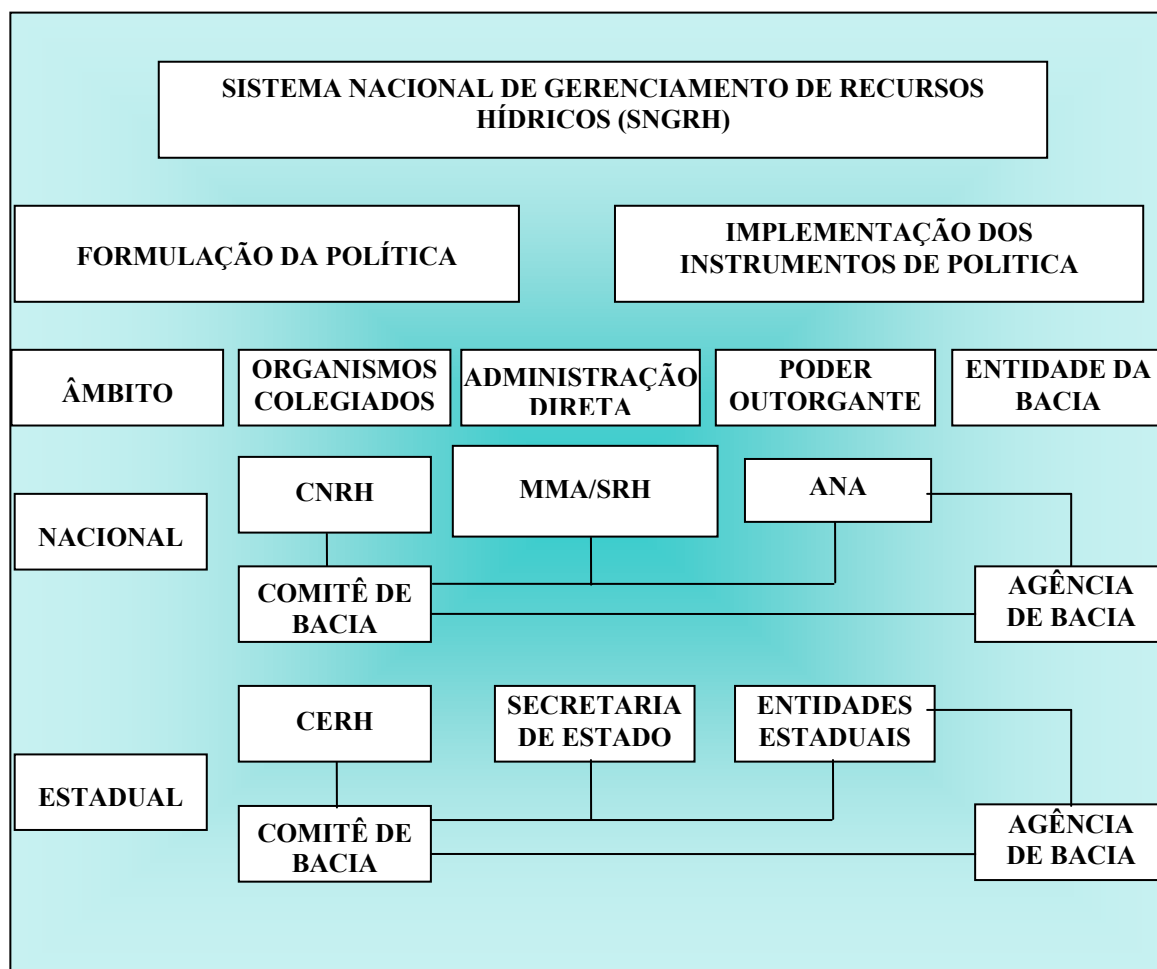


Figura 3.34 Visão esquemática do SINRH.

3.5.2.2 Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) integra o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, consoante o que dispõe a Lei Federal nº 9.433/97 (art. 33, inc. I). Com sua capacidade normativa, deliberativa, de arbitragem e consulta ele é paradigma institucional para os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal, que também integram este Sistema (art. 33, inc II).

3.5.2.3 Implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos: O Papel da Agência Nacional de Águas – ANA

Através da Lei Federal nº 9.984, de 17 de julho de 2000 foi criada a **Agência Nacional de Águas – ANA**, entidade federal de **implementação** da Política Nacional de Recursos Hídricos e de **coordenação** do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A ANA, a partir da Lei Federal nº 9.984/2000, que a cria, e legislação posterior, acha-se regulamentada pelo Decreto Federal nº 3.692, de 19 de dezembro de 2000 e tem seu Regimento Interno inicial aprovado por meio da Resolução nº 9 de 17 de abril de 2001, por ato de sua Diretoria Executiva.

3.5.2.4 Os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e Distrito Federal

Os Estados Federados e o Distrito Federal disporão de Conselhos próprios (art. 33, inc. II) na forma de sua respectiva legislação.

Embora a Lei Federal nº 9.433/1997 não liste explicitamente as competências deste, estas terão que guardar afinidade e similitude com as do Conselho Nacional (art. 33, inc. I e 35, inc. I a X), de forma compatível com o nível da unidade federativa (estadual e distrital federal).

3.5.3 Os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH)

Os Comitês de Bacia Hidrográfica, segundo a Lei Federal nº 9.433/1997 terão como área de atuação (art. 37, incs. I a III), a totalidade de uma bacia hidrográfica, sub-bacia hidrográfica de tributário de curso de água principal, ou tributário desse tributário curso de água principal, ou tributário desse tributário; e, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

Aos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH) compete pela letra do art. 38 da lei em foco as matérias listadas nos seus incisos de I a X, sem prejuízo de que o Estado estabeleça outros, que lhes sejam peculiares e desde que compatíveis com o gerenciamento da bacia hidrográfica de sua dominialidade.

Cabe ressaltar, que os Comitês de Bacia Hidrográfica são órgãos, sem personalidade jurídica própria, ou melhor, a personalidade destes é a de direito público, enquanto unidade administrativa integrante da estrutura organizacional do órgão gestor do sistema de gerenciamento, isto é, uma Secretaria de Estado, ou distrital e na sua composição devem integrar os representantes inscritos no art. 39, I a V estipulados pela Lei Federal nº 9.433/1997; tal representação incluirá, forçosamente, por imperativo dessa Lei, representação da União, oriunda do Ministério das Relações Exteriores do Brasil, quando as bacias incluírem rios fronteiriços e transfronteiriços com outros países vizinhos, e, em estando as bacias situadas em territórios indígenas, demarcados segundo lei ou ato próprio do Governo, é imposta, também, a representação desses povos, ali residentes, bem como a de representante da FUNAI - Fundação Nacional do Índio (art. 39, § 2º, I e II).

A direção do Comitê de Bacia Hidrográfica caberá a um Presidente e a um Secretário, eleitos dentre os seus membros (art. 40 da Lei Federal 9.433/1997), ficando claro que o Comitê poderá dispor de Regimento Interno, aprovado pelos membros, para disciplinar a sua estrutura operativa e de funcionamento.

3.5.4 As Agências de Águas

A disciplina normativa das Agências de Água, que, também, poderão denominar-se Agência de Bacia Hidrográfica, nos termos da Lei Federal nº 9.433/1997, traz princípios e competências definidas entre os artigos 41 a 44, que, em síntese realçam o seguinte:

- as Agências de Água exercerão a função de Secretaria Executiva do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica (art. 41); o seu papel fundamental é, pois, o apoio técnico, financeiro e administrativo do Comitê, como seu braço operativo e de execução;
- as Agências de Água terão a mesma área de atuação ou de jurisdição, de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica, ao qual serve executivamente (art. 42);

- a criação de uma Agência de Água é condicionada ao atendimento dos requisitos de prévia assistência do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica e, sobretudo, à viabilidade financeira assegurada pela cobrança pelo uso dos recursos hídricos em sua área de atuação (art.43, I e II); e

- as Agências de Água, no âmbito de sua área de atuação, terão as competências e atribuições enumeradas na lei (art. 44, I a X e alíneas), sem prejuízo de outras que o ato próprio de sua criação possam dar-lhe, desde que compatíveis com o seu papel institucional de gerenciamento integrado de recursos hídricos.

Da leitura desses dois artigos retrotranscritos, fica claro que o modelo inspirador do que será institucional e operativamente uma Agência de Água (ou de Bacia), dependerá do cumprimento do estipulado pelo art. 53 da Lei Federal nº 9.433/1997.

Desse modo, a concepção do modelo, mediante Projeto de Lei preparado pelo Poder Executivo Federal e submetido ao Congresso Nacional. Com isto, o Governo Federal sinaliza paradigma para a unidade organizacional capilar e executiva do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, de modo especial as suas próprias Agências de Água, relativamente aos rios e bacias hidrográficas de domínio da União.

O prazo dado pelo art. 53 acima, infelizmente não foi cumprido; ou melhor, se deu muito mais tarde e de forma mais ampla como visto a seguir.

3.5.4.1 Carências e Restrições à Plena Ação do CBH-Doce: A Falta que faz uma Agência de Bacia ou uma Delegatária

É princípio incontroverso e extremamente sabido, como exposto pela Teoria Geral da Administração, em prol da gestão das organizações, enquanto compósitos sócio-técnico-organizacionais instituídos para realizar seus objetivos, funcionalidades e, enfim sobreviver, que um órgão colegiado há que sempre se desdobrar em órgão de linha a fim de bem cumprí-los.

Os colegiados deliberativos, normativos, consultivos, estruturantes, de controle e fiscais, dentre outros, ditos de estafes, carecem de uma estrutura executiva, sem a qual não ocorrerão acontecimentos de campo, produção de bens e serviços.

Um Comitê de Bacia Hidrográfica precisa de um braço executivo; do contrário, resultados estabelecidos em normas ou deliberações que aprovam planos, medidas e decisões não acontecerão frustrando os seus destinatários, no caso, os usuários e público em geral das águas e recursos hídricos. Por isto, uma Agência de Água ou Bacia, torna-se essencial, indispensável.

Daí a longa dissertação precedente e a visualização necessária da Bacia Hidrográfica do Rio Doce ter uma Agência de Água, infelizmente algo improvável pelas razões já expostas, ou então, ter uma delegatária da ANA para cumprir esse papel, mediante celebração de um **Contrato de Gestão** igualmente examinado, nos termos da Lei Federal nº 10.881/2004, como extensamente analisada nesta Nota Técnica.

Sem elas, a atuação do Comitê torna-se inócua. Aliás, convém lembrar, a própria Lei Federal nº 9.433/1997, de forma concisa diz:

*“Art. 41 – As Agências de água exercerão a função de **secretaria executiva** do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica.”*

3.5.5 Contextualização Constitucional do Estado de Minas Gerais sobre Águas e Recursos Hídricos

A Constituição de Minas Gerais de 1989, consentânea e compatível com a Carta Brasileira de 1988, na forma da autonomia própria que a retrata como unidade federativa (art. 1, §§ 1º e 2º) e, sobretudo, atendida a realidade econômica que lhe é imanente, está repleta de dispositivos sobre as águas e recursos hídricos, que se incluem entre os seus bens. Não menos explícita ela é em relação a outras matérias conexas, como os recursos minerais e, essencialmente, o meio ambiente, que, como dever estatal e de todos, carece ser defendido e preservado.

3.5.5.1 Da Legislação Infraconstitucional de Minas Gerais Relativa às Águas, Recursos Hídricos e Demais Normas Correlatas

A Constituição do Estado de Minas Gerais de 1989, a exemplo da Carta Maior brasileira de 1988, é ponto de inflexão histórica (antes e depois) relativa ao meio ambiente e, por via de consequência, de seus maiores e indispensáveis bens: as águas (naturais/doces) e os seus recursos hídricos (econômicos).

Desse modo, pelo princípio da recepção, ela acolhe algumas leis e normas, consolidando-as e, simultaneamente, desencadeando a edição de outras, ou mesmo o aprimoramento das então acolhidas; tudo na forma simétrica, como a ocorrida com a promulgação da Constituição de 1988, no plano federal da União e atendida, é claro, a autonomia e competência do Estado Federado.

Com isto, foram recepcionadas as seguintes normas:

- Lei Estadual nº 7.772, de 08/09/1980 – Proteção, conservação e melhoria do meio ambiente.
- Lei Estadual nº 9.367, de 11/12/1986 – Águas residuais e resíduos sólidos provenientes de indústrias de açúcar, álcool e aguardente.

Em função da nova Carta de Minas foram editadas normas como as adiante indicadas, a saber:

- Lei Estadual nº 10.561, de 27/12/1991 – Política Florestal do Estado.
- Lei Estadual nº 10.629, de 16/01/1992 – Conceito de rio de preservação permanente.
- Lei Estadual nº 10.793, de 02/07/1992 – Proteção de mananciais destinado ao abastecimento público.
- Lei Estadual nº 11.719, de 29/12/1994 – Planejamento Estadual de Saneamento Básico.
- Lei Estadual nº 11.720, de 29/12/1994 – Fundo Estadual de Saneamento Básico.
- Lei Estadual nº 12.265, de 24/07/1996 – Política de proteção à fauna aquática e de desenvolvimento da pesca.
- Lei Estadual nº 12.503, de 30/05/1997 – Programa Estadual de Conservação da Água.

- Lei Estadual nº 12.812, de 28/04/1998 – Regulamenta o parágrafo único do art. 194 da Constituição do estado que dispõe sobre a assistência social às populações de áreas inundadas por reservatórios; alterada pela Lei Estadual nº 15.012, de 15/01/2004.
- Lei Estadual nº 13.183, de 20/01/1999 – Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba.
- Lei Estadual nº 13.194, de 29/01/1999 – Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas de Minas Gerais (FHIDRO), alterado pela Lei Estadual nº 15.910, de 21/12/2005.
- Lei Estadual nº 13.199, de 29/01/1999 – Política Estadual de Recursos Hídricos e Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Lei Estadual nº 13.317, de 24/09/1999 – Código de Saúde do Estado de Minas Gerais.
- Lei Estadual nº 13.412, de 22/12/1999 – Institui no Estado, a Semana dos Rios e das Águas.
- Lei Estadual nº 13.800, de 26/12/2000 – Dispõe sobre as ilhas fluviais e lacustres de domínio estadual.
- Lei Estadual nº 13.771, de 11/12/2000 – Dispõe sobre a administração, a proteção e a conservação as águas subterrâneas de domínio do Estado.
- Lei Estadual nº 14.089, de 06/12/2001 – Cria o programa de Certificação Ambiental da Propriedade Agrícola e dá outras providências.
- Lei Estadual nº 14.309, de 19/06/2002 – Dispõe sobre as Políticas Florestal e de Proteção à Biodiversidade no Estado.
- Lei Estadual nº 15.660, de 06/07/2005 – Institui a Política Estadual de Prevenção e Combate a Desastres Decorrentes de Chuvas Intensas e dá outras providências.
- Lei Estadual nº 15.910, de 21/12/2005 – Dispõe sobre o Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias do Estado.
- Lei Estadual nº 17.727, de 13/08/2008 – Dispõe sobre a Concessão de Incentivos Financeiro a Proprietários e Possesores Rurais, sob a Preservação de Bolsa Verde e altera as Leis nº 13.199, de 29/01/1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e 14.309, de 13/06/2002, que dispõe sobre Políticas Florestal e de Proteção À Biodiversidade no Estado.
- Decreto Estadual nº 27.296, de 26/08/1987 – Institui o Programa de Saneamento Rural de Minas Gerais – Pro-Saneamento Rural.
- Decreto Estadual nº 40.457, de 06/07/1999 – Cria Comissão de Implementação e Suporte do Programa Nacional de Desenvolvimento energético dos Estados e Municípios – PRODEEM – no Estado de Minas Gerais.
- Decreto Estadual nº 40.928, de 16/02/2000 – Cria Programa Especial de Controle de Enchentes e Recuperação de Vales.

De todas essas leis enumeradas a de maior realce, sem prejuízo das demais, é a Lei Estadual nº 13.199/1999, vista em pormenor adiante, e que trata da Política e do

Gerenciamento de Recursos Hídricos em Minas Gerais, não sem aludir-se às normas relativas à Defesa Civil, a seguir.

3.5.5.2 Lei Estadual nº 13.199/1999 de Minas Gerais, que Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e Cria o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos

A Lei Estadual nº 13.199/1999 embora diga em sua ementa dispor sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, na realidade, tem alcance mais amplo, como dito no Capítulo I Disposição Preliminar, que inaugura seu conteúdo, nos seguintes dizeres:

“Art. 1º - A Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH – MG – são disciplinados por esta Lei, nos termos da Constituição e na forma da legislação aplicável.”

Na verdade, tanto na forma como na substância, ela obedece regramentos semelhantes – por simetria federativa e republicana – estabelecida na Lei Federal nº 9.433/1997 objeto de histórico e comentários expendidos em capítulos anteriores desta Nota Técnica.

Distribuída em oito capítulos e estes em seções e subseções a Lei Estadual nº 13.199/1999 usa da autonomia que lhe é inerente para adequar-se à sua realidade sócio-econômica vinculada ao domínio hídrico atribuído pelas Constituição Federal (1988) e Estadual (1989) e disciplina a política e o gerenciamento de suas águas e recursos hídricos.

Tanto quanto na legislação federal que lhe serve de modelo (nº 9.433/1997) ela tem os mesmos vetores, porém, esmera-se mais em pormenorizações que o legislador estadual julgou úteis para melhor conhecimento de suas matérias sabidamente necessárias para explorar peculiaridades de um Estado repleto de bacias hidrográficas próprias e cortado por inúmeros caudais de rios federais.

Para a consecução dessa política a Lei Estadual nº 13.199/1999 fixa Diretrizes Gerais assecuratórias de suas prescrições (arts. 4º a 8º, incisos e parágrafos), garantidas por meio de recursos financeiros e institucionais, celebração de convênios de cooperação mútua e de assistência técnica com Municípios (art. 7º, incs. I a IX) e com a União para esta, no caso de disciplina de utilização de recursos hídricos compartilhados (art. 8º, § 2º).

Os vetores instrumentais para a execução da política estadual de recursos hídricos, na Lei Estadual nº 13.199/97 à semelhança dos ditados pela Lei Federal nº 9.433/1997 são indicados na Seção I de seu Capítulo II.

3.5.5.3 Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos em Minas Gerais (SEGRH-MG)

Tanto quanto a Lei Federal nº 9.433/1997 que dispõe, em título próprio, sobre o **Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, imediatamente voltado para as bacias de rios de domínio hídrico da União (arts. 32 a 48) e, subsidiariamente, por simetria, para as bacias hidrográficas de rios dos Estados Federados e Distrito Federal, este tópico trata do **Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais (SEGRH/MG)**, como contido no teor da Lei Estadual nº 13.199/1999, Capítulo IV (coincidentemente pela letra de seus arts. 32 a 49). Desse modo, tanto na forma, como na substância, ressalvados os ajustamentos peculiares, a legislação mineira guarda total sintonia com a lei federal que lhe serve de modelo, conforme há de se notar nas pormenorizações que seguem.

Integram o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais (SEGRH-MG), segundo o art. 33 da Lei Estadual nº 13.199/1999: a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH-MG; o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM -; os comitês de bacia hidrográfica; os órgãos e as entidades dos poderes estadual e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; e as agências de bacias hidrográficas”.

A fim de atender ao princípio da participação do poder público, dos usuários e das comunidades na gestão dos recursos hídricos (art. 2º, inc. XIII Lei Estadual nº 13.199/1999), o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG), é composto por (art. 34): representantes do poder público, de forma paritária entre o Estado e os municípios; representantes dos usuários e de entidades da sociedade civil ligadas aos recursos hídricos, de forma paritária com o poder público.

3.5.5.4 CERH-MG

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG), pela Lei Estadual nº 13.199/1999, é o órgão deliberativo e normativo central do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH-MG).

3.5.6 Estrutura Administrativa do Estado de Minas Gerais Apta ao Gerenciamento das Águas e Recursos Hídricos

3.5.6.1 Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), criada pela Lei Estadual nº 19.903, de 6 de setembro de 1995, com alterações introduzidas pela Lei Estadual nº 12.188, de 10 de junho de 1996, e pelo art. 4º da Lei Estadual nº 12.277, de 25 de julho de 1996, por sua mais recente legislação que positiva as Políticas do Choque de Gestão (2003-2006) e Gestão para Resultados (2007-2010) traçadas pelo Governador Aécio Neves, é regida pela Lei Delegada nº 125, de 25 de janeiro de 2007.

Para o cumprimento de sua finalidade e competência a SEMAD dispõe da seguinte estrutura de órgãos e entidades.

“Art. 4º. Integram a área de competência da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável:

I - por subordinação administrativa:

a) Conselhos Estaduais:

1. Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM;

2. Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH;

II - por vinculação:

a) Fundação:

1. Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM;

b) Autarquias:

1. Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM;

2. Instituto Estadual de Florestas - IEF.

3.5.6.2 Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM

O IGAM provém de alteração havida na denominação do antigo Departamento de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais – DRH –MG – determinada pela Lei Estadual nº 12.584, de 17 de julho de 1997, dentro do complexo legal que promoveu o realinhamento e a reforma administrativa de órgãos e entidades voltados para o exercício de funções e atividades ambientais em Minas Gerais.

O IGAM passou por modificações estruturais determinadas pelas Políticas de Choque de Gestão e da Gestão para Resultados encetadas pelo Governador Aécio Neves, objeto das Leis Delegadas nºs 83, de 29 de janeiro de 2003 e 157, de 25 de janeiro de 2007.

Hoje, o IGAM acha-se disciplinado pelo Decreto nº 44.814, de 17 de maio de 2008, que contém o seu Regulamento.

3.5.6.3 Os Comitês de Bacia Hidrográfica no Estado de Minas Gerais

Bacia Hidrográfica, como define a Lei Federal nº 9.433/1997: “ ...é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”. (art. 1º, inc. V).

Segundo ainda essa lei coerente com o princípio da descentralização e da participação de que fala a Lei Federal nº9.433/1997 (art. 1º, inc.VI):

“Art. 36 – Os Comitês de Bacia Hidrográfica serão compostos por:

I – representantes do Poder Público, de forma paritária entre o Estado e os Municípios que integram a bacia hidrográfica;

II – representantes de usuários e de entidades da sociedade civil ligadas aos recursos hídricos, com sede ou representação na bacia hidrográfica, de forma paritária com o Poder Pública”.

De forma mais exaustiva do que o modelo de onde provém (Lei Federal nº 9.433/1997) a Lei Estadual nº 13.199/1999 explica que os Comitês de Bacia Hidrográfica são **órgãos deliberativos e normativos** na sua área territorial de atuação (art.43) – portanto, um **órgão público** e não uma **organização não-governamental** (ONG), como alguns supõem e a tratam.

3.5.6.4 Os Comitês de Bacia Hidrográfica de Minas Gerais do Rio Doce

Com base no planejamento técnico que identifica as diferentes bacias hidrográficas no Estado de Minas Gerais e consoante as normas contidas na Lei Estadual nº 13.199/99 e na legislação que a antecedeu nº 11.504/94, o Governador do Estado já expediu inúmeros decretos instituindo Comitês de Bacias Hidrográficas, como os adiante indicados, sabido que na área mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Doce foram baixados os decretos seguintes:

- Decreto Estadual nº 40.591, de 13/09/1999 – Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Caratinga;

- Decreto Estadual nº 40.929, de 16/02/2000 – Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba;

- Decreto Estadual nº 42.595, de 23/05/2002 – Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio;
- Decreto Estadual nº 43.101, de 20/12/2002 – Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranga;
- Decreto Estadual nº 43.959, de 02/02/2005 – Comitê da Bacia Hidrográfica Águas do Rio Manhuaçu.

3.5.6.5 As Agências de Águas ou de Bacia Hidrográfica no Caso do Estado de Minas Gerais

Na teoria e na legislação, uma Agência de Água ou de Bacia Hidrográfica tem a função de Secretaria Executiva apta a prestar apoio técnico, administrativo e financeiro a um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica. Na prática, enquanto organização social estruturada, ela é unidade de linha que atua operativamente a fim de implementar, executar e operacionalizar resoluções e decisões tomadas por um Comitê, ou conjunto de Comitês, que têm natureza colegiada e, como visto competências deliberativas, e de arbitragem administrativa de conflitos normativos.

A Lei Estadual nº 13.199/1999 não repete em seu texto – o que seria razoável – dispositivos de sua matriz institucional a Lei Federal nº 9.433/97, quando diz:

“Art. 43 – A criação de uma Agência de Água é condicionada ao atendimento dos seguintes requisitos:

I – prévia existência do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica;

II – viabilidade financeira asseguradas pela cobrança do uso dos recursos hídricos em sua área de atuação”.

Sem o preenchimento desses requisitos, inútil falar-se na criação de uma Agência, que, para efetivar-se há de receber autorização formal do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG), que, também, na lei mineira foi omitido.

Contudo, e com alguma subversão de ordem didática, e pécadilhos redacionais, a Lei Estadual nº 13.199/1999, relativamente à figura da Agência de Bacia, assim se expressa:

“Art. 44 – A Agência de Bacia Hidrográfica tem a mesma área de atuação de um ou mais Comitês de Bacias Hidrográficas.

Parágrafo único – A criação de agência da bacia hidrográfica será autorizada pelo CERH – MG, mediante solicitação de um ou mais Comitês de Bacias Hidrográficas.”

3.5.7 Contextualização Constitucional do Estado do Espírito Santo sobre Águas e Recursos Hídricos

De forma semelhante ao Estado de Minas Gerais, também o Estado do Espírito Santo, por sua Constituição de 1989, consentânea com a Carta Brasileira de 1988, na forma da autonomia própria que retrata como unidade federativa e atendida a realidade sócio-econômica que lhe é inerente, trata no seu Capítulo IV da Política de Recursos Hídricos e Minerais e o faz nos termos dos dispositivos seguintes:

“Art. 258. A política de recursos hídricos e minerais, executada pelo Poder Público Estadual e estabelecida por lei, destina-se a ordenar o uso e o aproveitamento

racionais, bem como a proteção dos recursos hídricos e minerais, obedecida a legislação federal.

§ 1º. Para assegurar a efetividade do disposto neste artigo, incumbe ao Estado:

I - instituir, no sistema estadual do meio ambiente, o gerenciamento e monitoramento da qualidade e da quantidade de recursos hídricos superficiais e subterrâneos;

II - adotar a bacia hidrográfica como base de gerenciamento e considerar o ciclo hidrológico em todas as suas fases;

III - promover e orientar a proteção e a utilização racional das águas superficiais e subterrâneas, sendo prioritário o abastecimento às populações;

IV - registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões e os direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos efetuados pela União no território do Estado.

§ 2º. Para a preservação dos recursos hídricos do Estado, todo lançamento de efluentes industriais se dará a montante do respectivo ponto de captação.

§ 3º. Os Municípios participarão com o Estado da elaboração e da execução dos programas de gerenciamento dos recursos hídricos do seu território e celebrarão convênios para a gestão das águas de interesse exclusivamente local.

§ 4º. O Estado assegurará, na forma da Lei, aos Municípios que tenham parte de seu território integrando unidades de conservação ambiental, ou que sejam diretamente influenciados por elas, ou àqueles com mananciais de abastecimento público, tratamento especial quanto ao crédito de receita referida no artigo 142, parágrafo único, II, da Constituição Estadual.

Parágrafo 4º acrescentado pela EC n.º 11/96.

Art. 259. É de interesse do Estado a pesquisa, a exploração racional e o beneficiamento dos recursos minerais do seu subsolo.

Parágrafo único. Incumbe ao Estado:

I - registrar, acompanhar e fiscalizar os direitos de pesquisa e exploração dos recursos minerais efetuadas pela União em seu território;

II - incentivar e estimular instituições públicas que realizem pesquisas e desenvolvimento de tecnologia de exploração mineral compatíveis com a preservação ambiental;

III - promover o mapeamento geológico básico complementarmente ao desenvolvido pela União.

Art. 260. A exploração de recursos hídricos e minerais no Estado não poderá comprometer a preservação do patrimônio natural e cultural.

Art. 261. O Estado compatibilizará a sua política de recursos hídricos e minerais, a de irrigação e drenagem e a de construção de barragens e eclusas com os programas de conservação do solo, da água e dos ecossistemas.

Art. 262. Constarão das leis orgânicas municipais disposições relativas ao uso, à proteção, conservação e controle dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos”.

Convém assinalar e destacar o teor dos artigos 260, 261 e 262 da Carta Capixaba transcritos, inclusive quanto à exigência das leis orgânicas de seus municípios de nelas constarem normas sobre o meio ambiente e o controle dos recursos hídricos (art. 262).

3.5.7.1 Legislação da Política Hídrica

A Lei Estadual do Espírito Santo (LEES) nº 5.818, de 29 de dezembro de 1998, em estreita observância com a Lei Federal nº 9.433/1997, no âmbito nacional, tem a seguinte ementa:

“Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos, do Estado do Espírito Santo - SIGERH/ES, e dá outras providências.”

Esta lei estabelece as diretrizes para a implementação do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), que é o documento programático do setor, com o objetivo de fundamentar e orientar a execução da Política Estadual de Recursos Hídricos.

Dispõe ainda sobre a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica e os respectivos mecanismos de avaliação quanto à evolução e eficácia, sobre as outorgas de direito de uso da água, da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, do sistema de informações sobre os recursos hídricos, entre outros.

3.5.7.2 Águas Subterrâneas

As **águas subterrâneas** do domínio do Estado do Espírito Santo acham-se disciplinadas ao teor da Lei Estadual nº 6.295, de 26 de julho de 2000, a qual dispõe sobre a administração, proteção e conservação das águas subterrâneas do domínio do Estado.

3.5.7.3 Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDÁGUA)

A recente Lei Estadual do Espírito Santo nº 8.960, sancionada em 18 de julho de 2008, à semelhança do que ocorre em Minas Gerais onde há legislação análoga (FHIDRO), trata do seguinte:

“Art. 1º. Esta Lei cria o Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo - FUNDÁGUA, destinado à captação e à aplicação de recursos, como um dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos, de modo a dar suporte financeiro e auxiliar a implementação desta, vinculado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEAMA.

Art. 2º. O FUNDÁGUA será regido pelas normas estabelecidas nesta Lei e em seu Regulamento”.

3.5.7.4 O Fundo de Defesa e Desenvolvimento do Meio Ambiente – FUNDEMA

O Fundo epigrafado, objeto da Lei Complementar Estadual do Espírito Santo (LECES) nº 152, de 16 de junho de 1999, cujo art. 1º estabelece:

“Fica criado em caráter complementar, o Fundo de Defesa e Desenvolvimento do Meio Ambiente – FUNDEMA, vinculado à Secretaria de Estado para Assuntos de Meio Ambiente – SEAMA, e por esta gerenciado”.

Demais dispositivos dessa lei complementar, como de suas características tratam, respectivamente:

- dos recursos do Fundo (art. 3º);
- de sua aplicação prioritária (art. 4º, incisos I a VII);
- do seu regulamento da criação do Conselho Gestor (art. 4º, §§ 1º a 3º e incisos);
- forma de sua atuação (arts. 5º a 10, parágrafos e incisos);
- alterações organizacionais e funcionais (arts. 11 a 15, parágrafos e incisos).

3.5.7.5 O Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

Na Lei Complementar Estadual do Espírito Santo (LCEES) nº 248, de 28 de junho de 2002 está inscrita em ementa:

“Cria o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA e dá outras providências”.

Em síntese, os seus artigos dão positividade jurídica ao seguinte; dentre outros:

- o IEMA é uma entidade autárquica, com personalidade pública, dotada de autonomia técnica, administrativa e financeira e vinculada à SEAMA (art. 1º);
- define sua rede e foro na Região Metropolitana da Grande Vitória e jurisdição em todo o Estado (art. 2º);
- a Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente – SEAMA, criada pela Lei nº 4.126, de 22/07/1988, passa a denominar-se Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEAMA (art. 3º);
- o IEMA e sua finalidade, com destaque para o planejar, coordenar, executar, fiscalizar e controlar atividades relativas aos recursos hídricos estaduais e dos recursos naturais federais, cuja gestão tenha sido delegada pela União (art. 4º);
- estrutura organizacional do IEMA (arts. 6º, incisos e alíneas e 7º, também artigos 10 e 11);
- patrimônio do IEMA (art. 8º e incisos);
- receitas do IEMA (art. 9º e incisos);
- novas atribuições da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEAMA e sua estrutura (arts. 28 e 29).

Na Figura 3.35 é apresentada estrutura administrativa do IEMA, com destaque para a Diretoria de Recursos Hídricos.

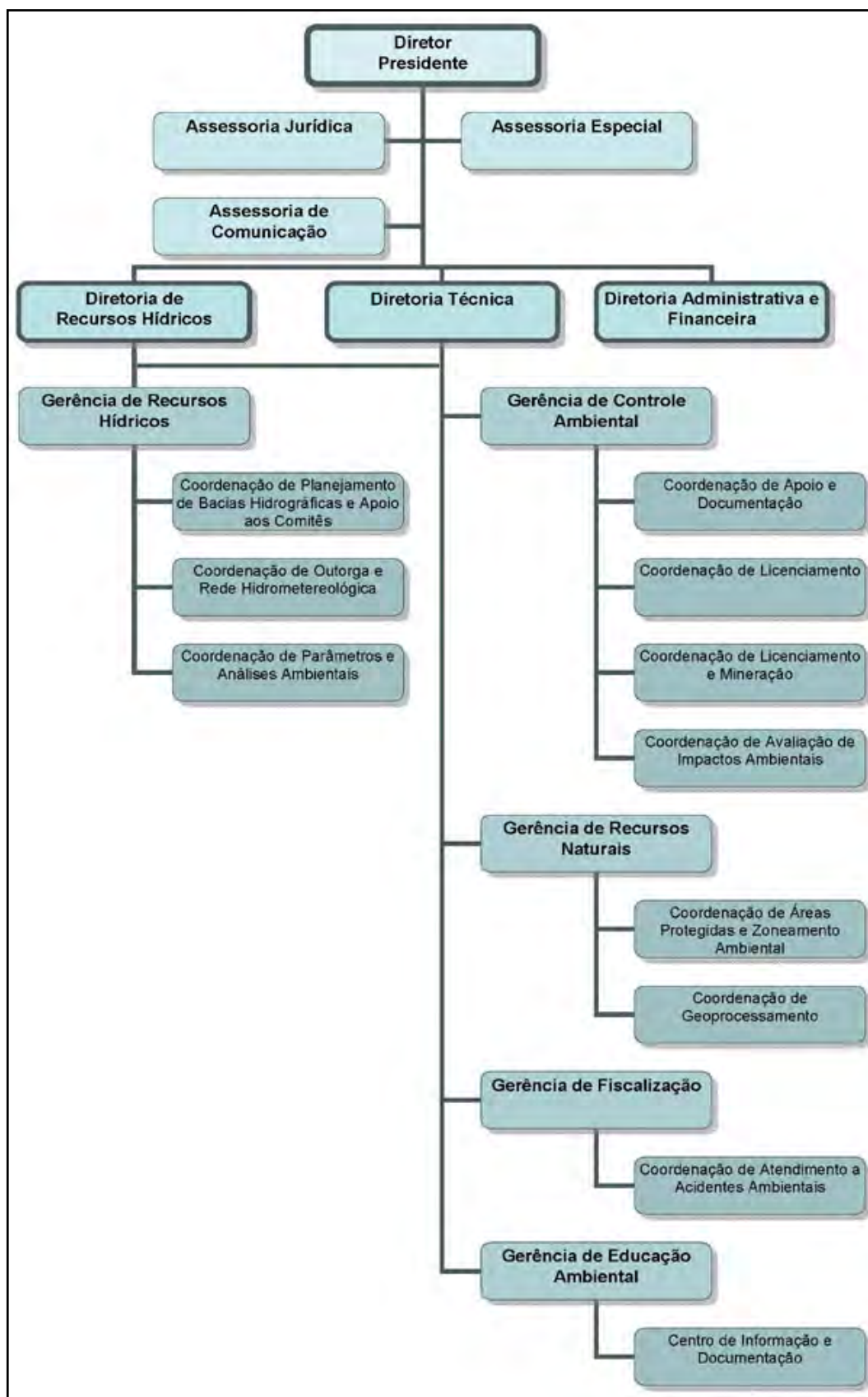


Figura 3.35 Estrutura administrativa do IEMA.

3.5.8 Estrutura Administrativa do Estado do Espírito Santo apta ao Gerenciamento das Águas e Recursos Hídricos

3.5.8.1 Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEAMA

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEAMA - é o órgão da administração direta, responsável pelo gerenciamento, de forma articulada com os demais órgãos da administração pública, das políticas estaduais de meio ambiente e recursos hídricos. Foi criada para orientar as ações da sociedade para o uso sustentável dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida.

Esta Secretaria foi criada pela Lei nº 4.126, de 22 de julho de 1988, quando então denominava-se Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente – SEAMA. Através da Lei Complementar nº 248, de 28 de junho de 2002 (que Cria o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA), passou a denominar-se Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEAMA.

Com a perspectiva voltada para o desenvolvimento sustentável, sua atuação está direcionada à promoção de ações que visem a preservação e a melhoria da qualidade de vida e ambiental; à supervisão e apoio na elaboração de pesquisas, estudos científicos e projetos relacionados à efluentes líquidos, resíduos sólidos, parâmetros atmosféricos, recursos hídricos superficiais (interiores e costeiros), solos; fomento a ações que visem o desenvolvimento de atividades relacionadas com Política Estadual de Educação Ambiental; coordenação das ações do Conselho Estadual de Meio Ambiente - CONSEMA, dos Conselhos Regionais de Meio Ambiente - CONREMAS e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH.

Na Figura 3.36 é apresentado o organograma atualmente existente para a Secretaria.

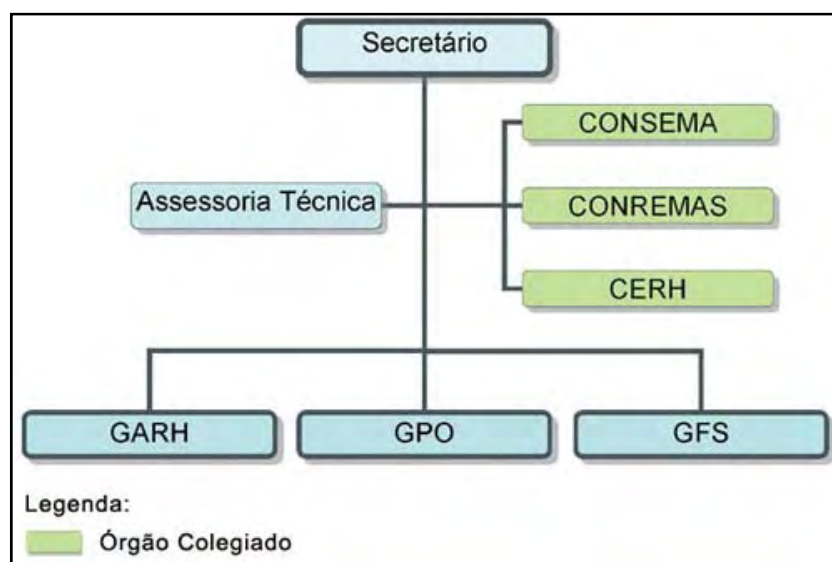


Figura 3.36 Estrutura administrativa da SEAMA.

Por sua vez, os CONREMAS individualizam-se da seguinte forma:

- Conselho Regional I:
 - Bacia do Itaúnas – Pedro Canário, Pinheiros, Montanha, Boa Esperança, Mucurici e Conceição da Barra;

- Bacia São Mateus/Cricaré – São Mateus, Nova Venécia, Ponto Belo, Vila Pavão, Ecoporanga, Água Doce do Norte e Barra de São Francisco.
- Conselho Regional II:
 - Bacia do Alto Rio Doce – Brejetuba, Afonso Cláudio, Itarana, Laranja da Terra, Santa Tereza, São Roque do Canaã, Itaguaçu, Pancas, Alto Rio Novo, Mantenópolis, Colatina e Baixo Guandu.
- Conselho Regional III:
 - Bacia do Baixo Rio Doce – João Neiva, Marilândia, São Domingos do Norte, São Gabriel da Palha, Vila Valério, Rio Bananal, Jaguaré, Sooretama, Linhares e Água Branca;
 - Bacia dos Rios Sahy e Reis Magos – Aracruz, Fundão e Ibirapu.
- Conselho Regional IV:
 - Bacia do Itabapoana – Marataízes, Itapemirm, Presidente Kennedy, Mimoso do Sul, Apiacá, Bom Jesus do Norte, São José dos Calçados, Guaçuí, Dolores do Rio Preto, Divino São Lourenço e Muqui.
 - Bacia do Itapemirm – Atílio Viváqua, Cachoeiro de Itapemirm, Vargem Alta, Castelo, Venda Nova do Imigrante, Conceição do Castelo, Muniz Freire, Alegre, Ibitirama, Iúna, Irupi, Ibatiba, Jerônimo Monteiro.
 - Bacia do Benevente – Anchieta e Alfredo Chaves.
 - Bacia do Rio Novo – Piúma, Rio Novo do Sul e Iconha.
- Conselho Regional V:
 - Bacia do Rio Jucu – Vila Velha, Viana, Cariacica, Guarapari, Marechal Floriano e Domingos Martins.
 - Bacia da Região Metropolitana da Grande Vitória – Vitória, Serra, Santa Leopoldina e Santa Maria de Jetibá.

3.5.8.2 Os Comitês de Bacia Hidrográfica no Estado do Espírito Santo

O Estado do Espírito Santo encontra-se dividido oficialmente em 12 Unidades Administrativas de Recursos Hídricos.

- Itaúnas
- São Mateus (Cricaré)
- Rio Doce (abrangendo Guandu, Santa Maria do Doce e São José)
- Riacho
- Reis Magos
- Santa Maria da Vitória
- Jucu

- Guarapari
- Benevente
- Rio Novo
- Itapemirim
- Itabapoana

Destas unidades, as que possuem comitê de bacia instaurado ou em processo de implantação são as seguintes:

- Itapemirim (Decreto Estadual n° 1703-R de 20/07/2006, cria o CBH Itapemirim)
- Itaúnas (Decreto Estadual n° 909-R de 31/10/2001)
- São Mateus (em processo de implantação – Pró Comitê)
- Rio Doce (instituído pelo Decreto Presidencial de 25/01/2002)
- Guandu (criado pelo decreto 1.901-R de 13/08/2007)
- Santa Maria do Rio Doce (instituído em final de dezembro de 2005)
- São José (Pró- Comitê se encontra em processo de mobilização)
- Santa Maria da Vitória (instituído em 2006)
- Jucu (instituído em 10/12/08)
- Benevente (Pró-Comitê criado em 13/12/2001)
- Rio Novo (em processo de implantação – Pró –Comitê)
- Itabapoana (instituído em 27/08/2008)

Na data de 23/07/2008 foi aprovado o regimento interno do Fórum Capixaba de Comitês de Bacias Hidrográficas.

Art. 1º - O Fórum Capixaba de Comitês de Bacias Hidrográficas - FCCBHS é a Instância Colegiada formada pelo conjunto dos Comitês de Bacias legalmente instituídos e Pró-Comitês no âmbito do Sistema Estadual de Recursos Hídricos existentes no território do Estado do Espírito Santo.

3.5.8.3 As Agências de Águas ou de Bacia Hidrográfica no caso do Estado do Espírito Santo

No que tange à questão de agências de bacia no Estado do Espírito Santo, tem-se como ponto de partida, a Lei N° 5.818, de 29 de dezembro de 1998, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos, do Estado do Espírito Santo - SIGERH/ES, entre outras abordagens.

Em seu Art. 10, aborda os tópicos a serem contemplados no Plano Estadual dos Recursos Hídricos (PERH):

“Art. 10 - Constarão do PERH:

XVI. as diretrizes para proteção das áreas marginais dos corpos d'água a serem implementadas pelas Agências de Bacias Hidrográficas (ABH).”

Em seu Art. 38, menciona os integrantes do Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo (SIGERH/ES)

“Art. 38 - Compõem o SIGERH/ES:

IV. as Agências de Bacia Hidrográfica (ABH), organismos executivos, administrativos, técnicos, financeiros e de apoio aos Comitês de Bacia Hidrográfica.”

Em seção específica, a Lei 5.818 contém uma abordagem acerca das Agências de Bacia Hidrográfica (ABH) do Estado do Espírito Santo (Art. 45 e 46)

Art. 45 - As Agências de Bacia Hidrográfica (ABH), entidades executivas, administrativas, financeiras e técnicas, de apoio aos respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica, serão criadas após aprovação do CERH.

3.5.8.4 Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo (SIGERH/ES)

Este sistema é também regulamentado pela Lei nº 5.818, conforme transcrições a seguir.

Art. 35 - Fica instituído o Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo - SIGERH/ES, de base colegiada e democrática, integrado por órgãos e entidades estaduais e municipais, pela sociedade civil organizada e usuários, intervenientes no planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

Art. 37 - Incluem-se entre as estratégias do SIGERH/ES:

I. a execução da Política Estadual de Recursos Hídricos;

II. a definição, execução e atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos;

III. a integração da sociedade civil organizada, dos órgãos e das entidades estaduais e municipais intervenientes no planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, incluídos os usuários deste;

IV. o apoio aos mecanismos de integração e coordenação do planejamento e da execução das atividades públicas e privadas no aproveitamento dos recursos hídricos.

Art. 38 - Compõem o SIGERH/ES:

I. o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), órgão deliberativo e normativo central do Sistema;

II. a Secretaria de Estado para Assuntos de Meio Ambiente (SEAMA), por intermédio da Coordenação de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, órgão gestor central e coordenador do Sistema;

III. os Comitês de Bacia Hidrográfica, órgãos regionais e setoriais deliberativos e normativos da bacia hidrográfica; e

IV. as Agências de Bacia Hidrográfica (ABH), organismos executivos, administrativos, técnicos, financeiros e de apoio aos Comitês de Bacia Hidrográfica.

3.5.8.5 CERH-ES

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos –CERH – também é um órgão colegiado central em nível de deliberação superior do Sistema Integrado de Gerenciamento e

Monitoramento dos Recursos Hídricos, sendo integrante da estrutura organizacional da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEAMA, atuando através de reuniões plenárias e de câmaras técnicas, quais sejam:

- C. T. de Outorga do Direito de Uso dos Recursos Hídricos;
- C. T. de Formação, Fomento e Acompanhamento de Comitês e Agências de Bacias Hidrográficas;
- C. T. de Assuntos Jurídicos e Recursos Administrativos;
- C. T. de Sistema de Compensação;
- C. T. de Cobrança pelo Uso;
- C. T. de Sistema de Informações;

Sua regulamentação também se dá através da Lei ° 5.818, em seu Art. 39.

3.6 POLÍTICA URBANA

Com relação à política urbana aplicável aos municípios que integram a bacia hidrográfica do rio Doce considera-se que, em um nível mais abrangente, deva-se atender ao disposto nos artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, cumprindo as exigências regulamentares dessa política, como estabelecida pela Lei Federal nº 10.257, de julho de 2001, à qual se dá denominação usual de Estatuto da Cidade.

O Estatuto da Cidade alicerça-se no estabelecimento de normas de ordem pública e interesse social para regular o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, além do equilíbrio ambiental.

O Estatuto da Cidade, a fim de implementar a Política Urbana, reconhece e qualifica o **direito às cidades sustentáveis** como um dos direitos fundamentais da pessoa humana, do cidadão brasileiro.

Como diretrizes gerais da política urbana, têm-se a garantia da Função Social da Propriedade e da Cidade, como especificado a seguir:

i. A **função social da propriedade** é o princípio norteador da regulação pública sobre o direito de propriedade urbana; visa a garantia do direito da população excluída, de baixa renda ou marginalizada de acesso à terra urbanizada;

ii. A **função social da cidade** visa assegurar a democratização do território, de espaços de poder, de produção e de cultura possibilitando acesso e a efetivação de todas às diversas funções da cidade.

No cumprimento da política urbana os Municípios têm as seguintes competências e responsabilidades:

- Executar a política de desenvolvimento urbano com o objetivo de ordenar a efetividade das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes;

- Instituir e aplicar o **Plano Diretor** – que é o instrumento básico da política municipal incumbido de estabelecer as metas e diretrizes da política urbana, os critérios de verificação se a propriedade atende sua função social; e o de definir a forma de aplicação dos instrumentos de política urbana estabelecidos no Estatuto da Cidade;

- Promover o adequado ordenamento territorial; o planejamento e o controle do uso da propriedade, bem como o parcelamento e a ocupação do solo urbano;

- Organizar, prestar e manter serviços públicos de interesse social (ex. saneamento, coleta de lixo, transporte coletivo, água e controle de vetores, drenagem, destinação final de resíduos sólidos urbanos, etc);

- Implementar a gestão democrática da cidade como eixo estratégico da implementação da política urbana integrada, cujo processo deve conter sistema de planejamento democrático que assegure a participação popular e integre os órgãos regionalizados (Subprefeituras, Conselhos e/ou Associações de Bairros, ou Comunidades, orçamento participativo, etc); e

- Realizar as Conferências da Cidade como forma de constituir uma esfera de interlocução e mediação dos interesses dos diversos atores sociais visando à construção da cidade que se deseja ter.

3.6.1 O Plano Diretor Municipal

O **Plano Diretor Municipal (PDM)** traduz-se pelo coroamento da função social da propriedade urbana, com a finalidade de atender às exigências fundamentais de ordenação da cidade para assegurar o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento de atividades econômicas. Ele representa o ápice da atividade cooperativa e legislativa municipal; ou melhor, é o momento afirmativo da vocação do município para a política urbana desejada pela Constituição Federal.

Este Plano é obrigatório, como foi dito, para cidades com mais de vinte mil habitantes. Todavia essa legislação, atenta à política urbana constitucionalmente desejada, aponta, outras exigências imperativas nelas inserindo, também as cidades:

- Integrantes de regiões metropolitanas e de aglomerações urbanas (art. 41, inciso II);
- Onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no § 4º do art. 182 da Constituição Federal; (art. 41, inciso III);
- Integrantes de áreas de especial interesse turístico; (art. 41, inciso IV); e
- Inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional (art. 41, inciso V).

Cabe esclarecer que no caso da realização de empreendimentos ou atividades enquadrados no inciso V do art. 41 os recursos técnicos e financeiros para a elaboração do plano diretor estarão inseridos entre as medidas de compensação adotadas (art. 41, § 1º).

3.6.2 Municípios Integrantes da Bacia do rio Doce Obrigados à Implementação de um Plano Diretor Urbano

Na bacia hidrográfica do rio Doce há 34 municípios com obrigatoriedade de adoção de um Plano Diretor Urbano, por possuírem mais de 20.000 habitantes ou por pertencerem à região metropolitana, conforme apresentado no Quadro 3.59. De acordo levantamento efetuado, todos os municípios listados já adotaram ou estão em processo de adoção de seus Planos Diretores Municipais.

3.6.3 Interfaces dos Planos Diretores Municipais e Suas Conexões com a Política de Recursos Hídricos

Em relação aos Planos Diretores Municipais, há que se considerar as interfaces com as políticas de recursos hídricos instituídas pelos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

Estas interfaces normalmente aparecem dentro de cada PDM em diversos artigos independentes, dentre os quais citam-se os que mantêm direta relação com recursos hídricos:

- das diretrizes do uso e ocupação do solo;
- das diretrizes do sistema viário;
- das diretrizes para implantação de infra-estrutura;
- do sistema de drenagem urbana; e
- do saneamento ambiental.

Quadro 3.59 Municípios segundo a população sujeitos à obrigatoriedade de disporem de Plano Diretor ou por integrarem Região Metropolitana.

N° de Ordem	Município	UF	Área (km ²)	% Área na bacia	Unidades em que estão contidos	População			% População na bacia	Índ. de Urb.	IDH (2000)
						Urbana	Rural	Total			
1	Aimorés	MG	1.353	100,00	DO4 ; DO6	18.744	6.341	25.085	100	75	0,731
2	Barão de Cocais	MG	342	100,00	DO2	21.249	2.085	23.334	100	91	0,757
3	Carandaí	MG	488	8,67	DO1	15.769	5.266	21.035	9	75	0,760
4	Caratinga	MG	1.254	100,00	DO1;DO5;DO6	62.280	15452	77.732	100	80	0,754
5	Conselheiro Pena	MG	1.413	100,00	DO4;DO5;DO6	16.592	5.118	21.710	100	76	0,734
6	Coronel Fabriciano(RM)	MG	222	100,00	DO2	96216	1.196	97.412	100	99	0,789
7	Governador Valadares	MG	2.355	101,00	DO4;DO5	235.881	11.016	246.897	101	96	0,772
8	Guanhães	MG	1.079	100,00	DO3;DO4	21.108	6.863	27.971	100	75	0,719
9	Inhapim	MG	850	100,00	DO5;DO7	12.656	12.227	24.883	100	51	0,709
10	Ipatinga (RM)	MG	166	100,00	DO2	210.777	1.599	212.376	100	99	0,806
11	Itabira	MG	1.260	100,00	DO2;DO3	89.357	8.606	97.963	100	91	0,798
12	Itambacuri	MG	1.423	91,13	DO4	13.932	8.571	22.503	91	62	0,666
13	João Monlevade	MG	99	100,00	DO2	66.129	318	66.447	100	100	0,807
14	Manhuaçu	MG	629	100,00	DO1;DO6	51.450	14.895	66.345	100	78	0,776
15	Mariana	MG	1.197	99,99	DO1;DO2	38.599	7.966	46.565	100	83	0,772
16	Mutum	MG	1.260	100,00	DO6	11.918	14.777	26.695	100	45	0,712
17	Ouro Branco	MG	261	41,82	DO1	26.239	4.074	30.313	42	87	0,801
18	Ouro Preto	MG	1.249	44,13	DO1;DO2	55.823	9.908	65.731	44	85	0,787
19	Ponte Nova	MG	472	100,00	DO1	48.997	6.305	55.302	100	89	0,766
20	Raul Soares	MG	774	100,00	DO1	14.288	9.969	24.257	100	59	0,729

Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce e dos Planos de Ações de Recursos Hídricos para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce

N° de Ordem	Município	UF	Área (km ²)	% Área na bacia	Unidades em que estão contidos	População			% População na bacia	Índ. de Urb.	IDH (2000)
						Urbana	Rural	Total			
21	Santa Bárbara	MG	686	100,00	DO2	21.283	2.890	24.173	100	88	0,762
22	Serro	MG	1.244	54,22	DO3	11.784	9.220	21.004	54	56	0,658
23	Timóteo (RM)	MG	146	100,00	DO1;DO2	71.288	168	71456	100	100	0,831
24	Ubá	MG	409	20,61	DO1	76.602	8.385	84.987	21	90	0,773
25	Viçosa	MG	300	100,00	DO1	59.896	5.014	64.910	100	92	0,809
26	Afonso Cláudio	ES	955	99,83	SMD;GUA	14.463	17.744	32.207	100	45	0,717
27	Baixo Guandu	ES	931	99,94	GUA	19.642	8.143	27.785	100	71	0,710
28	Colatina	ES	1.789	100,00	S J;GUA;SMD	91.234	21.381	112.615	100	81	0,773
29	Linhares	ES	3.460	90,92	S J; SMD	92.923	19.685	112.608	91	83	0,757
30	Nova Venécia	ES	1.430	10,96	S J	27.385	15.620	43.005	11	64	0,738
31	Pancas	ES	827	100,00	S J	8.833	11.560	20.393	100	43	0,667
32	Santa Teresa	ES	711	67,84	S J; SMD	9.730	10.915	20.645	68	47	0,789
33	São Gabriel da Palha	ES	435	99,98	S J	18.360	8.226	26.586	100	69	0,742
34	São Mateus	ES	2.291	27,35	S J	68.944	21.398	90.342	27	76	0,730

RM – Região Metropolitana; SMD – Unidade Santa Maria do Doce; GUA – Unidade do Guandu; e SJ – Unidade São José

A redação dos planos diretores municipais tem sido concebidas a partir das diretrizes preconizadas pelas políticas estaduais de regulamentação do uso dos recursos hídricos (MG e ES), e logicamente a partir do Estatuto da Cidade, visto que as legislações da esfera estadual se sobrepõem às legislações municipais.

No Quadro 3.60 é apresentado um resumo dos principais temas abordados nos planos diretores dos municípios inseridos na Bacia do Rio Doce, a grande maioria deles em processo de implementação, dado o pouco tempo decorrido do início da obrigatoriedade do tema em foco.

Quadro 3.60 Tópicos dos Planos Diretores Municipais que se inter-relacionam com recursos hídricos.

Tema	Abordagem Relacionada a Recursos Hídricos
Das Diretrizes do Uso e Ocupação do Solo	Incentivos à reutilização de água em indústrias, residências e órgãos públicos Não há restrições sobre o uso de áreas alagadas, no entanto há deliberações acerca de áreas de risco ao meio ambiente
Das Diretrizes do Sistema Viário	Incorporação da necessidade de realização de estudos sobre transporte hidroviário
Das Diretrizes para Implantação de Infra-Estrutura	Pretensão de garantir o abastecimento de água tratada para o máximo de população possível (urbana e rural) Pretensão de ampliar as redes coletoras de esgotos sanitários e as estações de tratamento de esgoto visando abranger a totalidade do tratamento do esgoto coletado Intensificar fiscalizações sobre tratamento de efluentes industriais visando melhoria na qualidade das águas onde são lançados Melhorias, adequações e devida manutenção dos sistemas de micro e macro drenagem
Do Sistema de Drenagem Urbana	Disciplinar a ocupação das cabeceiras e várzeas das bacias hidrográficas Previsão de medidas de prevenção de inundações
Do Saneamento Ambiental	melhorias no sistema de abastecimento de água (da captação ao consumo final) monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, inclusive mananciais de abastecimento incentivos à reutilização de água por indústrias e outras atividades econômicas programas educativos para utilização racional dos recursos hídricos instituir e aprimorar a gestão integrada dos recursos hídricos universalizar o atendimento de água tratada universalizar o atendimento à demanda de coleta e tratamento de esgotos

3.7 ATORES DA BACIA E MEIOS DE COMUNICAÇÃO

3.7.1 Introdução

Até muito pouco tempo, a gestão da água no Brasil era tradicionalmente feita exclusivamente pelo setor público. Na década de 90, enquanto tramitava no Congresso o Projeto de Lei que resultaria na Lei nº 9.433 (Lei das Águas), alguns Estados avançavam com seus sistemas de recursos hídricos. Porém, já surgia a necessidade de uma abordagem voltada à ação partilhada com prioridades que considerassem as necessidades básicas essenciais à *saúde*, à *alimentação* e à *vida*.

A gestão integrada dos recursos hídricos, introduzida a partir da ditada lei, foi tardia, no entanto trouxe consigo um marco legislativo moderno e um novo paradigma de gestão por bacia hidrográfica, de forma compartilhada, integrada, participativa e descentralizada.

A implementação da chamada Lei das Águas trouxe inovações importantes, como o fato da Unidade Territorial Básica para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SNGRH) ser a bacia hidrográfica.

Foi a partir da introdução deste modelo que se acirraram as discussões sobre a melhor maneira de suscitar e fomentar a efetiva “gestão integrada” de uma bacia hidrográfica, passando-se então à descoberta dos agentes que promoveriam esta gestão participativa.

Difundem-se desde então, inúmeras linhas de discussão acerca de assuntos que envolvem direta ou indiretamente os atores institucionais de uma bacia hidrográfica. Os debates permeiam por entre a temática de quem são propriamente estes atores, o que se entende por sociedade civil, até o cerne da questão assentada sobre quais as diretivas aceitáveis para os respectivos interfaceamentos entre tais atores, ou seja, quais os papéis de cada grupo de atores envolvidos da gestão hídrica da bacia.

Acompanha estes debates outro fator crítico, de suma relevância, que trata das ponderações inerentes aos conflitos gerados pela superposição das esferas de atuação, considerando-se as respectivas legislações de referência e ainda as políticas públicas vigentes. A coexistência de velhos atores com interesses variados e tramas superadas e ainda a existência de grupos de auto-interesse confirmam e intensificam tais conflitos.

A compreensão das novas inter-relações e dos papéis exercidos pelos diversos atores passou a ser condição necessária durante o processo de mudança do velho ao novo paradigma.

Independente dos desfechos destas discussões, hoje diversas instituições e organizações da sociedade civil são chamadas a participar da tomada de decisões e também na implementação de políticas públicas e programas governamentais para uma determinada bacia.

É, portanto, consolidada a percepção de que a participação social incrementa a democracia e o desenvolvimento econômico, e traz mais transparência ao processo, garantindo o atendimento de interesses públicos diversos não necessariamente cobertos pelos poderes públicos e privados representados.

Depreende-se nitidamente, portanto, que todo o envolvimento *ou não* dos atores institucionais existentes em determinada bacia está diretamente relacionado ao nível de articulação presente em cada uma delas, obviamente atrelados aos fatores políticos, econômicos e sociais ocorrentes na bacia.

O Quadro 3.61 e Quadro 3.62 apontam para um esboço bastante aproximado da realidade observada na bacia do rio Doce no que tange aos atores e suas interfaces. Neles observa-se uma separação, ainda que não estanque, entre a atuação direta e indireta dos entes intervenientes, observando-se inúmeras sobreposições tênues entre as esferas de atuação.

3.7.2 Comentários Finais

3.7.2.1 Esfera Federal

Os conflitos no âmbito da dominialidade das águas entre a União, Estados e municípios tem ocorrido com frequência, seja pelo fato da existência de reservatórios com águas estocadas por obras de agências federais em cursos de água de responsabilidade estadual, seja pela existência de aquíferos e reservatórios que perpassam os limites administrativos estaduais.

Os conflitos abarcam desde questões financeiras como a inadimplência, que culmina com descumprimentos de acordos de cooperação técnica, assim como questões organizacionais, cujas melhorias viabilizariam o fortalecimento do Sistema Institucional vigente.

Outro conflito substancial que envolve os órgãos ambientais, em especial o MMA, e demais membros da sociedade civil esbarra nas bases desenvolvimentistas superadas do *modo aproveitamento*. Como exemplo assinalam-se as da política econômica, energia, transporte, agrícola, irrigação, saneamento, industrial/agroindustrial, em oposição à expectativa dos órgãos ambientais que pretendem o modo *desenvolvimento sustentável*.

Fator importante a ser mencionado é que conflitos potenciais são visualizados no âmago dos usuários, em especial os de maior porte e entidades que tendem a observar interesses específicos.

Observa-se ainda, de não menor importância, um potencial conflito entre União e Estados no que tange ao enquadramento dos corpos de água, haja vista as diferentes situações institucionais de evolução dos Sistemas de Recursos Hídricos existentes em cada órgão em específico.

Ademais, depara-se ainda com a dissociação entre qualidade e quantidade da água preconizada pelas diversas instituições, ignorando-se muitas vezes, que a quantidade interfere na qualidade e esta na disponibilidade para cada uso exclusivo. A falta de consenso e equilíbrio, devido ao comportamento fechado e estanque dos setores sobre assuntos que exigem flexibilidade, coloca em risco os usuários e a visão desenvolvimentista, de um lado. Do outro, as demais entidades em suas esferas de atuação de planejamento, outorga, cobrança e implementação em conflito com comando e controle intrínsecos de políticas ambientais.

Sob o enfoque do setor elétrico, depreende-se certa ambiguidade: ora parceiro, ora rival. Ao fornecer energia de origem hídrica às estações de bombeamento dos sistemas destinados a outros fins (abastecimento de água domiciliar, irrigação, indústrias e

agroindústrias), o setor energético viabiliza os sistemas sendo neste caso fator determinante dos seus sucessos. Ao partilhar o mesmo manancial hídrico com os demais setores usuários, reduz as parcelas e oportunidade de uso das suas águas passando a acarretar possibilidades de discórdia.

3.7.2.2 Esfera Estadual

O maior conflito no âmbito estadual é interno e envolve a capacidade executiva das diversas instituições e de seus corpos técnico e administrativo, bem como da situação de inadimplência da maioria das instituições frente aos programas federais e aos de cooperação técnica. Outro conflito é político e tem como origem a incompatibilidade entre o partido/coligação que se encontra no poder estadual e os partidos das municipalidades e entidades federais do setor de recursos hídricos e vinculadas.

3.7.2.3 Esfera Municipal

Nesta esfera, os conflitos normalmente se dão em face da divergência entre os anseios da população e a forma com que as prefeituras administram, sobretudo quando se trata de prioridades definidas sem considerar a opinião pública.

3.7.2.4 Legislações

Há conflitos no próprio corpo das legislações de todas as instâncias, com constantes projetos de alterações da legislação abrangente e de caráter integrativo com sugestões que regridem ao modo setorial fragmentado. Tais alterações, somadas às dificuldades de interpretação e definição das supremacias circunstanciais em relação a cada caso/empreendimento em específico, dão margem à tomada de decisões de forma equivocada.

Quadro 3.62 Atores sociais na bacia do rio Doce.

PODER PÚBLICO FEDERAL	ANA	Agência Nacional de Águas	PODER PÚBLICO ESTADUAL (ES)	SEAMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
	ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica		SEDU	Secretaria de Estado da Educação
	MMA	Ministério do Meio Ambiente		SEAG	Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca
	SRHU	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (vinculada ao MMA)		SESA	Secretaria de Estado da Saúde
	IBAMA	Inst. Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis		SETUR	Secretaria de Estado de Turismo
	CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos		SETOP	Secretaria de Estado de Transporte e Obras Públicas
	EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária		SEDURB	Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano
	MME	Ministério de Minas e Energia		SEAM	Secretaria Extraordinária de Articulação com os Municípios
	SIH	Secretaria de Infraestrutura Hídrica (vinculada ao MI)		DER	Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Espírito Santo
	EPE	Empresa de Pesquisa Energética		CESAN	Companhia Espírito Santense de Saneamento
	SNDC	Secretaria Nacional de Defesa Civil		PMES	Polícia Militar do Espírito Santo
PODER PÚBLICO ESTADUAL (MG)	SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável	PCES	Polícia Civil do Estado do Espírito Santo	
	SEE	Secretaria de Estado de Educação	FINDES	Federação das Indústrias do Estado do Espírito Santo	
	SEAPA	Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento	IEMA	Instituto Estadual de Meio Ambiente-ES	
	SES	Secretaria de Estado de Saúde	IDAF	Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo	
	SETUR	Secretaria de Estado de Turismo	ADERES	Agência de Desenvolvimento em Rede do Espírito Santo	
	SETOP	Secretaria de Estado de Transporte e Obras Públicas	ASPE	Agência Estadual de Serviços Públicos de Energia do Estado do Espírito Santo	
	SEDRU	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana	DPMAPC	Delegacia de Proteção ao Meio Ambiente e Patrimônio Cultural	
	CBH DOCE	Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Doce	BANDES	Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo S/A	
	DER	Departamento de Estradas e Rodagens de Minas Gerais	INCAPER	Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural	

	COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais		MP/ES	Ministério Público do Espírito Santo
	PMMG	Polícia Militar Ambiental		AMAPI	Associação Municipal da Microregião do Vale do Rio Piranga
	PC	Polícia Civil - SEPS – 36ª DRPC		CTTRD	Circuito Turístico Trilhas do Rio Doce
	FIEMG	Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais		IDAF	Instituto Doctum
	IEF	Instituto Estadual de Floresta	SOC. CIVIL E PODER PÚBLICO MUNICIPAL	FPF	Fundação Percival Farquhar
	IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas		ADIMA	Associação de Defesa de Ibituruna e Meio Ambiente
	IMA	Instituto Mineiro de Agropecuária		FUNCEC	Fundação Comunitária Educacional e Cultural de João Molevade
	FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente-MG		OVA	Organização Verde Água
	FR	Fundação RURALMINAS		UFV	Universidade Federal de Viçosa
	EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural		ABAS	Associação Brasileira de Águas Subterrâneas
	MP	Ministério Público de Minas Gerais		UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
				MC	Meio de Comunicação

4 SANEAMENTO E SAÚDE PÚBLICA

A recente publicação das Diretrizes da Política Nacional de Saneamento Básico (Lei 11.445 de 05/01/2007) terá impacto positivo na gestão ambiental das cidades, principalmente na questão dos esgotos e dos resíduos sólidos. Ela define as regras para o aumento de investimentos públicos e privados no setor. Os focos são o planejamento, a fiscalização e a participação social.

Ao obrigar o poder público a produzir planos de resíduos sólidos, de recursos hídricos e de saneamento básico e a criar agências reguladoras, a lei busca tornar o saneamento uma atividade eficiente e confiável. Outro destaque é o fortalecimento da comunidade na gestão associada dos consórcios municipais a serem implementados.

Tradicionalmente a prestação dos serviços de saneamento no Brasil tem passado por espasmos com períodos altos e baixos, prejudicando uma política de continuidade de investimentos e de gestão e, conseqüentemente, a tão enfatizada universalização do atendimento. Em 1986, o BNH (Banco Nacional de Habitação) foi extinto e o setor de saneamento ficou órfão de uma política de governo e os recursos para financiamento ficaram escassos e inconstantes. Iniciou-se uma fase de decadência que permaneceu até 2003, com exceção de um pico entre 1995 e 1998, no qual foram investidos R\$ 3,26 bilhões por ano.

Este quadro de restrições, aliado a dificuldades de gestão, em algumas das empresas prestadoras de serviços, e ao rápido crescimento das cidades, resultou em um retrocesso nos índices de atendimento e de qualidade dos serviços. Outro problema é que, devido à sempre insuficiente disponibilidade de recursos, a prioridade absoluta dos investimentos tem sido para a construção de sistemas de abastecimento de água, tendo os serviços de esgotamento sanitário sido relegados ao segundo plano, o mesmo acontecendo com os resíduos sólidos.

Apesar de atualmente haver uma significativa disponibilidade de recursos, e de a Lei 11.445 ser considerada um grande avanço para o setor de saneamento, a sua implementação vem esbarrando em questões operacionais e políticas que limitam o esperado desenvolvimento do setor.

Uma destas limitações é a ausência de instituições reguladoras que exijam o cumprimento de metas contratuais de resultados e custos, conforme previsto nos artigos 8º e 21, da Lei 11445. Como a titularidade dos serviços é municipal, o poder regulatório é do município, que, em sua absoluta maioria, não tem condição de manter um órgão com esta atribuição. Para viabilizar financeira e tecnicamente esta atividade, seria recomendável a formação de consórcios inclusive com órgãos federais ou do próprio Estado. Na bacia do rio Doce não existiam agências reguladoras municipais nem estaduais. No Espírito Santo existe a ASPE (Agência de Serviços Públicos de Energia do Estado do Espírito Santo), mas não atende à regulação dos serviços do saneamento. Uma alternativa para a evolução na solução desta lacuna seria a atuação dos próprios comitês de bacia. Porém, esta iniciativa também é problemática, dadas as limitações de descontinuidade de tais consórcios e comitês, que dependem da boa vontade dos representantes em cada gestão. Em 1997 foi fundado o consórcio do rio Guandu, constituído dos municípios de Brejetuba, Afonso Cláudio, Laranja da Terra e Baixo Guandu. O estado do Espírito Santo aprovou em dezembro de 2008 a Lei 477 que trata da ARSI - Agência Reguladora dos Serviços de Infraestrutura. Pelo artigo 4º a ARSI tem por finalidade, regular, controlar e fiscalizar, no

âmbito do Estado do Espírito Santo, os serviços de saneamento básico concedidos, abrangendo abastecimento de água e esgotamento sanitário de interesse comum e interesse local, delegados ao Governo do Estado e, serviços estaduais de infra-estrutura viária com pedágio. A lei ainda está em fase de implementação, mas tal fato significa um grande avanço na gestão destes serviços. No entanto no Estado de Minas Gerais esta discussão ainda não avançou e já está produzindo efeitos práticos indesejados. A COPASA desejava praticar um aumento de 7% (sete por cento) na sua tarifa para o ano de 2009 e foi barrada pela Justiça em ação impetrada pelo Ministério Público sob a justificativa de que tal aumento só pode ser concedido pela agência reguladora exigida pela Lei Federal 11.445/2007.

Outra lacuna que desfavorece o avanço dos serviços é a ausência do controle social dos serviços pela comunidade. Este controle está previsto no artigo 47 da Lei 11.445, mas a mobilização para a constituição dos conselhos ainda não mereceu a devida importância.

Devido à ausência desses instrumentos e da pouca importância atribuída pela população à necessidade de exigir tais serviços com qualidade e respeito à legislação, a bacia do rio Doce encontra-se em situação muito precária quanto aos serviços de esgotamento sanitário e de resíduos sólidos. Mesmo quanto aos serviços de abastecimento de água que embora disponham de índices de atendimento elevados, o cumprimento de questões elementares de gestão fica abaixo dos padrões considerados satisfatórios, como o controle de perdas e o cumprimento da Portaria 518/2004 dos padrões de portabilidade.

Não obstante tais dificuldades, já existe alguma mobilização das comunidades, tendo sido criada a rede de Saneamento Ambiental do Doce durante o encontro preparatório do 2º Fórum das Águas, realizado em Colatina. Conforme a Revista Águas do Rio Doce, esta rede apresenta boa estruturação e articulação e já começa a desenvolver ações visando o aumento de eficiência e redução de custos, com a valorização das autarquias de saneamento.

A seguir são desenvolvidas as análises sobre a prestação dos serviços de saneamento na bacia do rio Doce.

4.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

4.1.1 Levantamento de Dados

Para a elaboração do diagnóstico dos serviços de abastecimento de água, a principal fonte oficial de dados é o SNIS – Sistema Nacional de Informações em Saneamento, elaborado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental vinculada ao Ministério das Cidades. A coleta de dados é feita anualmente e disponibilizada em relatórios também anuais. Estes dados constituem os principais elementos para a definição de políticas públicas no Brasil para o setor. O fornecimento dos dados, por parte dos gestores, não é compulsória, mas o não atendimento a esse requisito impõe restrições diversas aos serviços de saneamento, como, por exemplo, o acesso a linhas de financiamento. A última versão disponível publicada é a do ano de 2006, sendo que dos 5.565 municípios brasileiros, 4.516 deles forneceram dados dos serviços de água e apenas 1.251 quanto aos serviços de esgoto. No Quadro 4.1 é apresentada a disponibilidade de dados no SNIS para os municípios situados na bacia do rio Doce, sendo os indicadores operacionais do abastecimento de água dos municípios presentes na bacia do rio Doce apresentados no Anexo I.J.

Quadro 4.1 Disponibilidade de dados no SNIS 2006 para a bacia do rio Doce – Abastecimento de Água.

Estado	Municípios com Sede na Bacia	Prestador dos Serviços	Municípios por Prestador	Informado ao SNIS	Não Informado ao SNIS
MG	191	COPASA	121	120	1
		Autônomos	70	13	57
ES	20	CESAN	9	9	0
		Autônomos	11	3	8

Para os municípios contemplados no SNIS foram buscadas atualizações junto à COPASA e CESAN; e para os municípios não contemplados, foram procuradas outras fontes tais como *sites* de prefeituras e contatos diretos com representantes dos prestadores locais dos serviços. Foi também feita consulta na Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento - ASSEMAE, a qual congrega os municípios autônomos, mas esta não possui um banco de dados com as informações necessárias

Outra fonte de consulta foi o relatório da CIPE Rio Doce – Comissão Interestadual Parlamentar de Estudos para o Desenvolvimento Sustentável da Bacia Hidrográfica do rio Doce. A CIPE Rio Doce, formada por 11 parlamentares de cada Estado, tem o propósito de garantir o desenvolvimento de toda a região da bacia do rio Doce e também de promover a recuperação do rio e de seus afluentes. De acordo com a coordenadora da comissão no Espírito Santo, Luzia Ana Augusto, a interação entre os dois Estados é um mecanismo eficaz e os deputados buscam de forma consciente e positiva uma agenda conjunta de atividades que proporcionem um resultado positivo para o rio Doce.

O “Rio Doce Limpo” foi o mais importante projeto desenvolvido pela Comissão. Ele se propõe a resolver os dois problemas que os parlamentares consideraram urgentes na região da bacia: o lançamento de esgoto doméstico e o assoreamento do rio. O projeto fixa uma meta de reduzir em 90% a carga de esgotos na bacia do rio Doce até 2020. Outra iniciativa válida da CIPE foi o apoio à criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Os Comitês dos rios Guandu e Santa Maria foram criados para incluir a comunidade no trabalho em prol do rio Doce e de seus afluentes.

A CIPE Rio Doce realizou nos anos de 2004 e 2005 um grande esforço para estimular os municípios a cumprirem aquela meta e distribuiu um questionário sobre a realidade local dos serviços. Apenas 40 municípios responderam.

A única fonte que contém os dados da totalidade dos municípios da bacia é a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB, realizada pelo IBGE, e que teve sua última edição no ano de 2000. Na impossibilidade da obtenção de dados primários e secundários para os municípios não contemplados nas fontes supra citadas, foram adotados os dados dessa PNSB para o diagnóstico. Apesar de já haver uma defasagem cronológica de tais informações, esta providência não deverá prejudicar os resultados, pelas seguintes razões:

- A não disponibilização dos dados de saneamento para o SNIS denota uma deficiência na gestão dos serviços, que pode ser entendida como uma não priorização destes serviços e, conseqüentemente, a investimentos nulos ou pouco significativos no período;
- Os dados utilizados nas planilhas do presente diagnóstico, obtidos da PNSB 2000, referem-se apenas aos dados de cobertura dos sistemas de água e de coleta de esgoto, e de resíduos sólidos, que com, raras exceções, já apresentavam percentuais expressivos;
- Nas respostas ao questionário da CIPE Rio Doce os dados considerados foram os mesmos da PNSB 2000;
- Nos *sites* dos municípios não relacionados no SNIS, praticamente não há informações sobre a infra-estrutura de saneamento. Nos poucos que apresentam esses dados, a fonte é a mesma PNSB 2000.

Cumprê ressaltar que os dados aqui reunidos procedem de fontes diversas, e que utilizam metodologias distintas, nem sempre levantadas por pessoal tecnicamente habilitado, podendo levar a conclusões nem sempre coincidentes com as visões dos vários atores envolvidos.

Os serviços de abastecimento de água são os que têm mais dados disponíveis, não obstante o fato de 57 municípios em Minas Gerais, e 8, no Espírito Santo, não terem apresentado suas informações ao SNIS.

Na avaliação de um sistema de produção de água para abastecimento público, com enfoque na gestão dos recursos hídricos, as primeiras questões que se colocam são o *Indicador de Cobertura* e os *Volumes Produzidos*.

4.1.2 Indicador de Cobertura

O índice de atendimento com serviços de água tem impacto direto na saúde e qualidade de vida das populações e nas disponibilidades para a fixação de empreendimentos diversos, industriais e comerciais. Os resultados das unidades de análise da bacia do rio Doce são apresentados no Quadro 4.2 e na Figura 4.1.

Considerando que é impossível alguém viver sem água, o atendimento nas áreas urbanas deveria ser sempre em 100% das habitações ligadas à rede pública. A parcela não atendida com ligação é, em geral, constituída da população mais pobre, que vive em áreas periféricas ou favelas não alcançadas pelas redes públicas de abastecimento. Em decorrência desta limitação, estas populações vão se servir de abastecimentos não

convencionais do próprio sistema público (como latas de água, chafarizes, etc) ou então de fontes alternativas (cisternas, minas, etc.). Em ambas as situações, ocorrem restrições nos volumes utilizados, sendo que no caso de fontes alternativas em áreas urbanas (cisternas, poços, cacimbas, nascentes, etc.) os riscos de contaminação são elevados, com grave comprometimento para a saúde pública. Os moradores de baixa renda, nesta situação, chegam a pagar dezesseis vezes mais pelo mesmo metro cúbico de água do sistema público. Não é também incomum que consumidores não ligados ao sistema público estejam fazendo uso de ligações clandestinas, o que exigirá uma ação adequada do gestor do sistema.

Quadro 4.2 Índice médio de cobertura dos serviços de abastecimento de água nas unidades de análise na bacia do Rio Doce.

Estado	UPGRH/UA	Cobertura dos Serviços (média)	Volumes Produzidos (m³/ano)
Minas Gerais	DO1	97,5	24.115.731
	DO2	96,7	31.919.440
	DO3	82,7	3.973.988
	DO4	94,0	20.285.344
	DO5	95,1	8.690.381
	DO6	93,1	9.186.934
	Estado		94,06
Espírito Santo	São José	93,3	8.741.391
	Santa Maria do Doce	99,5	806.562
	Guandu	69,8	1.916.282
	Estado	89,6	11.464.235
SNIS – REGIÃO SUDESTE		95,7	
SNIS – BRASIL		93,1	

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2006 - SNIS - Sistema Nacional de Informações em saneamento - Ministério das Cidades

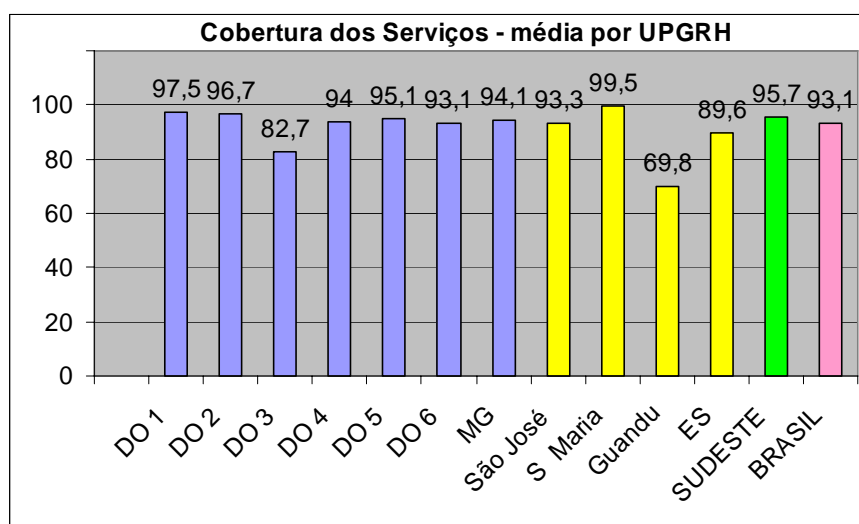


Figura 4.1 Cobertura dos serviços de abastecimento de água por unidade de análise na bacia do rio Doce.

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2006 - SNIS - Sistema Nacional de Informações em saneamento - Ministério das Cidades.

A UPGRH DO3 e a unidade de análise do Guandu respectivamente com 82,7% e 89,8% apresentam os piores indicadores de cobertura. Conforme o Anexo I.J, os municípios que contribuem para estes baixos resultados são:

- na UPGRH DO3 – Açucena (14,01%), Santana do Paraíso (24,4%), Joanésia (44,86%), Belo Oriente 50,18%, Ferros (72,57%) e Dores de Guanhões (77,84%); e

- na unidade de análise do Guandu - Brejetuba (43%) e Laranja da Terra (54,37%).

4.1.3 Volume Produzido

O volume produzido no sistema de água ao ser extraído, seja de fontes subterrâneas ou cursos d'água superficiais, tem impacto direto no balanço hídrico das respectivas unidades de gestão. Este indicador é resultado dos seguintes fatores: padrão econômico da população inclusive desperdícios - quanto mais alto o padrão, mais elevado o consumo *per capita*; e índice de perdas no sistema distribuidor.

Quanto aos níveis de consumo (lado da demanda), as ações adequadas envolvem programas de educação ambiental e sanitária, com o objetivo de reduzir os desperdícios e valorizar os serviços. Outro fator é a aplicação de uma tabela de tarifas com valores progressivos que funciona como inibidor dos altos consumos. Essa tabela deve também conter faixas de valores compatíveis com os consumidores de baixa renda, de forma a viabilizar a universalização do atendimento.

Para as sedes municipais relacionadas no SNIS, a planilha respectiva utilizou os valores de consumo *per capita* declarados. Para os municípios não informados, foram adotados os consumos *per capita* médios de cada Estado constantes do SNIS, que foram aplicados ao restante dos municípios onde esta informação não estava disponível. Este procedimento leva em consideração os valores reais declarados na própria bacia em lugar de estudos mais genéricos feitos por diversos órgãos com abrangência nacional. O Quadro 4.3 mostra os consumos *per capita* adotados em vários estudos.

Quadro 4.3 Valores do Consumo *per capita* na bacia do Rio Doce – L/habxdia.

Estado	SNIS *			CIPE Rio Doce	PERH/MG
	Mínimo	Máximo	Média		
Minas Gerais	62,58	524,69	114,70	280	137
Espírito Santo	67,7	156,80	136,72		

* Resultados de 136 municípios em MG e 13 no ES, situados na bacia

Já no tocante aos índices de perdas (lado da oferta), tanto nas unidades de produção de água (captação, bombeamento, tratamento e reservação), quanto no sistema distribuidor, as providências envolvem aspectos tecnológicos, e, principalmente, a eficiência na gestão. O controle de perdas do lado da oferta refere-se às atividades desenvolvidas no sistema distribuidor e sua efetivação fica a cargo exclusivo da operadora dos serviços. O índice de perdas de água reflete não somente o estado das instalações e das redes, mas principalmente o nível da sua gestão. Para que sejam alcançados bons indicadores é necessário se modificar significativamente a forma de gestão da empresa.

Este assunto vem progressivamente aumentando de importância a partir da tomada da consciência ambiental em todos os setores da sociedade que inclusive restringe os limites para tarifas impostas por empresas ineficientes. Os órgãos financiadores têm se

mostrado mais exigentes em relação a resultados e vinculam a concessão de financiamentos a índices definidos pela SNSA – Secretaria Nacional de Saneamento.

O governo federal, preocupado com o assunto, instituiu o PNCDA – Programa Nacional de Combate ao desperdício de água dentro do PMSS – Programa de Modernização do Setor de Saneamento, que vem desenvolvendo metodologia e seminários para fomentar as atividades de melhoria de desempenho dos prestadores de serviços.

Um aspecto ainda não suficientemente discutido sobre indicadores de volume *per capita* e de perdas refere-se ao impacto que a cobrança sobre o uso dos recursos hídricos terá sobre as tarifas praticadas pelos prestadores de serviços. Os sistemas com indicadores de perdas elevados serão mais impactados, devendo ser este mais um motivo para o aprimoramento da gestão. Este é exatamente o principal objetivo da cobrança: disciplinar o uso de água na bacia.

O maior índice de perdas registrado no SNIS é na cidade de Porto Velho-RO, com 78,8%. As associações de concessionárias AESBE (Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento) e ABCON (Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto) consideram aceitável o índice entre 15 e 20%.

No Quadro 4.4 são apresentados os indicadores médios de perdas de faturamento em sistemas de abastecimento nas unidades de análise da bacia do rio Doce relacionados no SNIS, e na Figura 4.2 é apresentado o percentual de abastecimento de água e de perdas também por unidade de análise na bacia do rio Doce.

Quadro 4.4 Indicadores médios de perdas de faturamento em sistemas de abastecimento na bacia do rio Doce relacionados no SNIS.

Estado	UPGRH/UA	Percentual médio de perdas
MG	DO1	27,3
	DO2	35,3
	DO3	37,9
	DO4	19,8
	DO5	21,8
	DO6	17,9
	Média do Estado	25,56
ES	São José	19,8
	Santa Maria do Doce	28,0
	Guandu	21,0
	Média do Estado	20,80
SNIS – REGIÃO SUDESTE		39,3%
SNIS – BRASIL		39,6%

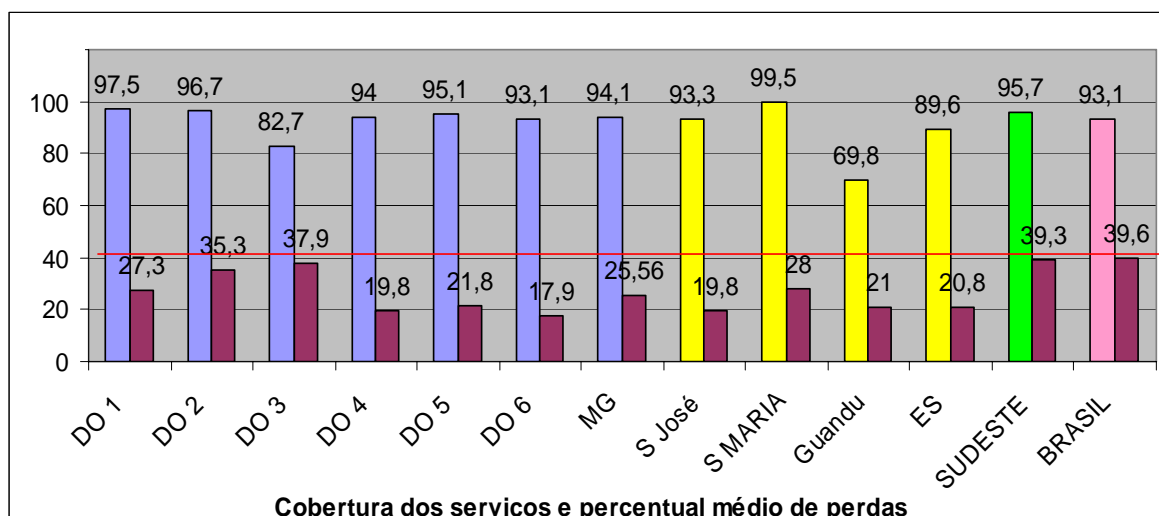


Figura 4.2 Abastecimento de água e percentual de perdas por unidade de análise na bacia do rio Doce.

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2006 - SNIS - Sistema Nacional de Informações em saneamento - Ministério das Cidades.

Os percentuais médios de perdas indicados na bacia estão muito abaixo dos registrados pelo SNIS, seja a nível nacional, seja a nível da região Sudeste. Esta evidência pode ser causada pelo fato de os cálculos dos indicadores de perdas terem sido baseados em municípios que disponibilizaram os dados para o SNIS ou que têm sistemas completos de registro e controle sendo, portanto os prestadores de serviço com melhor nível de organização. Ressalta-se que há um forte questionamento quanto aos números apresentados pois, mesmo entre esses prestadores de serviços mais organizados, vários não possuem a macromedição ou micromedição, o que lança dúvidas sobre os volumes produzidos. Um exemplo é o município de Jaguarauçu, que não possui hidrômetros e declara perdas de apenas 15%.

Para se desenvolver o combate a perdas, é pré-requisito que o prestador dos serviços tenha dispositivos de medição e uma adequada gestão do sistema comercial. Portanto, é imprescindível que estejam disponíveis os seguintes procedimentos:

(i) *Macromedição*: Cobrindo 100% das unidades de produção e dos distritos de medição e controle. Podem ser usados medidores permanentes ou temporários como a pitometria;

(ii) *Micromedição* – Cobrindo 100% dos usuários, com um parque de medidores atualizado e em adequadas condições de precisão

(iii) *Cadastro técnico* - Cadastro das redes do sistema distribuidor, de preferência em meio eletrônico utilizando *softwares* de análise e atualização (*SIG, Epanet*, etc)

(iv) *Cadastro comercial* - Cadastro dos usuários contendo diversas características, tais como: histórico de consumos, perfil do usuário, controle dos recebimentos, política de corte por inadimplência, etc.

4.1.4 Qualidade da Água Distribuída

Não há registros de licenciamento ambiental em todas as Estações de Tratamento de Água (ETA) na bacia do rio Doce e não há informações no SNIS sobre os tipos de

tratamento adotados. No entanto a existência de processos erosivos intensos e a ausência de cobertura vegetal, em especial da vegetação ciliar ao longo de toda a bacia inviabilizam qualquer alternativa de tratamento de água que não seja o convencional completo. Nos sistemas de filtração direta todos os materiais sólidos, coloidais ou não, são removidos apenas nos filtros, que em geral são do tipo ascendente (por permitir filtração volumétrica). Em períodos de turbidez elevada do manancial, ocorre aumento significativo da frequência de lavagens dos filtros, elevando o auto consumo da ETA em percentuais acima de 15%, piorando a eficiência do sistema, com graves reflexos negativos no abastecimento. Em sistemas convencionais de tratamento, o percentual de auto consumo fica em torno de 3%, podendo chegar, em sistemas bem operados a até 0,8%. Além disto a ausência do decantador retira uma importante barreira sanitária. Por isto esta modalidade de ETA está em desuso, sendo que algumas ainda existentes estão em processo de adequação.

Os sistemas de floto-filtração tornam-se recomendados para mananciais com presença intensiva de algas, especialmente as cianobactérias. Os processos convencionais, principalmente a pré-cloração, neste caso gerariam forte odor e a formação de tri-halometanos. Adicionalmente causariam o estresse das algas, fazendo com que estas liberem as cianotoxinas. A flotação permite a remoção das algas sem submetê-las a estresse e sem a sua reação com os produtos químicos. No entanto a sua operação é mais complexa, exigindo um quadro de operadores mais capacitados e por esta razão é necessário um cuidadoso monitoramento do manancial para avaliar a real necessidade de aplicar este tipo de concepção. Em consultas feitas aos diversos operadores na bacia o registro de ocorrências de cianobactérias não tem sido relevante. (Ver item 4.5 – Saúde Pública), não justificando até o momento este tipo de solução.

Quando se fala sobre os problemas causados na operação das estações de tratamento de água – ETAs - devidos à deterioração da qualidade da água dos mananciais, a preocupação usual refere-se a aumentos de custos com produtos químicos e maior auto-consumo de água para as lavagens de filtros e decantadores.

A própria bibliografia pouco ou nada fala sobre os riscos envolvidos com a utilização de mananciais poluídos. Ocorre que o tratamento convencional da água apresenta bons resultados quando se trata de turbidez e cor coloidais, mas praticamente não elimina substâncias tóxicas eventualmente presentes, entre as quais metais pesados, organo-tóxicos (pesticidas, derivados de petróleo, etc.) e toxinas de algas. Além disto, as análises para controle destas substâncias são caras e pouco frequentes, e os resultados das mesmas, quando efetuados, só são obtidos em cerca de cinco dias, não permitindo o controle em tempo real.

A maneira mais eficaz de se evitar tais problemas é a prevenção, com o disciplinamento do uso do solo quanto a agro-tóxicos e adubos, e o controle dos resíduos sólidos e líquidos produzidos pelas atividades antrópicas na bacia de contribuição. Este tipo de controle é previsto na Portaria 518/2004 do MS (Art. 9º inciso V) e pode ser exigido pelas autoridades sanitárias.

No Quadro 4.5 é apresentado o número de municípios pertencentes à bacia do rio Doce que informaram ao SNIS, em 2006, sobre o cumprimento da Portaria 518 do Ministério da Saúde

Quadro 4.5 Número de municípios que informaram ao SNIS sobre o cumprimento da portaria 518 do Ministério da Saúde.

Estado	UPGRH/UA	Total de Municípios na UPGRH	Cumpre a Portaria 518/04 do MS?		
			Sim	Não	Não Informou ao SNIS
MG	DO1	62	2	41	19
	DO2	17	2	12	3
	DO3	23	0	11	12
	DO4	41	2	29	10
	DO5	25	0	24	1
	DO6	23	2	13	8
	Totais MG	191	8	130	53
ES	São José	13	7	1	5
	Santa Maria do Doce	3	1	0	2
	Guandu	4	3	0	1
	Totais ES	20	11	11	8

A qualidade da água bruta nos pontos de captação está contemplada no item *Qualidade das Águas Superficiais* deste diagnóstico, e a seguir são apresentados os dados do SNIS para atendimento à Portaria 518 do Ministério da Saúde.

Todos os sistemas operados pela CESAN se declaram cumpridores da Portaria 518/2004, enquanto todos os sistemas da COPASA se declaram não cumpridores. Alguns municípios autônomos também se declaram cumpridores.

Dos 191 municípios da bacia em Minas Gerais, apenas seis se declaram cumpridores da Portaria 518: Ipanema, Itabira, João Monlevade, Manhuaçu, Ponte Nova e Viçosa. Dos 20 municípios no Espírito Santo oito não responderam, o município de Linhares declara que não atende e 11 municípios declaram que atendem: Colatina e Rio Bananal (sistemas autônomos) e Afonso Cláudio, Águia Branca, Alto Rio Novo, Brejetuba, Laranja da Terra, Pancas, Rio Bananal, São Gabriel da Palha, São Roque do Canaã e Vila Valério (concedidos à CESAN).

As informações acima constam da Tabela 6 do relatório do SNIS que não detalha o motivo do não cumprimento e apenas registra as declarações feitas pelos próprios prestadores de serviços. Na análise desses resultados chamam a atenção alguns fatos. A COPASA possui um rígido controle operacional com uma ampla rede de laboratórios regionais e locais e um laboratório central capaz de atender a todas as análises de controle exigidas e, no entanto se declara não cumpridora da Portaria 518 em todos os 122 municípios operados por ela na bacia do rio Doce. A CESAN possui estrutura similar à da COPASA e declara o cumprimento total. Já os municípios autônomos têm uma maior dificuldade de cumprimento, principalmente na realização de análises de organo-tóxicos, metais pesados e algas (análises hidrobiológicas), bem como atender à frequência exigida das análises bacteriológicas por não disporem de laboratórios especializados. Na ausência de estruturas de regulação e de vigilância sanitária que fiscalizem tais serviços podem estar ocorrendo divergências de interpretação quanto às exigências da norma.

Outro fato a ponderar é que alguns dos sistemas urbanos possuem mais de uma fonte de abastecimento, sendo que algumas destas fontes não passam por qualquer tipo de tratamento ainda que parcial. Não há registros destas situações nos sistemas de informações disponíveis. No entanto há que se ressaltar que a Portaria 518 do Ministério da Saúde exige que toda água, por melhor que seja a sua qualidade físico-química deve passar por desinfecção e fluoretação. Adicionalmente toda água de manancial superficial deve passar por tratamento de filtração.

É interessante destacar que a cidade de Baixo Guandu foi a primeira cidade brasileira a aplicar o flúor em seu sistema de abastecimento, em 1952, sendo o seu cinquentenário comemorado festivamente, inclusive com a presença de autoridades da Organização Mundial da Saúde. No entanto os seus dados operacionais não foram disponibilizados no SNIS 2006 o que evidencia que o pioneirismo não vem sendo mantido pelas gestões atuais.

4.1.5 Resíduos de Estação de Tratamento de Água

Os sistemas completos de tratamento de água para o abastecimento público geram rejeitos provenientes de decantadores e filtros, que são lançados a jusante dos próprios mananciais captados. Na quase totalidade dos casos, este lançamento é feito inadequadamente sem qualquer tratamento, gerando problemas ao meio ambiente. Levando em consideração a legislação brasileira vigente, os gestores de sistemas de abastecimento de água podem ser enquadrados como poluidores e infratores, conforme a Lei 6.938 de 31/8/1998, em seu artigo 3º, incisos II e III (alíneas c,d e e), inciso IV. De acordo com a Lei 9.605/98 também denominada Lei de Crimes Ambientais, os gestores de Estações de Tratamento de Água estão sujeitos a penas severas nos casos de disposição inadequada de seus rejeitos.

A composição básica dos rejeitos de ETAs é de partículas de solo, material orgânico carregado pela água bruta, subprodutos gerados da adição de produtos químicos e água. Além disto, as águas superficiais podem conter metais, como o alumínio, o ferro e outros carregados através do escoamento superficial. A somatória desses materiais confere aos rejeitos características que devem ser analisadas profundamente.

A quantidade de lodo produzida em determinada ETA dependerá de fatores tais como: partículas presentes na água bruta, que conferem turbidez e cor à mesma; concentração de produtos químicos aplicados ao tratamento; tempo de permanência de lodo nos tanques; forma de limpeza dos mesmos; eficiência da sedimentação entre outros fatores.

A quantidade de lodo gerada em cada ETA varia significativamente ao longo do ano e é necessário para a sua quantificação, que os boletins operacionais incluam os devidos registros de vazão, dosagem de coagulantes e auxiliares de coagulação/decantação/filtração e da turbidez e cor afluentes. Desta maneira não nos é possível fazermos estes cálculos dentro do escopo do presente trabalho.

O processamento de lodos de ETAs se dá em Unidades de Tratamento de Resíduos (UTR). Em Minas Gerais, na ETA do Sistema Rio Manso, já existe uma UTR em funcionamento, e há uma unidade em construção no Sistema Rio das Velhas, ambas situadas na região metropolitana de Belo Horizonte. A COPASA ainda não possui nenhuma unidade de tratamento desses resíduos nas cidades operadas por ela na bacia do rio Doce, mas incluiu em seu planejamento estratégico o objetivo de implantá-las em ETAs entre 20 e 149 L/s.

Os demais operadores não possuem estas unidades nem apresentam planejamento para a implantação.

Em razão da total inexistência de unidades de tratamento de resíduos de ETAs, na bacia não há registros de outorgas e nem dos cursos d'água receptores.

Este assunto já vem chamando a atenção de ambientalistas, pois são evidentes os danos ambientais decorrentes da inadequada disposição destes rejeitos, mas ainda não estão consolidadas as técnicas relativas ao seu aproveitamento ou descarte, sendo alvo de algumas pesquisas acadêmicas para sua definição e viabilidade.

Considerando que nem sequer os esgotos sanitários são tratados na bacia, cuja gravidade é muito maior, este assunto pode parecer secundário. No entanto o lançamento de lodos de ETAs, principalmente em cursos d'água de pequeno porte pode gerar impactos significativos, como alterações súbitas de turbidez, de metais, de vazão e de assoreamento.

4.1.6 Outras Informações sobre a Gestão dos Serviços

Em atendimento à Portaria MS 518, está sendo implantado pela CESAN o SIGMAC - Sistema de Informações Geográficas dos Mananciais, dando início à sistematização de um sistema participativo de vigilância ambiental dos mananciais, fonte da matéria-prima da CESAN. Além da implantação do SIGMAC, a equipe técnica da Gerência de Meio Ambiente da CESAN, atua também na solução de problemas que envolvam os mananciais e corpos receptores, aplicando-se recursos de hidrologia. O SIGMAC, trata da vigilância ambiental dos mananciais, mantendo um banco de dados relacional do monitoramento de qualidade d'água, como a seguir:

- Água (quantidade x qualidade);
- Solo;
- Vegetação;
- Atividades impactantes; e
- Uso e ocupação do solo.

Hoje, a Copasa já é a empresa de saneamento com os melhores indicadores de qualidade e eficiência do Brasil. Em 2008 foi vencedora dos mais importantes prêmios nacionais e escolhida pelo quarto ano consecutivo, como a melhor empresa brasileira do setor de serviços públicos.

Quanto à tarifação é recomendável que a política comercial dos prestadores de serviço deva observar as seguintes diretrizes (extraídas do Código de prestação de serviços da COPASA , arts 90 e 91).

- As tarifas deverão ser diferenciadas segundo as categorias de uso e faixas de consumo, assegurando-se o subsídio dos clientes de maior para os de menor poder aquisitivo, assim como dos grandes para os pequenos clientes.

- A conta mínima de água e esgoto resultará do produto da tarifa mínima pelo consumo/ volume mínimo, por economia, observadas as quantidades de economias de cada categoria e o serviço utilizado pelo consumidor.

As tarifas mínimas praticadas pelos principais operadores são apresentadas no Quadro 4.6.

Quadro 4.6 Volumes relativos a tarifas básicas praticadas pelos principais operadores de sistemas de água e esgoto na bacia do rio Doce.

Operador	Volume Mínimo Tarifado de Água (m³)	Percentual Tarifado de Esgoto em Relação à Tarifa de Água (%)
CESAN	10	40 a 60
COPASA	6	20 a 60 *
SEMAE Ouro Preto	Não cobra tarifa	Não cobra tarifa
SAAE Linhares	Não tem valor mínimo	Não disponível
SAAE Itabira	15	60
SAAE Colatina	10	Não disponível

**Obs. A COPASA passou a adotar a opção de operação de sistema estático de esgotamento sanitário com fossa, a partir de 200.*

4.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

As fontes utilizadas para o diagnóstico do esgotamento sanitário foram as mesmas utilizadas no diagnóstico do abastecimento de água na bacia do rio Doce, sendo, portanto, os dados oficiais do SNIS. No Quadro 4.7 é apresentada a disponibilidade de dados no SNIS para os municípios situados na bacia do rio Doce

Quadro 4.7 Disponibilidade de dados no SNIS 2006 para a bacia do rio Doce – Esgotamento Sanitário.

Estado	Municípios com Sede na Bacia	Prestador dos Serviços	Municípios por Prestador	Informado ao SNIS	Não Informado ao SNIS
MG	191	Copasa	6	5	1
		Autônomos	185	11	174
ES	20	Cesan	2	2	0
		Autônomos	18	4	14

4.2.1 Saneamento Rural

Os serviços de saneamento rural não dispõem de estatísticas e de planos de ação para as localidades da bacia do rio Doce.

No Estado de Minas Gerais foi criado o programa Vida no Vale, que abrange apenas os vales dos rios Mucuri e Jequitinhonha, no qual está previsto o atendimento com serviços de saneamento para 1.853 localidades em 92 municípios. Este programa tem como características, a realização dos investimentos, a fundo perdido, o que permite que o valor das tarifas seja cerca de 40% mais baixo, viabilizando a universalização. A tecnologia usada nos projetos dos sistemas já foi amplamente consolidada em sistemas existentes e, para garantir a gestão moderna e eficiente, foi criada a COPANOR – Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais S/A, uma subsidiária da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG. Não há no momento disponibilidade de estender tal programa para a bacia do rio Doce, cujos indicadores sociais, baixos, são muito semelhantes aos dos municípios integrantes do Mucuri e Jequitinhonha.

No Espírito Santo a CESAN vem desenvolvendo um programa denominado Pró-Rural, mas não foi possível obter informações na Empresa.

4.2.2 Coleta e Tratamento de Esgotos Sanitários

Um Sistema de Esgotamento Sanitário – SES só é considerado completo quando contempla o Sistema de Instalações Prediais – SIP, o Sistema de Redes de Esgotos Sanitários – RES e a Estação de Tratamento de Esgotos - ETE.

Entende-se como esgoto sanitário, a soma dos esgotos domésticos, produzidos nas residências e os esgotos industriais, que são produzidos nas atividades industriais.

No Brasil, os dados disponíveis sobre a cobertura de esgotamento são muito contraditórios, segundo as várias fontes disponíveis. A credibilidade desses dados é muito discutível e, sendo assim, a consulta às diversas fontes de dados, sejam oficiais ou não, se faz necessária para traçar um diagnóstico da situação do atendimento às populações em qualquer parte do país. O SNIS que seria a fonte oficial mais atual é ainda mais limitado quando se trata de sistemas de esgotamento sanitário. A única fonte que contém os dados da totalidade dos municípios é a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB,

realizada pelo IBGE e que teve sua última edição no ano de 2000. Na impossibilidade da obtenção de dados primários e secundários para os municípios não contemplados nas fontes acima citadas, foram adotados os dados dessa PNSB. Apesar de já haver uma defasagem cronológica de tais informações, não deverá haver prejuízos nos resultados, conforme citado anteriormente.

Todas as 18 cidades mineiras para as quais foram elaborados Diagnósticos do Sistema de Esgotamento Sanitário pela Secretaria de Desenvolvimento Regional e Urbano de Minas Gerais - SEDRU apresentam sistemas obsoletos de coleta em que se misturam esgotos sanitários e drenagem pluvial, com graves reflexos na saúde pública urbana. Os materiais utilizados são o PVC e manilha cerâmica, em geral de diâmetros inferiores aos das normas NBR 9649 para redes coletoras e NBR 12.207 para interceptores. No Brasil, de uma maneira geral, como até recentemente não tendo sido considerada a necessidade do tratamento de efluentes, a construção de redes de coleta é feita dentro do conceito de apenas remover o esgoto dos imóveis, não importando o destino dos resíduos. Além disto, o serviço de esgotamento sanitário é visto como de importância secundária pela população uma vez que “tirou do meu imóvel, o problema está resolvido”. Esta falta de cuidado no projeto e execução da rede coletora faz com que ao se instalar a ETE, torna-se necessária uma profunda intervenção de melhorias na etapa de coleta, para conseguir que o esgoto seja separado do sistema de escoamento pluvial. Esta intervenção é chamada de “Caça Esgoto”. Como na maioria dos casos não há cadastro, a solução pode levar muitos anos, fazendo com que as ETEs fiquem ociosas e o sistema não consiga atender aos seus objetivos ambientais.

Com o objetivo de avaliar o impacto dos sistemas urbanos de esgotamento sanitário foi considerado um valor de DBO (Demanda bioquímica de oxigênio) de 54 g por habitante por dia, conforme preconiza a Norma ABNT 9649. A carga total remanescente por sede urbana é resultante da multiplicação da população atual pelo valor citado e dele é deduzido o percentual e a eficiência de tratamento. Mesmo que a cobertura da rede coletora não atinja 100%, considera-se que a totalidade da população está produzindo a DBO, que de qualquer forma atingirá o curso de drenagem urbana respectiva, através de sarjetas ou da drenagem pluvial.

Da mesma forma, só se consideram, para efeito de carga orgânica potencial, as populações urbanas, uma vez que no Brasil, as populações rurais não são dotadas de sistemas de esgotamento sanitário. Seus efluentes ou são lançados em valas negras, ou fossas negras, que naturalmente se infiltram no solo, ou então se utilizam de fossas sépticas com sumidouros. Só em casos raríssimos os efluentes rurais são lançados em algum corpo hídrico.

Assim tem-se a seguinte equação para o cálculo da carga orgânica:

$$\text{Cotr} = \text{Pop 2007} \times 54 \text{ g DBO/habxdia} (1 - \text{Perc} \times \text{Efic}) \quad (3)$$

em que:

Cotr = carga orgânica total remanescente;

Pop = população do Censo de 2007 (IBGE);

Perc = percentual de tratamento existente no sistema; e

Efic. = eficiência da ETE existente – considerado como 70% conforme exposto a frente.

No Quadro 4.8 são apresentadas as eficiências dos vários tipos de tratamento:

Quadro 4.8- Eficiência de sistemas de tratamento de esgotos.

Eficiência de ETES	
Tipo de Estação de Tratamento	Eficiência %
Fossa séptica de câmara única ou de câmaras sobrepostas	30 A 50
Fossa séptica de câmaras em série	35 a 65
Valos de Filtração	75 a 95
Tanque Imhof	70 a 90
Lodos ativados	90 a 95
Lagoas Facultativas	80 a 90
Lagoas Aeradas	90 a 95
RAFA (UASB)	55 a 70

Fonte: Tratamento de Esgotos Domésticos – Jordão, E P e Pessoa, C A - 2005

Tendo em vista que não há informações disponíveis sobre a composição das unidades das ETES existentes, adotou-se um valor de eficiência de 70%, quando existir o tratamento; e, como não há disponibilidade de valores obtidos de medições, em campo, no sistema de esgoto, deverá ser usado o percentual de 80% de vazão de retorno, conforme preconiza a Norma ABNT 9648.

No Quadro 4.9 e na Figura 4.3 são apresentados os dados dos serviços de esgotamento sanitário nas unidades de análise na bacia do rio Doce. Já na Figura 4.4 são apresentadas as cargas remanescentes de DBO por unidade de análise.

4.2.3 Saneamento Urbano

Em Minas Gerais os índices de atendimento variam de 0,14% a 100% da população urbana. As cidades de Dolores de Guanhanes, com 0,14%, e Bugre com 1,08% praticamente não possuem redes de coleta. Catas Altas, Guanhanes, Itambacuri, Rio Doce e Santa Cruz do Escalvado declaram possuir 100% de coleta.

No Espírito Santo os índices de atendimento variam de 20% a 88,8%, sendo que não foi possível obter os dados de Governador Lindenberg e Jaguaré.

No Anexo I.J são apresentados os indicadores operacionais do esgotamento sanitário nos municípios presentes na bacia do rio Doce. O tratamento de esgotos é extremamente deficitário na bacia gerando uma significativa carga remanescente de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e tornou-se um grande motivo de preocupações.

Quadro 4.9 Serviços de esgotamento sanitário nas unidades de análise na bacia do rio Doce.

Estado	Unidades de Análise	Índice Médio de Cobertura dos Serviços de Coleta	Volume de Esgoto Coletado (m ³ /ano)	Volume de Esgoto Tratado (m ³ /ano)	Carga Remanescente de DBO * Kg/dia
MG	DO1	75,2	15.343.843	170.585	27.554
	DO2	84,6	43.857.103	11.153.165	37.241
	DO3	59,3	2.150.888	0	6.370
	DO4	63,4	10.293.753	81.646	23.622
	DO5	69,6	4.708.631	0	11.371

Estado	Unidades de Análise	Índice Médio de Cobertura dos Serviços de Coleta	Volume de Esgoto Coletado (m³/ano)	Volume de Esgoto Tratado (m³/ano)	Carga Remanescente de DBO * Kg/dia
	DO6	79,2	5.963.085	72.985	10.456
	Média do Estado	71,34			--
ES	São José	70,4	3.788.145	1.253.888	8.523
	SM do Doce	34,5	207.445	11.784	826
	Guandu	72,2	1.208.768	60.184	2.184
	Média do Estado	63,27			--
SNIS – Média REGIÃO SUDESTE		69,6	--		
SNIS – Média BRASIL		48,3	--		

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2006 - SNIS - Sistema Nacional de Informações em saneamento - Ministério das Cidades.

*Para o cálculo da DBO remanescente foi considerada uma eficiência média de 70% quando existir o tratamento.

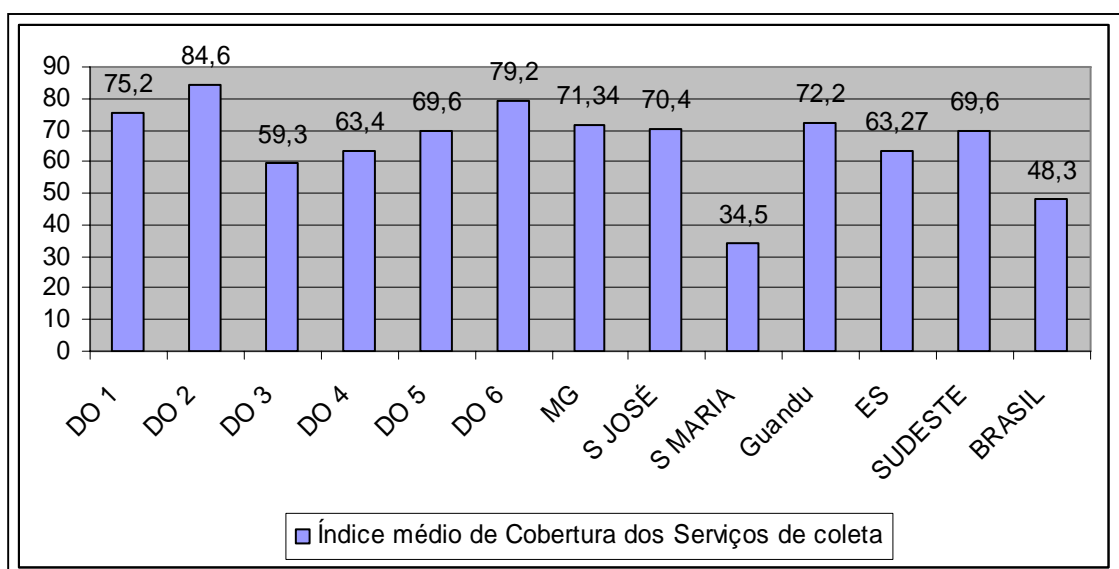


Figura 4.3 Percentual de cobertura dos serviços de esgotamento sanitário na bacia do rio Doce.

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2006 - SNIS - Ministério das Cidades.

Em Minas Gerais apenas nove cidades têm algum tipo de tratamento: Catas Altas, Ipatinga, Itabira, Rio Doce e São José do Goiabal com 100% de capacidade; mais Aimorés com 14,88%, Periquito com 20%, São Domingos do Prata com 30% e Virginópolis com 40%.

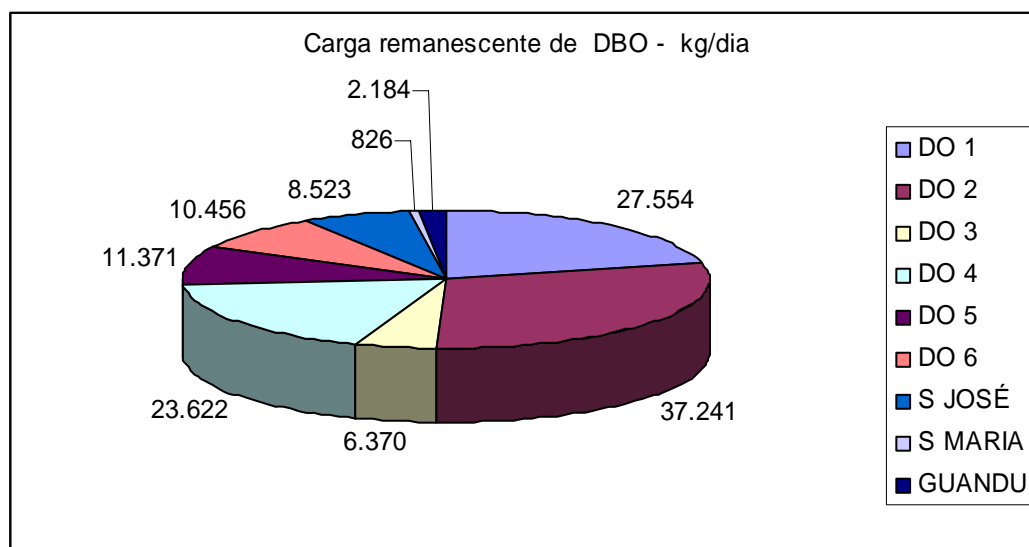


Figura 4.4 Carga remanescente de DBO por unidade de análise.

A Figura 4.5 apresenta a estação de tratamento de esgoto Ipanema, do município de Ipatinga, com início de operação em outubro de 2001. Esta estação utiliza o processo de reator anaeróbio e filtros anaeróbios, possui uma capacidade de 250,0 L/s e atende uma população de 180.000 habitantes. A Figura 4.6 mostra a ETE em fase final de construção de Guanhões que utiliza o mesmo processo.



Figura 4.5 Estação de tratamento de esgoto de Ipatinga (ETE IPANEMA).



Figura 4.6 ETE de Guanhães – MG.

No Espírito Santo a quantidade de municípios que tratam os esgotos é maior, 11 cidades, mas apenas duas tratam 100% o esgoto (Rio Bananal e São Gabriel da Palha). As demais: Laranja da Terra (62,46%), Pancas (61,08%), Itaguaçu (20%), Linhares (23%), Sooretama (15,52%), Brejetuba (7,99%), São Domingos do Norte (4,07%) e Baixo Guandu (3,78%) possuem unidades de tratamento apenas para alguns bairros. A cidade de Colatina possui 8 ETEs disseminadas pelos bairros e tem um planejamento de estender o tratamento para a totalidade da sede urbana.

Depreende-se então que 191 sedes urbanas (90%) nos dois Estados lançam seus dejetos *in natura* nos corpos receptores, resultando em cargas incompatíveis com a auto-depuração na maioria dos trechos.

Os resultados desta falta de cuidados com o ambiente fez com que o fosfato total, coliformes fecais e coliformes totais com, respectivamente, 81,2%, 53% e 45,7%, apresentassem ocorrências acima dos limites legais, ao longo do ano 2003, nas estações de amostragem na porção da bacia do rio Doce no Estado de Minas. Esses parâmetros estão relacionados no capítulo 5.2 – Diagnóstico da qualidade das águas superficiais e representam um forte indicativo de contaminação dos cursos de água por lançamento de esgoto sanitário.

Além disso, verificou-se ocorrências de desconformidades em relação aos parâmetros mais característicos dos esgotos sanitários, quais sejam: oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio (matéria orgânica); amônia não ionizável; e nitrogênio amoniacal (nutrientes).

A precariedade dos serviços de esgotos não vem encontrando uma disposição firme dos governos municipais e das populações no sentido de eliminar ou reduzir este grave passivo ambiental. No caso do serviço de coleta de esgoto, há uma resistência muito grande para a adesão ao sistema público devido ao incremento que ocorre na conta mensal de água em conjunto com o esgoto. Há ainda o fato de as pessoas já estarem habituadas, de longa data, a lançarem os seus resíduos no solo, redes de águas pluviais e nas vias públicas e naturalmente não pagarem por isto. Isto gera o retorno de doenças, mau cheiro e lama, e assim, todo o cuidado com o meio ambiente desenvolvido pelo projeto fica prejudicado. Um fato a ser destacado é que as concessões de sistemas de esgotamento às companhias estaduais são em número insignificante em relação às concessões dos serviços de abastecimento de água. Em Minas Gerais, a COPASA possui 121 concessões de

abastecimento de água e apenas 6 de esgotamento sanitário. No Espírito Santo os números da CESAN são 9 de água e 2 de esgoto.

Pesquisas recentes feitas pela COPASA apresentam os resultados apresentados no Quadro 4.10 sobre a percepção da população quanto à importância de tais serviços.

Quadro 4.10 Resultados de pesquisa de percepção – Qual o serviço público mais importante?

Classificação	Tipo de Serviço	Percentual
1º	Água	84
2º	Energia Elétrica	9
3º	Telefone	2
3º	Esgoto	2
3º	Lixo	2
Não sabe/Não respondeu		1

Fonte: COPASA, 2008.

Em sistemas providos de ETEs, é frequente que estas fiquem ociosas, devido a estes problemas. Outro risco grave decorrente desta negligência refere-se a alguns tipos de resíduos tóxicos de empreendimentos comerciais e industriais situados na área urbana, como galvanoplastia, laboratórios fotográficos e radiológicos, etc, sobre os quais não incide qualquer tipo de controle.

Foram identificados os seguintes estágios quanto aos empreendimentos para o tratamento dos esgotos sanitários na bacia do Rio Doce, além dos 18 estudos de concepção elaborados pela SEDRU-MG:

- *Possuem projeto de concepção ou projeto básico:*

No Estado de Minas Gerais: Alto Rio Doce, Campanário, Coroaci, Periquito, Santa Rita de Minas, Santo Antônio do Itambé e São Sebastião do Anta.

No Estado do Espírito Santo: Alto Rio Novo e Itaguaçu.

- *Possuem projeto executivo:*

No Estado de Minas Gerais: Ervália, Jaguaráçu, Paulistas, São João Evangelista e São José do Goiabal.

No Estado do Espírito Santo: Afonso Cláudio.

- *Possuem ETEs em construção:*

No Estado de Minas Gerais: Governador Valadares e Piedade de Caratinga.

Além destas localidades a COPASA incluiu em seu planejamento, os sistemas de esgotos de: Água Boa, Alpercata, Barão de Cocais, Bom Jesus do Galho, Caratinga, Entre Folhas, Ferros, Frei Inocência, Ipaba, Itanhomi, Itueta, Matipó, Nova Era, Ponte Nova, Resplendor, Rio Piracicaba, Rio Vermelho, Santa Maria de Itabira, Santa Maria do Suaçuí, Santana do Paraíso, São Pedro dos Ferros, São Sebastião do Maranhão, Timóteo, Ubaporanga, Virginópolis e Virgolândia.

As ETEs no estado de Minas Gerais possuem a seguinte situação quanto ao licenciamento na bacia do rio Doce até junho de 2008:

- Municípios com Licença prévia - Coronel Fabriciano e Governador Valadares
- Municípios com licença de instalação – Timóteo

- Municípios com licença de operação (Quadro 4.11)

Quadro 4.11 Municípios com licença de operação.

Municípios	Percentual de Atendimento	População Atendida
Aimorés	74%	14.098
Ipatinga	58%	137.302
Itabira	67%	65.368
Malacacheta	100%	10.912
Santa Margarida	80%	5.444

Todos os sistemas licenciados utilizam o reator anaeróbio do tipo RAFA (Reator anaeróbio de fluxo ascendente) seguido na maioria dos casos de filtro biológico e decantador secundário, com eficiências variando de 60% (RAFA) a 90% (com o secundário). O lodo produzido é encaminhado a leitos de secagem e posteriormente ao vazadouro do lixo municipal. Apesar de consultas efetuadas, não foi possível obter outros dados dos sistemas de tratamento licenciados, inclusive no Espírito Santo.

4.2.4 Ação da CIPE Rio Doce para Esgotamento Sanitário

Como resultado da ação da Comissão Interestadual Parlamentar de Estudos sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Doce - CIPE Rio Doce, a Assembléia Legislativa de Minas Gerais disponibilizou, no ano de 2006, uma verba de R\$ 4 milhões no orçamento do Estado para o desenvolvimento de projetos selecionados durante os encontros regionais. Ao final de 2007 a verba não havia sido usada e acabou contingenciada parcialmente, sendo o seu valor reduzido a R\$ 600.000,00. A SEDRU – Secretaria de Desenvolvimento Regional e Urbano de Minas Gerais contratou os diagnósticos de esgotamento sanitário para 18 cidades na bacia, dentro da meta de ter 90% de esgoto tratado até 2020. Os diagnósticos foram concluídos em abril de 2008 e foi programada uma solenidade em agosto para a entrega dos mesmos aos prefeitos. Apenas dois prefeitos compareceram e alguns mandaram representantes. Este fato evidencia o desinteresse que as prefeituras têm pelo tema. Os diagnósticos contemplaram as seguintes cidades: Belo Oriente, Conselheiro Pena, Guanhões, Inhapim, Ipanema, Itambacuri, João Monlevade, Lajinha, Malacacheta, Manhuaçu, Manhumirim, Mutum, Piranga, Pocrane, Santa Bárbara, São Domingos do Prata, Simonésia e Viçosa. A SEDRU não tem recursos para a implantação das obras correspondentes.

O Anexo I.K apresenta uma planilha contendo o resumo descritivo desses projetos, cujo conteúdo serviu para atualização de dados do Anexo I.J.

4.2.5 Ações do SISEMA – Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais

No ano de 2006 a SEMAD constatou que 97% dos municípios de Minas Gerais lançavam os esgotos brutos nos corpos d'água e emitiu a Deliberação Normativa nº 96, de 12/04/2006 que convocava os municípios para o licenciamento ambiental de sistemas de tratamento de esgotos e dava outras providências. Esta Deliberação Normativa estabeleceu em seu art. 2º que todos os municípios convocados pela mesma deviam implantar sistema de tratamento de esgotos com eficiência mínima de 60% e que atendessem, no mínimo, 80% da população urbana, fixando prazos para o licenciamento ambiental.

No Quadro 4.12 é apresentada a convocação para licenciamento de sistemas de tratamento de esgotos.

Quadro 4.12 Convocação para licenciamento de sistemas de tratamento de esgotos.

Grupo	Critérios	Prazo para Licenciamento	Tipo de Licença
1	População > 150.000	04/2010	LO
2	População entre 30.000 e 150.000	02/2009	LO
3	População entre 50.000 e 150.000 e índice de coleta <70%	09/2010	LO
4	População entre 30.000 e 50.000 e índice de coleta <70%	10/2009	LO
5	Municípios de Serro, Tiradentes, Conceição do Mato Dentro e Ouro Branco	06/2008	AAF
6	População entre 20.000 e 30.000	Metas crescentes até 03/2017	AAF
7	População 20.000	03/2017	AAF

Fonte: Deliberação Normativa 96/2006 do COPAM.

4.2.6 Lei de Crimes Ambientais – Lei 9.605 de 12/02/1998

É de se ressaltar que, em decorrência da legislação ambiental, existe a obrigatoriedade de o prestador dos serviços de água e esgotos implantar unidades de tratamento, tanto para o lodo de Estação de Tratamento de Água - ETA, quanto para os esgotos sanitários e industriais se houver.

Sobre esta obrigatoriedade, cita-se a Lei n° 9.605 de 12/02/1998 (Lei de crimes ambientais):

“Seção III - Da poluição e outros Crimes Ambientais

Art. 54° Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora:

§ 2° Se o crime:

Inciso V – Ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleo ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos.”

Outro fator que torna ainda mais preocupante a ausência de unidades de tratamento, é que nas localidades desprovidas de tais dispositivos, a prestação dos serviços de esgotamento sanitário resume-se à manutenção das redes de coleta. Não há qualquer controle sobre os efluentes tóxicos de atividades industriais, que podem ser carreados ao corpo receptor gerando um grave passivo ambiental. Mesmo em algumas localidades providas de ETEs, o seu controle costuma ser apenas dos processos internos operacionais. Caso ocorra a presença de compostos tóxicos no lodo, e se este for levado para aplicação agrícola, o risco para as pessoas que o manipulam e para o meio ambiente é igualmente grave. Para prevenir tal situação a COPASA criou o PRECEND - Programa de Recebimento de Efluentes Não Domésticos, mas a sua aplicação ainda está restrita aos poucos sistemas concedidos à mesma.

4.3 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Um sistema público de resíduos sólidos só é considerado completo quando contempla o sistema de coleta e a sua disposição final adequada sanitariamente, que em nosso meio resulta em um aterro sanitário. Os sistemas incluem também a varrição, capina de vias públicas, e coleta dos serviços de saúde. Os sistemas mais desenvolvidos contam com a coleta seletiva e reciclagem.

O lixo pode constituir-se num meio favorável à transmissão de doenças, por via direta e, principalmente por via indireta. A transmissão direta ocorre por meio de bactérias, vírus, protozoários, vermes, etc., os quais, alcançando os resíduos sólidos podem ali sobreviver por algum tempo. A transmissão indireta é a mais importante, pois pode alcançar uma população maior, que não está diretamente associada aos resíduos sólidos (MOTA, 2000).

Resíduos sólidos contendo produtos químicos nocivos podem ser dispostos no solo e daí alcançar a água, provocando danos à saúde humana e à fauna. Esses resíduos são geralmente, oriundos de processos industriais ou de outras atividades que manipulem substâncias químicas.

Muito cuidado deve ser tomado em relação aos resíduos sólidos, pois é frequente, em nosso país, as pessoas não terem cuidado com o lançamento de lixo em quintais e vias públicas. Estes resíduos são carregados pelas águas pluviais e geram significativa poluição nos mananciais. Para minimizar este risco é recomendado além de uma coleta eficaz de lixo urbano, um intenso trabalho de educação ambiental, inclusive nas áreas rurais.

Na bacia do rio Doce, a gestão dos resíduos sólidos urbanos tem sido realizada exclusivamente pelos municípios sendo que, excepcionalmente, ocorre alguma terceirização, como é o caso de Ipatinga. Como em geral o sistema não é tarifado diretamente, a exemplo dos serviços de água e esgoto, a sua operação envolve significativos recursos do orçamento municipal.

As despesas com o manejo de resíduos sólidos urbanos, no Brasil, tomam, em média, 5% das despesas correntes do município (SNIS, 2005), sendo que a arrecadação, quando existe, paga menos da metade dos custos. Enquanto que a receita média é R\$ 13,84 por habitante por ano, a despesa média é de R\$ 38,20.

Para a elaboração do diagnóstico de resíduos sólidos na bacia do rio Doce, foram considerados os seguintes aspectos:

- *Percentual da população atendida* - usando os dados do SNIS, quando disponíveis, e da PNSB 2000 para os não disponíveis, valendo lembrar que a única cidade que disponibilizou os dados para o SNIS Resíduos Sólidos Urbanos foi Guanhães;
- *Destinação ambientalmente adequada* - é a parcela coletada que é levada a aterro sanitário, ou reciclagem; e
- *Volume de lixo produzido* - corresponde ao produto da população urbana de 2007, pelo volume *per capita* médio de 0,75Kg/habitantes por dia.

O Quadro 4.13 apresenta a massa coletada de resíduos sólidos no Brasil segundo dados do SNIS (2005). Observa-se que esta massa varia de 0,71 a 0,79 kg/habxdia para populações até 250.000 habitantes, que é a faixa dos municípios da bacia do rio Doce. O Centro Mineiro de Referência em Resíduos – CMRR - adota 0,60 para cidades menores e

0,80 para cidades maiores, critério este que é divergente do SNIS, no qual cidades até 30.000 habitantes apresentam uma taxa de 0,74 kg/habxdia. Desta forma considerou-se que o *per capita* de 0,75 kg/habxdia como taxa média, é um valor adequado para o grupo de municípios em análise.

Quadro 4.13 Massa coletada de resíduos sólidos no Brasil.

Faixa Populacional	População (Habitantes)	Quantidade de Municípios	Massa coletada (RDO+RPU)* (kg/habxdia)		
			Mínima	Máxima	Média
1	<30.000	29	0,10	1,86	0,74
2	30.001 a 100.000	29	0,05	1,89	0,71
3	100.001 a 250.000	38	0,31	2,19	0,79
4	250.001 a 1.000.000	43	0,47	1,76	0,81
5	1.000.001 a 3.000.000	12	0,58	1,74	0,94
6	>3.000.000	2	0,93	1,21	1,07
Total		153	0,05	2,19	0,79

*(RDO+RPU) Resíduo Doméstico + Resíduo Público.

Fonte: QUADRO 3.8 Relatório SNIS 2005.

Massa coletada (RDO+RPU) *per capita* em relação à população urbana (I021), segundo porte dos municípios

4.3.1 Disposição Final

As formas de disposição final foram classificadas como lixões, aterro controlado e aterro sanitário. A diferenciação entre lixão e aterro controlado é considerada polêmica entre alguns sanitaristas. Para efeito do presente trabalho foram adotadas as seguintes definições do SNIS:

- *Lixão (ou vazadouro)* - local em que os resíduos sólidos urbanos, de todas as origens e naturezas, são simplesmente lançados, sem qualquer tipo ou modalidade de controle sobre os resíduos e/ou sobre seus efluentes;
- *Aterro controlado* - instalação destinada à disposição de resíduos sólidos urbanos, na qual alguns ou diversos tipos e/ou modalidades objetivas de controle sejam periodicamente exercidas, quer sobre o maciço de resíduos, quer sobre seus efluentes. Admite-se, desta forma que, o aterro controlado se caracterize por um estágio intermediário entre o lixão e o aterro sanitário; e
- *Aterro sanitário* - instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos através de sua adequada disposição no solo, sob controle técnico e operacional permanente, de modo a que nem os resíduos, nem seus efluentes líquidos e gasosos, venham a causar danos à saúde pública e/ou ao meio ambiente.

O lixo não coletado tem um destino incerto e muitas vezes inadequado. Outro grave problema é que nas cidades que não dispõem de estrutura de gestão dos resíduos sólidos, aí incluídos os lixões, não possuem controle sobre os resíduos tóxicos de atividades industriais, situadas em áreas urbanas. Em geral as empresas maiores seguem condicionantes de licenciamento ambiental quanto à destinação dos seus resíduos, sendo que algumas são certificadas pelas Normas da ISO (ISO 9.000 e 14.000) que são ainda

mais rigorosas e auditadas. Já um número significativo de empresas de porte médio, pequenas e micro, nem sempre cumprem exigências ambientais. Empresas de galvanoplastia, laboratórios fotográficos, oficinas mecânicas etc. podem levar a passivos ambientais gravíssimos se seus resíduos sólidos e líquidos não passarem por tratamentos adequados.

O lixo em decomposição produz o chorume, que é um líquido com grande concentração de matéria orgânica (elevada DBO), sendo por isto, de alto potencial poluidor para as águas. Deve ser coletado através de drenos horizontais e destinado a uma Estação de Tratamento de Esgoto. Tal providência só é possível quando se dispõe de um aterro sanitário. Nos lixões e aterros controlados, devido à falta de impermeabilização do solo, o chorume se infiltra, podendo atingir o lençol freático.

O Quadro 4.14 e a Figura 4.7 apresentam a relação da destinação dos resíduos sólidos urbanos na bacia do rio Doce, sendo os dados a nível de município apresentados no Anexo I.L.

Quadro 4.14 Relação da destinação dos resíduos sólidos urbanos na bacia do Rio Doce.

Estado	UPGRH/UA	Volume Produzido total (ton/dia)	Volume Produzido c/ destinação adequada (ton/dia)	Percentual c/ destinação adequada (%)	Tipo de Destinação Final		
					Lixão	Aterro Controlado	Aterro Sanitário
MG	DO1	344,5	12,5	3,6	25	37	0
	DO2	520,9	400,4	79,9	5	3	9
	DO3	88,5	18,2	20,6	14	7	2
	DO4	328,7	58,7	17,9	33	8	0
	DO5	157,9	54,2	34,3	20	2	3
	DO6	146,7	19,6	13,4	17	5	1
	Estado	1587,2	564,1	35,5	114	62	15
ES	São José	139,1	79,5	57,1	7	0	6
	SM do Doce	12,3	11,6	94,3	0	0	3
	Guandu	31,6	1,5	4,7	3	0	1
	Estado	182,9	92,60	50,5	10	0	10
Total da Bacia		1770,1	656,7	37,1	124	32	25

Fonte: Para o Estado de Minas Gerais - Relatório da FEAM de 2006; para o Espírito Santo - PERH ES de 2007 e CIRSUC do IEMA de setembro de 2008.

Obs. Para as localidades que possuem unidades de triagem e compostagem foram consideradas como aterro controlado mesmo que esta informação não esteja disponível. Nestes casos considera-se que 30% dos resíduos coletados recebem destinação adequada (BRINGHENTI 2003).

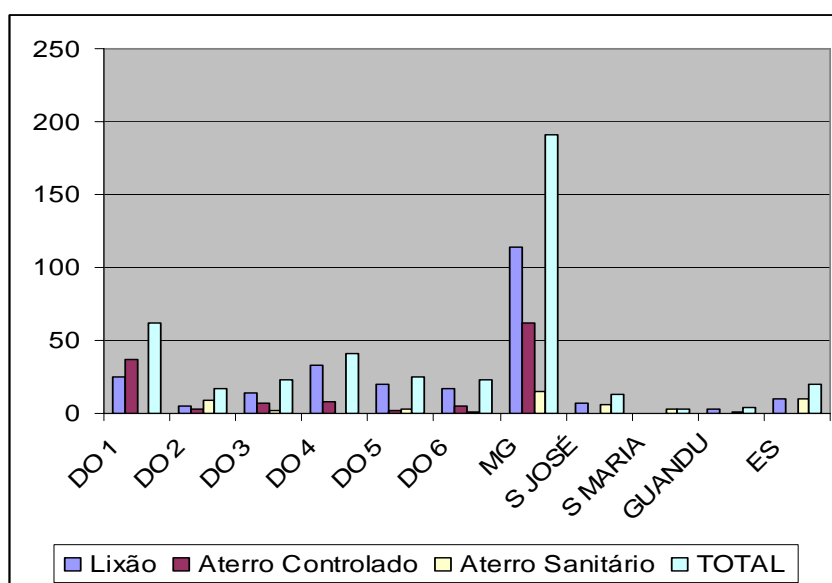


Figura 4.7 Destinação final dos resíduos sólidos na bacia do rio Doce.

Dos municípios mineiros na bacia, os que possuem aterro sanitário são: Bela Vista de Minas, Belo Oriente, Catas Altas, Caratinga, Coronel Fabriciano, Ipatinga, Itanhomi, João Monlevade, Marliéria, Mutum, Nova Era, Piedade de Caratinga, Rio Piracicaba, Santana do Paraíso e Timóteo. Já os que possuem unidades de triagem, compostagem e reciclagem de resíduos são: Alvinópolis, Catas Altas, Coimbra, Conceição do Mato Dentro, Coronel Fabriciano, Dionísio, Dom Silvério, Ervália, Governador Valadares, Guanhões, Imbé de Minas, Ipatinga, Itabira, Itambé do Mato Dentro, Jaguarapu, Malacacheta, Manhauçu, Oratórios, Pedra do Anta, Piedade de Caratinga, Pingo d'Água, Piranga, Rio Doce, Santa Cruz do Escalvado, Santa Margarida, Santo Antônio do Rio Abaixo, São Domingos do Prata, São José do Goiabal, Vargem Alegre, Virginópolis e Virgolândia.

No Espírito Santo somente o município de Colatina possui aterro sanitário, enquanto o transbordo para aterros sanitários, em consórcio, é observado nos seguintes municípios: Alto Rio Novo, Brejetuba, Itaguaçu, Itarana, Linhares, Pancas, São Roque do Canaã e Vila Valério.

A situação dos resíduos sólidos na bacia tem indicadores piores que a média brasileira. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE, 170.000 toneladas de lixo são geradas no país, e só 140.000 toneladas são coletadas, das quais 60% não tem destino final adequado.

Outra questão relevante é a coleta de gás dos aterros sanitários, que pode inclusive ser convertida em créditos de carbono e geração de energia, térmica ou elétrica (Protocolo de Kioto). O gás metano produzido na decomposição da matéria orgânica é 21 vezes mais agressivo para o efeito estufa do que o gás carbônico decorrente da combustão. Um exemplo interessante é o da cidade de Belo Horizonte que celebrou um contrato com a empresa Consórcio Horizonte Asja, para a utilização do metano produzido no aterro sanitário da BR 040. A empresa comprou os direitos de exploração dos créditos de carbono por R\$ 16 milhões conforme publicação no DOM de Belo Horizonte de 10/12/2008. Num primeiro momento está procedendo apenas à queima do metano, mas o contrato prevê a possibilidade de geração de energia. É de se ressaltar que, para a implementação de projeto de conversão de créditos de carbono é necessário que a instalação geradora tenha um porte

razoável para viabilizar os estudos e respectiva aprovação nos organismos internacionais correspondentes. Neste caso a solução proposta pela SEDURB – Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano do Espírito Santo é bastante interessante ao propor consórcios de municípios compartilhando aterros sanitários regionais.

4.3.2 Resíduos dos Serviços de Saúde

Os Resíduos de Serviços de Saúde, mais conhecidos como lixo hospitalar, produzidos diariamente em hospitais, clínicas, postos e casas de saúde, laboratórios, consultórios odontológicos e farmácias entre outros, são conhecidos pela sigla RSS e devem receber um tratamento de forma diferenciada.

O relatório da FEAM do projeto estruturador Minas Sem Lixões não apresenta informações sobre os resíduos dos serviços de saúde em Minas Gerais, pois focaliza na destinação final dos resíduos gerais e o acompanhamento dos procedimentos da fiscalização. Já o relatório sobre Resíduos Sólidos do mesmo órgão disponibilizado em dezembro de 2006 é bastante detalhado quanto aos aspectos do local de destinação e à coleta e processamento dos resíduos dos serviços de saúde. O Anexo I.L apresenta a situação dos municípios da bacia com relação a este tipo de resíduos.

O Quadro 4.15 apresenta a quantidade de municípios que adotam um determinado tipo de destinação dos resíduos sólidos.

Quadro 4.15 Processamento dos resíduos sólidos no Estado de Minas Gerais.

Tipo de Destinação	Quantidade de Cidades
Atende Deliberação 358 CONAMA	2
Contrato SERQUIP	1
Incineração Simples	9
Incineração no Posto de Saúde/Hospital	14
Sem separação do lixo comum	34
Valas separadas sem controle de cobertura	37
Valas separadas recobertas	13
Valas separadas com incineração na vala	16
ND - Dados não disponíveis	75
TOTAL	191

Fonte: FEAM – Resíduos Sólidos em Minas Gerais – dezembro de 2006 inserido no Anexo I.L

Obs. A SERQUIP é uma empresa especializada em tratamento de resíduos dos serviços de saúde e resíduos tóxicos industriais.

Verifica-se a precariedade do processamento e da destinação dos resíduos sólidos dos serviços de saúde na bacia. É de se ressaltar que a incineração sem os cuidados especiais exigidos pode levar graves riscos aos operadores do processo de queima. A cidade de Ponte Nova possui um contrato com a empresa SERQUIP, que é licenciada para a prestação deste tipo de serviço. As cidades de Santa Bárbara e São Gonçalo do Rio Abaixo declaram atender às exigências da Deliberação CONAMA 358. Das cidades que possuem valas separadas para RSS, recobertas ou não num total de 50, a grande maioria não possui aterro sanitário o que lança dúvidas sobre os cuidados sanitários que estão sendo dispensados a este tipo de resíduos.

No Estado do Espírito Santo a obrigatoriedade quanto à destinação adequada não vinha sendo respeitada em toda a região até o final da década de 90 e começou a mudar a partir de 1997 quando um levantamento constatou que todos os municípios do lado

capixaba da bacia do rio Doce, com exceção de Colatina, destinavam de forma inadequada todo esse material. A partir daí, surgiu a idéia de se criar um consórcio intermunicipal para a destinação de resíduos sólidos, com ênfase especial ao tratamento do lixo hospitalar. 12 municípios (englobando uma população de mais de 380 mil pessoas) do norte do Estado aderiram à idéia, são eles: Colatina, Baixo Guandu, Fundão, Governador Lindenberg, Itaguaçu, Itarana, Marilândia, Pancas, Santa Maria do Jetibá, Santa Teresa, São Mateus e São Roque do Canaã. A base desse consórcio ficou sendo Colatina, que desde 1990, conta com um sistema diferenciado de coleta de resíduos de saúde. Em 1997 uma parceria com a companhia siderúrgica de tubarão – CST, viabilizou a reforma e ampliação do equipamento para atender a demanda dos municípios consorciados, e aquisição de um veículo furgão especial adaptado para a função. A etapa seguinte foi o treinamento dos funcionários de recolhimento e incineração e a capacitação dos consorciados para as normas de funcionamento relacionadas à coleta dentro de cada município. Semanalmente o veículo do consórcio, seguindo rotas pré-estabelecidas, passa nos pontos determinados em cada cidade, para recolher o material, que posteriormente é incinerado em Colatina (Figura 4.8), os resíduos que restam são posteriormente depositados no aterro sanitário, tudo seguindo as normas de saúde, segurança e respeito ao meio ambiente. Os recursos para a operacionalidade do serviço vêm dos municípios, através da cobrança de taxas aos geradores dos resíduos de serviços de saúde (Hospitais, Clínicas, Laboratórios, etc.) que são repassadas ao consórcio, juntamente com um valor estipulado a cada município, que varia de acordo com o percentual do seu índice de participação na receita estadual (ICMS). Este serviço é operado pela SANEAR autarquia da prefeitura de Colatina. Em 2007 foram agregados mais quatro municípios ao consórcio - Nova Venécia, São Gabriel da Palha, Linhares e Jaguaré, englobando uma população de cerca de 500 mil pessoas em 16 municípios (Prefeitura de Colatina, 2009).

Desses 16 municípios atendidos pelo consórcio, onze estão situados na bacia do Rio Doce.

4.3.3 Políticas Públicas para Resíduos Sólidos nos Estados da Bacia do rio Doce

Os dois Estados onde se situa a bacia vêm desenvolvendo esforços com o objetivo de avançar no processamento dos resíduos sólidos de maneira ambientalmente adequada. Os órgãos estaduais de controle ambiental, cumprindo o seu papel institucional, vêm empreendendo ações de comando e controle buscando a efetivação dos devidos licenciamentos, mas têm atuado também, junto a outros órgãos no sentido de viabilizar os recursos e o apoio técnico para os municípios.



Figura 4.8 Incinerador de resíduos de serviços de saúde da SANEAR em Colatina.

4.3.3.1 Política de resíduos sólidos no Estado de Minas Gerais

O governo do Estado de Minas Gerais está desenvolvendo o Projeto Estruturador de Resíduos Sólidos, e a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável SEMAD- criou no ano de 2003 o Programa Minas Sem Lixões que tem como metas para o ano de 2011:

- 60% da população urbana atendida por sistema adequado e licenciado de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos;
- Erradicação de 80% dos lixões com a implantação de medidas mínimas, paliativas até que o município implante sistemas tecnicamente adequados de disposição final de lixo urbano de origem domiciliar, comercial e pública, devidamente regularizados no Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM; e
- 100% dos resíduos industriais com destinação adequada licenciada.

O COPAM emitiu as seguintes deliberações normativas principais:

- 2001 - Deliberação Normativa COPAM n° 52, de 14/12/2001 - Convoca municípios para o licenciamento ambiental de sistema adequado de disposição final de lixo e dá outras providências;
- 2003 – Deliberação Normativa COPAM n.º 67, de 19/11/2003 - Prorroga prazos estabelecidos pelos artigos 1º e 2º da Deliberação Normativa 52, de 14 de dezembro de 2001 e altera a redação do inciso V do artigo 2º;
- 2004 - Deliberação Normativa COPAM n.º 75, de 25 de outubro de 2004 - Convoca os municípios, com população entre trinta e cinquenta mil habitantes, ao licenciamento ambiental de sistema adequado de destinação final de resíduos sólidos urbanos e altera prazos estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM n° 52, de 14 de dezembro de 2001;
- 2005 - Deliberação Normativa COPAM n.º 81, de 11 de maio de 2005 - Altera prazos estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM n.º 52, de 14 de dezembro de 2001;

- 2006 - Deliberação Normativa COPAM nº 92, de 10/01/2006 - Estabelece novos prazos para atendimento das determinações da Deliberação Normativa COPAM nº 52, de 14/12/2001;
- 2006 - Deliberação Normativa nº 97, de 25/04/2006 - Estabelece diretrizes para a disposição final adequada dos resíduos dos estabelecimentos dos serviços de saúde no Estado de Minas Gerais e dá outras providências;
- 2008 - Deliberação Normativa nº 118, de 27/06/2008 - Altera os artigos 2º, 3º e 4º da DN 52/2001 e estabelece novas diretrizes para adequação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado de Minas Gerais e dá outras providências;
- 2008 - Deliberação Normativa nº 119, de 27/06/2008 – Reitera a convocação aos municípios, acima de 30.000 habitantes, que não cumpriram os prazos estabelecidos na DN 105/2006, a formalizarem processo de licenciamento ambiental para sistema de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos e dá outras providências; e
- 2008 - Deliberação Normativa nº 126, de 15/10/2008 – Convoca os municípios entre 20.000 e 30.000 habitantes a formalizarem processo de licenciamento ambiental para sistema de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos e dá outras providências.

Além do processo de licenciamento ambiental a Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM - passou a adotar outros instrumentos de gestão, condução e orientação, sendo destacados:

- Levantamento anual das alternativas adotadas para a disposição final;
- Edição de manuais orientadores;
- Monitoramento das unidades licenciadas;
- Celebração de contratos com universidades;
- Assinatura e acompanhamentos de Termos de Ajustamento de Conduta - TACs;
- Criação do Centro Mineiro de Referência em Resíduos - CMRR;
- Criação do Inventário de Resíduos Sólidos de Minas Gerais; e
- Edição do Prêmio Estadual de Sustentabilidade em Gestão Ambiental.

Com o desenvolvimento do Programa foi contabilizado, de 2001 a 2006, a redução de 37% no número de municípios que ainda usam lixões como alternativa para depósito de seus resíduos, e um acréscimo, entre 2001 e 2008, de mais de 100% na população atendida por sistemas licenciados.

Segundo o CMRR, o cumprimento dessas metas vem enfrentando resistências de vários setores da sociedade, que são as seguintes:

- Os prefeitos têm sido os maiores opositores. O Ministério Público tem feito vários TACs que não vêm sendo cumpridos. Os prefeitos contempORIZAM e acabam fazendo aterros controlados;
- A população não valoriza a importância de ter uma destinação adequada dos resíduos. Uma vez que o lixo foi coletado, não há mais preocupação;

- Os catadores que vivem nos lixões não querem o aterro. É necessário criar novas oportunidades por meio da coleta seletiva;
- Os industriais que não querem investir em novas tecnologias, seja para redução dos resíduos, seja para o seu condicionamento adequado ou reciclagem; e
- Os educadores ambientais têm foco só na criança.

CMRR possui um curso de formação em gestão de resíduos equivalente ao técnico de curso médio, que é patrocinado pelo Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE. Visa formar profissionais para trabalhar na área com a visão de eficiência ambiental.

O Estado possui o Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais - FHIDRO, que tem o objetivo de dar suporte financeiro a programas e projetos que promovam a racionalização do uso e a melhoria, nos aspectos quantitativos e qualitativos, dos recursos hídricos no Estado, inclusive os ligados à prevenção de inundações e ao controle de erosão do solo. Os projetos devem ser protocolados no Instituto Mineiro de Gestão das águas – IGAM, acompanhados de toda a documentação exigida pela Resolução SEMAD 542, e são submetidos à comissão de análise do IGAM, ao Grupo Coordenador do FHIDRO e ao Banco de Desenvolvimento do Estado de Minas Gerais - BDMG. Os recursos disponíveis, em 2007, atingiram o montante de R\$ 59.355.772,00.

4.3.3.2 Política de resíduos sólidos no Estado do Espírito Santo

No Estado do Espírito Santo o Instituto Estadual de Meio Ambiente - IEMA formou, em 2005, uma Comissão Interna de Resíduos Sólidos Urbanos e da Construção Civil (CIRSUCC) que tem como objetivo a fiscalização e o licenciamento ambiental dos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e da construção civil dos municípios. A CIRSUCC também atua orientando os gestores municipais quanto à legislação ambiental vigente, buscando encontrar alternativas adaptadas às especificidades locais para o tratamento, destinação final, redução e reciclagem dos resíduos sólidos urbanos e da construção civil.

A CIRSUCC tem como metas o planejamento e execução de vistorias nos 78 municípios do Estado, com a elaboração de pareceres técnicos que subsidiarão o diagnóstico do gerenciamento dos resíduos no Estado; e a elaboração de Termos de Ajustamento de Conduta a serem firmados com as Prefeituras Municipais e intervenientes (IBAMA e Ministério Público), com vistas à adequação ambiental dos sistemas de tratamento e destinação final dos resíduos.

O Estado do Espírito Santo possui o Fundo Setorial de Recursos Hídricos - CT Hidro - que tem previsto, para 2008, o primeiro edital para temas de pesquisa específicos para a bacia do rio Doce. Os serviços respectivos contam com a parceria das Secretarias de Ciência e Tecnologia dos dois Estados

Conforme entrevista feita pelo governador Paulo Hartung ao jornal Brasil PNUMA no 101 de jun/jul 2008, a situação de destinação final dos resíduos sólidos tem evoluído de maneira satisfatória. Vinte e seis municípios responsáveis pela geração de 1.634 toneladas/dia (67% da massa de resíduos sólidos produzidos no estado) vêm atuando dentro dos padrões recomendados, destinando esse material a três aterros sanitários ambientalmente licenciados, todos privados. Esses municípios localizam-se

predominantemente na Grande Vitória e se destacam como grandes geradores de resíduos sólidos. Os demais municípios (52) vêm destinando cerca de 800 toneladas/dia de seus resíduos (33% do total estadual) de forma inadequada em 103 lixões.

Diante dessa realidade e, em consonância com o plano estratégico 2025 foram produzidos projetos estruturantes vinculados ao desenvolvimento do campo ambiental. Está em andamento o projeto Espírito Santo sem Lixão, que é um dos 20 prioritários do governo. Este projeto tem por objetivos implantar infra-estrutura de destinação final ambientalmente adequada para 100% dos resíduos sólidos urbanos gerados no Estado, acabar com os lixões e recuperar as áreas que foram por eles degradadas e gerar ambiente favorável para os municípios investirem em programas de redução e do reaproveitamento do lixo (energia, reciclagem, compostagem, etc. Está prevista a criação de consórcios públicos regionais que irão atuar na regulação e fiscalização dos serviços em regime de concessão.

O governo investirá cerca de R\$ 50 milhões para construir quatro sistemas regionais, compostos cada um por estações de transbordo, transportes internos e aterro sanitário regional, com previsão de uso de tecnologia de ponta inclusive para a obtenção dos créditos pelo sequestro de carbono (Protocolo de Kioto). O objetivo é que o Espírito Santo será o primeiro estado brasileiro a universalizar a adequada destinação final de resíduos sólidos urbanos

A Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano, está em fase de contratação de empresa especializada para supervisão e elaboração de estudos e projetos dos Sistemas Regionais de Destinação Final Adequada dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) do projeto prioritário do Governo do Estado, 'Espírito Santo sem Lixão'. A empresa especializada terá como escopo identificar duas ou três áreas em cada uma das quatro regiões onde deverão ser implantados os Sistemas Regionais, para que o Governo escolha, dentre as opções apresentadas, os locais ideais", explicou o subsecretário de Programas Urbanos da SEDURB e gerente do Projeto, Carlos Roberto de Lima.

De acordo com Carlos Roberto, a empresa ainda vai realizar todo o processo de licenciamento ambiental dos locais escolhidos, junto aos órgãos ambientais. A empresa fará a obtenção das licenças prévias e de instalação dos empreendimentos. Além disso, ela vai fazer todos os projetos executivos. A empresa contratada pelo Governo do Estado em seus estudos para a realização dos projetos executivos irá identificar a necessidade de implantação de infra-estrutura básica e os acessos viários que atendem as prerrogativas do projeto 'Espírito Santo sem Lixão'. Ela também irá preparar a regulação e o edital para as futuras concessões para as operações dos Sistemas Regionais, que serão compostos por Estações de Transbordo, Transportes Regionais e Aterro Sanitário Regional, para atender as regiões Norte, Doce Oeste, Litoral Sul e Sul Serrana (SEDURB/ES, 2009).

Entre os instrumentos legais disponíveis do estado voltados para a questão dos resíduos sólidos, destacam-se os seguintes:

- Lei nº 9096 de 30/12/2008 - Estabelece as Diretrizes e a Política Estadual de Saneamento Básico e dá outras providências.
- Lei Nº 7.871 de 03/11/2004 - Institui o Programa Lixo Reciclado na Escola, na rede pública estadual de ensino visando a educação ambiental e a formação de cidadãos engajados na transformação das relações da sociedade com o meio ambiente.
- Lei Nº 6.407.01 de 10/11/2000 - Estabelece a obrigatoriedade da adoção de

plano de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde nos casos que menciona

- Lei N° 6.291, de 11/06/2000 - Dispõe sobre a coleta de resíduos urbanos considerados potencialmente danosos à saúde e ao meio ambiente e dá outras providências.

4.4 DRENAGEM URBANA

Uma das principais fontes de vulnerabilidade urbana, a questão da drenagem tem preocupado especialistas devido à sua gestão inadequada, o que traz como consequências o comprometimento das fontes de abastecimento pela contaminação dos mananciais superficiais e subterrâneos; erosão e produção de sólidos; inundações urbanas e um ciclo de contaminação.

Segundo o diretor de Ambiente Urbano da Secretaria de Recursos Hídricos do MMA, Silvano Silvério, amparado pela Lei do Saneamento, “a gestão das águas pluviais é uma atribuição dos municípios, entretanto, essa gestão vem sendo feita de forma inadequada, devido principalmente à fragmentação das responsabilidades, à falta de planejamento, e à gestão por trechos, e não por bacias.”

A correta gestão das águas urbanas está intrinsecamente ligada ao uso correto do solo, que deveria se pautar pelos planos diretores. Porém, o que se constata na maioria das cidades é a proliferação de assentamentos informais, desobedientes aos planos diretores; a alta densidade de ocupação no espaço; a ocupação de áreas de risco; e a urbanização sem infra-estrutura sustentável, resultando em impacto sobre a própria população. Essa prática continuada leva, entre outras consequências, ao desaparecimento dos rios urbanos, pois a pressão e exploração do espaço faz com que os rios sejam cobertos ou desapareçam (SILVÉRIO, 2008).

Para divulgar estes conceitos, técnicos do Ministério do Meio Ambiente estão visitando municípios brasileiros com o objetivo de difundir as boas práticas no manejo de águas pluviais.

Os sistemas de drenagem têm por objetivo garantir o adequado escoamento das águas pluviais. Muito mais do que obras visando a proporcionar o transporte das águas, os sistemas de drenagem devem ser vistos dentro de um enfoque global, que considere o sistema hídrico de uma bacia ou sub-bacia como um todo (MOTA, 2003).

Não há sistemas de informações disponíveis sobre drenagem urbana, mesmo porque normalmente não há estruturas municipais com esta atribuição. Grande parte das cidades do vale apresenta distribuição tentacular, o que agrava e impacta mais severamente as áreas urbanizadas.

Conforme ANA (2005), não foram obtidos dados sobre a questão da drenagem urbana na bacia do rio Doce, mas é de se supor que seja uma questão relevante para os municípios da bacia onde as áreas ribeirinhas dos cursos d'água, que cruzam as suas áreas urbanas, são assoladas por frequentes inundações, provocando interrupções de tráfego, prejuízos materiais, doenças de veiculação hídrica e até perda de vidas humanas.

Cabe salientar que, em geral, os projetos de drenagem urbana elaborados no país seguem procedimentos, até hoje em vigor, com intervenções pontuais que normalmente apenas transferem os problemas para jusante, e não levam em conta a bacia de drenagem como um sistema completo. São anteriores, portanto, aos novos conceitos que estão sendo defendidas na Carta de Recife de 1995 (ANA, 2005).

Segundo o geólogo Edézio Teixeira de Carvalho, “a água oriunda da chuva deve correr por dentro e não por cima da superfície”. Em seu livro *Geologia Urbana para Todos* (2001), afirma: ‘Há soluções óbvias que todavia só serão implantadas com êxito se partirem: a) da adequada caracterização dos aspectos constitutivos e comportamentais do

sistema geológico (assim como o médico, obviamente, precisa conhecer a anatomia e fisiologia do paciente para bem cuidar dele); b) da aplicação corretamente orientada de recursos tecnológicos totalmente disponíveis para a gestão, envolvendo a coleta de águas pluviais aproveitando coletores prontos, como os telhados, vias e pátios cimentados, a compensação da perda de infiltração através de sistemas de injeção extremamente baratos e eficientes e o uso mais generalizado dos mananciais subterrâneos. Fora disto será um nunca mais acabar de construir sistemas de escoamento pluvial caríssimos que, obviamente, não geram riqueza. Enquanto isto a Lei dos Crimes Ambientais sequer capitula o mais generalizado de todos eles, nas áreas urbanizadas, que é o do bloqueio à infiltração, sem compensação.”

Todas as 18 cidades mineiras para as quais foram elaborados Diagnósticos do Sistema de Esgotamento Sanitário pela Secretaria de Desenvolvimento Regional e Urbano de Minas Gerais - SEDRU apresentam sistemas obsoletos de drenagem em que se misturam esgotos sanitários e drenagem pluvial, com graves reflexos na saúde pública urbana.

O problema de drenagem urbana vem apresentando impactos tão significativos que o Estado de Minas Gerais, por meio do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM - emitiu a Deliberação Normativa 95 de 12/04/2006, que dispõe sobre critérios para o licenciamento ambiental de intervenções, em cursos d'água, de sistemas de drenagem urbana no Estado de Minas Gerais. Esta deliberação apresenta as seguintes considerações:

- A necessidade de estabelecer critérios para o licenciamento de intervenções em cursos d'água;
- Os sistemas de drenagem apontam para a preservação dos cursos d'água, sua despoluição e manutenção das várzeas de inundação; e
- O revestimento das calhas dos rios provoca o aumento da velocidade de escoamento, com conseqüente transferência das inundações para jusante e eliminação de ecossistemas aquáticos.

Em decorrência de tais fatos, impõe severas restrições ao uso de canalizações em cursos de água urbanos.

4.5 SAÚDE PÚBLICA

4.5.1 Introdução – Doenças Transmitidas pela Falta de Saneamento

Saúde pública e gestão das águas têm um íntimo relacionamento. É interessante perceber tal proximidade, pois se trabalharem de forma integrada, podem ser parceiras diretas e alcançarem a mesma meta. Há uma interface nítida: a poluição das águas constitui risco direto à saúde da população. O lançamento de esgotos e lixo sem tratamento em cursos d'água, além de alterações cênicas, gera algumas consequências ainda pouco percebidas pelo cidadão comum, que são: a água contaminada é meio de proliferação de doenças parasitológicas e pode levar danos à saúde da totalidade do organismo, podendo atacar o fígado, o sistema nervoso e outros órgãos através de agrotóxicos e metais pesados. A ingestão de pescados é ainda mais grave devido à concentração de organo-tóxicos e metais pesados em sua carne.

Conforme comentado no item relativo a resíduos sólidos há uma enorme variedade de doenças transmitidas pelo lixo urbano mal processado. A Figura 4.9 e a Figura 4.10 apresentam os impactos sobre a saúde humana e o meio ambiente.



Figura 4.9 Efeitos diretos do lixo sobre o homem. (Cortesia Professora Maeli Estrela Borges; 2004).

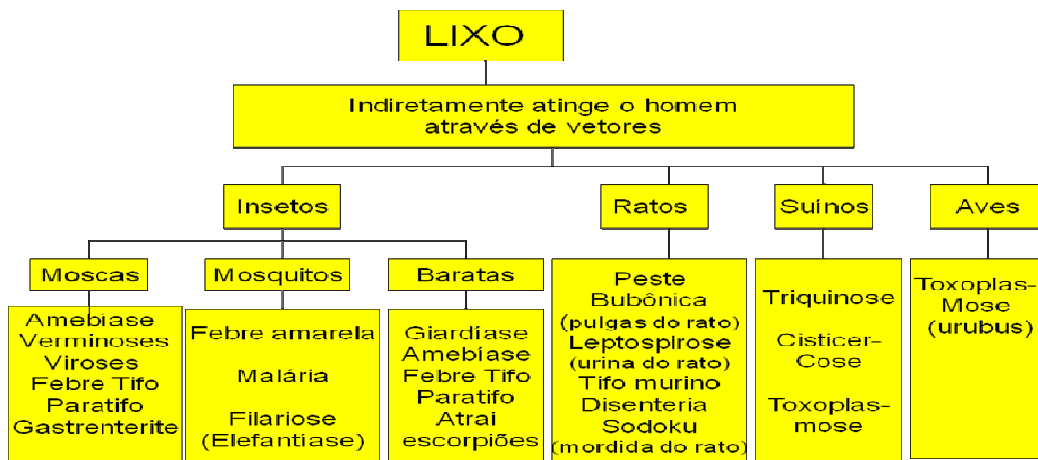


Figura 4.10 Efeitos indiretos do lixo sobre o homem. (Cortesia Professora Maeli Estrela Borges; 2004).

As deficiências no abastecimento de água podem causar também uma série de doenças conforme apresentado no Quadro 4.16.

O professor Leo Heler da UFMG em pesquisa no município de Betim – MG chegou aos resultados apresentados no

Quadro 4.17.

Os metais pesados e organo-tóxicos são classificados na portaria 518 do MS como substâncias químicas que representam risco à saúde. Um aspecto importante relativo à ingestão dessas substâncias é que elas têm a propriedade de se fixarem no tecido adiposo do organismo, sendo cumulativos. A ingestão em pequenas quantidades pode não ser percebida e quando as perturbações no metabolismo começam a ser percebidas, praticamente não há medicamento disponível.

Algumas atividades industriais são potenciais geradoras de resíduos tóxicos. A literatura informa que existem possivelmente 100.000 compostos organo-tóxicos, dos quais existe metodologia de análise (cromatografia) de 30.000. Destes apenas cerca de 3.000 tem os efeitos deletérios no organismo humano conhecidos. Merecem destaque as cianotoxinas geradas pela floração de algas (cianobactérias) que são comentadas com mais detalhes a seguir.

Quadro 4.16 Classificação ambiental das infecções relacionadas com a água.

Categoria	Infecção
1 – Feco-orais (Transmissão hídrica ou relacionada com a higiene) <ul style="list-style-type: none"> • Ingestão do agente causador • Água contaminada com o parasito MELHORAR A QUALIDADE	<u>Diarréias e disenterias</u> : Disenteria amebiana, Cólera, Diarréia por E. coli, Giardíase, Diarréia por rotavirus, <u>Febres entéricas</u> : Febre tifóide, Febre paratifóide <u>Poliomielite</u> <u>Hepatite A</u> <u>Leptospirose</u> <u>Ascariíase</u>
2 – Relacionadas com a higiene AUMENTAR A QUANTIDADE	Doenças infecciosas da pele Doenças Infecciosas dos olhos (Tracoma) Doenças transmitidas por pulgas
3 – Baseadas na água	Esquistossomose
4 - Transmissão através de inseto (vetor que procria na água)	Filariose (<i>Culex</i>) Malária (<i>Anopheles</i>) Arboviroses Febre amarela (<i>Aedes</i>) e dengue

Quadro 4.17 Medidas de abastecimento de água e esgotamento sanitário como Redutoras de Doenças.

Doenças	% Redução
Morbidade por diarreia	26
Ascariíase	29
Tracoma	27
Ancilostomíase	NR
Esquistossomose	77
Mortalidade Infantil	55

Fonte: Esrey e outros por Heller, Leo (1997)

O aumento da carga de fósforo vem levando à rápida eutrofização dos cursos d'água. O fenômeno encontra condições propícias em regimes lênticos (barragens, açudes e reservatórios de hidrelétricas) e temperaturas elevadas. No entanto já há exemplos de episódios em regimes lóticos, como o ocorrido nos rios das Velhas e São Francisco, em 2007 e 2008 que obrigou o Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Minas Gerais a proibir a pesca nos trechos afetados. A proliferação de cianobactérias (Figura 4.11) leva à formação de cianotoxinas (neurotoxinas e hepatotoxinas) que podem passar incólumes pelo sistema convencional de tratamento da água e são cumulativos no organismo humano. O contato direto da pele no banho com duchas naturais, na natação, no esqui aquático e em outras atividades de recreação pode resultar na irritação ou erupções da pele, inchaço dos lábios, irritação dos olhos e ouvidos, dor de garganta, inflamações nos seios da face e asma. Beber água com cianobactérias pode causar náuseas, vômitos, dores abdominais, diarreia, complicações no fígado e fraqueza muscular (Manual da COPASA – O que você precisa saber sobre cianobactérias, 2005). O potencial de impacto de maior gravidade das cianotoxinas refere-se aos tratamentos de hemodiálise. Este tipo de tratamento equivale à ingestão pelo paciente de cerca de 500 litros de água por semana, enquanto que a ingestão normal é de 14 litros. Desta maneira o limite de 1 µg/L, apesar de rigoroso, exige um processamento adicional da água dentro da clínica. Um exemplo emblemático desse risco ocorreu na Clínica de Hemodiálise de Caruaru – PE em 1996, que era abastecida com água de uma lagoa sem controle sanitário. Ocorreram 74 óbitos de pacientes até que o problema pudesse ser detectado.



Figura 4.11 Represas Billings, Taquacetuba e Guarapiranga em São Paulo – Floração de Cianobactérias, Captação flutuante para reduzir a captação de algas na água a ser tratada.

Outra grave consequência da eutrofização é que a massa algal presente na água bruta em sistemas de tratamento reage com o cloro da pré-cloração e mesmo da desinfecção, gerando trihalometanos. Esta massa de matéria orgânica é designada pela OMS (Organização Mundial da Saúde) como precursora da formação destes compostos.

Os vários tipos de trihalometanos são absorvidos pelo trato gastrointestinal e a exposição prolongada causa lesões hepáticas, renais e na tireóide. Experiências em laboratórios têm mostrado também a ocorrência de tumores cancerígenos. Para se controlar os trihalometanos deverão ser agregadas várias fases ao tratamento convencional para reduzir os precursores, entre elas flotação e ozonização. Deve-se também cuidar para que o cloro da desinfecção não fique sem residual no sistema distribuidor (Guias para La calidad del agua potable – OMS).

4.5.2 Casos Confirmados Notificados nos Sistema de Informação de Agravos de Notificação do Ministério da Saúde (SINAN-MS) na bacia do Rio Doce que têm Relação com a Falta de Saneamento

Os registros disponíveis referem-se às seguintes doenças: cólera, difteria, esquistossomose, febre tifóide, hepatite A e leptospirose

Esquistossomose

Os dados de esquistossomose apresentados são do SINAN-MS - 2006

A esquistossomose é uma doença endêmica no vale do rio Doce e por esta razão não é passível de notificação obrigatória junto às Secretarias Estaduais da Saúde. Há um trabalho permanente de prevenção, a nível municipal, dentro dos objetivos do SUS, que consiste em fazer periodicamente exames de fezes e providenciar o tratamento correspondente. Alguns municípios informam à Gerência de Vigilância Ambiental, mas não há controle sobre estas ações municipais. Segundo informações obtidas na Secretaria Estadual de Saúde de Minas Gerais, não são todos os municípios que realizam o trabalho preventivo.

Em Minas Gerais há 191 casos notificados no ano de 2006, sendo que em 21 municípios foram registrados 3 casos em cada: Cantagalo, Coluna, Coroaci, Dom Joaquim, Franciscópolis, Frei Lagonegro, Itambacuri, Itanhomi, José Raydan, Lajinha, Malacacheta, Materlândia, Nacip Raydan, Santa Maria do Suaçuí, Santana do Manhuaçu, São José de Jacuri, São José do Mantimento, São Pedro do Suaçuí, São Sebastião do Maranhão, Tarumirim e Virgolândia.

No Espírito Santo foram registrados apenas dois casos no município de Rio Bananal.

Hepatite A (Fonte: SINAN-SES- MG – 2008 – Levantamento feito pela Gerência de Vigilância Ambiental – SES-MG)

No Estado de Minas Gerais, no período 2002/2008, 86 cidades não apresentaram nenhuma notificação. 31 cidades apresentaram 1 notificação, 12 apresentaram 2 notificações e 10 cidades com 3 notificações, 24 cidades com 4 a 10 casos, 18 cidades apresentam entre 10 e 20 casos, 8 cidades entre 21 e 30 casos, 12 cidades entre 32 e 90. Destaque para Governador Valadares com 245 casos.

Os municípios relacionados no Quadro 4.18 registraram notificações que estão acima da faixa de incidência preconizada pela OPAS (Organização Pan Americana da Saúde):

Quadro 4.18 Municípios no Estado de Minas Gerais com incidência de Hepatite A acima da faixa recomendada pela OPAS.

Municípios	Notificações
Alto Rio Doce	12
Amparo do Serra	3
Caputira	8
Conceição de Ipanema	7
Conceição do Mato Dentro	32
Congonhas do Norte	27
Divino das Laranjeiras	20
Dom Cavati	8
Dom Joaquim	53
Durandé	20
Engenheiro Caldas	11
Ferros	44
Itambacuri	27
Manhuaçu	90
Martins Soares	8
Matipó	14
Morro do Pilar	24
Ouro Branco	47
Piedade de Caratinga	8
Pocrane	21
Reduto	57
Rio Casca	19
Santa Margarida	38
Santana do Manhuaçu	20
São Domingos das Dores	55
São João do Manhuaçu	78
São José do Mantimento	23
São Sebastião do Anta	7
Sardoá	24
Senhora do Porto	7
Simonésia	39
Taparuba	2
Tarumirim	22
Ubaporanga	12
Vermelho Novo	3
Viçosa	37
Virgolândia	17

No Estado do Espírito Santo, no período 2002/2008, uma cidade com três notificações; quatro cidades com quatro a dez casos; duas cidades apresentam entre 11 e 20 casos; cinco cidades entre 21 e 30 casos; cinco cidades entre 31 e 90. Destaque para Colatina com 119 casos, Itarana com 244 casos e Linhares com 354 casos.

Os municípios do Espírito Santo relacionados no Quadro 4.19 estão acima da faixa de incidência preconizada pela OPAS.

Quadro 4.19 Municípios no Estado do Espírito Santo com incidência de Hepatite A acima da faixa recomendada pela OPAS.

Municípios	Notificações
Itarana	95
Jaguareé	33
Sooretama	44

Cólera e Difteria (Fonte: SINAN-MS, 2006)

Não há notificações destas doenças em nenhum dos dois estados – Minas Gerais e Espírito Santo

Febre Tifóide (Fonte: SINAN-MS, 2006)

Não há ocorrência no estado de Minas Gerais. Já no Espírito Santo há quatro registros, sendo que na bacia do Rio Doce houve apenas um caso no município de Laranja da Terra.

Leptospirose (Fonte: SINAN-MS, 2006)

No estado de Minas Gerais foram notificados 65 casos sendo nove na bacia do rio Doce: Ipatinga, Manhuaçu, Santa Efigênia de Minas, e Senhora dos Remédios (um caso cada), Timóteo (dois casos) e Viçosa (três casos).

No estado do Espírito Santo foram notificados 312 casos, sendo 26 na bacia do Rio Doce, distribuídos conforme Quadro 4.20. Oito municípios não tiveram nenhuma notificação. É de se ressaltar a alta incidência no município de Baixo Guandu.

Quadro 4.20 Notificações de Leptospirose nos municípios no Estado do Espírito Santo.

Município	Notificações
Afonso Cláudio/ES	1
Marilândia/ES	1
Rio Bananal/ES	1
São Gabriel da Palha/ES	1
Itaguaçu/ES	2
Governador Lindenberg/ES	5
Colatina/ES	6
Linhares/ES	6
São Roque do Canaã/ES	6
Pancas/ES	12
Laranja da Terra/ES	13
Baixo Guandu/ES	72
Total	126

4.5.3 Resultados do Monitoramento e Pesquisas sobre Cianobactérias e Cianotoxinas na Bacia do rio Doce

Em consulta feita à Superintendência de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da COPASA o biólogo Thales Heliodoro Viana responsável pelo monitoramento dos mananciais da empresa, informou que não há registro de contagem de cianobactérias em nível superior a 10.000 células/mL (1mm³/L de biovolume) em todos os 122 municípios operados pela COPASA na bacia do rio Doce, até dezembro de 2008. Também no município de Governador Valadares não há registros de ultrapassagem do limite, conforme controle efetuado pelo SAAE. O número de 10.000 células/mL é o limite a partir do qual a Portaria 518 recomenda providências especiais quanto a frequência de amostragem e adequações no sistema de tratamento

Não foram notificados também registros no monitoramento da CESAN

Nos sistemas autônomos, não encontramos registros de ocorrências. Em Colatina há informação de que a bacia do rio Doce enfrenta problemas de quantidade e qualidade, mas não há qualquer referência sobre cianobactérias. Em Linhares, o controle de qualidade da água evidencia a completa ausência destas algas.

Na cidade de Linhares a implantação do centro de hemodiálise só foi autorizada, após ficar evidenciado o controle absoluto das cianobactérias na água distribuída (Revista Águas do Rio Doce – ano III no. 07). Apesar de o monitoramento do IGAM haver identificado o fosfato total como um dos parâmetros com maior número de violações dos padrões em todas as unidades de análise na bacia do rio Doce, não foram notificadas florações até o momento.

A Portaria 518 de 23/6/2004 estabelece:

Art. 18 §5º - Sempre que o número de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, exceder 20.000 células/ml (2mm³/L de biovolume), durante o monitoramento que trata o § 1º do artigo 19, será exigida a análise semanal de cianotoxinas na água na saída do tratamento e nas entradas (hidrômetros) das clínicas de hemodiálise e indústrias de injetáveis, sendo que esta análise pode ser dispensada

quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta por meio da realização semanal de bioensaios em camundongos.

Art 19 §1º O monitoramento de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, deve obedecer frequência mensal, quando o número de cianobactérias não exceder 10.000 células/ml (ou 1mm³/L de biovolume), e semanal, quando o número de cianobactérias exceder este valor.

O monitoramento das cianobactérias (análise hidrobiológica) e das cianotoxinas (análise cromatográfica) exige equipamentos de alto custo e pessoal muito especializado, o que torna este tipo de controle ainda indisponível para a maioria dos sistemas de abastecimento público. O problema não pode ser negligenciado porque já afeta muitos corpos d'água. No nordeste e no semi-árido brasileiro grande parte dos açudes está eutrofrizada. Para citar exemplos na região sudeste há o caso dos reservatórios de Billings e Guarapiranga, que produzem 14 m³/s e são responsáveis pelo abastecimento da zona sul de São Paulo. A empresa SABESP usou durante longos anos, algicidas para prevenir a floração de cianobactérias, solução esta que foi proibida pelas autoridades ambientais. A solução encontrada foi mudar o tipo de tratamento com a injeção de carvão ativado para a

adsorção das cianotoxinas. No ano de 1980 por causa da presença excessiva da alga Anabaena, a COPASA desativou a ETA que usava água da lagoa da Pampulha em Belo Horizonte. A ETA tinha apenas quatro anos de funcionamento. A solução para este problema em sistemas de abastecimento pode se passar basicamente em dois níveis:

A – Preventiva: Reduzir o aporte de fósforo para o reservatório. O lago de Bodensee que faz a fronteira da Alemanha com a Suíça, França e Áustria, nos anos 1970 estava apresentando teores alarmantes de cianobactérias. Este lago serve de captação de água para 19 municípios. Os quatro países decidiram em conjunto fazer o tratamento de todos os efluentes até o nível quaternário. O aporte de fósforo que era de 40 µg/L caiu par 10 µg/L e o lago retornou à sua condição de oligotrófico.

B – Corretiva: Utilizar processos avançados de tratamento da água captada – Devem ser utilizadas tecnologias de flotação, ozonização, carvão ativado (granular ou em pó) e eventualmente osmose reversa.

A solução A é a mais eficaz e mais adequada ambientalmente, porém é a que demanda mais investimentos e é de resultados mais lentos. Em sistemas de menor porte a solução pode ser a substituição do manancial, solução esta extremamente onerosa e praticamente impossível para pequenos municípios.

Quanto aos reservatórios existentes na bacia, a CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais opera três usinas hidrelétricas – Salto Grande, Aimorés (em parceria com a Vale) e Sá Carvalho e tem em construção a usina de Baguari. Opera também várias PCHs – Tronqueiras, Peti, Bom Jesus do Galho etc.. O monitoramento de qualidade da água não é uma necessidade em sua operação nem tem sido exigida pelos órgãos ambientais licenciadores, mas o seu monitoramento não tem identificado indícios da presença de cianobactérias

Na usina hidrelétrica de Aimorés, em outubro de 2008 foi identificada uma floração de cianobactérias tendo a Diretoria de Operação e Meio Ambiente notificado os serviços de abastecimento próximos de Aimorés e Baixo Guandu. Este constitui o único registro desta empresa.

O assunto cianobactérias e cianotoxinas, não obstante sua gravidade só recentemente passou a merecer a atenção das autoridades sanitárias e ambientais. O agravo com óbitos de 74 pacientes na clínica de hemodiálise de Caruaru em 1996 foi um marco divisório para as atenções sobre este tema. O Ministério da Saúde somente incorporou as exigências sobre seu controle a partir do ano de 2000 na portaria de potabilidade da água 1469 (atual 518/2004).

Nos meios universitários da bacia do Rio Doce, o assunto ainda não recebeu uma prioridade de pesquisas. Não foram encontradas pesquisas seja de mestrado ou doutorado sobre esse tema na bacia do Rio Doce, inclusive na UFES (Universidade Federal do Espírito Santo).

4.5.4 Gestão da Saúde Pública, Qualidade de Vida e Expectativa de Vida

No ano de 2006 o *British Journal of Medicine*, uma das mais conceituadas publicações mundiais na área, completou 150 anos e fez uma pesquisa junto a seus assinantes sobre qual foi a ação de maior impacto positivo na melhoria da saúde da humanidade naquele período de sua história. Cerca de 1.140 profissionais da medicina de

vários países elegeram em primeiro lugar o atendimento com os serviços de saneamento. Na avaliação desses profissionais, mesmo os considerados grandes avanços da medicina como vacinas, anestesia e antibióticos tiveram pontuação inferior.

No Brasil, é reconhecido que cada real investido nos serviços de saneamento resultem na economia de quatro reais no custeio dos serviços de assistência a saúde. Não obstante este fato, o quadro de gravidade de filas em hospitais e unidades de saúde faz com que as autoridades sanitárias priorizem os serviços assistenciais, gerando um círculo vicioso. A população por sua vez não dá a devida importância à necessidade de um serviço público de abastecimento de qualidade e menos ainda às questões ambientais envolvendo os resíduos.

Tanto a gestão de recursos hídricos proposto pela lei das águas, como a gestão do Sistema Único de Saúde - SUS são modelos em construção que valorizam a descentralização e garantem a autonomia aos conselhos locais. Constituem exemplos de exercício pleno da democracia, nos quais o debate das idéias e das diferentes visões conduz ao aprimoramento do modelo, e se cria a tão falada “vontade política” dos governantes, propiciando os desejados avanços

A grande maioria dos municípios informa que não cumpre integralmente a Portaria 518 do Ministério da Saúde. Tal fato deve ser verificado pelas autoridades sanitárias quanto aos riscos envolvidos devido à ausência quase total de tratamento dos esgotos na bacia.

A falta de controle sobre a água distribuída e de adequados sistemas de esgotamento sanitário e de lixo urbano, são fatores que causam a perenização das causas das doenças gastro-intestinais. O parâmetro coliformes fecais está no grupo de maior número de violações em todas as unidades de análise, conforme o monitoramento pelos órgãos estaduais.

Os levantamentos feitos pelo IBGE sobre expectativa de vida ao nascer mostraram uma média para o país, no ano de 2000, de 71,9 anos. Para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo os resultados são apresentados no Quadro 4.21.

Quadro 4.21 Expectativa de vida ao nascer.

Estado	Expectativa em Anos			
	1991	2000	2005	2010
Minas Gerais	68,97	72,73	74,10	75,37
Espírito Santo	69,39	71,65	73,14	74,53

Fonte: IBGE (2000)

Ao longo do período analisado, o País experimentou ganhos significativos sobre a mortalidade, e assim continuará transpondo barreiras para assegurar aumentos na esperança de vida ao nascer e reduções na mortalidade de crianças. Por considerável período de tempo, os indicadores sócio-demográficos do Brasil ainda refletirão desigualdades regionais e sociais, o que não constitui um justo cenário para as gerações futuras. Neste caso, o mínimo estabelecido como meta continuará retratando um país extremamente desigual, no tocante aos riscos de morte nos primeiros anos da vida. Apenas para citar duas situações específicas, atenções especiais deveriam estar voltadas para as regiões mais carentes em termos de infra-estrutura sanitária; e para aquelas onde sequer existe posto de saúde com possibilidade de internação para o atendimento à população (IBGE, 2000).

As mortalidades no primeiro ano de vida e a dos menores de cinco anos de idade continuarão em suas trajetórias de declínio, atingindo níveis abaixo de 10% dos nascidos

vivos, no Sudeste, Sul e Centro-Oeste brasileiros, e patamares superiores a este no Norte e Nordeste. Para o total do País, a taxa de mortalidade infantil, bem como a probabilidade de um recém-nascido falecer, antes de completar o quinto ano de vida, alcançarão, em 2030, 11,53 e 15,98% respectivamente, cifras que garantem, ao menos se considerada a média nacional, o cumprimento do quarto objetivo do milênio, que diz respeito à redução da mortalidade na infância. Mas, se houver garantias de melhorias no acesso da população aos serviços de saúde, de cobertura plena dos programas de imunização, do aumento do número de atendimentos pré-natais, bem como do acompanhamento clínico do recém-nascido, de continuidade do incentivo ao aleitamento materno, de elevação da escolaridade da população, e de investimentos maciços na infra-estrutura de saneamento básico, certamente a mortalidade infantil diminuirá com maior velocidade (IBGE, 2000)

O Quadro 4.22 apresenta a expectativa de vida ao nascer e a mortalidade infantil na bacia do rio Doce, no ano de 2000, sendo os dados municipais de 1991 e 2000 apresentados no Anexo I.M, bem como a relação dos casos notificados de esquistossomose em 2007.

Quadro 4.22 Expectativa de vida ao nascer e mortalidade infantil na bacia do rio Doce – Ano de 2000.

Estado	Expectativa de Vida ao Nascer em Anos			Mortalidade Infantil até o Primeiro Ano de Vida		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
	Município		Município	Município		Município
MG	59,41	67,92	75,71	13,86	36,03	71,09
	Nacip Raydan		Timóteo	Timóteo		Jampruca
ES	58,02	67,69	68,46	20,4	30,24	44,91
	Pancas		São Roque do Canaã	Itaguaçu		Alto Rio Novo

Fonte: IBGE (2000)

Os indicadores de expectativa de vida e de mortalidade infantil na bacia do rio Doce encontram-se abaixo da média nacional e também da média de cada Estado, tornando premente a adoção das medidas citadas anteriormente.

5 SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

No âmbito do Gerenciamento integrado de recursos hídricos, que corresponde às ações destinadas a regular o uso, controlar e proteger os recursos hídricos conforme os princípios estabelecidos nas políticas federal e estaduais de recursos hídricos, o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce (PIRH Doce) surge como um instrumento de planejamento para essa bacia hidrográfica.

Com base em um diagnóstico da bacia hidrográfica, produzido a partir de dados secundários disponíveis, o Plano deverá considerar e compatibilizar os programas setoriais e demais instrumentos de gestão, bem como identificar as necessidades de aquisição de informações (dados primários) ao longo de sua vigência, capazes de suprir as deficiências constatadas e possibilitar uma melhor compreensão da realidade da bacia por ocasião de revisões ou complementações subsequentes do plano.

Se o objetivo final de um Plano Diretor é propor metas e ações capazes de permitir o desenvolvimento sustentável de uma bacia, o diagnóstico tem papel fundamental uma vez que é a partir desse que se pode conhecer os principais problemas da bacia para, em um momento seguinte, possam ser propostas metas e intervenções necessárias em horizontes de planejamentos definidos.

Este capítulo apresenta a situação dos recursos hídricos da bacia do rio Doce, confrontando as disponibilidades com as demandas decorrentes dos diferentes usos, considerando as águas superficiais e subterrâneas em seus aspectos quantitativos e qualitativos,

5.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

A estimativa da disponibilidade hídrica apesar de ser uma variável estável foi atualizada a partir de dados mais recentes disponibilizados no banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) na internet. A estimativa da demanda, que depende de variáveis dinâmicas, tal como uso e ocupação, densidade demográfica, desenvolvimento regional etc., também foi atualizada.

Dessa forma, foi apresentado um inventário dos recursos hídricos nessa bacia a partir do levantamento de todos os dados de vazões monitorados pela ANA, bem como todos os reservatórios capazes de promoverem alguma regularização dos cursos d'água.

O Diagnóstico aqui apresentado foi baseado exclusivamente em dados secundários disponibilizados por instituições de gestão ambiental e dos recursos hídricos. Os dados hidrometeorológicos reunidos foram avaliados quanto à sua consistência para que se pudessem gerar dados coerentes em cada uma das 15 sub-bacias formadoras do rio Doce, identificadas como regiões homogêneas, com características relativamente semelhantes.

Contudo, as informações foram sintetizadas também nas nove unidades de análise definidas para o PIRH DOCE, buscando um tratamento mais regional para proposição de ações prioritárias de gerenciamento. Destaca-se que adicionalmente, no âmbito da proposição de ações, deverá ser reavaliada e detalhada a proposta de adequação da rede hidrometeorológica na bacia evitando locais com deficiências de informações.

O diagnóstico da disponibilidade hídrica superficial da bacia do rio Doce deverá permitir a determinação de vazões – expressas por diferentes parâmetros - existentes nos

exutórios das bacias afluentes (que correspondem a unidades federais de planejamento e gestão) e em pontos notáveis selecionados.

A quantificação das demandas hídricas atuais, discriminadas por setor usuário e por bacia hidrográfica, foi conduzido com vistas a definir o quadro atual e potencial de demanda hídrica da bacia. As demandas foram agrupadas nos tipos consuntivo e conservativo, dependendo de haver ou não supressão de vazão dos mananciais. As demandas do tipo consuntivo são aquelas associadas aos usos de abastecimento urbano e rural, dessedentação animal e irrigação de culturas. No tipo conservativo incluem-se as demandas para geração de energia elétrica e todas aquelas associadas ao turismo e lazer.

Da mesma forma que o cálculo da disponibilidade, a estimativa de demanda baseou-se em dados secundários disponíveis e em informações obtidas de órgãos gestores e comitês de bacia, bem como dados consubstanciados nesse próprio estudo.

A estimativa de demanda dos recursos hídricos nas sub-bacias hidrográficas do rio Doce fundamentou-se na análise dos estudos já realizados nessa bacia hidrográfica e no Brasil, sobretudo para o suficiente conhecimento da metodologia mais adequada para esse caso. Assim, verificou-se que as metodologias aplicadas para as principais bacias hidrográficas brasileiras são bastante semelhantes, como é o caso dos estudos já realizados nas bacias hidrográficas do rio Paraíba do Sul e do rio São Francisco e no âmbito do Plano Nacional de Recursos Hídricos.

Dentre os diversos usos possíveis, o diagnóstico apontou como prioritários dessa bacia os usos relativos a saneamento ambiental e diluição de efluentes, uma vez que usos para geração hidrelétrica, apesar de serem bastante representativos nessa bacia, não interferem, a não ser de forma bastante localizada, nos demais usos por se tratar basicamente de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH's que não têm capacidade de regularização.

A partir dos dados de disponibilidades existentes e das demandas atuais foi ainda realizado balanço hídrico nos pontos de controle das unidades de gestão do PIRH- Doce como forma de subsídio ao diagnóstico integrado da bacia.

5.1.1 Disponibilidade Hídrica Superficial

As disponibilidades hídricas representam as parcelas dos recursos de água que podem ser aplicadas nas diversas utilizações das atividades de consumo, geralmente associadas aos indicadores de valores mínimos. De fato, considerando a variabilidade dos estoques de água na natureza, ora com ocorrências em excesso, ora em regimes de escassez, o confronto com as demandas deve ser feito para as condições de eventos extremos mínimos, como forma de assegurar um atendimento pleno no restante do tempo.

As disponibilidades hídricas superficiais foram associadas às seguintes vazões ou variáveis características do regime dos cursos de água:

– *Vazão média de longo termo* (Q_{MLT}), representando o limite superior de disponibilidade de um curso de água, teoricamente calculada como o valor de vazão que, se ocorresse de forma constante no tempo, produziria o mesmo volume que o regime fluvial variável escoou em um longo intervalo de tempo;

– *Curva de permanência de vazões médias mensais*, indicando a distribuição da frequência amostral das vazões registradas em uma dada seção fluvial, servindo para

indicar o percentual de tempo em que o regime do curso de água sustenta vazões maiores ou iguais a um valor de referência;

– *Vazão mínima com 7 dias de duração e 10 anos de período de retorno* ($Q_{7,10}$), sendo uma referência do regime de estiagem do curso de água, utilizada como índice do limite inferior da disponibilidade;

– *Vazão mínima com 95% de permanência no tempo* (Q_{95}), também uma referência do regime de estiagem, indicando o valor que é excedido na curva de permanência em 95% do tempo;

– *Curva de regularização de vazões de estiagem*, representada por uma relação gráfica entre vazões utilizáveis superiores aos indicadores mínimos do regime de estiagem e os respectivos volumes de acumulação necessários à sua garantia. As vazões utilizáveis são indicadas como percentuais menores que a vazão média de longo termo.

O Quadro 5.1 apresenta as sub-bacias e as estações fluviométricas de referência utilizadas para a estimativa de disponibilidade hídrica superficial. A mostra essas sub-bacias espacialmente, e a Figura 5.2 apresenta a distribuição espacial das estações fluviométricas utilizadas.

Os estudos hidrológicos para caracterizar a disponibilidade hídrica superficial na bacia hidrográfica do rio Doce, incluindo ainda a bacia hidrográfica do rio Barra Seca, seguiram as seguintes etapas metodológicas:

– Levantamento dos dados disponíveis no banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) na internet, o *HidroWeb*. Foram utilizados os dados de vazão média mensal.

– Montagem do histograma de disponibilidade de dados

– Preenchimento de falhas e extensão temporal dos dados do monitoramento fluviométrico, visando obter um período homogêneo de dados. Foi obtido o período de 35 anos de duração, entre 1972 e 2006.

– Análise de frequência de vazões médias e mínimas, curvas de permanência, aplicada às sub-bacias hidrográficas estudadas.

– Determinação da curva de regularização nas sub-bacias estudadas, em locais onde existem ou possam existir reservatórios.

Para o estabelecimento das séries de vazões, foram inicialmente listadas 187 estações de responsabilidade da ANA, incluindo estações em operação e desativadas. Os dados de vazão média mensal de 65 destas estações foram utilizados como referência ou para realização de correlações ou preenchimentos de dados nas estações de referência. Na Figura 5.3 é apresentado o histograma de disponibilidade de dados nas estações fluviométricas estudadas.

Quadro 5.1 Sub-bacias e estações fluviométricas de referência usadas para estimativa de disponibilidade hídrica superficial.

Sub-bacia	Área de Drenagem (km ²)	Área %	Estação Fluviométrica de Referência	
			Código	Nome
rio Piranga	6.607	7,62%	56.110.005	Ponte Nova - Jusante
rio do Carmo	2.278	2,63%	56.335.001	Acaiaca - Jusante
rio Casca	2.511	2,90%	56.415.000	Rio Casca
rio Matipó	2.550	2,94%	56.510.000	Instituto Florestal Raul Soares
Incremental D01	3.626	4,18%		Cachoeira dos Óculos
rio Piracicaba	5.465	6,30%	56.696.000	Mário de Carvalho
Incremental D02	216	0,25%		Cenibra
rio Santo Antônio	10.429	12,03%	56.825.000	Naque Velho
Incremental D03	327	0,38%		Cenibra
rio Corrente Grande	2.478	2,86%	56.846.000	Porto Santa Rita
rio Suaçuí Pequeno	1.719	1,98%	56.846.900	Fazenda Bretz - Montante
rio Suaçuí Grande	12.413	14,32%	56.891.900	Vila Matias - Montante
Incremental D04	4.945	5,70%		Gov. Valadares, Tumiritinga e Resplendor
rio Caratinga	3.229	3,72%	56.940.002	Barra do Cuité - Jusante
Incremental D05	3.449	3,98%		Gov. Valadares, Tumiritinga e Resplendor
rio Manhuaçu	8.826	10,18%	56.990.000	São Sebastião da Encruzilhada
Incremental D06	363	0,42%		Resplendor
rio Guandu	2.145	2,47%	56.992.000	Baixo Guandu
Incremental Guandu	327	0,38%		Colatina
rio Santa Joana	891	1,03%	56.993.551	Jusante Córrego da Piaba
rio Santa Maria do Doce	935	1,08%		-
Incremental S. Maria do Doce	1237	1,43%		Colatina
rio Pancas	1.181	1,36%	56.995.500	Ponte do Pancas
rio São José	2.407	2,78%	56.997.000	Barra de São Gabriel
Incremental São José (inclusive Barra Seca)	6.157	7,10%		(regionalização)
Bacia do rio Doce	86.711	100%	56.994.500	Colatina-

Além das séries de vazão da ANA, foram utilizadas 7 séries de vazões médias mensais do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) para preenchimento de falhas em locais onde não havia estações com dados suficientes para realizar os preenchimentos. As séries utilizadas do ONS são as relativas aos seguintes aproveitamentos: Gilman-Amorim, Porto Estrela, Candonga, Traíra II, Baguari, Aimorés e Mascarenhas.

Monitoramento Hídrico

Dentro dos estudos realizados no âmbito deste plano integrado de recursos hídricos, foram detectadas algumas carências de monitoramento hidrológico, mormente na parte mais baixa da bacia, no estado do Espírito Santo. Aconteceu também de serem analisados alguns cursos de água que possuem monitoramento mais a montante em seu curso d'água, podendo o monitoramento ser menos representativo das condições hídricas de toda a bacia.

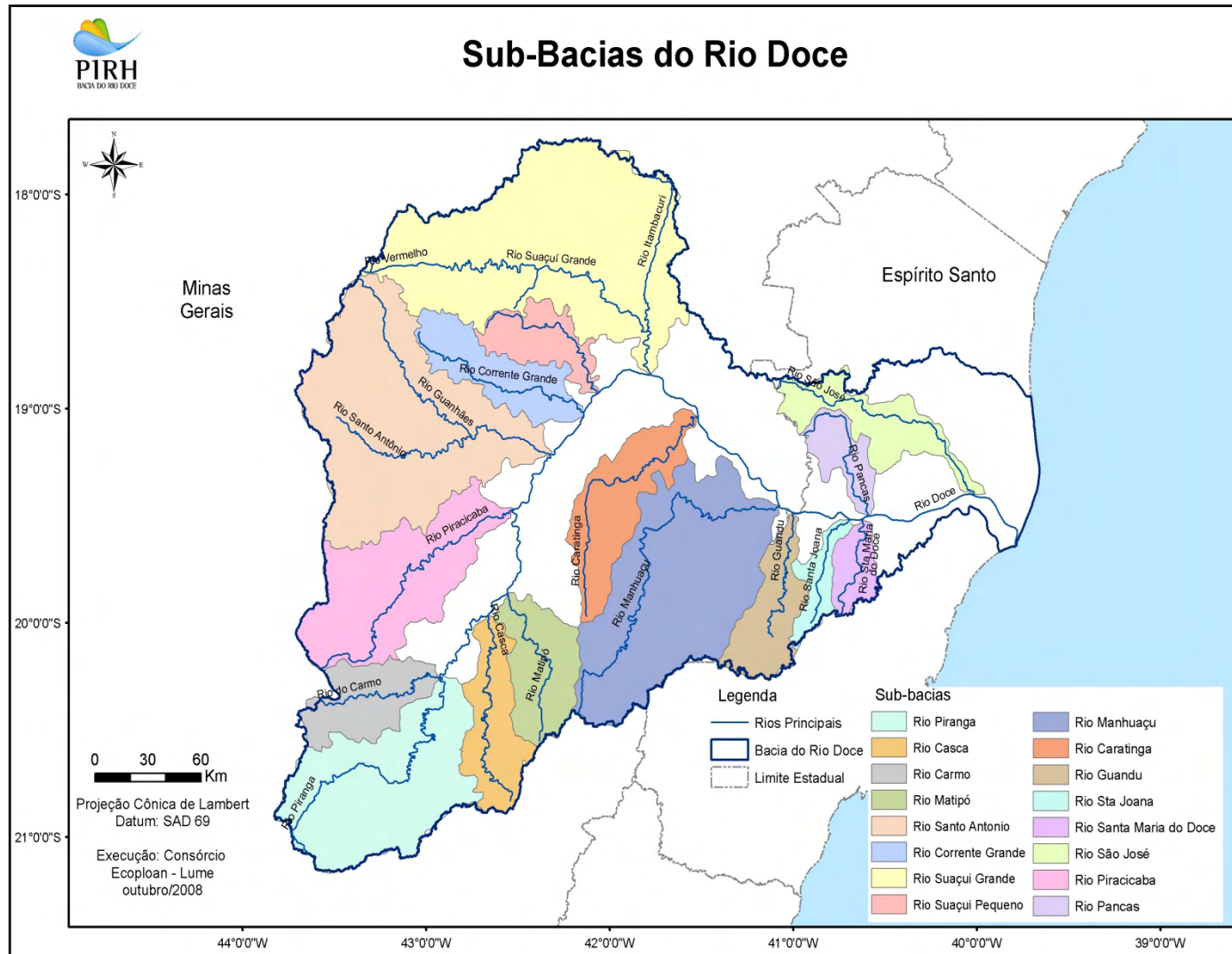


Figura 5.1 Divisão hidrográfica da bacia do rio Doce e Barra Seca.



Estações Fluviométricas da Bacia do rio Doce

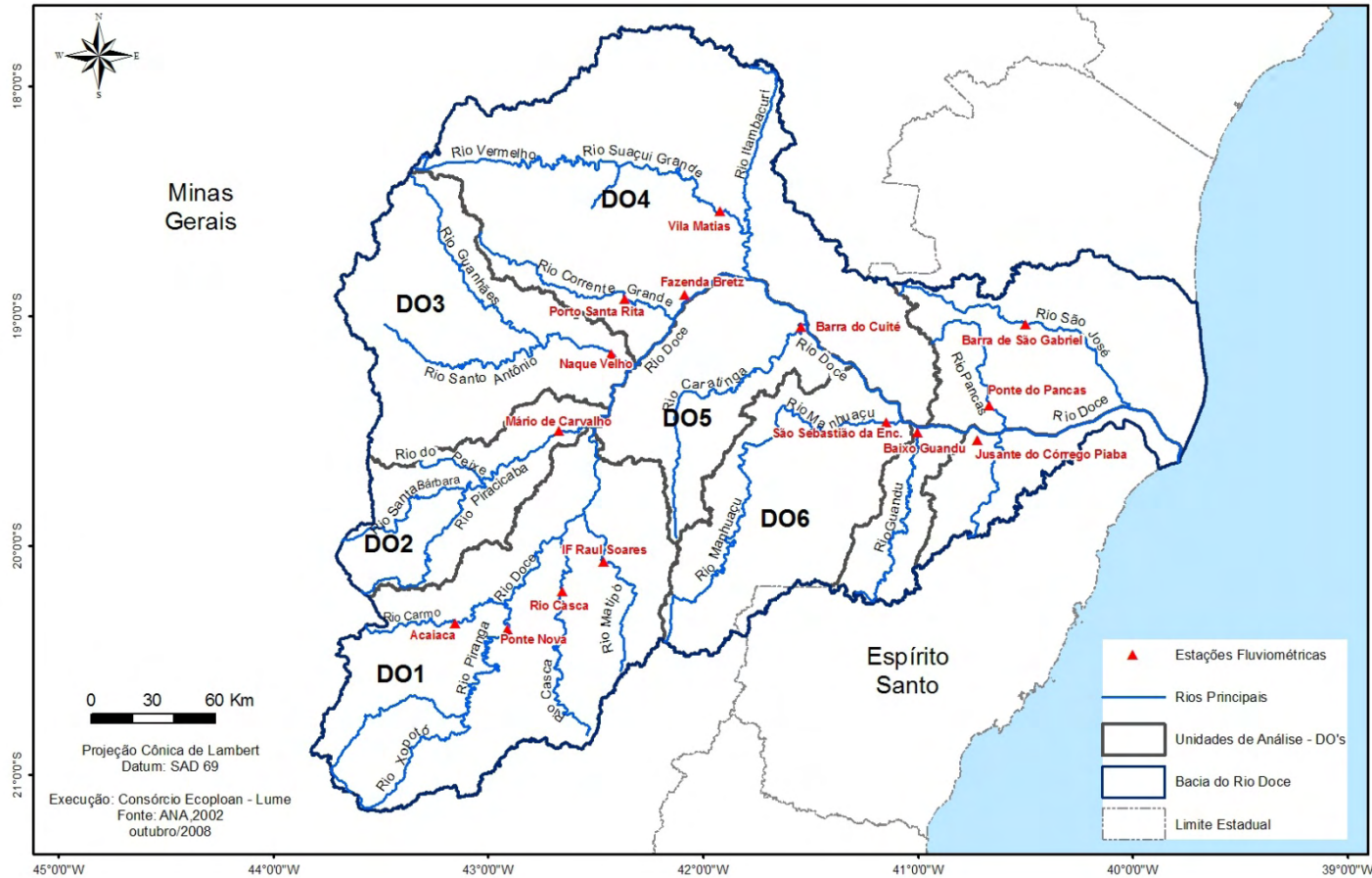


Figura 5.2 Estações fluviométricas de referência na bacia do rio Doce.

Legenda

	Ano com vazões médias mensais completas
	Ano com falhas nos dados, o número indica quantas falhas existem no histórico
	Ano sem dados

Para atender o propósito da gestão integrada dos recursos hídricos, devem ser monitorados quanto aos aspectos quantitativos e qualitativos, todos os cursos de água afluentes ao rio Doce com vazão significativa, em local mais próximo possível da foz, tomando-se o cuidado para que não haja interferência de remanso proporcionado pelo rio Doce no afluente de menor porte. Este monitoramento é importante por causa da definição da vazão de entrega, em quantidade e qualidade, das bacias de domínio dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo quando os rios deságuam no rio Doce, que é de domínio da União.

Destarte, em uma primeira análise recomenda-se o monitoramento dos seguintes locais:

- rio Santa Maria do rio Doce;
- rio Barra Seca, em local mais a jusante possível, sem que o escoamento sofra interferência de maré; e
- bacias de drenagem afluentes à calha do rio Doce constantes da bacia incremental e que possuam porte significativo.

Ao serem realizados os testes de continuidade hídrica, foram detectados alguns trechos na calha do rio Doce com característica de vazão incremental negativa, quando comparados os dados de estações fluviométricas de montante para jusante. O trecho mais crítico com esta característica fica localizado entre as estações fluviométricas de Governador Valadares e Colatina. Recomenda-se que, oportunamente, sejam conferidas as curvas-chave nas principais estações da calha do rio Doce, nos afluentes do trecho e feitos alguns testes nas bacias incrementais. Além de conferir as curvas-chave, recomenda-se analisar os dados de cota, a locação das estações, características morfológicas da calha fluvial, realizar medições de vazões em pontos intermediários, dentre outras medidas possíveis.

5.1.1.1 Vazões Características Médias

O estudo de vazões características médias para a bacia hidrográfica do rio Doce foi feito pelo estudo das séries de vazão média mensal em período homogêneo entre 1972 e 2006. Para cada ponto de controle estudado foi gerada uma série de vazões naturais, apresentada por meio de vazões médias mensais e vazões médias anuais, conforme exemplificado na Figura 5.4 e Figura 5.5, respectivamente.

A partir das análises destas figuras é possível realizar inferências, por exemplo, sobre a distribuição das vazões ao longo do ano (vazões médias mensais) e dos períodos úmidos ou secos ao longo do histórico (vazões médias anuais). A vazão média de longo termo, representada pela linha vermelha reta, nas duas figuras, é a vazão de referência para diversos estudos hidrológicos. Nas Figuras também são apresentadas linhas pontilhadas, que indicam a tendência das vazões médias anuais no período analisado.

O Anexo I.N apresenta as séries de vazões e os gráficos de vazões médias geradas para todas as sub-bacias hidrográficas estudadas, além dos resultados de diversos estudos de interesse para a determinação da disponibilidade hídrica superficial.

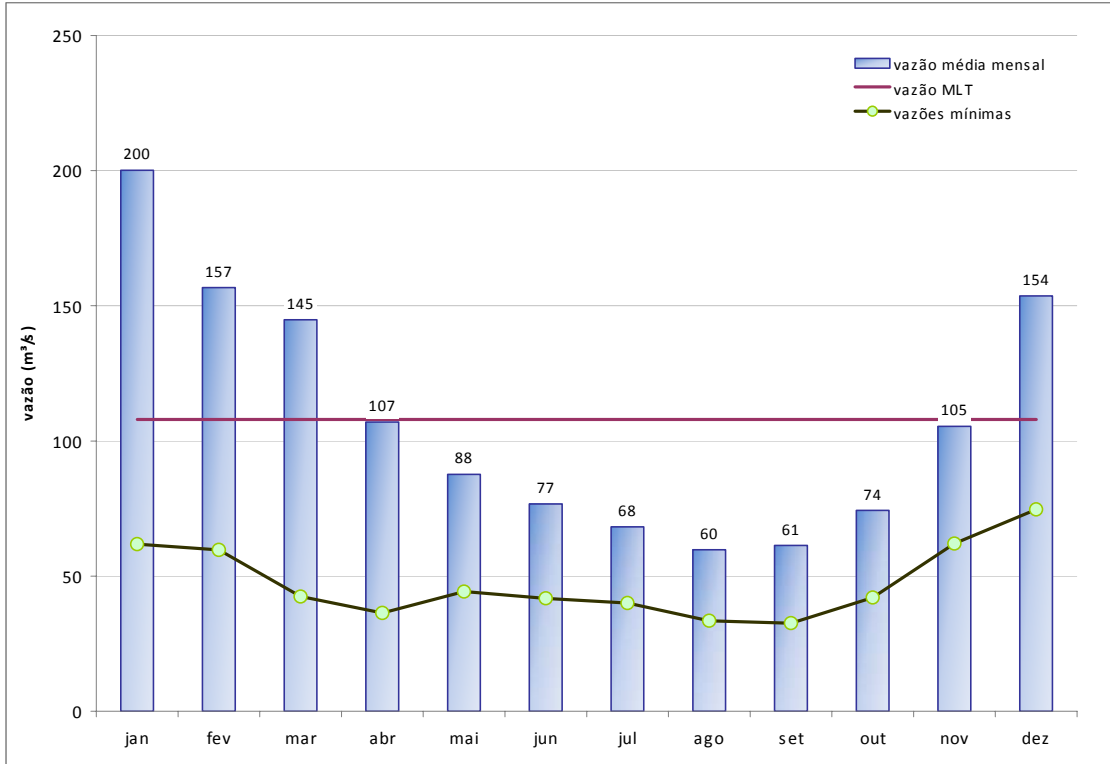


Figura 5.4 Vazões médias mensais na sub-bacia do rio Piranga.

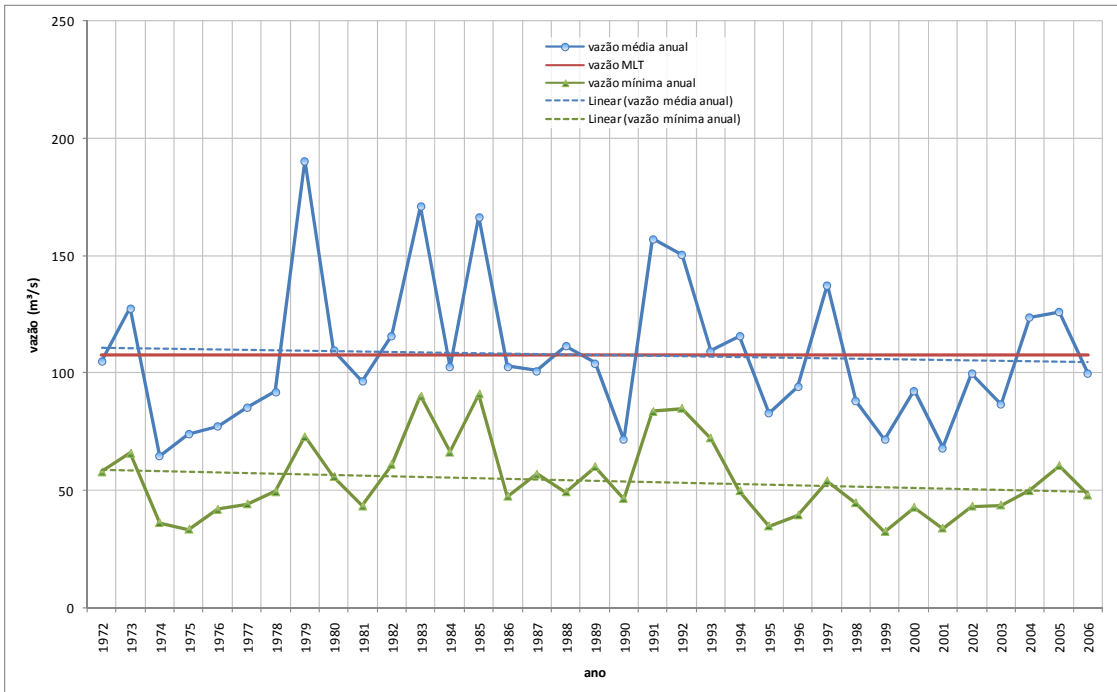


Figura 5.5 Vazões médias anuais na sub-bacia do rio Piranga

5.1.1.2 Vazões Características Mínimas

Para efeito de outorga de uso da água, a disponibilidade hídrica é mensurada por meio de valores referenciais mínimos, sendo duas as vazões utilizadas nestes estudos: (i) vazão mínima natural de dez anos de tempo de retorno e sete dias de duração ($Q_{7,10}$); e (ii) vazão com noventa e cinco por cento de permanência ao longo do tempo (Q_{95}). Estas duas vazões de referência foram escolhidas devido aos valores de vazão referenciais utilizados nas outorgas de direito de uso da água nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e pela ANA nos rios de domínio da União.

5.1.1.3 Curva de Permanência e Q_{95}

Neste estudo foram adotadas as séries de vazões médias mensais para estudo, devido à possibilidade de preenchimento e homogeneização das séries por correlação entre as vazões em diferentes estações.

Os valores mínimos de Q_{95} foram obtidos da curva de permanência das vazões médias mensais. Na Figura 5.6 é apresentada, como exemplo, a curva de permanência de vazões médias mensais para a bacia hidrográfica do rio Piranga. As curvas de permanência das demais sub-bacias estudadas são apresentadas no Anexo I.N.

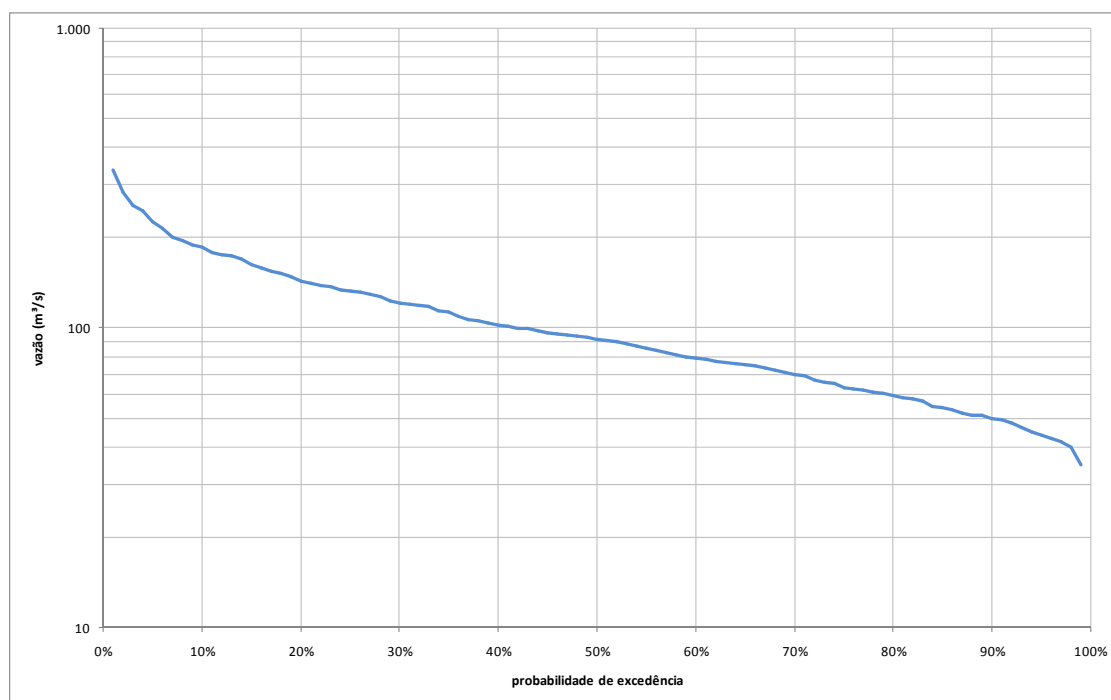


Figura 5.6 Curva de permanência das vazões médias mensais da sub-bacia do rio Piranga.

5.1.1.4 Determinação das Vazões $Q_{7,10}$

O cálculo da $Q_{7,10}$ foi realizado em duas etapas. Inicialmente, foram calculados os valores mínimos mensais com tempo de retorno de 10 anos ($Q_{mês,10}$), e posteriormente estes valores foram transformados em valores de $Q_{7,10}$ por meio da utilização de um fator de proporção para eventos mínimos.

Foram montadas amostras com os valores de vazão mínima mensal de cada ano, e realizado o ajuste dos valores para a distribuição de probabilidades de Weibull para eventos

extremos mínimos. A distribuição de probabilidades também é conhecida como Distribuição de Valores Extremos Tipo III, para eventos mínimos. Os parâmetros da distribuição de probabilidades foram estimados pelo Método dos Momentos.

Na Figura 5.7 é apresentado um exemplo do ajuste da distribuição de frequência aos dados observados para a amostra de dados da bacia hidrográfica do rio Piranga. Os valores da série de vazões médias foram ajustados segundo o tempo de retorno determinado pelo inverso da probabilidade de ocorrência. A Probabilidade de ocorrência dos pontos medidos foi calculada pela posição de plotagem da amostra ordenada aplicada à equação de Cunanne. As figuras para todas as sub-bacias estudadas do rio Doce são apresentados no Anexo I.N.

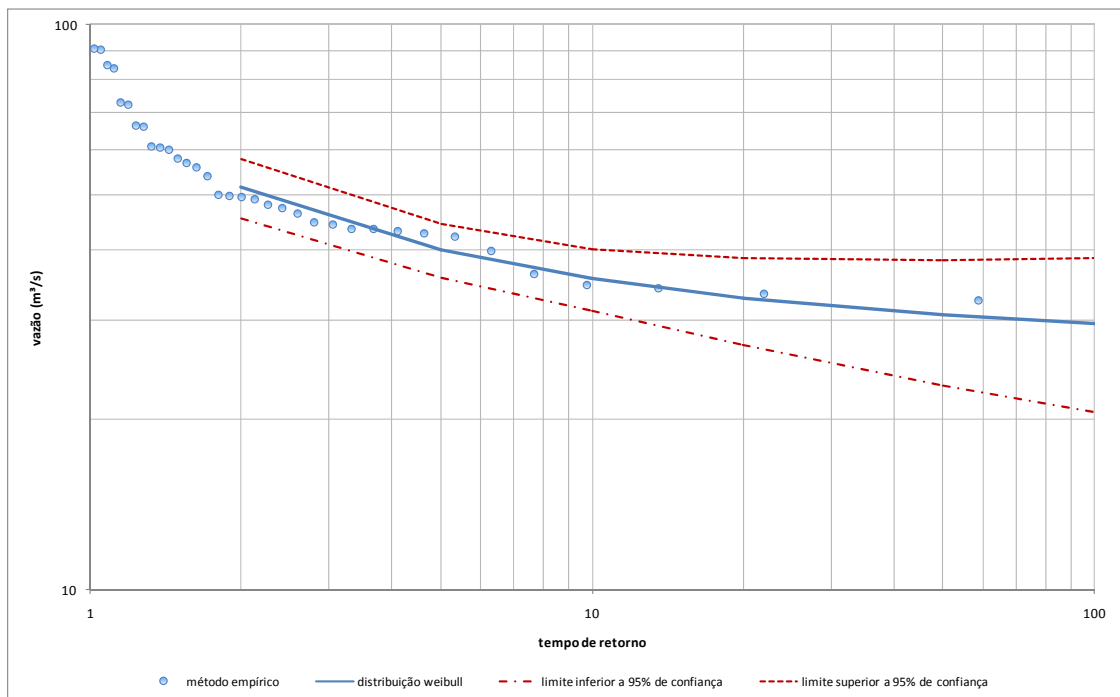


Figura 5.7 Curva de distribuição de frequências das vazões mínimas mensais na sub-bacia do rio Piranga.

Após a determinação dos valores mínimos, as vazões $Q_{mês,10}$ foram multiplicadas por um fator de proporção para eventos mínimos, transformando os valores calculados de $Q_{mês,10}$ em valores estimados de $Q_{7,10}$.

No estudo *Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais*, de 1993, elaborado por Sérgio Menin Teixeira de Souza, foi feito estudo dos valores de $Q_{7,10}$ a partir de dados mensais, e os valores indicam que para o tempo de retorno de dez anos e duração de sete dias, o valor de 0,9 é o mais recorrente, e as variações são sempre inferiores a 5%, independente do tipo de pluviosidade, relevo, ou capacidade de infiltração do solo. O valor adotado para o fator de proporção para eventos mínimos foi o de 0,9, ou seja, a $Q_{7,10}$ nas bacias hidrográficas foi considerada como sendo 90% do valor da $Q_{mês,10}$.

Desta forma, os valores obtidos para a $Q_{7,10}$ são valores estimados a partir das séries de vazões médias mensais, que, apesar de não ser um cálculo direto, permitiu a utilização de um período homogêneo de estudo para todas as sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Doce, além de possibilitar a obtenção de uma vazão que é menos influenciada pelo efeito da utilização da água nas bacias hidrográficas.

5.1.1.5 Características de Regularização

A característica de regularização deste estudo foi obtida através do método de simulação de um reservatório potencial no ponto onde exista uma série de vazões e que se deseja saber o potencial de regularização.

As premissas adotadas para a simulação das séries deste estudo foram: (i) o reservatório estaria inicialmente com seu volume máximo e em seguida ocorreria a série de vazões disponível; (ii) não foram considerados a precipitação direta sobre o reservatório e a evaporação direta do lago. Por estas duas premissas, pode-se concluir que os valores obtidos nas curvas de potencial de regularização são os valores máximos, ou seja, potencial máximo de regularização para um dado volume útil de armazenamento.

A partir do início de operação do reservatório, realiza-se a subtração entre a vazão a ser regularizada e a entrada de vazão, acumulando déficits hídricos ao longo das estiagens e vertendo quando os volumes ultrapassam a capacidade de armazenamento. O maior déficit hídrico obtido ao longo da simulação é o volume útil necessário à regularização da vazão em questão.

Várias simulações são realizadas, alterando-se o valor da vazão a ser regularizada, permitindo o traçado de uma curva de potencial máximo de regularização em que se associa um volume útil a uma determinada vazão regularizada.

O valor obtido para o potencial de regularização em determinado local se refere ao potencial de regularização máximo alcançável. Em termos práticos isso significa que um reservatório só consegue essa regularização por meio de uma operação com todo o seu deplecionamento, caso contrário, o potencial de regularização real será menor que o valor obtido para o potencial de regularização máximo.

5.1.1.6 Vazão nas Bacias Incrementais e na Região da Barra Seca

Após a determinação das vazões nos pontos de controle das 15 sub-bacias estudadas, bem como da estimativa de disponibilidade do rio Doce, utilizando-se como referência as estações fluviométricas de Colatina (56994500), Cenibra (56719998), Governador Valadares (56850000), Tumiritinga (56920000), Resplendor (56948000) e Colatina (56994500), localizadas na calha do rio Doce. A disponibilidade hídrica nas bacias incrementais foi obtida subtraindo-se a vazão de uma estação na calha do rio Doce das vazões monitoradas a montante, seja na calha do Doce ou nos afluentes. Foi sempre mantido o mesmo período homogêneo para todas as séries de vazão: 1972 a 2006.

As análises das diversas séries de vazão média mensal mostraram vazão incremental negativa no trecho não monitorado entre Governador Valadares e Colatina. Ressalte-se que podem influenciar nestes resultados os seguintes fatores: preenchimentos das séries de vazões médias mensais; imprecisão de curvas-chave; alteração das vazões nos anos mais recentes das séries de dados devido ao uso da água; imprecisão de áreas de drenagem; imprecisão de monitoramentos; modificação acentuada do regime de vazões, de montante para jusante em algumas sub-bacias; dentre outros.

Na impossibilidade de determinação de qual seria a vazão em pequenas bacias da área incremental baseada em monitoramentos, bem como da falta de evidências contra as vazões estimadas nas sub-bacias, foram feitos cálculos médios para as bacias incrementais e apresentados valores médios possíveis, tanto no resumo de disponibilidade quanto no mapa de vazões características mínimas.

Para a estimativa da disponibilidade hídrica na bacia a jusante de Colatina, bem como no rio Barra Seca, foram utilizadas as mesmas vazões específicas de Colatina. No banco de dados da ANA não existem séries históricas de vazão suficientes à determinação da disponibilidade hídrica nestes trechos.

5.1.1.7 Resumo da Disponibilidade Hídrica Superficial

A partir das séries de vazões médias mensais homogêneas foi definida a disponibilidade hídrica na seção de referência de cada sub-bacia hidrográfica estudada na bacia do rio Doce e na região do Barra Seca. Os valores referenciais de vazões médias e mínimas (Q_{MLT} , Q_{95} e $Q_{7,10}$) são apresentados no Quadro 5.2. A Figura 5.8 ilustra a disponibilidade hídrica do rio Doce por sub-bacia.

Quadro 5.2 Disponibilidade hídrica superficial da Bacia do rio Doce e Barra Seca nos pontos de controle.

sub-bacia	área drenagem (km ²)	área %	vazão específica (L/s/km ²)			vazão (m ³ /s)		
			Q_{MLT}	Q_{95}	$Q_{7,10}$	Q_{MLT}	Q_{95}	$Q_{7,10}$
rio Piranga	6.616	8,0%	16,3	6,61	4,84	108,0	43,7	32,0
rio do Carmo	2.265	2,7%	22,2	11,2	9,38	50,3	25,4	21,3
rio Casca	2.511	3,0%	13,1	5,01	3,22	32,8	12,6	8,09
rio Matipó	2.581	3,1%	14,2	4,57	2,80	36,8	11,8	7,23
Incremental D01	3.626		14,0	6,44	5,26			
rio Piracicaba	5.444	6,6%	18,0	6,84	5,49	97,9	37,3	29,9
Incremental D02	151		14,6	5,96	4,67			
rio Santo Antônio	10.442	12,6%	16,9	6,26	4,48	176,3	65,4	46,7
Incremental D03	270		14,6	5,96	4,67			
rio Corrente Grande	2.480	3,0%	13,8	5,07	3,79	34,1	12,6	9,40
rio Suaçuí Pequeno	1.721	2,1%	10,0	4,10	3,05	17,2	7,05	5,25
rio Suaçuí Grande	12.432	15,0%	8,32	2,34	1,64	103,4	29,1	20,4
Incremental D04	4.928		13,23	5,09	3,91			
rio Caratinga	3.227	3,9%	9,81	2,62	1,81	31,7	8,47	5,83
Incremental D05	2.525		14,13	5,66	4,43			
rio Manhuaçu	8.826	10,7%	11,2	3,68	2,61	98,7	32,5	23,1
Incremental D06	202		11,9	4,22	3,13			
rio Guandu	2.125	2,6%	10,4	3,38	2,43	22,0	7,18	5,16
Incremental Guandu	374		11,5	3,76	2,74			
rio Santa Joana	906	1,1%	8,74	1,58	0,86	7,91	1,43	0,78
Incremental Santa Maria do Doce	2.178		11,48	3,76	2,74			
rio Pancas	1.180	1,4%	12,0	1,56	0,83	14,1	1,84	0,98
rio São José	2.366	2,9%	14,2	2,47	1,16	33,7	5,84	2,75
rio Barra Seca	3.960	-	11,48	3,76		45,5	14,9	-
BACIA do RIO DOCE	82.755	100%	11,48	3,76	2,74	950,4	311,3	226,7

Existem vários reservatórios na bacia do rio Doce, porém, não apresentam potencial de regularização de vazões, não influenciando na disponibilidade hídrica baseada em séries históricas. No Quadro 5.3 são apresentados os tempos de residência dos reservatórios mais importantes da bacia, sempre muito menores que um mês.

Observa-se, que as maiores vazões específicas não estão associadas às maiores áreas de drenagem e sim a um conjunto de características relacionadas, entre outras coisas, ao tipo de solo da bacia e ao regime de chuvas. Em geral, as bacias hidrográficas localizadas sob formações sedimentares com maiores áreas de drenagem e/ou com regularidade das chuvas, apresentam vazões de estiagem entre 15 e 20% da vazão média. Por outro lado, as bacias localizadas em terrenos cristalinos, com regime de chuva irregular possuem vazões de estiagem muito baixas, em geral, inferiores a 10% da vazão média. (Caderno Regional Atlântico Leste, PNRH, ANA, 2005).

Na bacia do rio Doce, comparando-se os valores da $Q_{7,10}$ com a Q_{MLT} , estes percentuais variam de valores da ordem de 10% no Baixo Doce a valores superiores a 30%

nas sub-bacias localizadas nas cabeceiras. Este fato mostra a diversidade da disponibilidade hídrica na bacia, o que pode demandar diferentes ações para cada sub-bacia específica.

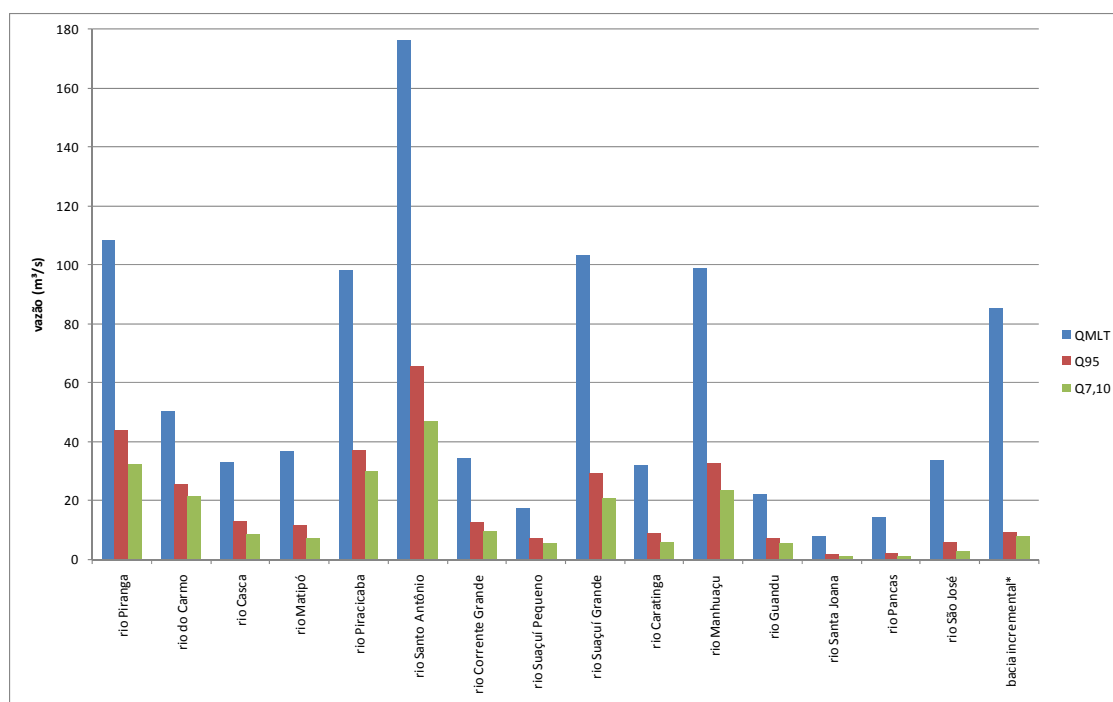


Figura 5.8 Disponibilidade hídrica superficial por Sub-bacia.

Quadro 5.3 Tempo de residência em reservatórios na bacia do rio Doce.

Reservatório	Tempo de Residência (dias)
Candongá	3,8
Guilman Amorin	1,6
Sã Carvalho	3,1
Salto Grande	6,2
Porto Estrela	7,1
Aimorés	2,7
Mascarenhas	0,5

Fonte: Avaliação Ambiental Integrada (AAI) dos Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia do Rio Doce, Caracterização da Bacia, abril/2007, relatório EPE-1-40-0001 RE R2

O cálculo das vazões de estiagem foi baseado nos dados observados das estações fluviométricas e pode, portanto, estar influenciado pelas eventuais regularizações e usos consuntivos existentes.

O exame do Quadro 5.2 e da Figura 5.8 permitem verificar que a sub-bacia do rio Santo Antônio é a que fornece a maior disponibilidade hídrica, que representa cerca de 19% dos recursos hídricos superficiais da bacia do rio Doce. A segunda maior região, em termos de disponibilidade hídrica, é a sub-bacia do rio Piranga, com 108 m³/s (11%), seguida pela sub-bacia do rio Suaçuí Grande (10,9%), Piracicaba e sub-bacia do rio Manhuaçu.

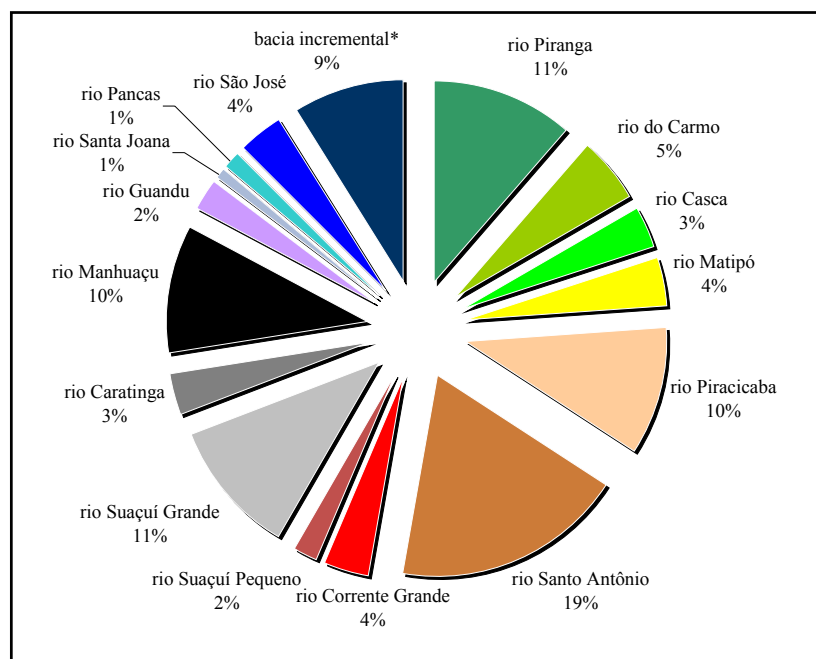


Figura 5.9 Contribuição da Vazão Média nas Unidades Hidrográficas, em Percentagem.

A Figura 5.9 mostra a contribuição média anual de cada sub-bacia, em km^3 . A sub-bacia do rio Santo Antônio contribui com $5,6 \text{ km}^3/\text{ano}$, seguida pela sub-bacia do rio Piranga com $3,41 \text{ km}^3/\text{ano}$, Suaçuí Grande, Manhuaçu e Piracicaba.

A Figura 5.10, Figura 5.11 e Figura 5.12 apresentam as disponibilidades hídricas em termos de vazões específicas médias e de estiagem nas 15 sub-bacias estudadas. A vazão específica indica as regiões mais e menos produtoras de água. Na bacia do rio Doce, a vazão específica varia de menos de 8 L/s.km^2 , na sub-bacia do rio Suaçuí Grande, até mais de 22 L/s.km^2 , na sub-bacia do rio do Carmo, sendo a média da bacia igual a 11 L/s.km^2 .

A Figura 5.13 mostra a produção de água em cada uma das sub-bacias de análise. Conforme observa-se, as bacias que estão localizadas mais próximas às cabeceiras apresentam uma produção mais elevada do que aquelas do estado do Espírito Santo.

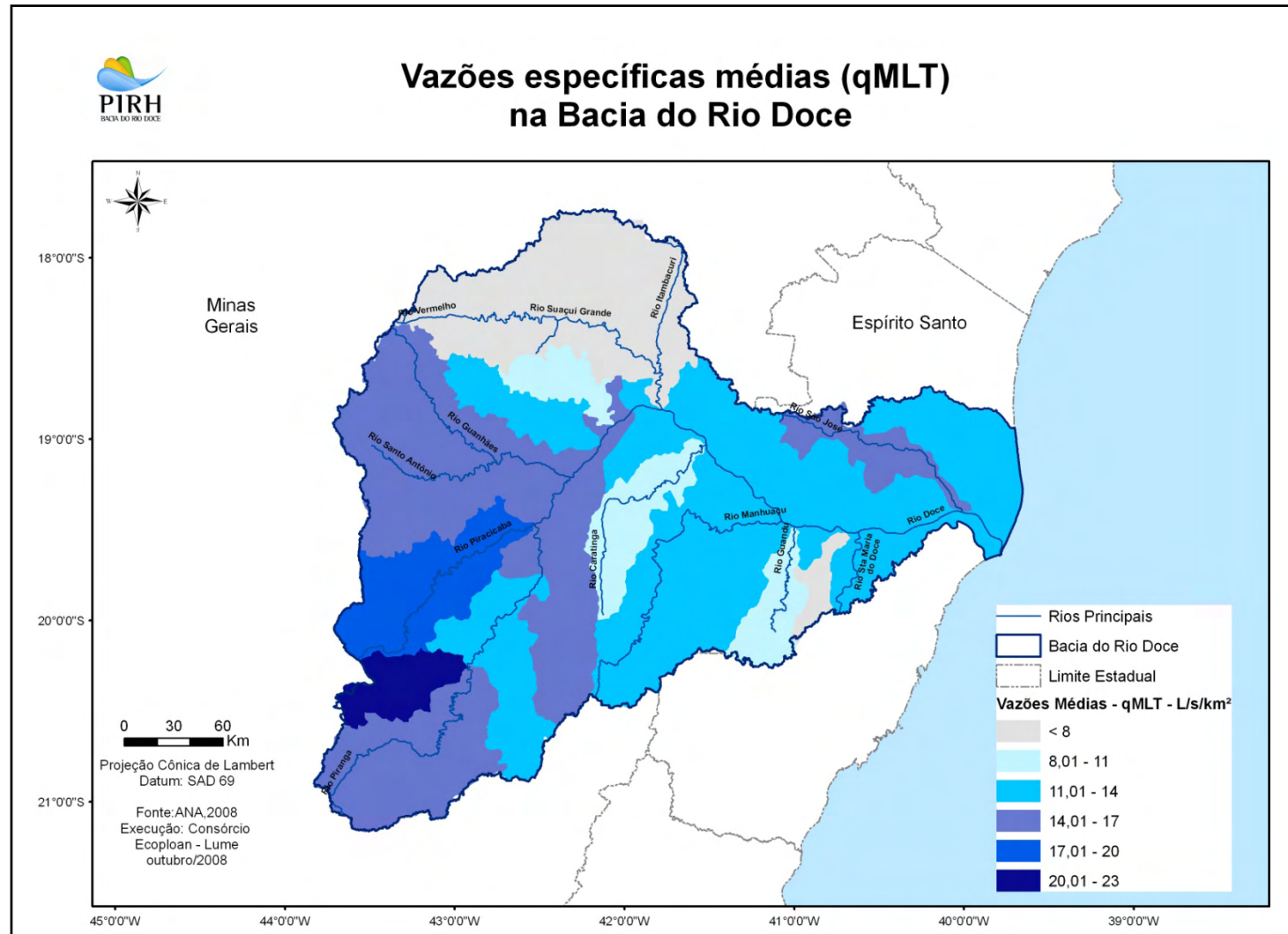


Figura 5.10 Vazão Específica Média de Longo Termo (q_{MLT}).

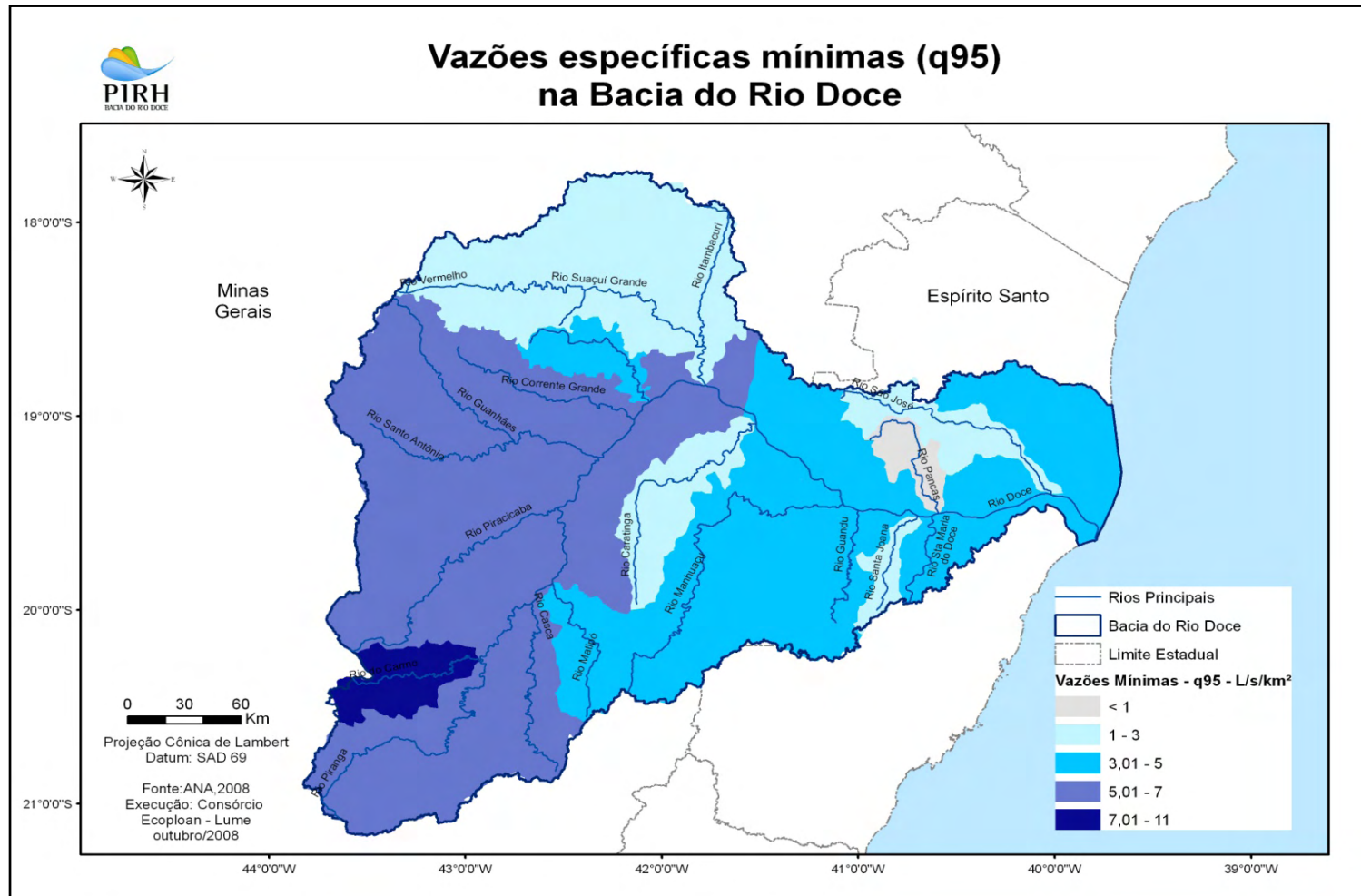


Figura 5.11 Vazão Específica relativa à Q_{95} (q95).

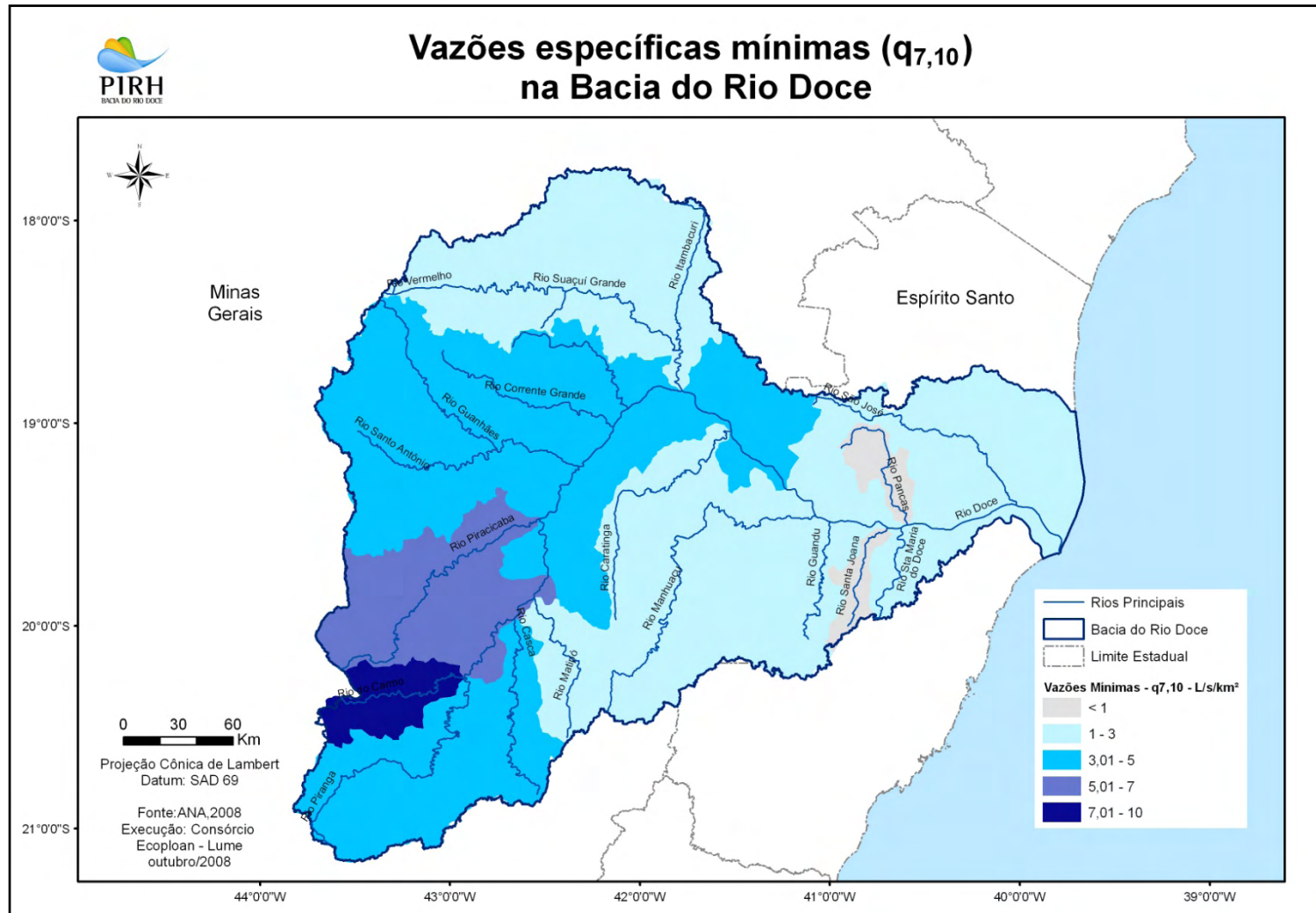


Figura 5.12 Vazão Específica relativa à $Q_{7,10}$ ($q_{7,10}$).

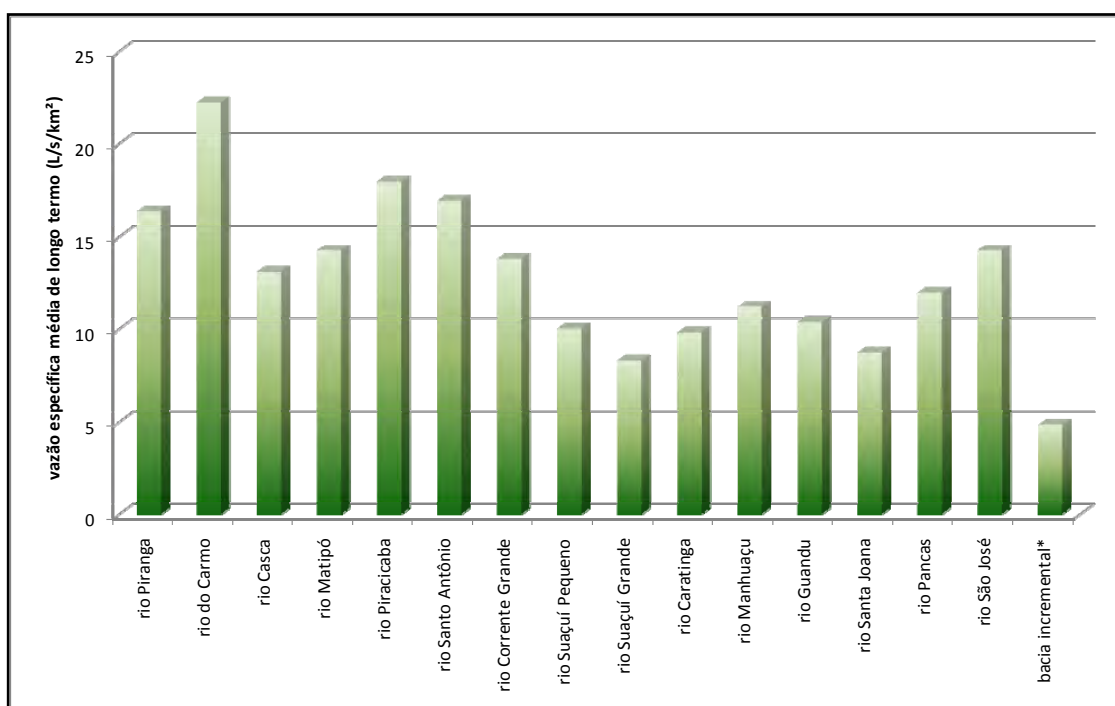


Figura 5.13 Produções específicas médias nas sub-bacias de análise.

5.1.2 Disponibilidade Hídrica Subterrânea

Os estudos da hidrologia subterrânea da bacia do rio Doce têm por objetivo estabelecer uma ferramenta para o planejamento, na definição de alternativas racionais de aproveitamento das águas subterrâneas, de forma e por meio de sistemas de captação mais adequados às condições de ocorrência e aos volumes explotáveis.

O potencial e as disponibilidades hídricas subterrâneas expostas neste relatório têm por base a capacidade de produção dos poços, analisada pelos parâmetros vazão específica e a capacidade de armazenamento. A análise foi realizada nas nove sub-bacias ou Unidade de Planejamento de Recursos Hídricos (UPRH) adotadas neste Plano Diretor, sendo que a capacidade de armazenamento foi determinada por meio do estudo escoamento superficial com análise da curva de recessão.

Metodologia

Para a estimativa do potencial e das disponibilidades hídricas subterrâneas utilizou-se da seguinte metodologia:

- tratamento estatístico dos dados de produção dos poços, parâmetro que mantém uma íntima relação com os parâmetros hidráulicos dos sistemas aquíferos, ou seja permeabilidade, transmissividade e porosidade efetiva;
- determinação da capacidade de armazenamento subterrâneo a partir da análise dos hidrogramas de vazões diárias, compiladas no banco de dados da ANA, referentes a postos fluviométricos representativos de cada uma das nove unidades de análise consideradas neste trabalho. Com a determinação dos volumes de escoamento subterrâneo

anuais, foram feitas estimativas das reservas renováveis e dos recursos hídricos subterrâneos exploráveis;

- definição das áreas mais favoráveis à captação com base nas informações referentes à vazão dos poços inventariados e qualidade das águas subterrâneas. Para tal, definiram-se as áreas mais favoráveis à captação de águas subterrâneas por meio de poços tubulares, deixando claro que essas estimativas são de caráter probabilístico, que a localização de poços tubulares deve ser precedida de um estudo de detalhe.

5.1.2.1 Potencialidade e disponibilidade hídrica – Capacidade de Produção dos Poços

O conceito de reserva de água subterrânea é um tema contraditório que envolve a quantificação de um recurso renovável que está intimamente associado aos volumes de recarga natural de longo prazo. Esse conceito mantém uma ligação com a potencialidade e a disponibilidade hídrica no sistema aquífero.

Neste sentido, define-se potencialidade como o volume total de água acumulada na zona de saturação do sistema aquífero que está sujeito a exploração. Na prática, potencialidade equivale às reservas totais. A disponibilidade refere-se ao volume que pode ser extraído, sem risco de exaustão ou dano ao sistema aquífero. Assim, num estudo de planejamento sobre o uso futuro da água é importante associar os conceitos de reservas e disponibilidade das águas.

A partir da análise realizada nos dados disponíveis, observou-se um número de poços com a informação de vazão específica que permite a análise de produtividade, com base nesse parâmetro. Portanto, a abordagem da produtividade tem a vazão específica como principal elemento de análise. Complementam este estudo os dados de vazão e rebaixamento. Esta metodologia é válida, pois, a vazão específica é o parâmetro que melhor representa a produtividade de um poço.

Na massa de dados disponível, 935 captações são provenientes do banco de dados do SIAGAS/CPRM. Deste total foram selecionados os 498 poços que apresentavam dados de vazão específica. Esses 498 pontos apresentam a seguinte distribuição por unidade aquífera: 72 estão captando água do aquífero poroso, 41 no aquífero fissurado em quartzitos, 17 no sistema fissurado em rochas xistosas e o restante, que totaliza 368 poços, captando água subterrânea, no sistema aquífero fissurado instalado em rochas cristalinas graníticas-gnaíssicas. Os poços secos foram desconsiderados nessa análise.

A Figura 5.14 apresenta a frequência da vazão específica na massa total de dados.

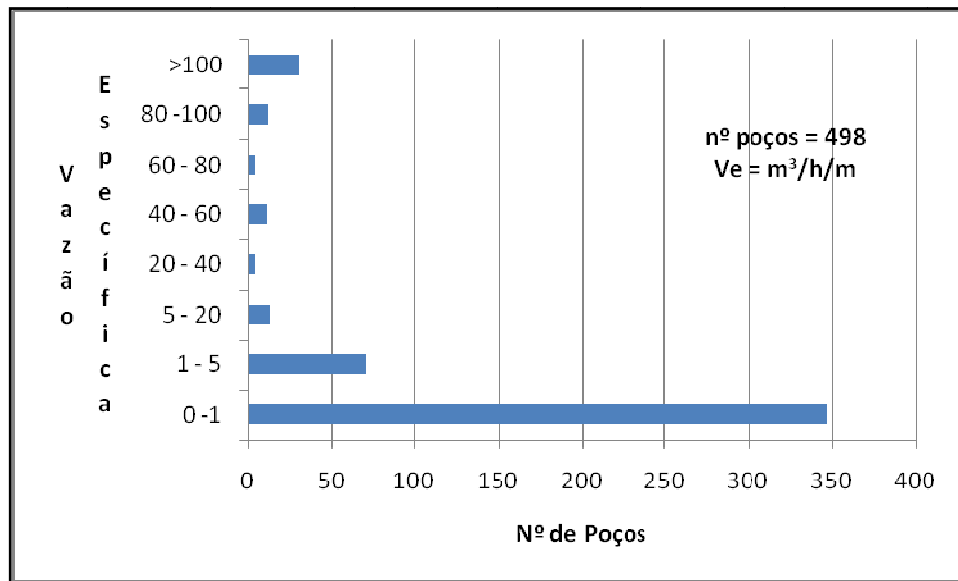


Figura 5.14 Distribuição da vazão específica dos poços inventariados.

No gráfico acima, observa-se que a grande maioria dos poços apresenta baixa produtividade. Na amostra considerada, cerca de 70% dos poços apresentam vazão específica menor DO1 m³/h/m, com valores variando entre 0,01 m³/h/m e 648 m³/h/m, e com uma média de 14,96 m³/h/m, com desvio padrão igual a 2,98. Já a análise dos dados de vazão após estabilização aponta que a vazão média é de 36 m³/h/m. Porém, o desvio padrão da amostra é muito alto (62,39), indicando a alta dispersão dos dados.

A análise do parâmetro vazão após estabilização (m³/h), medida em testes de bombeamentos apresentados na Figura 5.15, mostra que a frequência da vazão de produção dos poços fica no intervalo entre 10 e 20 m³/h e que 68,63% dos poços inventariados apresentam vazão menor que 20 m³/h.

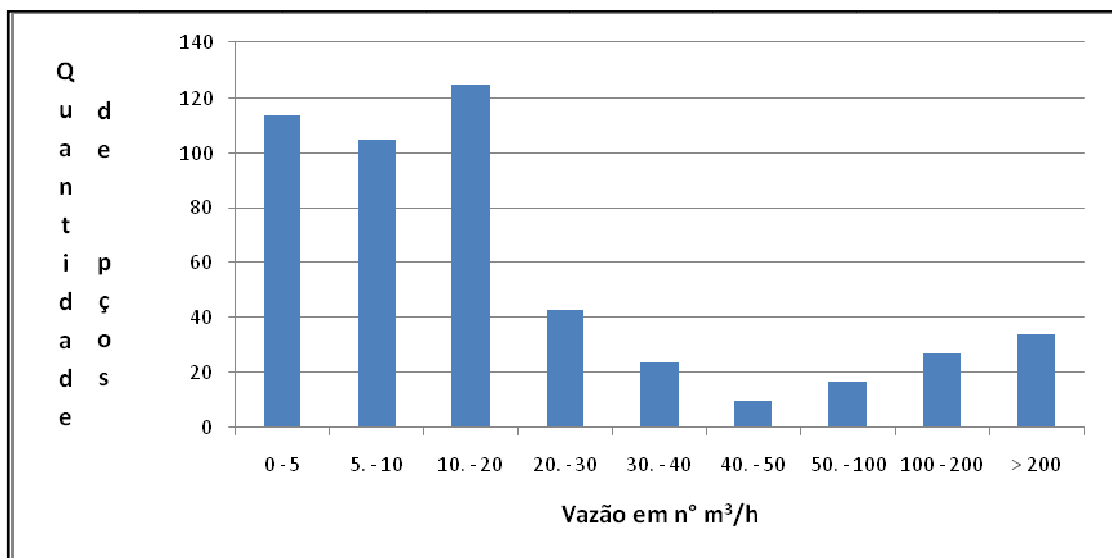


Figura 5.15 Distribuição da vazão estabilizada dos poços inventariados.

Entretanto, é importante considerar o comportamento estatístico dos dados coletados num mesmo sistema aquífero. Assim, no aquífero fissurado, a sub-unidade desenvolvida no domínio das rochas cristalinas, que apresenta um maior número de poços

inventariados, observam-se vazões medidas após estabilização variando entre 0,25 e 396 m³/h, com média de 20,30 m³/h.

Para esse mesmo conjunto de poços, a vazão específica varia entre 0,01 a 167,64 m³/h/m, média de 4,26 m³/h/m. A Figura 5.16 mostra a distribuição da vazão específica no sistema aquífero fissurado em rochas cristalinas. No gráfico observa-se que a grande maioria dos dados apresenta vazão específica menor do que 1 m³/h/m, ou seja predomina poços de baixas vazões. Também ressalta a amplitude acentuada na distribuição dos dados. Entretanto, a dispersão dos dados, além de refletir a heterogeneidade do aquífero, também pode indicar a falta de critérios adequados para a locação das captações, o que gera uma alta margem de poços secos ou de baixa produtividade.

Outro fator importante a considerar no aquífero fissurado no cristalino se refere aos poços existentes na região do Vale do Aço, em Minas Gerais, que possuem alta produtividade. Ao descartar os dados desses poços da análise, a vazão específica média assume o valor de 0,72 m³/h/m. Nesse particular, os poços das cidades de Timóteo e Ipatinga apresentam vazões que ficam acima da média para poços construídos em rochas cristalinas. O que pode justificar o forte incremento de produtividade é a provável contribuição do aquífero granular instalado nas aluviões do rio Piracicaba e, ainda, que tais poços são de propriedade da COPASA/MG, que dispõe de corpo técnico capacitado para construir poços tubulares dentro dos melhores padrões técnicos para aproveitamento racional dos aquíferos.

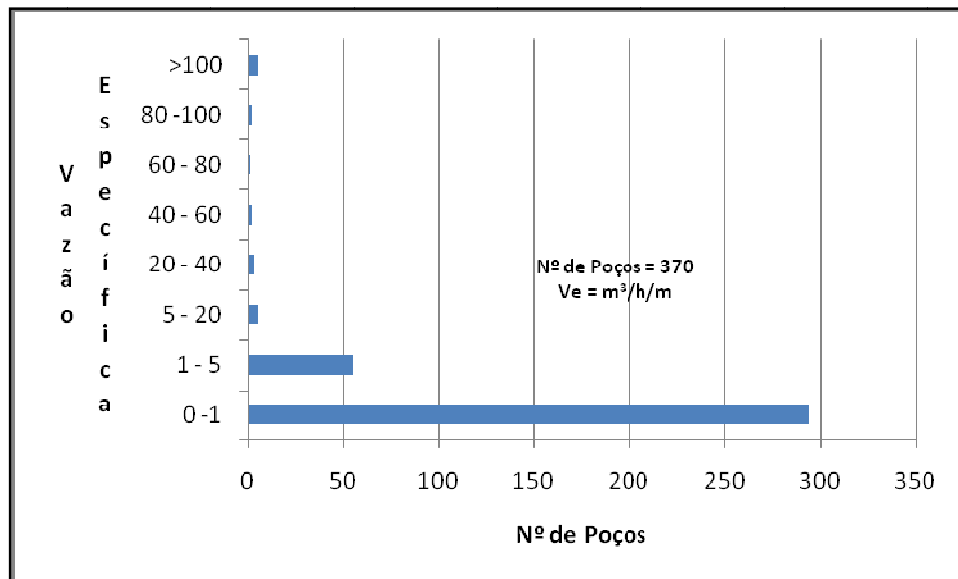


Figura 5.16 Distribuição da vazão específica dos poços inventariados.

Também para o sistema aquífero em rochas fissuradas é importante comentar o potencial das rochas itabiríticas, que segundo Silva et al. (1994), mostram uma espessura saturada que pode atingir 400 metros, como ocorre em muitas áreas de ocorrência dos itabiritos e hematitas da Formação Cauê. Nesses casos, os valores para a transmissividade variam entre 50 e 780 m²/dia, o que ratifica o grande potencial desta unidade aquífera, que ocorre nas unidades de planejamento Piracicaba, Piranga e Itabira.

Ainda, nas proximidades da cidade de Itabira, no Grupo Piracicaba ocorre uma sequência de quartzitos sericíticos, por vezes ferruginosos, com intercalações de filitos que pertencem a Formação Cercadinho, do Supergrupo Minas. Alguns poços perfurados nessa

unidade mostram que esse pacote constitui importante reserva hídrica para a cidade. Tais poços apresentam vazões de 15 a 150 m³/h, com capacidade específica de 0,1 até 2,5 m³/h/m (Sobreiro Neto et al. 1986). Esta citação toma uma grande importância, pois esta unidade pode se constituir numa boa opção para o abastecimento de zonas urbanas.

De forma geral, os dados do sistema aquífero fissurado permitem duas considerações a respeito dos poços:

- os aquíferos em rochas quartzíticas, em rochas xistosas e cristalinas mostram valores de capacidade específica baixa a muito baixa;
- os aquíferos em rochas cristalinas mostram alta produtividade apenas na região do Vale do Aço em Minas Gerais;
- os valores de vazão específica em todo o conjunto apresentam uma grande dispersão de dados.

Tais considerações sugerem baixa produtividade média dos poços. Porém, a grande dispersão de dados pode estar associada à falta de critérios adequados nas fases de locação e de elaboração do projeto construtivo dos poços tubulares.

No sistema aquífero granular, que ocupa cerca de 10% da área total da bacia, os dados levantados mostram que essa unidade apresenta poços de alta produtividade, principalmente no domínio das aluviões e do Grupo Barreiras. Os poços, com informações de vazão específica somam um total de 70. Esse conjunto apresenta 50% das captações com vazão específica maior do que 80 m³/h/m. Já a vazão estabilizada medida em ensaio de bombeamento varia entre 0,37 e 240 m³/h, com uma média de 143 m³/h.

Ao considerar as captações nas aluviões, observa-se que a produtividade dos poços também é alta. Nesse sistema, a vazão varia entre 20 e 240 m³/h e a média é de 170 m³/h. É importante ressaltar, que a grande maioria desses poços está localizada nas aluviões do rio Piracicaba, na região conhecida como Vale do Aço, em Minas Gerais. Já a estatística sobre a produtividade dos poços nos sistema Barreiras fica prejudicada, pois, dos 126 poços inventariados na bacia apenas 12 apresentam dados de ensaio de bombeamento. Nesse conjunto a vazão varia entre 0,37 e 35 m³/h e a vazão específica média é de 16,58 m³/h/m. A Figura 5.17 apresenta a distribuição da vazão específica dos poços localizados no sistema aquífero poroso ou granular.

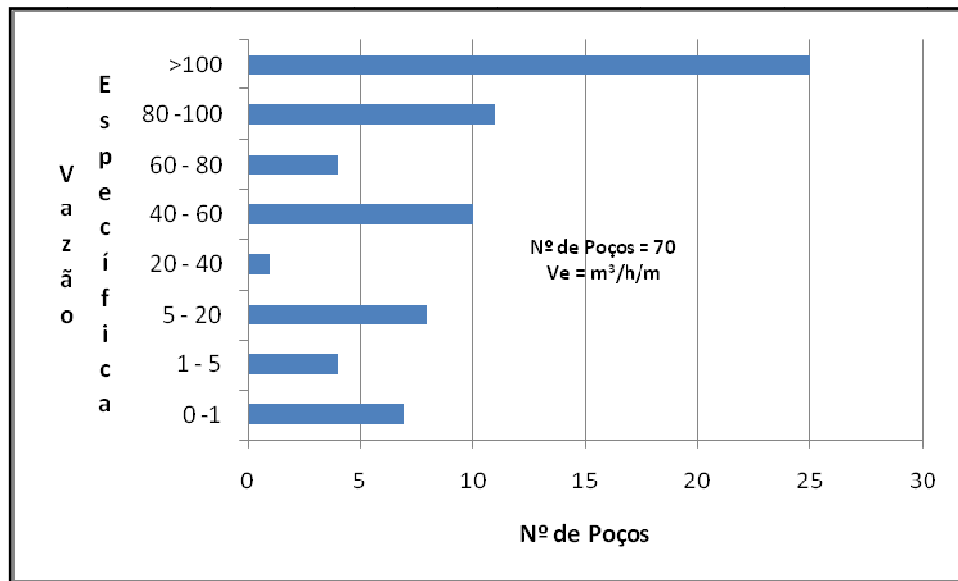


Figura 5.17 Distribuição da vazão específica no aquífero poroso.

A Figura 5.18 mostra a distribuição da vazão específica na bacia do rio Doce com base nos poços tubulares inventariados, nesta representação foram descartados os poços com vazão específica inferior a $0,01 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. Ainda, na elaboração do mapa, para áreas onde ocorre um agrupamento de poços foi utilizado a vazão específica média. No traçado das zonas de igual valor da vazão específica foram utilizados os recursos de geoprocessamento do software Arc Gis.

A representação das zonas de vazões específicas evidencia uma tendência para ocorrência de produtividade mais alta na UPRH Piracicaba, no trecho próximo a cidade de Ipatinga. Essa situação reflete o bom condicionamento hidrogeológico das aluviões do rio Piracicaba. No trecho litorâneo, o traçado das zonas de isovazões fica prejudicado pela escassez de dados. Nesta região destaca-se uma zona de maior produtividade nas proximidades da cidade de Linhares, onde o sistema Barreiras mostra uma maior produtividade. Entretanto, estima-se que em todos os sedimentos que ocorrem na faixa litorânea existem áreas com alto potencial de produtividade.

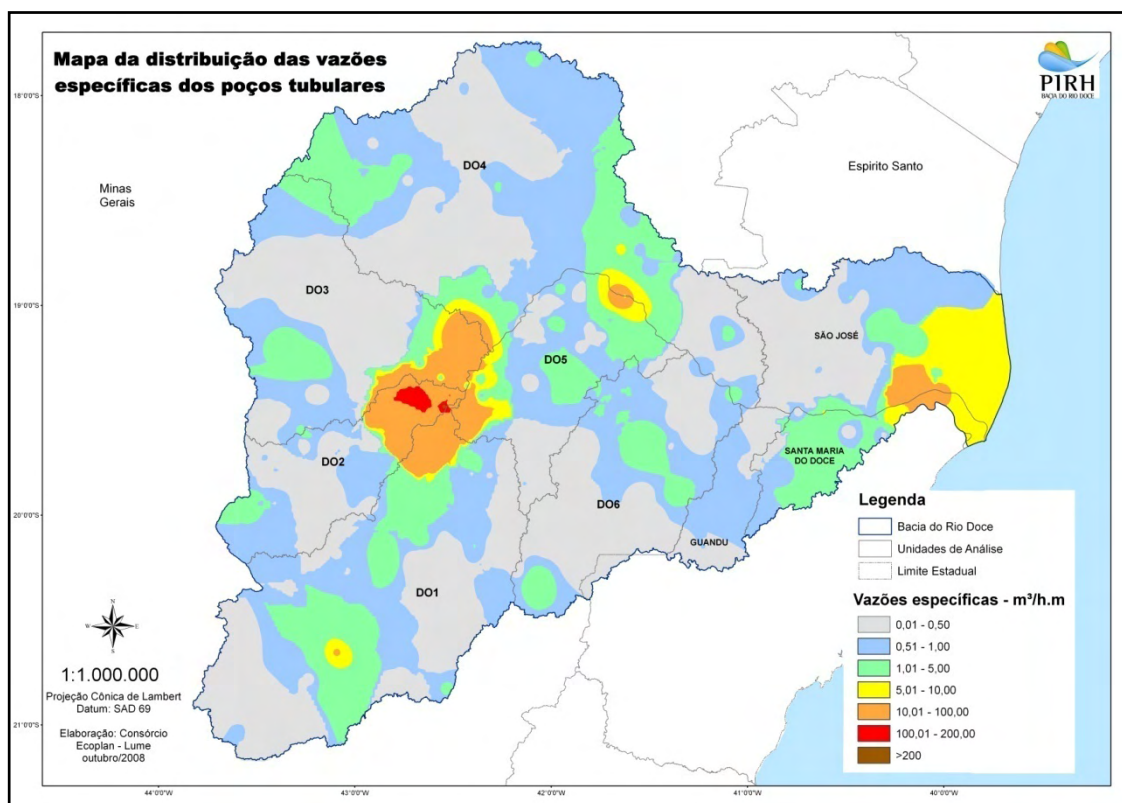


Figura 5.18 Distribuição da vazão específica na bacia do rio Doce com base nos poços tubulares inventariados.

Na região onde predominam os aquíferos fissurados, no geral a produtividade dos poços é muito baixa, a grande maioria das captações apresentam vazão específica menor do que $1 \text{ m}^3/\text{h.m}$. No mapa da distribuição das vazões específica observa-se duas áreas de maior produtividade: a primeira localizada na porção centro-norte da bacia, no limites da Unidade de Planejamento Suaçuí Grande (DO4) e Caratinga (DO5) e a segunda está localizada no município de Timóteo/MG (DO2). Entretanto, a baixa produtividade destes poços deve ser vista com ressalva para não inviabilizar, de forma generalizada, a opção de abastecimento com águas do aquífero fissurado. A análise desta situação fica prejudicada, pois não existem informações indicando os critérios utilizados para dos poços tubulares, fator este que é fundamental para obter sucesso na captação de águas subterrâneas, principalmente no sistema aquífero fissurado.

No que se refere aos parâmetros hidráulicos, transmissividade (T) e coeficiente de armazenamento ou porosidade efetiva, não existem informações nos banco de dados consultados. Com isso, as informações que constam deste item foram obtidas em trabalhos que focam esses mesmos sistemas aquíferos fora dos limites deste Plano Diretor, porém com características hidrogeológicas e climáticas semelhantes àquelas verificadas na bacia do rio Doce. Assim, os valores de “T” para o aquífero Barreiras, calculado no Norte do Estado do Espírito Santo, varia entre $1,6 \times 10^{-4}$ a $2,4 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. Valor muito próximo a este foi encontrado em ensaios de poços na região Norte do Estado do Rio de Janeiro ($2,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$) (Caetano 2008). Esses dados confirmam que esta unidade aquífera apresenta boa favorabilidade para o aproveitamento no abastecimento de água de áreas urbanas em sua região de ocorrência.

Para os aquíferos fissurados é possível aproveitar alguns dados determinados pelo CETEC (1984), que calculou dados de transmissividade para os aquíferos em rochas xistosas, encontrando valores que variam entre $2,21 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ e $2,70 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. No sistema fissurado em rochas cristalinas foi estimada uma transmissividade média de $3,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ e no aquífero fissurado em rochas quartzíticas, a transmissividade fica entre 1×10^{-3} e $3,50 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

5.1.2.2 Reservas reguladoras e recursos exploráveis

A determinação e a estimativa das reservas e recursos hídricos subterrâneos exploráveis são conceitos ainda controversos entre os hidrogeólogos, principalmente quando se associam reservas exploráveis à potencialidade e à disponibilidade, devido a imprecisão das suas definições, sua complexidade e à dificuldade de identificar os diferentes aspectos envolvidos com a situação real (CUSTÓDIO E LLAMAS, 1976). Assim, é importante apresentar alguns conceitos específicos utilizados neste trabalho.

Reservas reguladoras – representam a quantidade de água livre armazenada no aquífero ao longo de um período de recarga natural. Essas reservas são as que mantêm relação com o balanço das águas subterrâneas e que são avaliadas a partir das variações piezométricas ou das curvas de esgotamento do escoamento superficial. Em geral, parte destas reservas reguladoras é que constitui os recursos exploráveis.

Reservas permanentes ou seculares – constituem as águas subterrâneas acumuladas que não variam em função das precipitações. Formam uma parcela que se situa abaixo dos níveis de descarga locais ou regionais e permitem uma exploração mais importante, regularizadas em períodos de vários anos.

Reserva acumulada - é a totalidade da água acumulada e mobilizável em um sistema aquífero. O termo mobilizável se refere à capacidade do sistema de permitir o movimento da água sob a ação de forças gravitacionais, contrapondo-se à parcela de água retida ou à umidade do solo. Desse modo, a quantidade de água acumulada é o produto do volume de rocha saturado pela porosidade eficaz em sistemas livres ou pelo coeficiente de armazenamento, em sistemas sob pressão.

Reserva explorável ou recurso explorável - constituem a quantidade máxima de água que poderia ser explorada de um aquífero, sem impacto ao sistema aquífero. Essas reservas são constituídas pelas reservas reguladoras e parte das reservas permanentes.

Segundo Meinzer (1920), citado por Costa (1997), vazão explorável é *“aquela vazão de extração do aquífero que pode manter-se permanentemente, proporcionando água apta para o consumo humano”*.

Outra definição citada por Costa (1997), é atribuída ao autor americano Conkling (1946), que define vazão segura como *“a vazão média anual extraída artificialmente do aquífero sem que se acarretem resultados indesejáveis”*.

Os prováveis efeitos indesejáveis citados foram listados por Young (1970) e Wisscher (1968), os quais foram apresentados por Custódio e Llamas (1983) e permanecem atuais até hoje, como a que a superexploração de um sistema aquífero pode deflagrar:

- incremento da recarga, em prejuízo aos recursos hídricos superficiais;

- rebaixamento excessivo do nível potenciométrico do aquífero, aumentando o custo de bombeamento;
- facilitação da entrada no sistema, de água de qualidade indesejável;
- ao conflito pelas águas, quando afetado os direitos de outros usuários em decorrência de esgotamento ou redução sensível da descarga de base dos rios ou de poços pré-existentes; e
- a subsidência do terreno com efeitos adversos a obras de infra-estruturas quando existentes.

Numa visão mais simplificada, em vários projetos de planejamento regional, as reservas reguladoras de uma bacia hidrográfica são calculadas nas estações fluviométricas, tendo pouca importância distinguir a origem superficial ou subterrânea das águas.

A questão é mais complexa e envolve uma variedade muito grande de condições hidrogeológicas relacionadas à geometria dos sistemas, níveis piezométricos, características hidráulicas e relações entre as águas superficiais e subterrâneas. Algumas dessas questões estão citadas no Plano Diretor das Bacias do Leste, como:

- em aquíferos profundos e confinados, é comum reservas permanentes consideráveis e inexistir ou ser muito reduzido o retorno aos rios, ou mesmo ocorrer águas subterrâneas com tempo de residência muito longos (dezenas de milhares de anos);
- as condições e variações dos níveis piezométricos entre sistemas aquíferos podem alterar substancialmente as condições de recarga e alimentação entre sistemas;
- em aquíferos submetidos à exploração, as reservas se modificam, assim como sua distribuição, entre reguladoras e seculares;
- a exploração, ao causar rebaixamento, pode diminuir as perdas por evapotranspiração em áreas com níveis d'água mais próximos à superfície;
- a exploração pode ensejar também um aumento da renovação do aquífero em áreas onde os níveis de saturação já não propiciam infiltração (fenômeno de recarga rejeitada); e
- por fim, como as reservas reguladoras anuais mostram em geral grande variação em função de anos secos e úmidos, admite-se que parte das reservas permanentes pode ser explorada em anos críticos, no pressuposto que serão repostas em anos úmidos. Acrescente-se também a grande capacidade de regularização dos mananciais subterrâneos e sua grande dispersão espacial quando comparados às disponibilidades nas calhas fluviais.

No caso específico da bacia do rio Doce, o capítulo 2.3.3 já abordou o tema potencialidade e disponibilidade hídrica subterrânea. Nele, estão relacionando estes conceitos com a análise da capacidade de produção dos poços, que expressa a tendência espacial de distribuição da vazão específica e, conseqüentemente, aponta as áreas de maior produtividade e favorabilidade para a exploração dos recursos hídricos subterrâneos.

A capacidade de armazenamento foi determinada pela análise do fluxo de base nos hidrogramas (Anexo I.O) e possibilitou estimar as reservas reguladoras e os recursos exploráveis.

As reservas reguladoras, estimadas em termos médios de longo período através da separação da componente subterrânea em hidrogramas de estações fluviométricas, são da ordem de $10.200 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$. Este montante correspondente ao somatório dos deflúvios subterrâneos calculados para cada uma das sub-bacias. Esse valor gira em torno de 45 % do escoamento total, da ordem de $23.000 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$. Considerando-se a que as estações fluviométricas estão representando 58.960 km^2 , o deflúvio subterrâneo específico médio é da ordem de $5,51 \text{ L/s.km}^2$. Entretanto, ao regionalizar esses volumes as reservas reguladoras totais para a bacia do rio Doce assumem o valor de $16.100 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, que corresponde a um deflúvio subterrâneo de $5,88 \text{ L/s.km}^2$.

Ao se tomar como recursos exploráveis o volume correspondente a 30% das reservas reguladoras ($16.100 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$), fica assegurada a manutenção de um fluxo de base de 70 % da vazão reguladora. Portanto, os cálculos das vazões exploráveis são:

a) Cálculo conservador, com base na capacidade de armazenamento V_0 :

$$84.700 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano} \times 0,30 = 25.400 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{ano}$$

b) Cálculo estimativo, com base nas reservas reguladoras:

$$16.000 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano} \times 0,30 = 48.200 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{ano}$$

O cálculo da vazão explorável fica mais próximo do real quando as áreas consideradas nos cálculos são menores. Assim, no Quadro 5.4 são apresentados os valores estimados dos recursos exploráveis, com base nas reservas reguladoras no âmbito de cada uma das unidades de análise da bacia do rio Doce.

Outra metodologia que pode ser aplicada para estimar as reservas exploráveis é fundamentada em critérios geológicos e nas características físicas do aquífero. É importante ressaltar, que este método foi aplicado apenas no sistema aquífero granular tendo em vista a sua maior homogeneidade.

Os dados levantados, no banco de dados do SIAGAS/CPRM, apontam que a espessura saturada média do aquífero granular assume as seguintes espessuras, por unidade geológica: no Grupo Barreiras é da ordem de 50 metros, nos sedimentos marinhos é 30 metros e nas aluviões é 10 metros. Uma exceção é registrada para as aluviões do rio Piracicaba, que mostram uma espessura média saturada de 30 metros.

A porosidade eficaz desses sedimentos varia entre 10% e 15% e, valores estimados, considerando as características granulométricas predominantes e a compactação dessas formações sedimentares. Com essas considerações, partiu-se para o cálculo das reservas exploráveis, que estão apresentadas no Quadro 5.5.

Finalmente, é importante observar que os valores calculados para os recursos hídricos subterrâneos exploráveis, tomando por base as reservas reguladoras ou a geometrização da camada aquífera, encontram uma boa consistência tendo em vista que a recarga natural aparenta ser suficiente e ocorre em boas quantidades. Os dados de pluviometria, representativos do período 1961 a 1990 (COPASA 2008), mostram que a região apresenta precipitações concentradas nos meses de outubro a março, quando os volumes de chuva variam entre 800 a 1.300mm. O período seco ou de recessão vai de abril a setembro, quando a pluviometria varia entre 150 a 250mm.

Ainda, numa decomposição dos dados de pluviometria, observa-se que a distribuição espacial da precipitação média anual varia de 1500mm, nas nascentes

localizadas nas Serras da Mantiqueira e do Espinhaço, a 1.000mm, na região da cidade de Aimorés/MG, voltando a crescer ao se aproximar da faixa litorânea. Isso deixa evidente que os índices pluviométricos mostram que a região tem precipitações capazes de alimentar os sistemas aquíferos regionais.

Quadro 5.4 Reservas exploráveis por unidade de análise.

UPGRH/UA	Aquífero	Área (km ²)	Reserva Reguladora Total (m ³ /ano)	Reservas Reguladoras (m ³ /ano)	Recursos Explotáveis (m ³ /ano)
Piranga	Granular	703,01	3,01 x 10 ⁹	122 x 10 ⁶	36,5 x 10 ⁶
	Fissurado	16.868,00		2.890 x 10 ⁶	866 x 10 ⁶
Piracicaba	Granular	228,00	1,16 x 10 ⁹	46,6 x 10 ⁶	14 x 10 ⁶
	Fissurado	5.454,00		1.120 x 10 ⁶	335 x 10 ⁶
Santo Antônio	Granular	155,00	2,19 x 10 ⁹	31,1 x 10 ⁶	9,33 x 10 ⁶
	Fissurado	10.602,00		2.160 x 10 ⁶	647 x 10 ⁶
Suaçuí	Granular	1.077,00	1,52 x 10 ⁹	76 x 10 ⁶	22,8 x 10 ⁶
	Fissurado	20.478,00		1.440 x 10 ⁶	433 x 10 ⁶
Caratinga	Granular	934,50	5,60 x 10 ⁹	35,3 x 10 ⁶	10,8 x 10 ⁶
	Fissurado	5.743,50		525 x 10 ⁶	157 x 10 ⁶
Manhuaçu	Granular	339,50	1,03 x 10 ⁹	41,4 x 10 ⁶	12,4 x 10 ⁶
	Fissurado	8.849,50		993 x 10 ⁶	298 x 10 ⁶
Guandu	Granular	98,00	2,93 x 10 ⁸	11,7 x 10 ⁶	3,51 x 10 ⁶
	Fissurado	2.374,03		281 x 10 ⁶	84,3 x 10 ⁶
SM do Doce	Granular	673,85	3,77 x 10 ⁹	791 x 10 ⁶	237 x 10 ⁶
	Fissurado	2.389,65		2.970 x 10 ⁶	892 x 10 ⁶
São José	Granular	4.286,92	2,52 x 10 ⁹	1110 x 10 ⁶	333 x 10 ⁶
	Fissurado	5.456,18		1410 x 10 ⁶	423 x 10 ⁶

5.1.2.3 Modelo hidrogeológico regional

Mesmo considerando a dificuldade de se montar um modelo hidrogeológico que represente a bacia como um todo, optou-se por definir um modelo regional, que represente as características litoestruturais e a interação entre os sistemas aquíferos, com base nos dados geológicos, hidrogeológicos e geomorfológicos.

Com essas considerações, o perfil hidrogeológico regional, Figura 5.19, aponta cinco zonas que apresentam comportamentos diferenciados, no que se refere ao desenvolvimento dos sistemas aquíferos:

Quadro 5.5 Reservas exploráveis estimada para os aquíferos granulares.

Aquíferos	Área Saturada (m ²)	Espessura Saturada Média (m)	Porosidade Eficaz - Estimada (%)	Reserva Permanente	Reserva Explotável (m ³ /ano)	
Grupo Barreiras	2409,09	50	15%	1,26 x 10 ⁴	2,53 x 10 ³	
Sedimentos Marinhas	1150,67	35	12%	3,38 x 10 ³	6,77 x 10 ²	
A L U V I Õ E S	DO1	708,03	10	10%	4,96 x 10 ²	7,43 x 10 ¹
	DO2	153,40	30	12%	3,87 x 10 ²	5,80 x 10 ¹
	DO3	708,03	10	10%	4,96 x 10 ²	7,43 x 10 ¹
	DO4	877,74	10	10%	6,14 x 10 ²	9,22 x 10 ¹
	DO5	419,75	10	10%	2,94 x 10 ²	4,41 x 10 ¹
	DO6	307,45	10	10%	2,15 x 10 ²	3,23 x 10 ¹
Guandu	41,70	10	10%	2,92 x 10 ¹	4,38	

Aquíferos	Área Saturada (m ²)	Espessura Saturada Média (m)	Porosidade Eficaz - Estimada (%)	Reserva Permanente	Reserva Explotável (m ³ /ano)
Sta M. Doce	297,40	10	10%	2,08 x 10 ²	3,12 x 10 ¹
São José	643,92	10	10%	4,51 x 10 ²	6,76 x 10 ¹

- Na porção ocidental da bacia, limitada por uma faixa estreita, alongada na direção norte sul, aparece uma zona com relevo acidentado, constituída de serras de vertentes íngremes e vales encaixados, com cotas entre 1.000 e 1.800 m. Corresponde às regiões conhecidas como Serra do Espinhaço e Quadrilátero Ferrífero que representam os divisores de água da bacia do rio Doce com os rios São Francisco e Jequitinhonha. Entre seus picos e relevos ruiformes é comum encontrar áreas aplainadas, que apresentam coberturas detríticas com alto índice de infiltração. Essa zona, na quase totalidade, é domínio de aquíferos fissurados em quartzitos e xistos, mas, localmente, encontram-se pequenas manchas de aquíferos aluviais.

- A segunda zona definida no modelo hidrogeológico, que apresenta a maior expressão em área na bacia, ocupa cerca de 70% da área total. Nesta zona ocorrem formas de relevo do tipo colinas arredondadas, cristas, pontões e vales encaixados, sobre rochas cristalinas. Na porção onde predomina o relevo de colinas, a drenagem é bastante densa e de padrão predominantemente dendrítico. Os vales são encaixados e o desenvolvimento de planícies fluviais é restrito. Na medida em que se avança para leste, observa-se uma zona onde predominam os denominados pontões, sendo notável a influência da tectônica no controle da drenagem;

- Na área central da bacia ocorre uma zona rebaixada e desenvolvida ao longo do rio Doce e seus afluentes. Apresenta-se aplainada, com altitudes variando de 250 a 500m, configurando-se como a depressão do rio Doce. Sua constituição litológica é composta de biotita xistos, migmatitos, granitos e anfibolitos onde, sob influência das oscilações climáticas, desenvolvem-se espessos mantos de intemperismo, permitindo o desenvolvimento de solos profundos em vários locais.

- Uma quarta zona corresponde à área de transição entre as formações litorâneas e as colinas/pontões e se distribui na faixa oriental da bacia. Apresenta topografia plana, conformando chapadões com cotas em torno de 100 m, caracterizados morfologicamente como tabuleiros costeiros ou vales amplos, com desenvolvimento de vastas planícies fluviais. Essa zona se prolonga para leste, muitas vezes até a linha litorânea. Em seu domínio aparece o sistema aquífero Barreiras e, localmente, alguns depósitos fluviais como pode ser observado nas proximidades de Linhares.

- A última zona, identificada no perfil hidrogeológico, tem sua ocorrência na faixa litorânea. É constituída por planícies fluviais, terraços de origem marinha e flúvio-marinha, englobando os sedimentos aluviais e marinhos, depositados ao longo do rio Doce até a sua foz,. São particularmente extensas na faixa costeira que aparecendo a partir do Município de Linhares/ES até o delta do rio Doce.

Nesses ambientes os sistemas aquíferos apresentam um comportamento hidrogeológico que guarda características básicas, como:

- os aquíferos porosos são formados por tipos litológicos sedimentares de idade cenozóicas, associados ao Grupo Barreiras, sedimentos marinhos, flúvio-marinhos, coberturas detríticas, aluviões e ao manto de intemperismo. Essa unidade apresenta uma

permeabilidade variável, que depende da relação argila/areia de seus sedimentos. O aquífero compõe um sistema com características de aquífero livre ou semi-confinado e, no geral, apresenta uma boa favorabilidade ao aproveitamento das águas subterrâneas;

- a alimentação dos sistemas aquíferos porosos processa-se por infiltração direta das águas meteóricas que se precipitam nas áreas de recarga. As áreas de recarga estão localizadas em superfícies geomorfológicas mais altas, distribuídas pelos interflúvios e divisores de água da bacia, no domínio do manto de alteração das rochas cristalinas, nas superfícies tabulares, desenvolvidas sobre os sedimentos do Grupo Barreiras e nas aluviões. Além da infiltração direta das águas de chuva pode ocorrer recarga através da infiltração das águas superficiais ao longo dos cursos d'água, em contato com esse sistema aquífero. Já para os sedimentos flúvio-marinho há duas fontes de alimentação: as águas pluviais que escoam pelas drenagens que cortam a planície e a infiltração direta vertical das águas do sistema aquífero Barreiras.

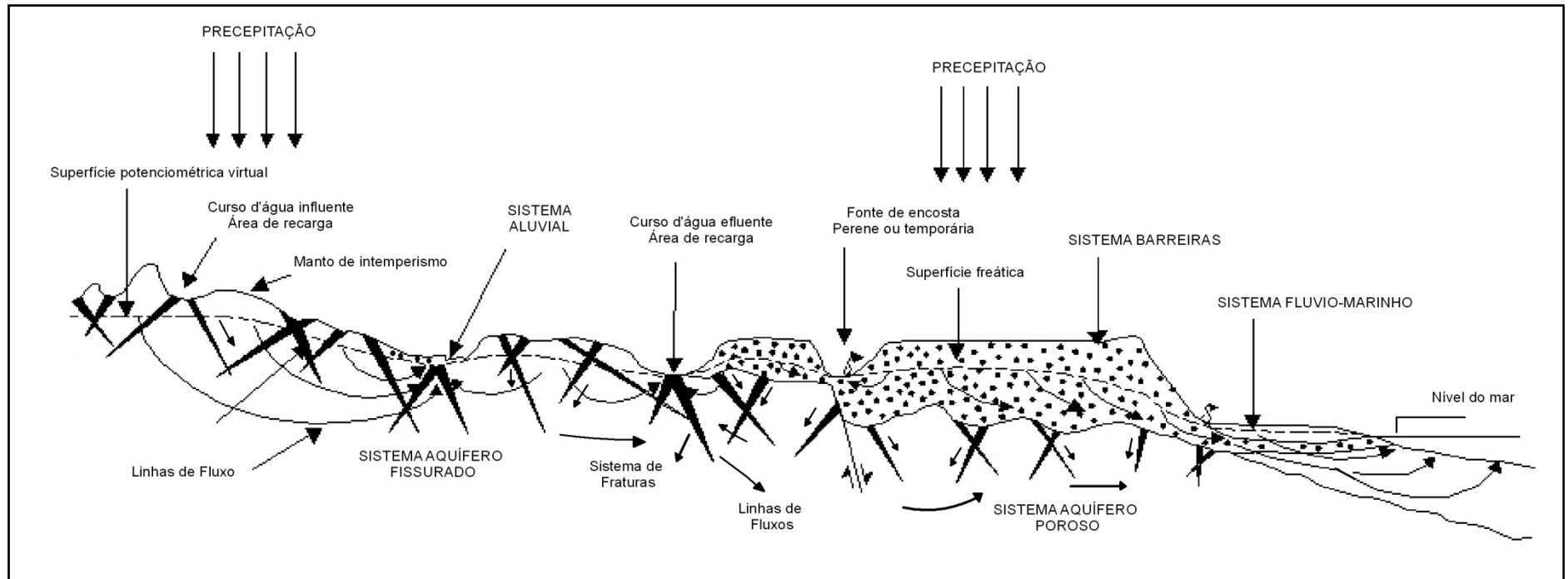


Figura 5.19 Perfil hidrogeológico regional.

- o fluxo das águas subterrâneas, na zona não saturada do aquífero porosos, são verticais descendentes e tendem a se horizontalizar, na medida em que penetram a zona saturada. No contato de uma camada saturada com um nível impermeável é comum o desenvolvimento de um lençol freático suspenso;

- nas aluviões, a direção do fluxo subterrâneo pode sofrer alterações em função do perfil litológico dos sedimentos e do regime pluviométrico. Durante as cheias, o rio tende a alimentar a aluvião (rio influente), direcionando o fluxo sub-paralelamente às suas margens. Durante as secas, quando o aquífero alimenta o rio (rio efluente), o fluxo tende a ser mais perpendicular ao leito do rio;

- no caso do manto de alteração das rochas cristalinas as águas infiltradas contribuem para recarga do sistema fraturado abaixo, por filtração vertical e outra parte aflora nas encostas, devido às componentes horizontais de fluxo para as áreas de menor carga hidráulica. Os divisores de águas superficiais são coincidentes, no geral, com os limites físicos da bacia hidrogeológica;

- as coberturas detríticas do cenozóico tem pequena representação na bacia, ocorrendo nas unidades de planejamento rio Piracicaba, porção Norte da Suacuí Grande e, mais significativamente, no Município de Linhares. Essas coberturas constituem também áreas de recarga dos aquíferos freáticos superficiais que, embora tenham baixo potencial hidrogeológico, contribuem em parte para a regularização do escoamento superficial e alimentação dos aquíferos fissurados;

- as áreas de descarga no aquífero poroso ocorrem por meio de inúmeras fontes nas encostas do relevo, posicionadas no contato do aquífero porosos com o embasamento rochosos e, eventualmente, no contato de níveis mais permeáveis com níveis argilosos que aparecem intercalados nos sedimentos do Grupo Barreiras, ou mesmo, no manto de alteração das rochas granito-gnáissicas. Outra forma de descarga é por meio dos principais cursos d'água. A descarga artificial ocorre de modo difuso, por meio de poços do tipo manual (cisterna ou cacimba) ou tubulares, que estão distribuídos em toda a bacia do rio Doce;

- os aquíferos profundos são desenvolvidos ao longo das discontinuidades estruturais e a circulação das águas subterrâneas é feita através das discontinuidades geradas nos eventos tectônicos. Essa característica torna esse meio hidrogeológico fortemente anisotrópico, heterogêneo e descontínuo; e

- na zona saturada em meio fraturado, ocorrem fluxos locais de pequeno percurso devido às condições de forte declividade do relevo. Os fluxos mais profundos e de percurso mais longo assumem uma componente de fluxo vertical descendente até o nível de base regional. As superfícies potenciométricas também tendem a acompanhar a forma da topografia do terreno.

5.1.2.4 Uso atual das águas subterrâneas

O aproveitamento das águas subterrâneas na bacia do rio Doce é feito com fins múltiplos, servindo para o abastecimento uni-familiar, abastecimento público de pequenas a grandes cidades, indústria, irrigação e a mineração. O sistema de captação é variado e adaptado ao tipo de uso, sendo utilizados poços tubulares profundos, poços semi-artesianos, poços manuais (cisterna/cacimbas), e, nas nascentes, são utilizados pequenos barramentos ou caixas coletoras.

As captações de nascentes ou surgências naturais são utilizadas, via de regra, na zona rural servindo a uma família ou a um pequeno grupo de moradores de uma região. Em geral, as captações são simples: uma pequena barragem do fluxo em um talvegue ou por meio de uma pequena caixa coletora construída no(s) local(is) da(s) surgência(s). Esse último tipo de captação ocorre com maior frequência no contato da rocha sã com o manto de alteração das rochas ou com coberturas detríticas coluviais ou eluviais. Também, pode-se observar esse modelo de captação no sistema granular Barreiras. Nesse caso, geralmente estão localizadas na base ou meia encosta das superfícies tabulares, onde ocorre o deságue natural das águas que percolam pelas camadas permeáveis suspensas, até o contato com um substrato impermeável.

As captações por meio de poços manuais escavados (cisternas), a exemplo das captações em surgências, são largamente utilizadas na zona rural ou mesmo pela população da periferia de cidades, onde os sistemas públicos de abastecimentos não cobrem. A população faz a opção por este tipo de captação devido ao baixo custo de implantação, ausência de tarifação e pela *aparente* boa qualidade da água.

Na bacia do rio Doce, os poços escavados são encontrados em toda a região, tendo como fator limitante à sua construção a profundidade do lençol freático. Esses poços quando perfurados com diâmetro maior recebem a denominação de poço amazonas. Uma derivação desse tipo de captação, que vem sendo observada em quase todo o Brasil, e com mais frequência em áreas litorâneas, são os poços tubulares rasos, popularmente conhecidos como poços “semi-artesianos”. Tais poços são perfurados em terrenos facilmente desagregáveis, com uso de equipamentos de pequeno porte, do tipo trados (manuais ou mecanizados), ou pequenas sondas que usam jatos de água como elemento perfurador. O diâmetro de perfuração varia entre duas e quatro polegadas e a profundidade raramente ultrapassa os 40 metros.

Outro tipo de captação de águas subterrânea são os poços tubulares profundos. São captações que exigem tecnologia e equipamentos apropriados para construção e são utilizados para abastecimentos que exigem maiores volumes de água. A construção de poços tubulares deve passar necessariamente pelas seguintes fases: projeto, locação, perfuração, desenvolvimento, teste de produção, instalação do equipamento de bombeamento segundo projeto técnico e construção da proteção sanitária do poço. Entretanto, nem sempre se observa a utilização desses procedimentos, o que traz, como consequência, prejuízo financeiros enormes, com um elevado percentual de poços de baixa vazão ou mesmo secos.

Dos 936 poços utilizados neste trabalho, apenas 216 possuem informações sobre o tipo de uso. Esta informação indica que 65 poços tubulares se prestam ao abastecimento doméstico, 46 estão localizados em empreendimentos industriais, enquanto no abastecimento urbano estão registradas 30 captações. A Figura 5.20 mostra um gráfico com a distribuição percentual das captações por tipo de uso.

Complementando as informações sobre o uso águas subterrâneas, dados levantados junto a Companhia de Saneamento de Minas Gerais – Copasa/MG, apontam que a Empresa atende a 32 distritos e a 20 sedes municipais na bacia hidrográfica. Para isso, a Copasa tem um volume outorgado de água de 3.260 L/s junto ao Copasa/MG. O Município com o maior número de poços tubulares usados para o abastecimento é Ipatinga, que conta com 27 poços outorgados, que captam 1.263,84 L/s. Não há dados disponíveis para os Municípios do Estado do Espírito Santo.

As captações de água subterrânea que constam no banco de dados do Copasa/MG são divididas da seguinte forma: 417 são feitas por meio de poços tubulares; 688 por meio de poços manuais; e 275, em nascentes. O Quadro 5.6 apresenta os volumes outorgados, bem como o tipo de uso.

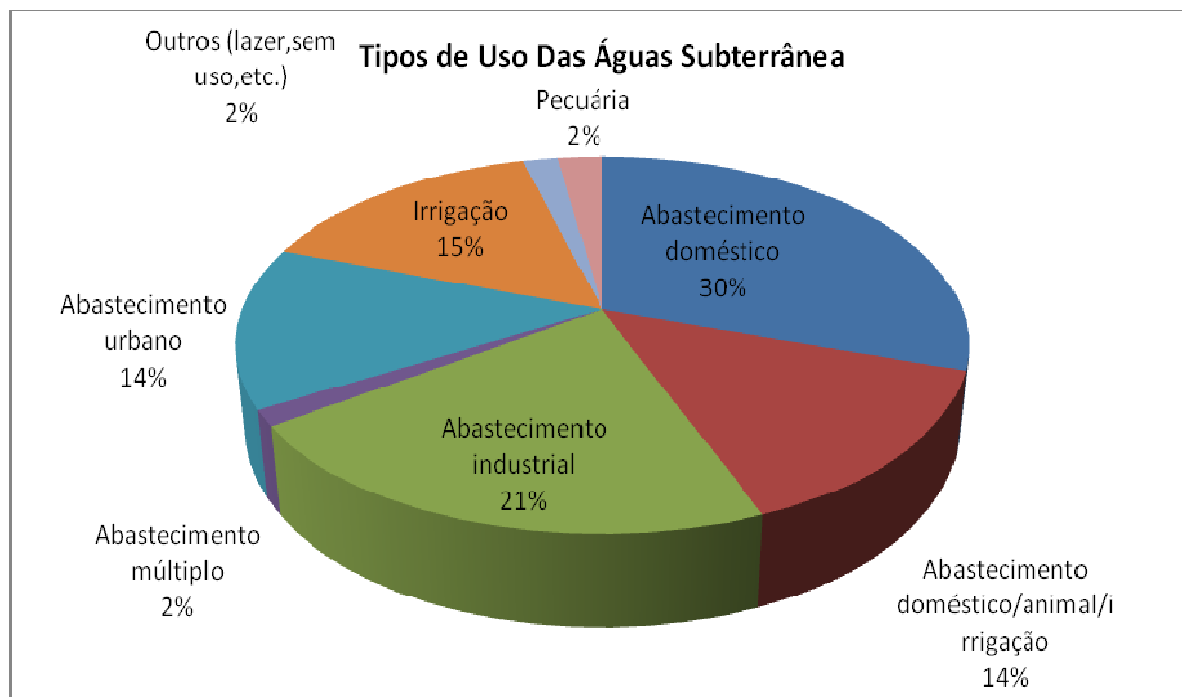


Figura 5.20 Distribuição percentual das captações de águas subterrânea por tipo de uso.

Quadro 5.6 Dados sobre uso de água subterrânea em Minas Gerais.

Locais	Humano (L/s)	Agrícola (L/s)	Industrial (L/s)	Animais (L/s)	Lavagem de Veículos (L/s)	Total (L/s)
Poços Tubulares	1221,59	101,82	1183,13	447,06	167,41	3121,01
Surgências	260,66	10,33	13,64	12,38	5,90	302,91
Poços Manuais	107,36		37,18	25,60	81,64	251,78
Total	1589,61	112,15	1233,95	485,04	254,95	3675,70

5.2 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

5.2.1 Índice de Qualidade de Água (IQA)

A distribuição das faixas do IQA por estação de amostragem, de julho de 1997 a janeiro de 2008 na parte mineira da bacia, e de 2006 a 2007 no Espírito Santo, é apresentada na Figura 5.21.

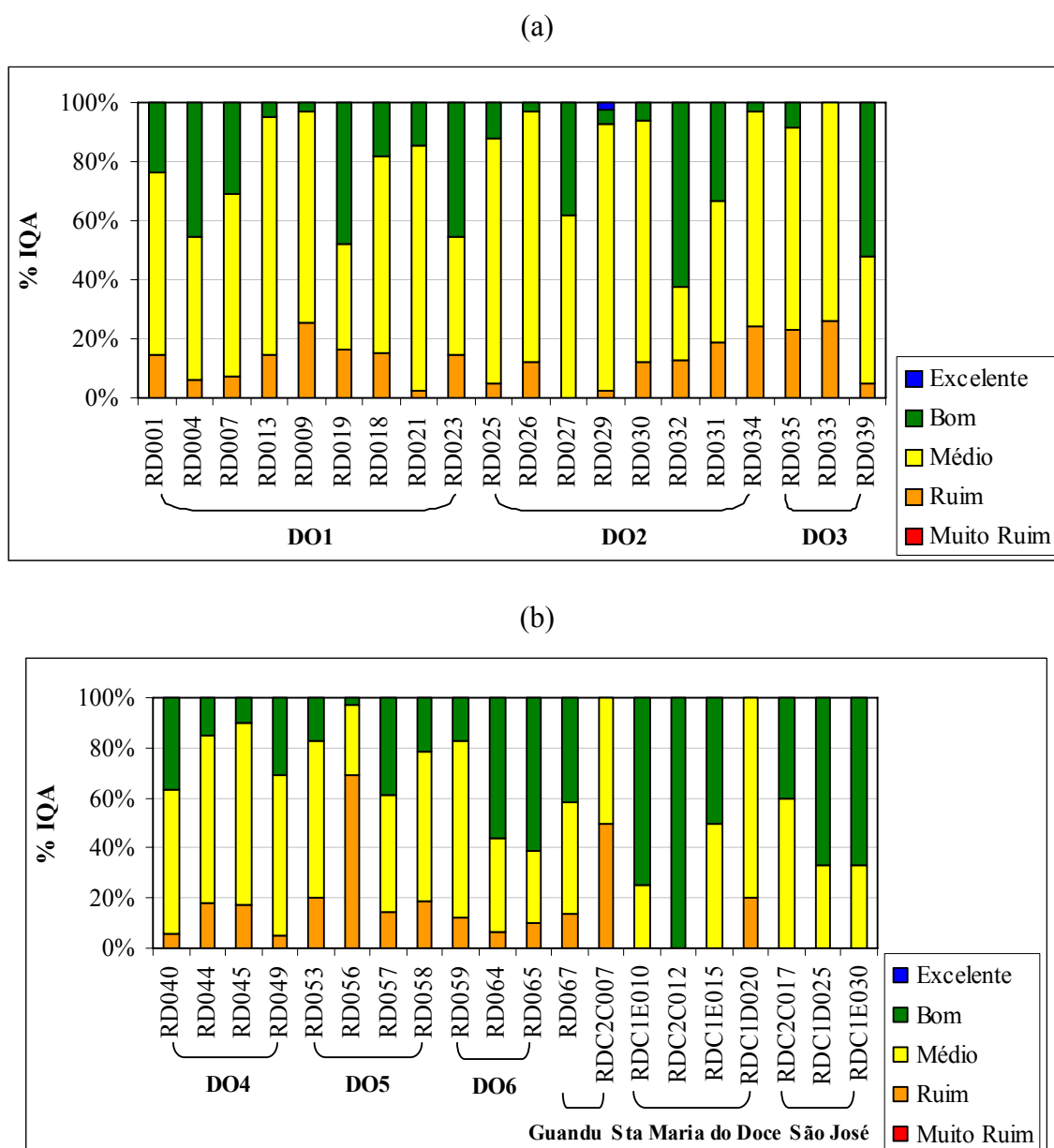


Figura 5.21 Distribuição das faixas do IQA por estação de amostragem de 1997 a 2008 em MG (a) e de 2006 a 2007 no ES (b).

Observou-se IQA Excelente (2%) apenas no rio Piracicaba a jusante de Nova Era (RD029) e nenhum valor na faixa Muito Ruim. Na maioria das estações da parte mineira predominou o nível Médio, exceto naquelas localizadas no rio Doce no alto curso (RD019 e RD023) e nos rios Piracicaba (RD032), Santo Antônio (RD039) e Manhuaçu (RD064 e

RD065) com prevalência do IQA Bom. No segmento capixaba, as águas do rio Doce mostraram-se essencialmente com enquadramento Bom, destacando-se o rio Pancas (RDC2C012) com 100% dos resultados nessa faixa. Em piores condições sobressaíram-se o rio Caratinga a jusante de Caratinga (RD056) e o rio Guandu em Baixo Guandu (RDC2C007), respectivamente, com 69% e 50 % dos valores do IQA na faixa Ruim.

Distribuição similar integrando os dados por unidade de análise, para os períodos de chuva e estiagem, é apresentada na Figura 5.22 e Figura 5.23, respectivamente. É nítida a situação mais crítica identificada nas chuvas em todas as UPGRHs e na unidade de análise do rio Guandu, quando ocorreram os maiores percentuais do IQA Ruim.

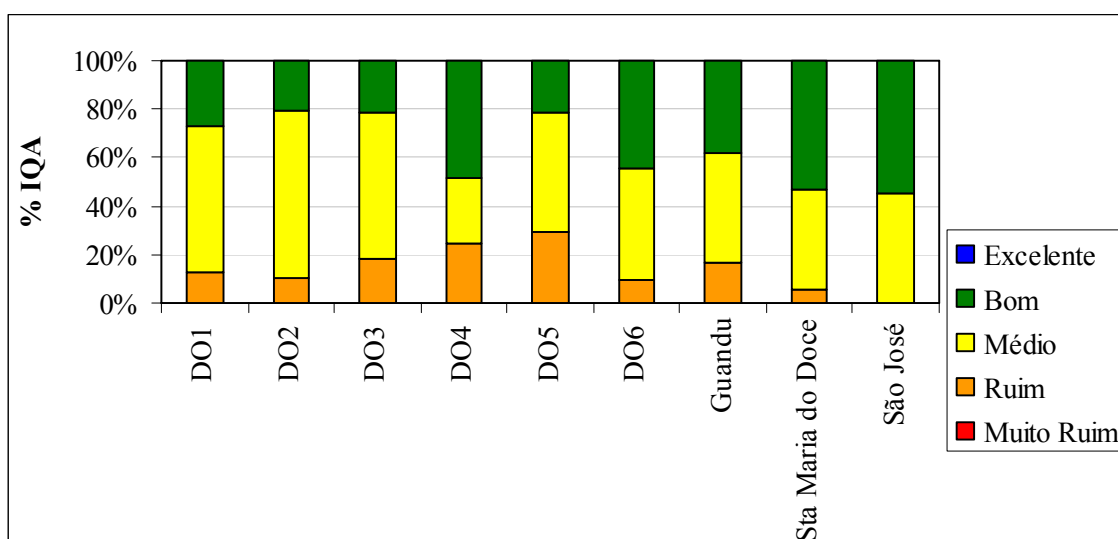


Figura 5.22 Distribuição das faixas do IQA por UPGRH / MG (1997 a 2008) e unidade de análise / ES (2006 a 2007) no período de chuvas.

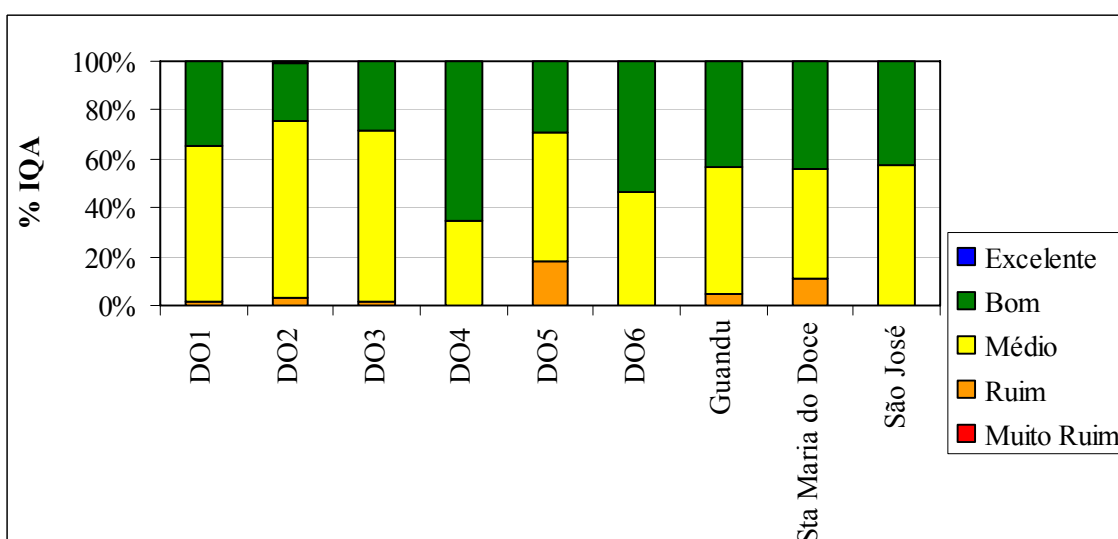


Figura 5.23 Distribuição das faixas do IQA por UPGRH / MG (1997 a 2008) e unidade de análise / ES (2006 a 2007) no período de estiagem.

Ao contrário, foi registrada a pior condição na estiagem na unidade do Santa Maria do Doce quando foi detectado o maior percentual do IQA Ruim, e na unidade do São José onde predominou IQA Médio. Vale mencionar que a série de dados da parte capixaba é

bastante reduzida comparativamente ao trecho mineiro, com prevalência de campanhas na estiagem, fato que pode ter influenciado no cômputo da distribuição dos resultados. Na unidade do Guandu foram incluídos os dados da estação RD067, relativos a 42 campanhas, fortalecendo a série de informações analisadas.

Os parâmetros que contribuíram para a redução dos valores de IQA na época chuvosa foram principalmente a turbidez e sólidos totais, e com menor representatividade o fósforo total e coliformes termotolerantes. Essa situação é resultado da interferência das fontes difusas, urbanas e rurais, agravada pela deficiência de sistemas de saneamento básico, manejo inadequado do solo e degradação da vegetação natural. Nas unidades dos rios Santo Antônio (DO3), Suaçuí-Grande (DO4) e Caratinga (DO5), sobretudo, a piora foi mais expressiva.

A análise da evolução da qualidade das águas no percurso do rio Doce, com base no IQA, indicou um leve acréscimo no percentual da faixa Ruim do alto curso (DO1) para o segmento superior do baixo curso (unidade do rio Guandu), respectivamente, de 13% para 17%, contudo houve aumento no nível Bom, de 26% para 38%.

Cabe salientar, que no período de estiagem não foi detectado IQA Ruim nas UPGRHs DO4 e DO6 e na unidade do rio São José, e os percentuais dessa faixa foram inexpressivos nas UPGRHs DO1, DO2 e DO3 e na unidade do rio Guandu. Entretanto, na unidade do rio Caratinga manteve-se na estiagem a condição de maior fragilidade da bacia do rio Doce, semelhantemente à observada na época chuvosa.

Nos Anexos I.P e I.Q são apresentados: A Variação Temporal dos Parâmetros de Qualidade da Água e Mapas de Análise da Qualidade da Água, respectivamente.

5.2.2 Contaminação por Tóxicos (CT)

Com relação à distribuição das faixas de CT, conforme indicado na Figura 5.24, apenas no rio Piracicaba a jusante do Coronel Fabriciano (RD034) não foi registrada CT Alta, ressaltando-se que percentuais acima de 10% foram registrados nos rios do Carmo (RD009), Casca (RD018), Piracicaba (RD029), Doce (RD053) e Caratinga (RD056).

De uma maneira geral, os metais cobre e chumbo foram os principais responsáveis pela incidência de CT Alta. A presença desses metais pode ser associada às atividades agrícolas, em vista do uso de agroquímicos, e aos efluentes industriais. Além desses parâmetros, destacaram-se os teores de arsênio no rio do Carmo (RD009), associados à mineração, e de nitrogênio amoniacal total no rio Caratinga (RD056) refletindo o lançamento de esgotos sanitários brutos nas águas.

A integração dos dados de CT por UPGRH, associada à sazonalidade, indica a pior condição no período de chuvas (Figura 5.25) comparativamente à época de estiagem (Figura 5.26) sobressaindo-se a bacia do rio Caratinga (D05). Na bacia do rio Manhuaçu e no rio Doce em Baixo Guandu (RD067), não ocorreu CT Alta na estiagem, refletindo boa capacidade de dispersão e assimilação de tóxicos pelas águas do rio Doce.

Deve-se considerar que esses componentes tóxicos podem estar depositados nos sedimentos das calhas dos rios da bacia, ficando temporariamente imobilizados. Contudo, representam fonte potencial de contaminação uma vez que a qualquer momento, devido a mecanismos físicos e químicos comuns ao meio hídrico, são capazes de se transferir para a coluna de água.

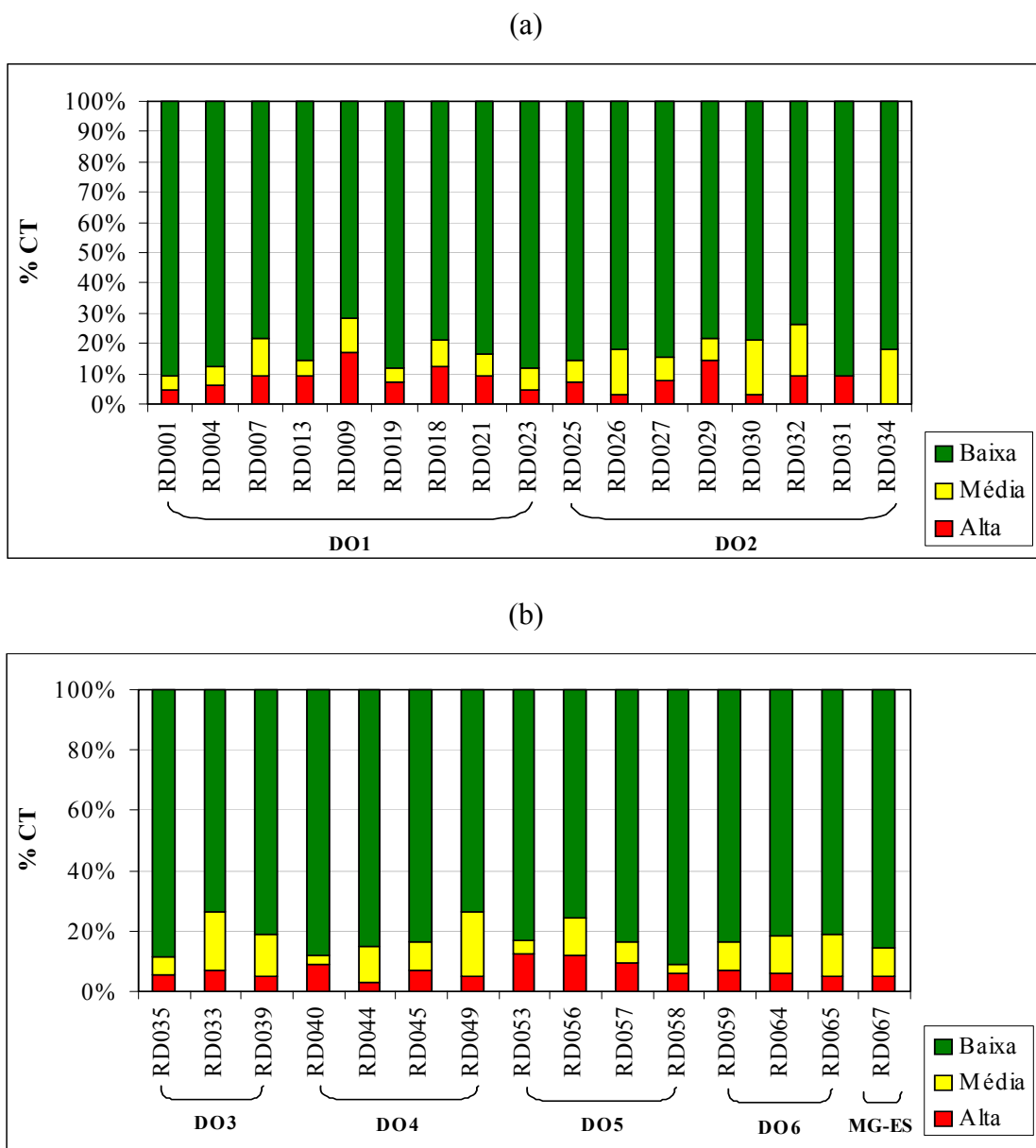


Figura 5.24 Distribuição das faixas de Contaminação por Tóxicos por estação de amostragem na parte mineira (a e b) e na divisa de MG e ES (b) de 1997 a 2008.

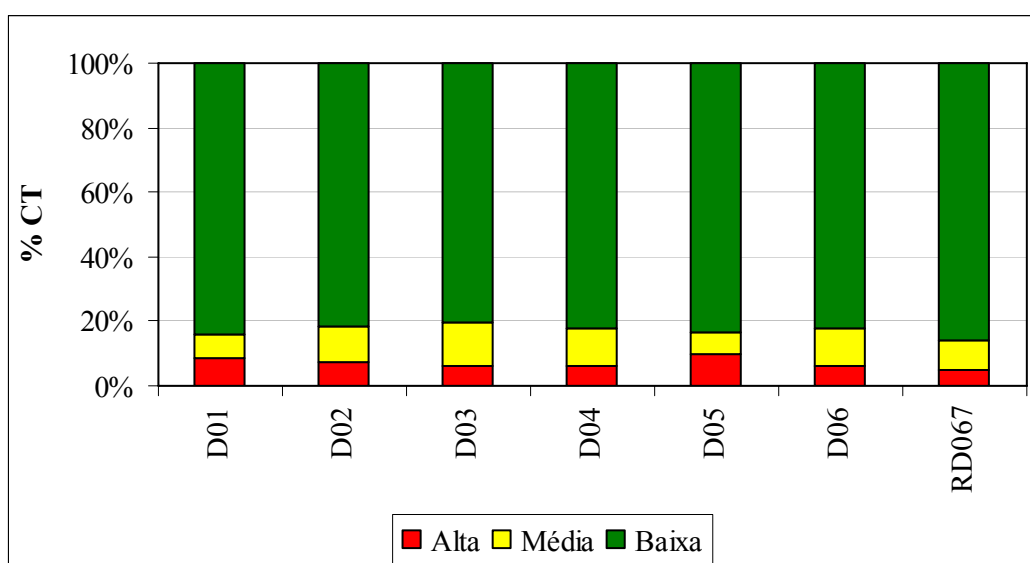


Figura 5.25 Distribuição das faixas de Contaminação por Tóxicos por UPGRH e na divisa de MG e ES de 1997 a 2008 no período de chuvas.

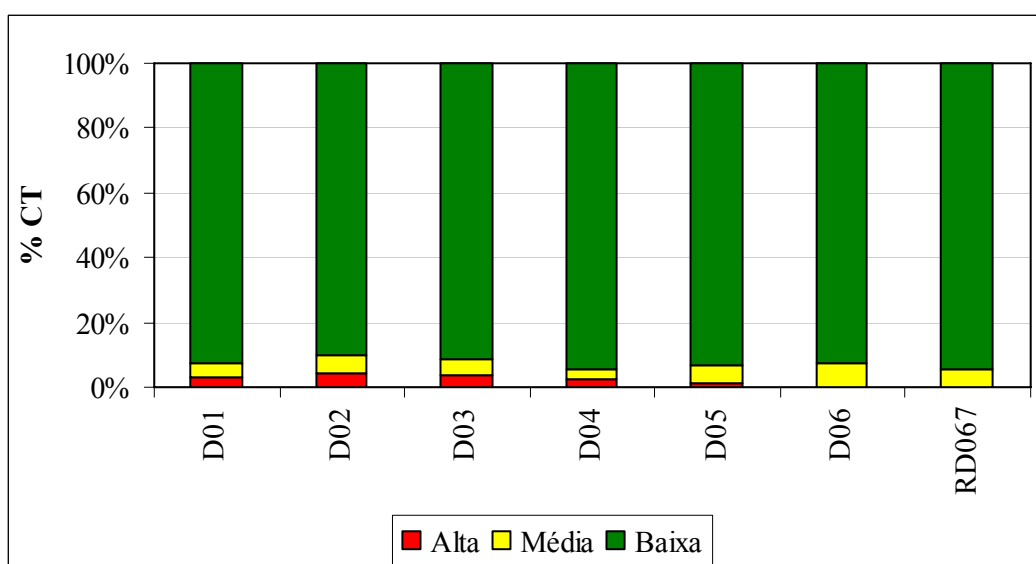


Figura 5.26 Distribuição das faixas de Contaminação por Tóxicos por UPGRH e na divisa de MG e ES de 1997 a 2008 no período de estiagem.

5.2.3 Ocorrência de Violações dos Padrões de Qualidade da Classe 2

Para a avaliação da ocorrência de violações dos padrões de qualidade da classe 2, foram preparadas figuras por UPGRH / MG e UA / ES especificando a porcentagem de resultados que não atenderam à legislação para as variáveis físicas, químicas e biológicas caracterizadas, considerando a série total de informações.

O panorama geral dessa avaliação indicou ocorrências isoladas de componentes tóxicos específicos por região, conforme detalhado a seguir, e um conjunto de 12 parâmetros com resultados não conformes em todas as unidades de planejamento do estado de Minas Gerais. Esses parâmetros foram os seguintes: coliformes termotolerantes,

manganês total, ferro dissolvido, cor verdadeira, fósforo total, turbidez, alumínio dissolvido, sólidos em suspensão totais, cobre dissolvido, chumbo total, zinco total e DBO.

As condições sanitárias mostraram-se predominantemente impróprias do ponto de vista bacteriológico. No entanto, o conteúdo de matéria orgânica biodegradável foi pouco expressivo, com prevalência de excelentes níveis de oxigenação das águas. Merece atenção a presença de chumbo total, distribuído de forma generalizada em todas as unidades, por seu caráter bioacumulativo, enfatizando que houve redução do padrão de qualidade de chumbo com a publicação da Resolução CONAMA N°. 357/2005.

No trecho capixaba as variáveis comuns, não conformes com a classe 2, foram coliformes fecais, turbidez e fósforo total, observando-se que o rol de ensaios analíticos realizados nesse trecho foi menor que na parte mineira.

Na UPGRH Piranga (Figura 5.27) destacou-se a degradação das águas por esgotos sanitários, em vista dos percentuais de resultados não conformes para coliformes termotolerantes (66%) e fósforo total (21%). Ademais, sobressairam-se os metais manganês total e ferro dissolvido, respectivamente, com 40% e 32% de violações em relação aos padrões de qualidade da classe 2, vinculando-se às ocorrências de cor verdadeira (23%), turbidez (13%) e sólidos em suspensão totais (11%). Esses metais, embora sejam constituintes naturais dos solos da região, podem estar sendo carreados pelas chuvas para o meio hídrico principalmente devido ao manejo inadequado do solo na pecuária, setor que ocupa cerca de 57% da área da bacia, assim como pela mineração.

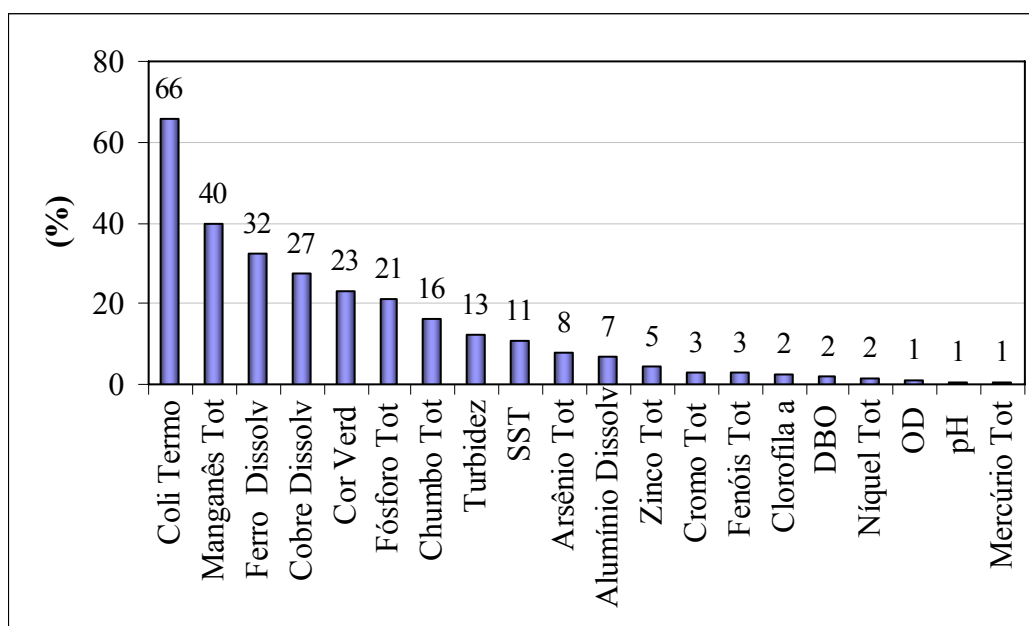


Figura 5.27 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - UPGRH Piranga (DO1).

A detecção de teores acima dos padrões legais para os componentes tóxicos cobre dissolvido (27%), chumbo total (16%) e zinco total (5%), podem se correlacionar às atividades industriais e agropecuárias desenvolvidas na região. Já a detecção de arsênio (8%) e mercúrio (1%), na forma total, ao certo vinculou-se à mineração na bacia do rio do Carmo. Deve-se destacar a capacidade bioacumulativa do mercúrio, arsênio e chumbo.

Relativamente a UPGRH Piracicaba (Figura 5.28), os impactos nas águas pelo lançamento de esgotos sanitários foram refletidos na detecção de 74% das contagens de coliformes termotolerantes acima do limite legal. Dentre os metais foram expressivos os percentuais de violações de manganês total (49%) e ferro (23%) e alumínio (21%), na forma dissolvida. Embora esses metais estejam associados à geologia regional, seu transporte para as águas superficiais pode ser potencializado pela mineração, assim como pelo lançamento dos despejos da metalurgia, atividades econômicas dominantes na bacia. Os resultados não conformes de cor verdadeira (20%), turbidez (11%) e sólidos em suspensão totais (9%) vincularam-se principalmente à ocorrência desses metais.

A presença dos componentes tóxicos cobre dissolvido e chumbo total na UPGRH DO2, respectivamente, com 29% e 12% dos resultados em desconformidade legal, resultou do impacto nas águas das atividades de metalurgia, sendo que o cobre pode ser também vinculado ao uso de agroquímicos no reflorestamento, uma vez que nessa unidade de planejamento localiza-se a maior área de plantação de eucaliptos da bacia do rio Doce.

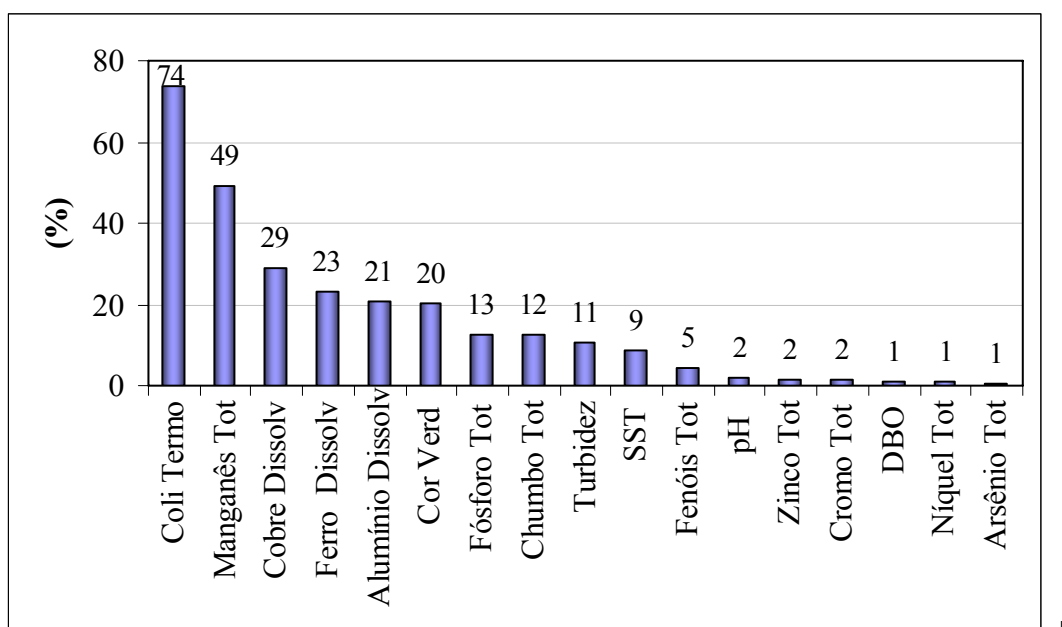


Figura 5.28 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - UPGRH Piracicaba (DO2).

Na bacia do rio Santo Antônio (UPGRH DO3), conforme ilustrado na Figura 5.29, também foi observado comprometimento sanitário das águas devido à ocorrência de 69% dos resultados de coliformes termotolerantes acima do padrão de qualidade, e em menor representatividade da detecção de 17% de teores não conformes de fósforo total.

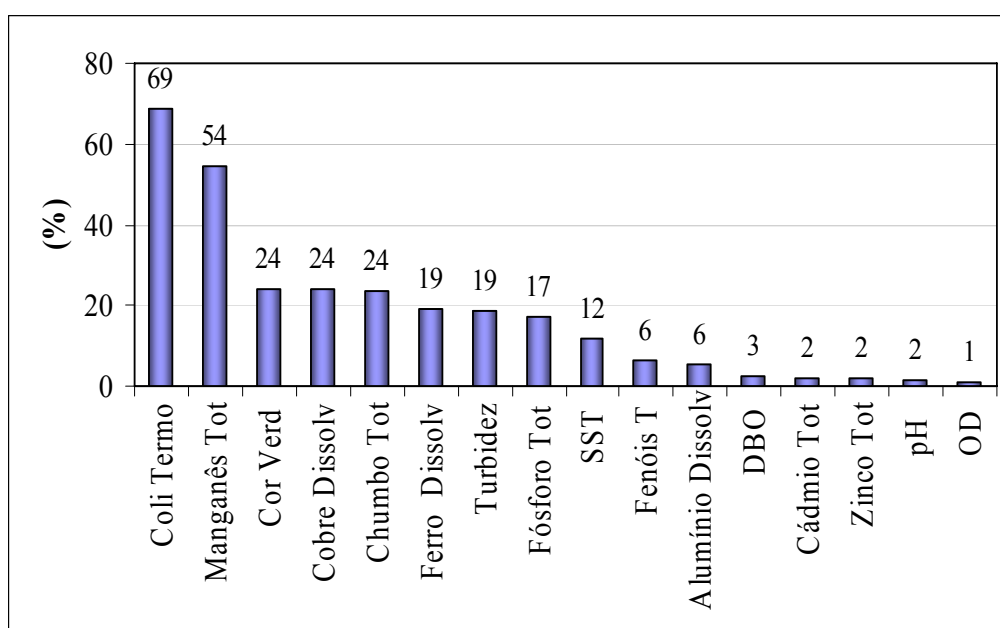


Figura 5.29 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - UPGRH Santo Antônio (DO3).

Embora 52% da área da UPGRH DO3 tenha cobertura natural, maior percentual dentre as unidades da parte mineira, o uso inadequado dos solos na agropecuária reproduziu-se nas violações das seguintes variáveis: manganês total (54%), cor verdadeira (24%), ferro dissolvido (19%), turbidez (19%) e sólidos em suspensão totais (12%).

Adicionalmente, os metais tóxicos cobre dissolvido e chumbo total mostraram ambos 24% do total de teores em desacordo com o padrão de qualidade da classe 2, podendo ser associados, sobretudo, aos despejos industriais transportados pela calha do rio Doce e da silvicultura, atividade importante na bacia do rio Santo Antônio. Merece destacar, ainda, a presença de 6% de concentrações de fenóis totais acima do limite da legislação nas águas do rio Doce, possivelmente a maior parte oriunda do rio Piracicaba.

Quanto a UPGRH DO4 (Figura 5.30), a contaminação microbiológica também se mostrou significativa, com 54% de contagens de coliformes termotolerantes acima do padrão da legislação, assim como a ocorrência de teores não conformes de fósforo total (17%), indicando condições sanitárias inadequadas.

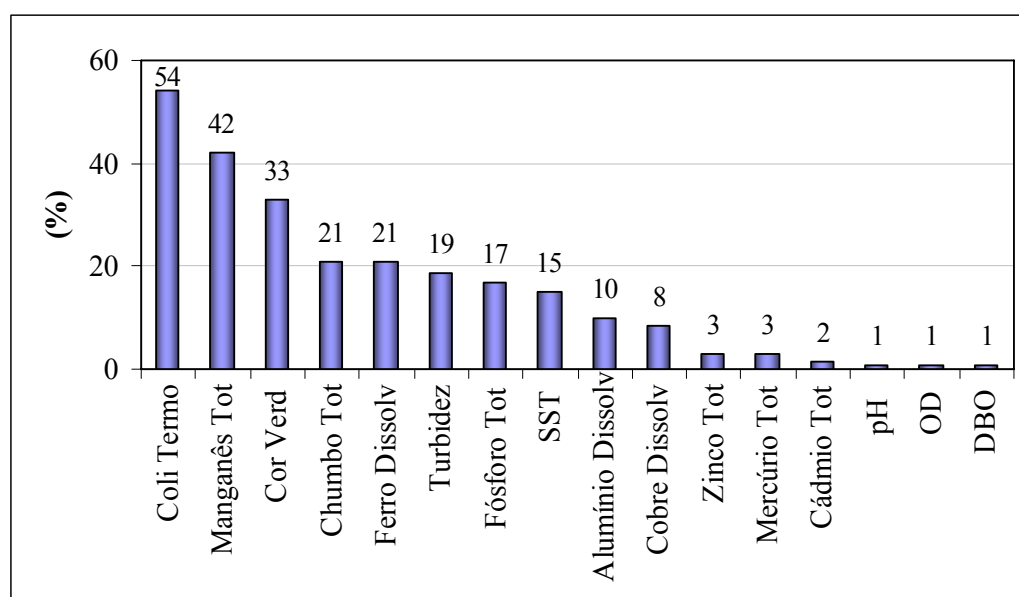


Figura 5.30 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - UPRH Suaçuí (DO4).

As porcentagens elevadas constatadas para manganês total (42%), ferro dissolvido (21%) e alumínio dissolvido (10%), constituintes essenciais dos solos da região, assim como para cor verdadeira (33%), turbidez (19%) e sólidos em suspensão totais (15%) podem ser vinculadas a fenômenos de erosão, devido ao elevado nível de degradação dos solos da região, com 74% da sua área antropizada, e ao manejo inadequado dos solos na pecuária.

Os registros dos metais pesados chumbo total e cobre dissolvido, respectivamente, com 21% e 8% em desacordo com os limites estabelecidos para classe 2 devem estar principalmente relacionados aos despejos industriais. Outras ocorrências de componentes tóxicos mostraram-se isoladas, quais sejam: zinco total (3%), no rio Doce a jusante de Governador Valadares e no rio Corrente Grande, onde também foi detectado cádmio total (2%) e mercúrio total (3%) no rio Suaçuí Grande.

Na bacia do rio Caratinga, conforme ilustrado na Figura 5.31, foi nítida a condição de sobrecarga de lançamento de esgotos sanitários nas águas superficiais, reproduzida nos resultados não conformes em relação ao limite da classe 2 para coliformes termotolerantes (61%), fósforo total (32%), DBO (13%) e oxigênio dissolvido (11%), aliada a clorofila *a* (10%), além da detecção isolada de nitrogênio amoniacal total na estação RD056.

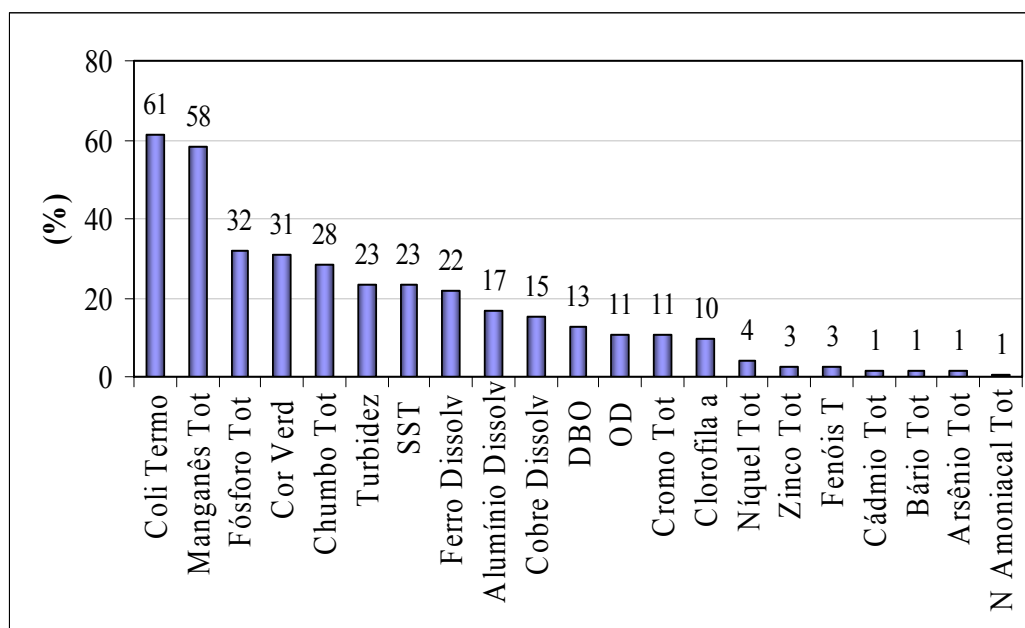


Figura 5.31 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - UPGRH Caratinga (DO5).

Também foram relevantes os percentuais de teores não conformes para manganês total (58%), ferro dissolvido (22%), alumínio dissolvido (17%), vinculados predominantemente à degradação dos solos, ressaltando que a UPGRH DO5 apresenta apenas 20% da sua área com cobertura natural, menor taxa dentre as unidades de Minas Gerais. Essa condição, agregada à ocorrência de chuvas, resultou em valores elevados de sólidos nos cursos de água, refletidos nos resultados de cor verdadeira, turbidez e sólidos em suspensão totais, respectivamente, 31%, 23% e 23% superiores ao padrão da classe 2.

Dentre os componentes tóxicos sobressaíram-se as não conformidades das concentrações de chumbo total (28%) e cobre dissolvido (15%), além de detecções individuais de cromo, níquel, zinco e arsênio, na forma total. A presença desses componentes decorreu, sobretudo, da contribuição difusa das atividades agropecuárias para o rio Caratinga e do transporte de efluentes industriais na calha do rio Doce.

Em relação a UPGRH DO6 (Figura 5.31), foi identificada a situação mais favorável quanto à presença de coliformes termotolerantes, em comparação às demais unidades do segmento mineiro, muito embora 42% dos resultados tenham superado o padrão de qualidade da classe 2. Os registros não conformes de manganês total (31%), ferro dissolvido (14%), cor verdadeira (26%), turbidez (20%), sólidos em suspensão totais (14%) e fósforo total (11%) sinalizaram a contribuição de fontes difusas, no entanto, em situação um pouco mais satisfatória.

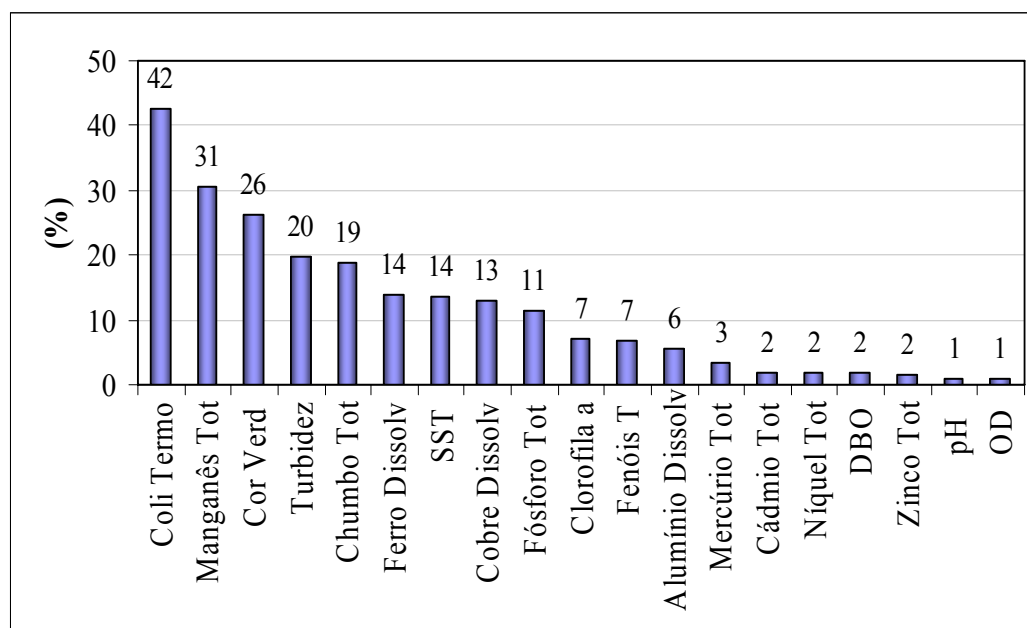


Figura 5.32 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - UPGRH Manhuaçu (DO6).

Os metais tóxicos chumbo total e cobre dissolvido, respectivamente, com 19% e 13%, de teores em desacordo com a classe 2, além da detecção de resultados não conformes de fenóis totais (7%) e de ocorrências isoladas de mercúrio total, cádmio total, níquel total e zinco total, podem associar-se ao uso de agroquímicos na lavoura cafeeira desenvolvida na região e ao lançamento de efluentes industriais.

No rio Manhuaçu, em vista da relevância da atividade agrícola, foi incluído a partir de agosto de 2003 o ensaio de toxicidade crônica com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*, na estação localizada em Santana do Manhuaçu (RD064), de forma a avaliar o potencial de efeitos tóxicos crônicos nas águas desse rio pelo uso de agrotóxico. Dos dezessete registros obtidos, onze mostraram-se não tóxicos, como especificado no Quadro 5.7. As seis amostras que apresentaram toxicidade crônica foram coletadas tanto no período de chuva quanto na estiagem, não havendo nexos com a presença de tóxicos, uma vez que não foram detectados teores desses componentes acima dos limites da legislação nas águas.

No trecho do Espírito Santo a série de dados avaliados referiu-se apenas aos anos de 2006 e 2007, incluindo um conjunto restrito de variáveis em comparação ao monitoramento conduzido no estado de Minas Gerais. No rio Doce na cidade de Baixo Guandu, próximo à divisa dos dois estados, foram reunidos os dados das estações RD067 acompanhada pelo IGAM e RDC1C005 incluída na rede de amostragem do IEMA, de forma que a série de informações é mais completa que nas demais estações. A Figura 5.33, 5.34 e 5.35 apresentam as porcentagens de resultados não conformes com a classe 2 relativamente às unidades de análise Guandu, Santa Maria do Doce e São José, respectivamente.

Notou-se piora do quadro bacteriológico das águas ao longo do percurso do rio Doce, refletida no aumento das contagens de coliformes termotolerantes superiores ao padrão da legislação (39% - Guandu, 45% - Santa Maria do Doce e 62% - São José), em decorrência do aporte de esgotos sanitários brutos.

Quadro 5.7 Resultados dos ensaios de toxicidade crônica no rio Manhuaçu em Santana do Manhuaçu - estação RD064.

Resultados dos Ensaios de Toxicidade Crônica no Rio Manhuaçu em Santana do Manhuaçu - Estação RD064	
Data da Coleta	Resultado
29/07/2003	Apresentou efeito letalidade após 96 horas
28/10/2003	Não apresentou toxicidade crônica
27/01/2004	Não apresentou toxicidade crônica
04/05/2004	Não apresentou toxicidade crônica
27/07/2004	Não apresentou toxicidade crônica
26/10/2004	Não apresentou toxicidade crônica
28/04/2005	Não apresentou toxicidade crônica
19/07/2005	Não apresentou toxicidade crônica
11/10/2005	Não apresentou toxicidade crônica
24/01/2006	Apresentou toxicidade crônica
27/04/2006	Apresentou toxicidade crônica
20/07/2006	Apresentou toxicidade crônica
12/10/2006	Não apresentou toxicidade crônica
01/02/2007	Apresentou toxicidade crônica
19/07/2007	Não apresentou toxicidade crônica
11/10/2007	Apresentou toxicidade crônica
24/01/2008	Não apresentou toxicidade crônica

Fonte: IGAM, 2008

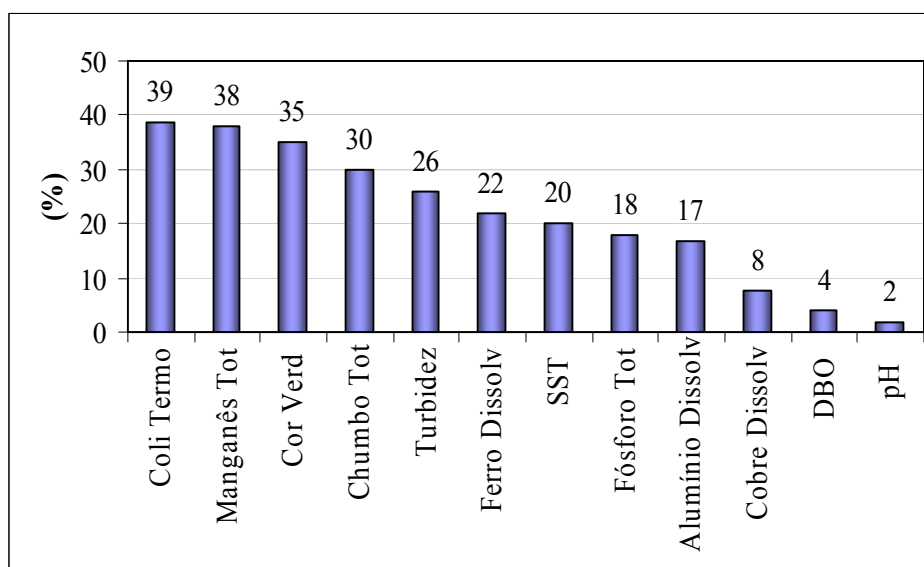


Figura 5.33 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - unidade de análise Guandu.

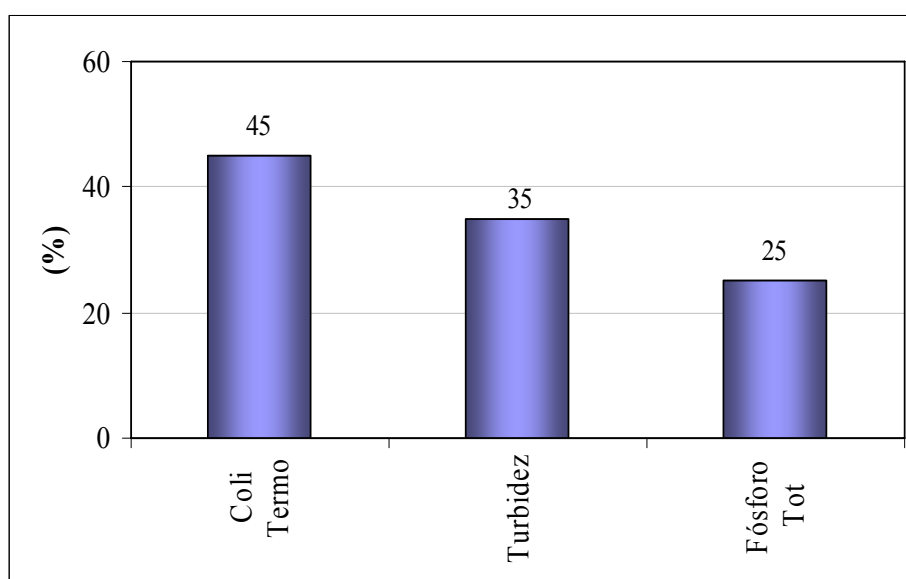


Figura 5.34 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 em 2006 e 2007 - unidade de análise Santa Maria do Doce.

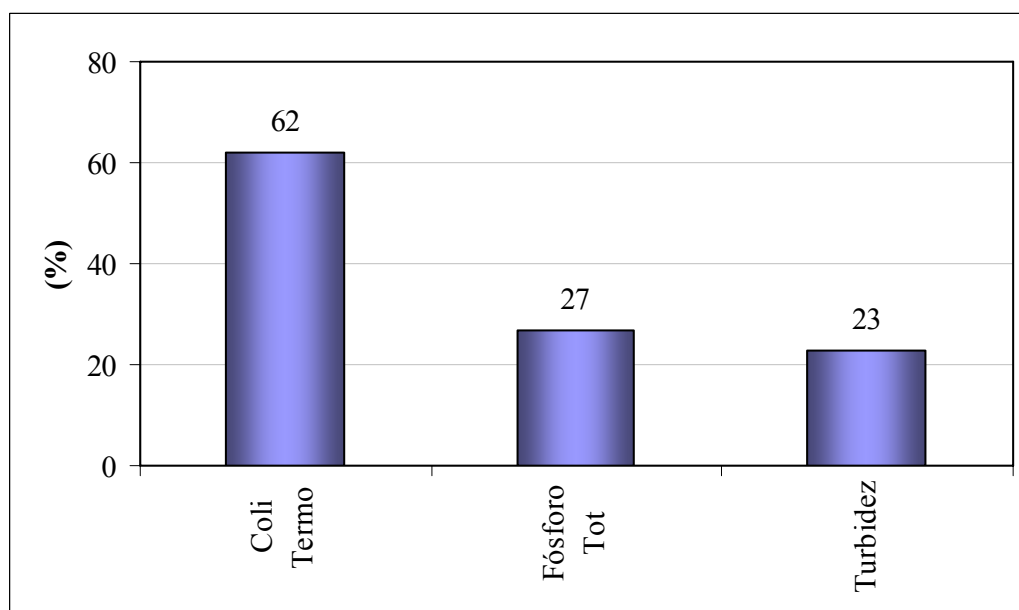


Figura 5.35 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 em 2006 e 2007 - unidade de análise São José.

A carência de sistemas de saneamento adequados também acarretou a detecção de concentrações não conformes de fósforo total. Por outro lado, o manejo inadequado do solo na agropecuária e as reduzidas taxas de áreas cobertas com vegetação natural podem explicar a considerável presença de sólidos nas águas, associada a medidas de turbidez superiores ao padrão de qualidade da classe 2.

No rio Doce em Baixo Guandu, além dos expressivos teores de manganês total e de ferro e alumínio, na forma dissolvida, manteve-se o percentual de resultados não conformes dos componentes tóxicos chumbo total (30%) e cobre dissolvido (8%), indicando o transporte de poluentes gerados no Estado de Minas Gerais na direção do fluxo do rio Doce.

Com o objetivo de avaliar o aporte de carga de poluentes para a calha do rio Doce, por meio dos tributários monitorados na parte mineira, foi realizado um estudo temporal nos seus exutórios e no próprio rio Doce.

Para tanto, a partir da base de dados do IGAM, foram calculadas as médias aritméticas anuais dos resultados dos períodos de chuvas (primeira e quarta campanhas) e estiagem (segunda e terceira campanhas) para parâmetros básicos, além daqueles com registros não conformes em relação o padrão de qualidade da classe 2. Para os ensaios com frequência semestral, e nos anos de 1997 e 1998, quando foram realizadas 2 e 3 campanhas, respectivamente, assim como em 2008 com resultados apenas da primeira campanha, ao invés da média foram considerados os valores específicos das campanhas.

Com relação aos afluentes avaliados na UPGRH DO1, os principais contribuintes de sólidos para as águas do rio Doce foram os rios Piranga (RD013) e do Carmo (RD009), compostos principalmente de alumínio total, ferro dissolvido e manganês total. As águas mantiveram-se bem oxigenadas, refletindo boa capacidade de assimilação do material orgânico lançado, sendo que as médias de DBO foram pouco expressivas e em geral equivalentes tanto na época de chuva quanto na estiagem. Quanto à presença de nutrientes, predominaram médias de teores de fósforo total maiores no período de chuvas. As condições bacteriológicas mostraram-se inadequadas já no alto curso do rio Doce (RD019).

O rio do Carmo apontou o quadro mais crítico dessa unidade, com detecção de uma variedade de componentes tóxicos, destacando-se o arsênio, bário e mercúrio, reproduzido nas medidas de condutividade elétrica, em geral acima de 150 μ mho/cm. Desses componentes, apenas o arsênio foi detectado nas águas do trecho superior do rio Doce (RD019 e RD023).

Com relação aos demais metais detectados, embora tenha predominado os maiores registros na época de chuvas, houve ocorrências isoladas de valores maiores na estiagem como zinco no rio Piranga (RD013) e chumbo no rio Doce a montante da Cachoeira dos Óculos (RD023), indicando interferência tanto de lançamentos pontuais quanto de carga difusa.

Na UPGRH DO2, as águas do rio Piracicaba a jusante de Coronel Fabriciano (RD034) apresentaram-se com maior conteúdo de poluentes na época de chuvas, prevalecendo a degradação por fontes difusas. Destacaram-se os teores de fósforo total com valores equivalentes nas chuvas e na estiagem, mostrando nesse caso a importância do lançamento de fontes pontuais.

No trecho da UPGRH DO3, as águas do rio Doce após receber o rio Piracicaba (estações RD035 e RD033) indicaram acréscimo nos registros de turbidez, cor e coliformes termotolerantes em relação à estação RD023, sobressaindo também a sobrecarga de constituintes na época de chuvas. Registra-se que não foi detectada concentração de arsênio acima do padrão de qualidade da classe 2 nesse trecho.

No rio Santo Antônio (RD039), a despeito da UPGRH DO3 apresentar o maior percentual de cobertura natural (52%) dentre as unidades da parte mineira, foi inquestionável a importância das fontes difusas na degradação da qualidade das águas devido ao carreamento de sólidos pelas chuvas, refletidos no aumento dos resultados dos parâmetros sólidos em suspensão totais, turbidez, cor verdadeira, alumínio total e ferro dissolvido, principalmente.

De maneira geral, a qualidade das águas do rio Corrente Grande (RD040), foi menos afetada pela sazonalidade, com acréscimos menores nas chuvas nos registros de sólidos em suspensão totais, fósforo total e ferro dissolvido, embora as medidas de cor verdadeira e as concentrações de alumínio total, tenham sofrido aumento expressivo. Por outro lado, na estiagem foram detectadas elevadas concentrações de zinco total, indicando a predominância da introdução desse metal nas águas por fontes pontuais. Para os metais manganês total, chumbo total e cobre dissolvido, a variação temporal dos seus teores indicou aporte tanto de origem difusa quanto pontual.

No rio Suaçuí Grande (RD049) as chuvas provocaram piora no nível de qualidade das águas, sendo que as maiores diferenças entre os resultados das chuvas e estiagem foram observadas em relação à cor verdadeira, fósforo total e aos metais, alumínio total, ferro dissolvido, manganês total, chumbo total e cobre dissolvido.

No trecho do rio Doce incluído na UPGRH DO4, a montante e a jusante de Governador Valadares, estações RD044 e RD045, respectivamente, manteve-se a predominância da influência de contribuição difusa na degradação da qualidade das águas, não se observando variações relevantes nesse trecho. Entretanto, no período chuvoso de 2007 houve expressivo acréscimo, em comparação a 2006, nos resultados de turbidez, cor verdadeira, fósforo total, ferro dissolvido e manganês, além de chumbo total na estação RD045.

No rio Caratinga (RD057), a avaliação temporal também refletiu a relevância da contribuição de origem difusa na degradação das águas, reproduzida nos resultados mais significativos no período chuvoso para a grande maioria das variáveis. Destacou-se a ocorrência de grande variedade de componentes tóxicos em concentrações elevadas, quais sejam: arsênio total, bário total, chumbo total, cobre dissolvido, níquel total e zinco total.

Também no rio Manhuaçu (RD065), as fontes não pontuais contribuíram para deterioração das águas, tendo-se observado aumento significativo dos valores no período de chuvas de 2007 em relação a turbidez, cor verdadeira, fósforo total, ferro dissolvido e manganês total. Em janeiro de 2008 foram muito elevados os teores detectados para chumbo total e zinco total.

No rio Doce em Tumiritinga, a jusante do rio Suaçuí Grande (RD053), embora as fontes difusas tenham se mostrado importantes, na estiagem de 2007 foram destacáveis os resultados acima do padrão de qualidade de clorofila *a*, correlacionando-se às elevadas concentrações do nutriente fósforo total e de contagens de coliformes termotolerantes, reflexo da sobrecarga de esgotos sanitários sem tratamento transportados na calha do rio Doce. Essa condição foi repetida nas estações RD058 e RD059, localizadas no rio Doce na cidade de Conselheiro Pena e em Resplendor, respectivamente, com detecção de elevadas concentrações de clorofila *a*, também na estiagem de 2007.

A variação sazonal dos resultados analíticos das águas do rio Doce na cidade de Baixo Guandu (RD067), início do trecho inferior, mostrou que as cargas difusas contribuíram sistematicamente para a piora da sua qualidade. Nesse sentido, sobressaíram-se os registros da época de chuvas de 2007, relativos à cor verdadeira e alumínio dissolvido, assim como a concentração de DBO de janeiro de 2008, que superou o padrão de qualidade da classe 2.

Cabe comentar que alguns componentes tóxicos identificados nos tributários, e detectados em trechos específicos do rio Doce, como é o caso do arsênio no rio do Carmo e

no alto curso do rio Doce, representam fonte potencial de contaminação, podendo estar depositados nos sedimentos e ser disponibilizados para a coluna de água devido a processos físicos e químicos. Nesse sentido, foi detectado teor não conforme de mercúrio nos afluentes rios do Carmo, alto curso, e Suaçuí Grande, médio curso, e nas águas do rio Doce em Resplendor, segmento final do médio curso.

5.2.4 Síntese

Nesse item estão sintetizados os principais pontos relativos aos recursos hídricos da bacia do rio Doce, incluindo os aspectos relevantes, interferências e efeitos na qualidade de água.

De forma a se obter uma visão geral da qualidade das águas na bacia do rio Doce, foi utilizada a representação espacial das faixas dos valores médios de um conjunto de constituintes típicos da condição de qualidade das águas da região. Os dados tratados referem-se ao período de 1997 a 2008, sendo considerada para os afluentes a estação de monitoramento mais próxima de sua foz e todas as estações localizadas no rio Doce, totalizando 29 pontos de amostragem.

Foram incluídos os parâmetros coliformes termotolerantes, cor verdadeira, fósforo total, turbidez e DBO, associados às interferências por sólidos, nutrientes e matéria orgânica. Os metais como chumbo e manganês, na forma total, e a parcela dissolvida de alumínio, ferro e cobre, ressaltam que essas variáveis são caracterizadas apenas no monitoramento conduzido pelo IGAM. Os resultados foram distribuídos em quatro faixas de valores, representadas por cores distintas e associadas ao padrão de qualidade da classe 2. Assim, a 1ª faixa (azul) inclui as médias menores ou iguais ao padrão, a 2ª faixa (verde) as médias até 20% acima do padrão, a 3ª faixa (laranja) as médias entre 20% até 100% acima do padrão e a 4ª faixa (vermelha) as médias maiores do que o dobro do padrão.

Com relação aos coliformes termotolerantes, as contagens médias distribuíram-se predominantemente na 1ª e 4ª faixas, sendo que nos afluentes mineiros as condições mais críticas foram observadas nos rios Piracicaba (RD034), Piranga (RD013) e do Carmo (RD009). No Espírito Santo o rio Guandu (RDC2C005) apresentou o pior quadro da bacia, com média de 86.784 NMP/100mL, além do rio Pancas (RDC2C017) com média de 8.082 NMP/100mL. No rio Doce, os trechos com maior contaminação bacteriológica localizaram-se a jusante do rio Piracicaba e do ribeirão Ipanema, que atravessa a cidade de Ipatinga, na estação RD033, a jusante da cidade de Governador Valadares (RD045), ambos em Minas Gerais, e no povoado de Barbados no Espírito Santo (RDC1D020).

As medidas de cor verdadeira registraram médias predominantemente acima do padrão legal. No segmento superior do rio Caratinga em Barra Cuieté (RD067) ocorreu o maior valor, 207 mgPt/L, e no rio Doce a partir de Governador Valadares também foram observadas médias expressivas para essa variável. Quanto à turbidez, apenas em duas estações as médias superaram o padrão de qualidade, quais sejam: os rios Caratinga (191 UNT) e Guandu (269 UNT).

Predominaram teores médios de fósforo total em conformidade legal na calha do rio Doce, exceto na Fazenda Câmara no segmento próximo a foz (RDC1E030), com 2,48 mg/L. Nos afluentes foi detectada média acima do padrão de qualidade da classe 2 nos rios do Carmo e Casca, no alto curso, e no rio Guandu, baixo curso. As médias das

concentrações de DBO atenderam plenamente à legislação em todas as estações de amostragem, igualando-se ao limite da legislação apenas no rio Guandu.

Quanto aos metais, no rio Caratinga (RD057) ocorreu a maior concentração média de alumínio dissolvido (0,23 mg/L). No rio Doce os trechos mais impactados por esse metal localizaram-se no médio curso, a jusante do rio Piracicaba (RD033), a montante da cidade de Governador Valadares (RD045) e a jusante da confluência do rio Caratinga, em Conselheiro Pena (RD058), e no início do trecho inferior na cidade de Baixo Guandu (RD067).

As médias das concentrações de ferro dissolvido atenderam na totalidade ao padrão de qualidade da classe 2. Já com relação ao manganês total, predominaram médias superiores ao padrão, destacando-se os rios do Carmo (RD009), com 1,19 mg/L, e Caratinga (RD057), com 0,23 mg/L. No rio Doce, as médias mais representativas foram obtidas nas estações RD023, a montante da Cachoeira dos Óculos, RD033, a jusante do rio Piracicaba, e RD058, a jusante do rio Caratinga.

Prevaleram teores médios de cobre dissolvido não conformes em relação ao limite da legislação, sendo as estações mais críticas as situadas nos seguintes afluentes: rios Piranga (RD013), do Carmo (RD009), Casca (RD018), Piracicaba (RD034), Santo Antônio (RD040), Suaçuí Grande (RD049) e Caratinga (RD057). No rio Doce, os trechos com maiores médias localizaram-se no médio curso, a jusante do rio Piracicaba (RD035 e RD033) e em Resplendor (RD059). Quanto chumbo, metal tóxico bioacumulável, as médias de teores atenderam na maioria das estações o limite definido na legislação. Exceção foi observada nos afluentes rios Caratinga (RD057) e Manhauçu (RD065) e no rio Doce na cidade de Conselheiro Pena (RD058), cujas médias superaram em até 20% o limite estabelecido na legislação.

5.2.5 Parâmetros Prioritários

Para a definição dos parâmetros prioritários foram utilizados dados das estações de amostragem do IGAM e do IEMA situadas na bacia do rio Doce, conforme distribuição apresentada na Figura 5.36.

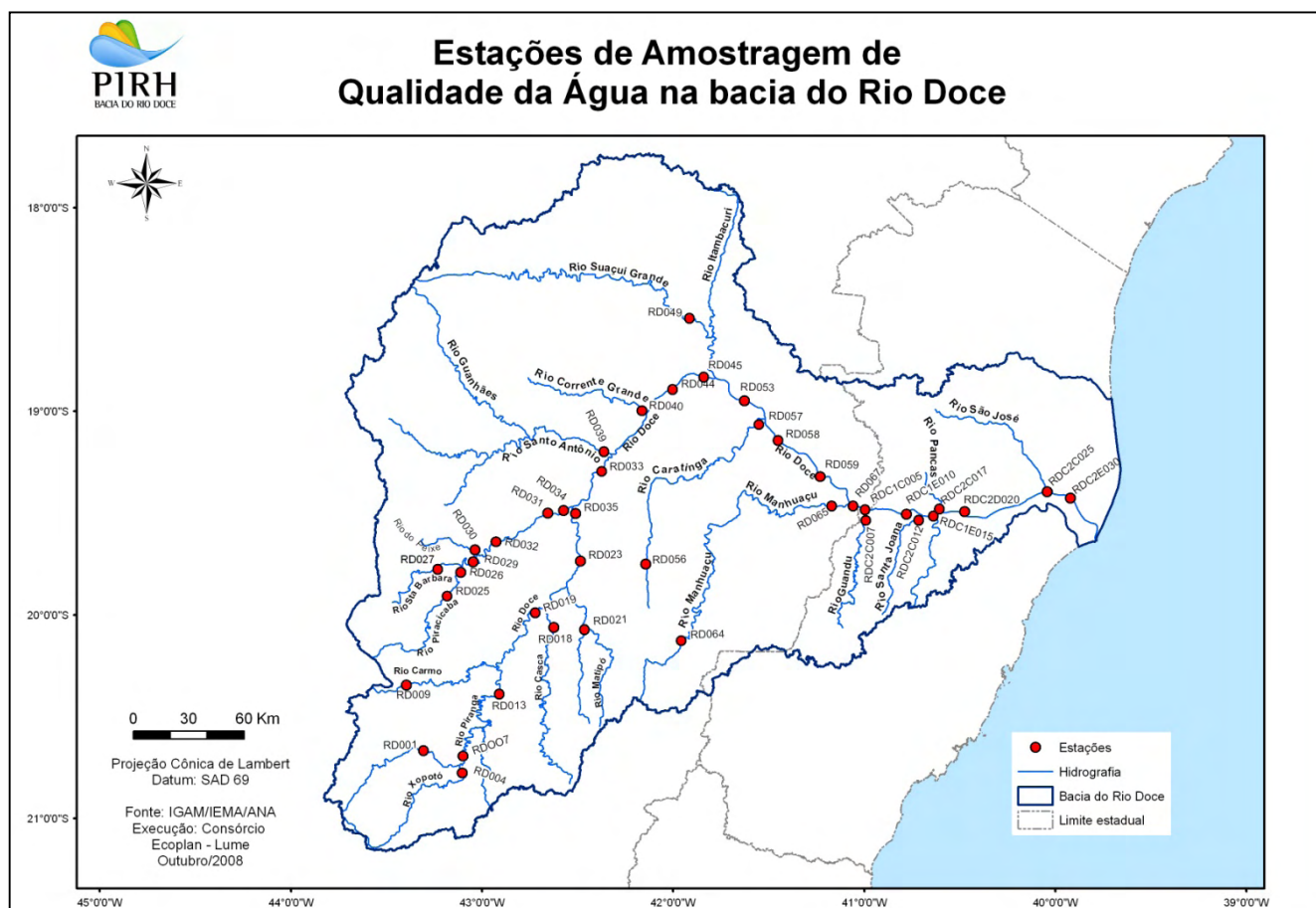


Figura 5.36 Rede de monitoramento de qualidade de água em operação na bacia do rio Doce.

O conjunto de resultados do IGAM, de julho de 1997 a janeiro de 2008, refere-se a 42 campanhas com amostragem trimestral, duas em 1997, três em 1998 e a partir de 1999 a frequência manteve-se trimestral. Os parâmetros analisados nas campanhas completas do IGAM podem ser observados no Quadro 5.8.

A série de dados do IEMA avaliados abrange os anos de 2006 e 2007, compreendendo duas campanhas semestrais em 2006, realizadas em junho e novembro, exceto nos pontos do rio Doce em Linhares (RDC2C025) e na Fazenda Câmara (RDC2E030), caracterizados apenas em junho, e três campanhas em 2007, referentes aos meses de junho/julho, agosto/setembro e dezembro.

Os ensaios analíticos são realizados pelo próprio IEMA, por meio do Laboratório de Análises Ambientais "Moacyr Cavalheira de Mendonça", e englobam as seguintes 15 variáveis físicas, químicas e biológicas: clorofila *a*, coliformes fecais, condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, fósforo total, nitrogênio total, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, sólidos totais, substâncias tensoativas, temperatura da água, temperatura do ar e turbidez.

Quadro 5.8 Lista dos parâmetros analisados nas campanhas completas.

Lista dos Parâmetros Analisados nas Campanhas Completas		
1. Alcalinidade bicarbonato	20. Cromo III	38. Nitrogênio orgânico
2. Alcalinidade total	21. Cromo VI	39. Óleos e Graxas
3. Alumínio total	22. Cromo total	40. Oxigênio dissolvido - OD

Lista dos Parâmetros Analisados nas Campanhas Completas		
4. Alumínio dissolvido	23. Demanda bioquímica de	41. pH <i>in loco</i>
5. Arsênio total	oxigênio - DBO	42. Potássio dissolvido
6. Bário total	24. Demanda química de oxigênio -	43. Selênio total
7. Boro total	DQO	44. Sódio dissolvido
8. Cádmio total	25. Dureza de cálcio	45. Sólidos dissolvidos totais - SDT
9. Cálcio	26. Dureza de magnésio	46. Sólidos em suspensão totais -
10. Chumbo total	27. Estreptococos fecais	SST
11. Cianeto livre	28. Ferro dissolvido	47. Sólidos totais
12. Clorofila <i>a</i>	29. Fósforo total	48. Substâncias tensoativas
13. Cloreto total	30. Fenóis totais	49. Sulfato total
14. Cobre dissolvido	31. Magnésio	50. Sulfeto (H ₂ S não dissociado)
15. Cobre total	32. Manganês total	51. Temperatura da água
16. Coliformes termotolerantes	33. Mercúrio total	52. Temperatura do ar
17. Coliformes totais	34. Níquel total	53. Turbidez
18. Condutividade elétrica <i>in loco</i>	35. Nitrato	54. Zinco total
19. Cor verdadeira	36. Nitrito	
	37. Nitrogênio amoniacal total	

Fonte: IGAM, 2008

A partir destes dados computou-se o percentual de não conformidades em relação ao padrão de qualidade para cada um dos parâmetros selecionados em todos os pontos de coleta. Utilizou-se como referência a Resolução CONAMA N°. 357/2005 para rios de Classe 2. Essa análise foi realizada para cada estação de cada sub-bacia da bacia do rio Doce, de modo a evidenciar os aspectos mais sensíveis.

Para a avaliação da ocorrência de violações dos padrões de qualidade da classe 2, foram preparados gráficos para cada sub-bacia da bacia do rio Doce, especificando a porcentagem de resultados que não atenderam à legislação para as variáveis físicas, químicas e biológicas caracterizadas, considerando a série total de informações.

Os resultados obtidos possibilitaram identificar os parâmetros prioritários da bacia do rio Doce, os quais apresentam violações dos padrões superiores a 20% nas campanhas consideradas.

É necessário ressaltar que há discrepância entre os resultados do IEMA e do IGAM, já que o IEMA realizou 6 campanhas com análise 15 parâmetros, enquanto o IGAM já realizou 42 campanhas com análises de 54 parâmetros.

As Figura 5.37 a 5.53 mostram a porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 para cada estação das sub-bacias da bacia do rio Doce e para a própria bacia.

Considerando o exposto, podemos estabelecer como parâmetros prioritários para a bacia do rio Doce: coliformes, fósforo, turbidez e DBO. Com relação à DBO, este foi escolhido em função com sua relação com o parâmetro coliformes e com as metas de tratamento de esgoto estabelecidas pelas ações do PIRH-Doce.

Manganês e ferro são parâmetros presentes acima de 20% de desconformidades, mas foram excluídos por terem relação com as características do solo da bacia do rio Doce.

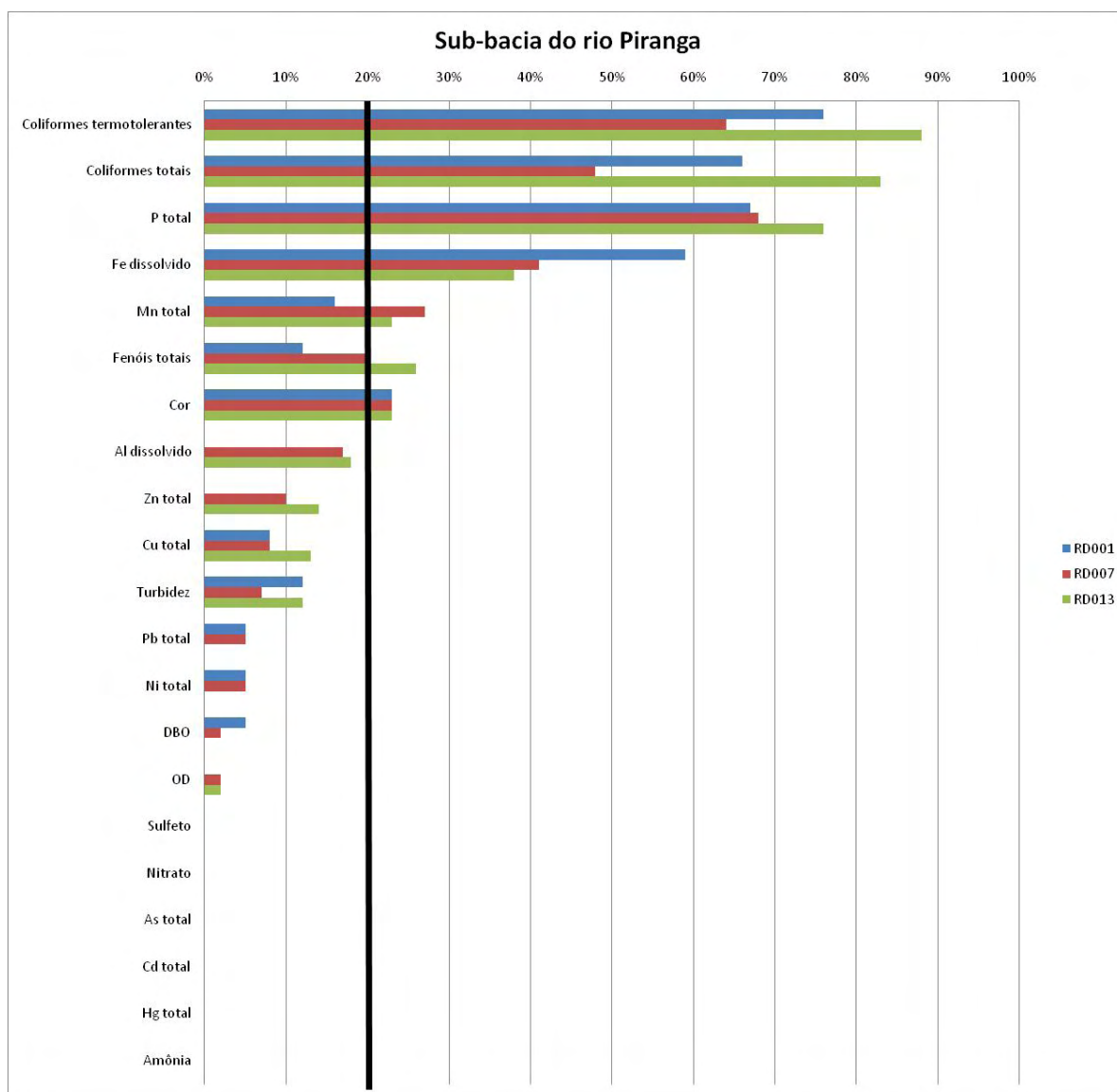


Figura 5.37 Percentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Piranga.

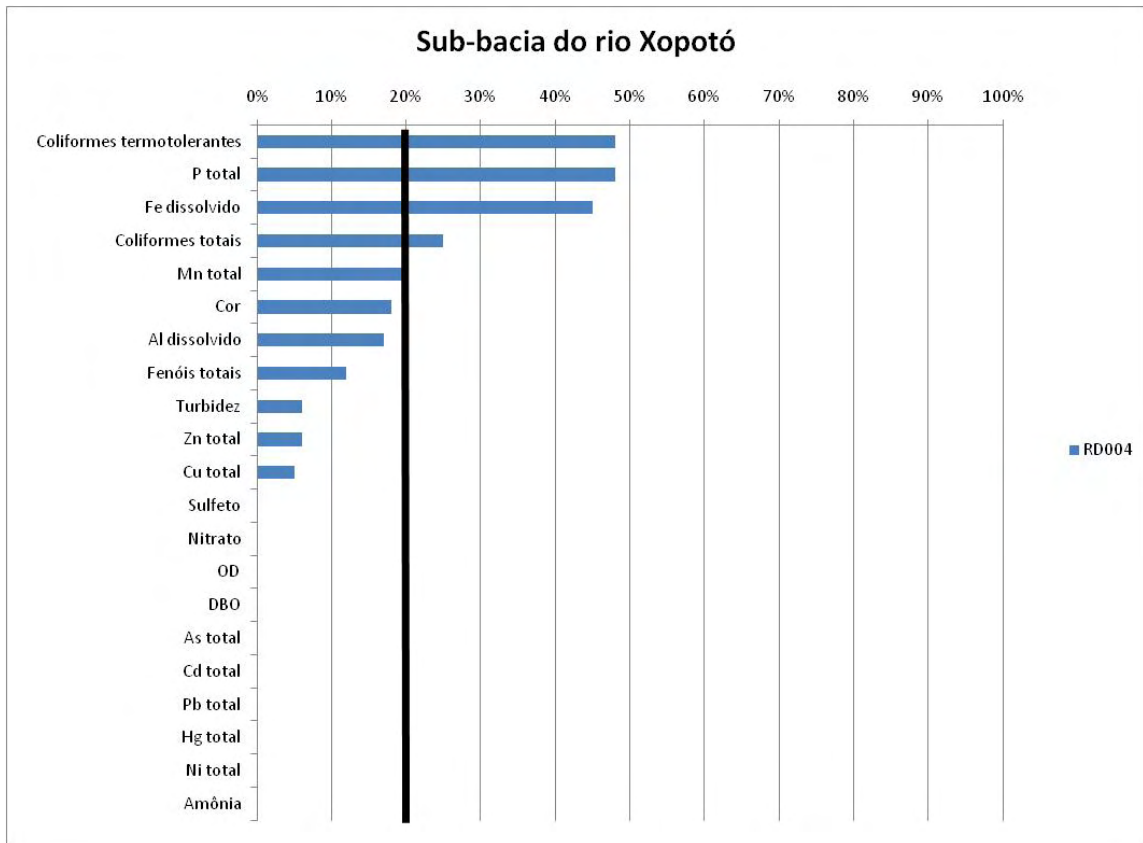


Figura 5.38 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Xopotó.

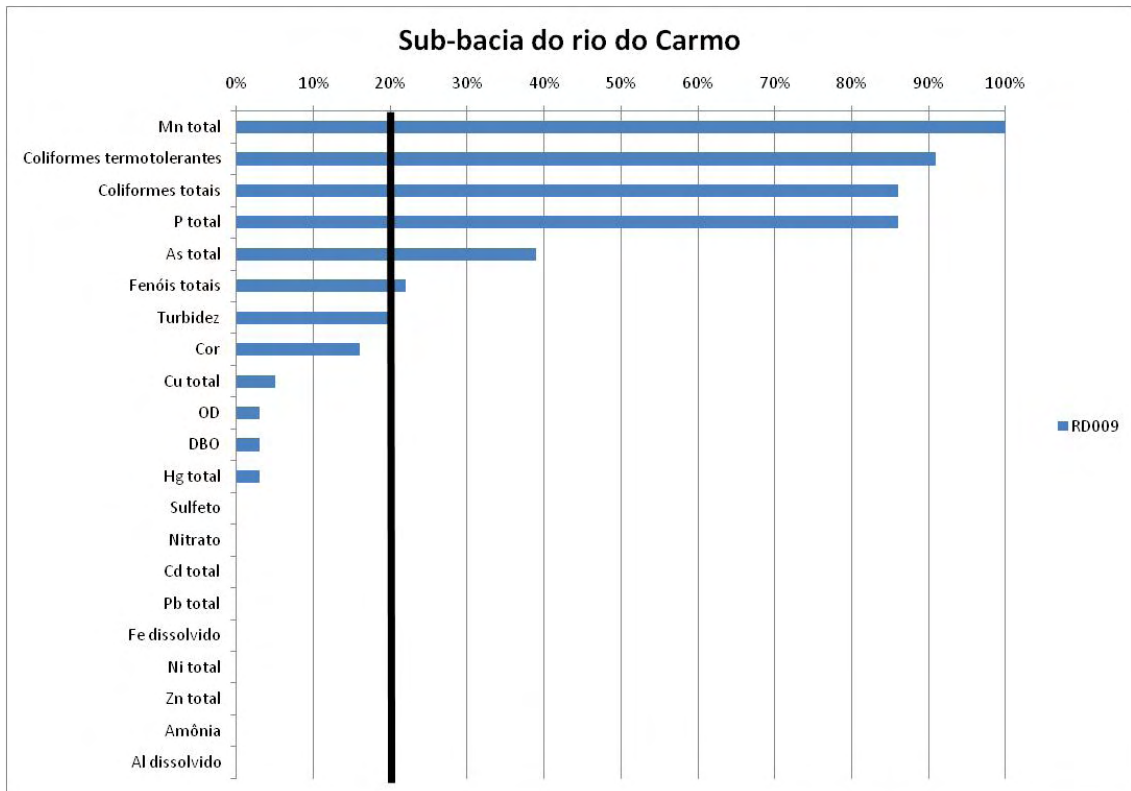


Figura 5.39 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio do Carmo.

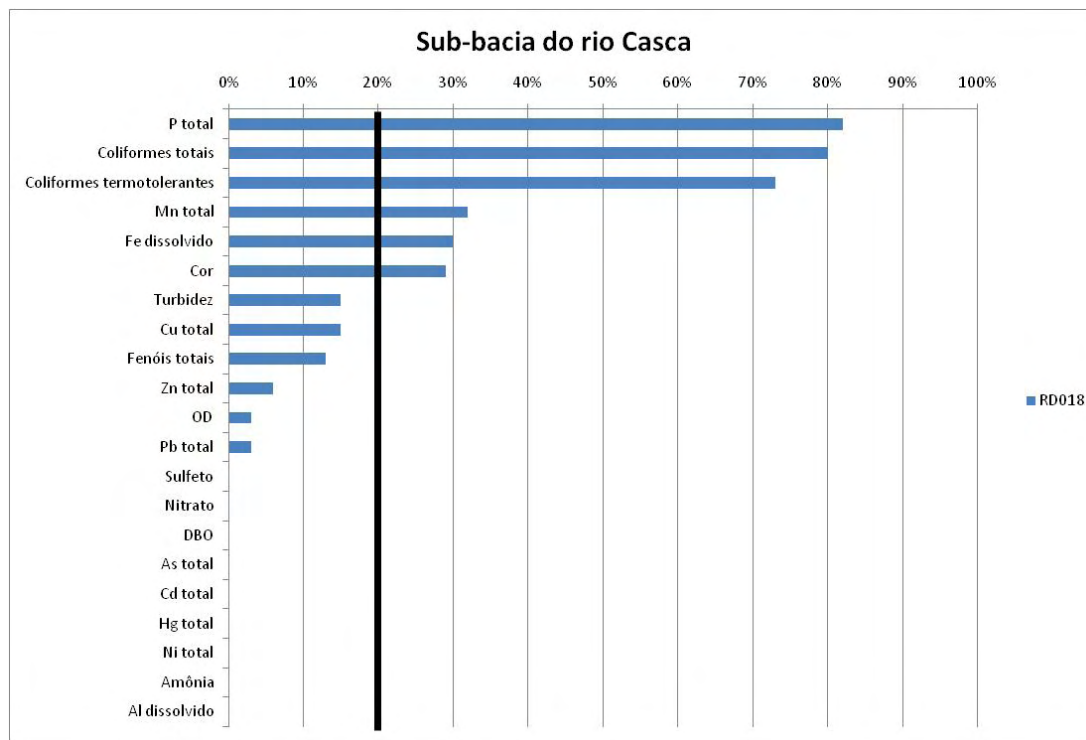


Figura 5.40 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Casca.

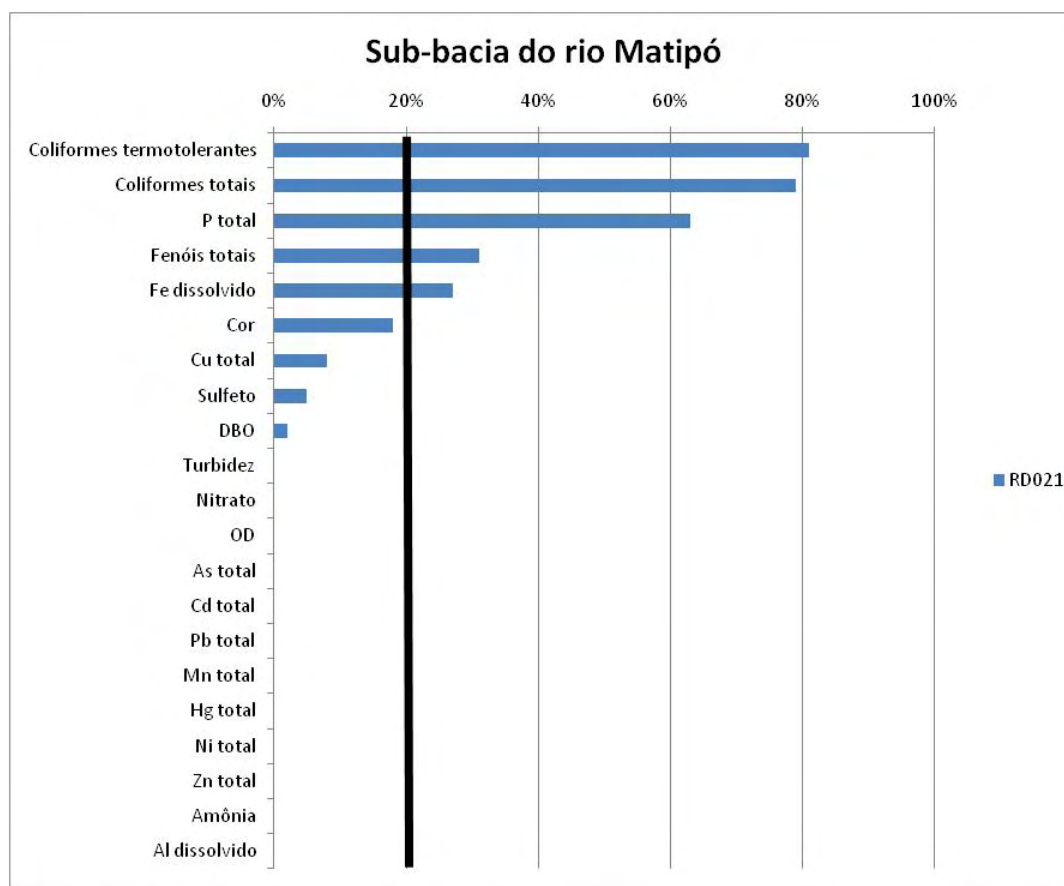


Figura 5.41 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Matipó.

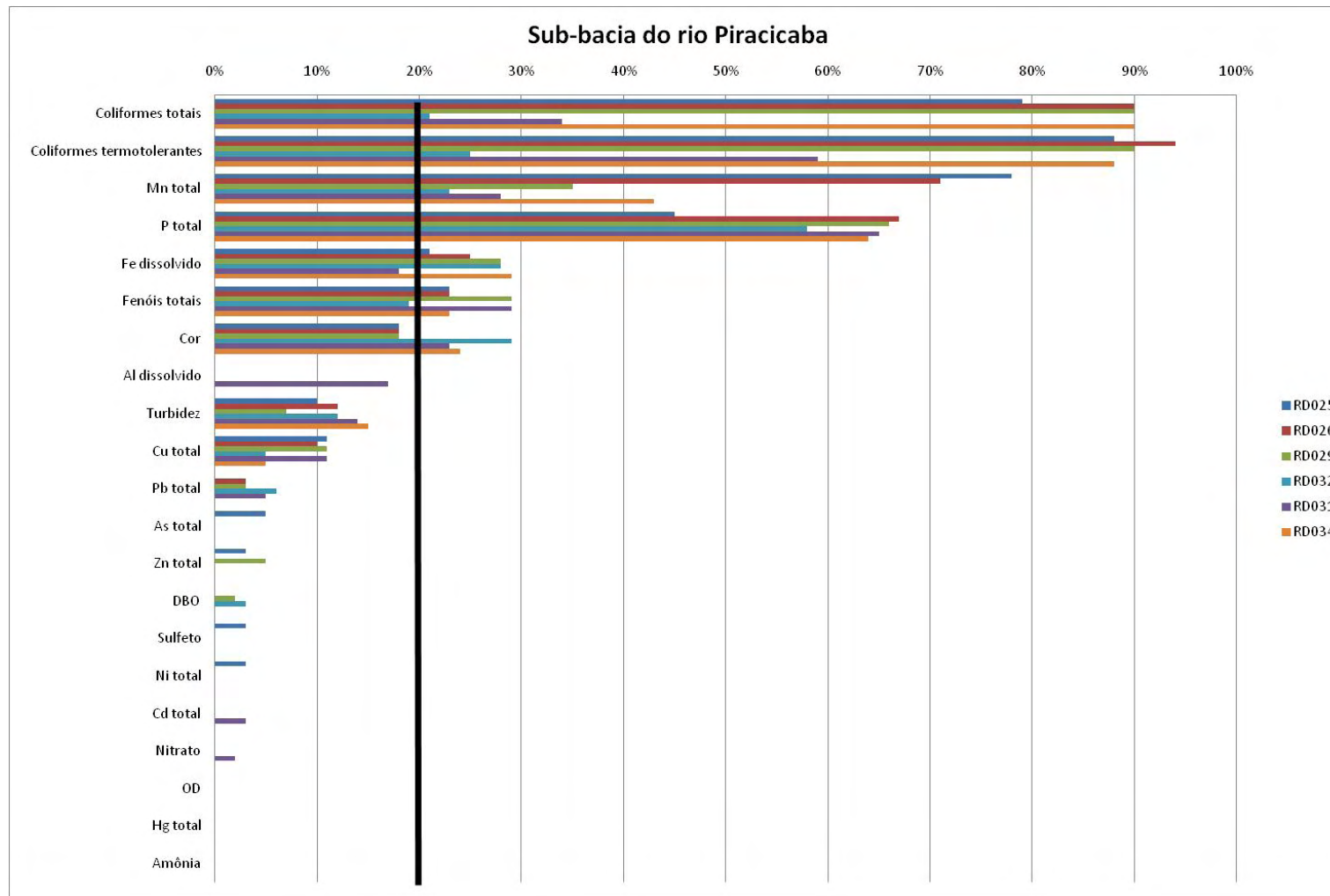


Figura 5.42 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Piracicaba.

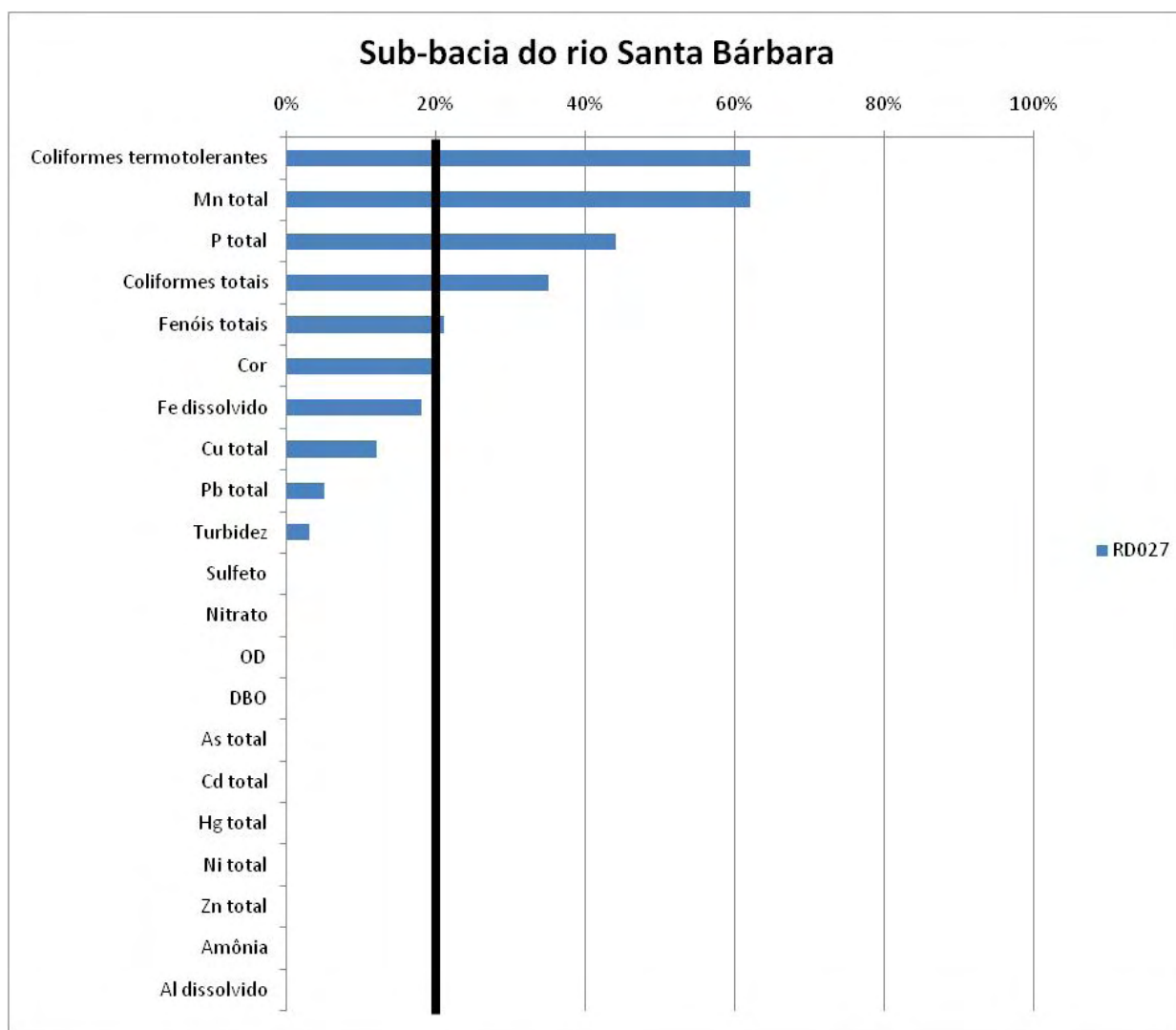


Figura 5.43 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Santa Bárbara.

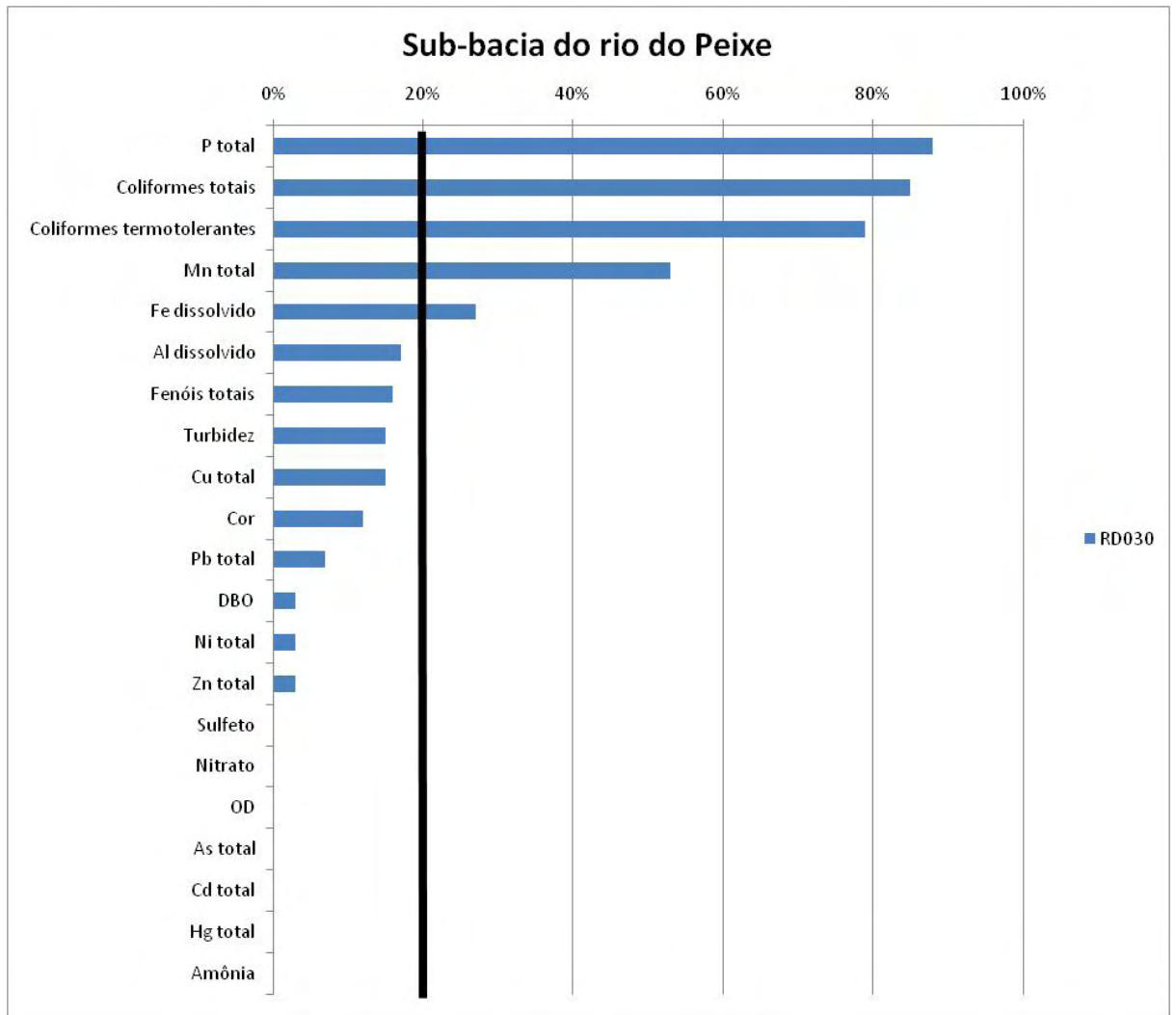


Figura 5.44 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio do Peixe.

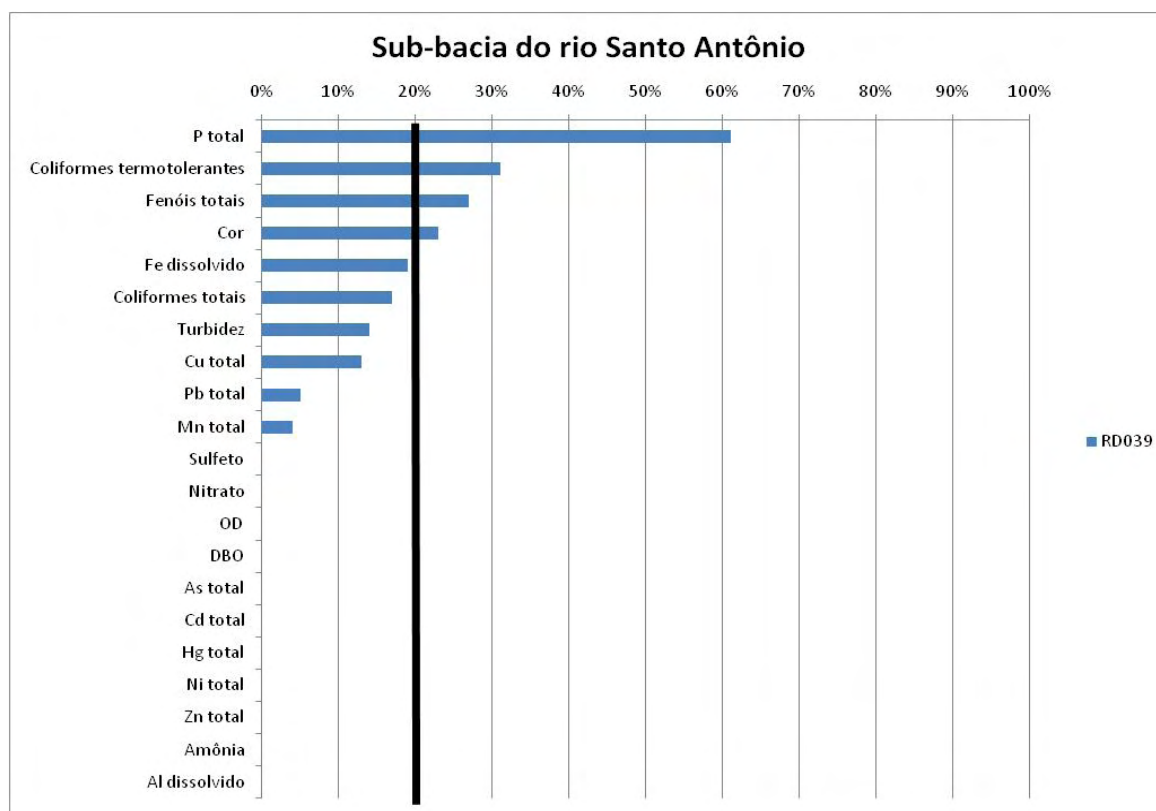


Figura 5.45 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Santo Antônio.

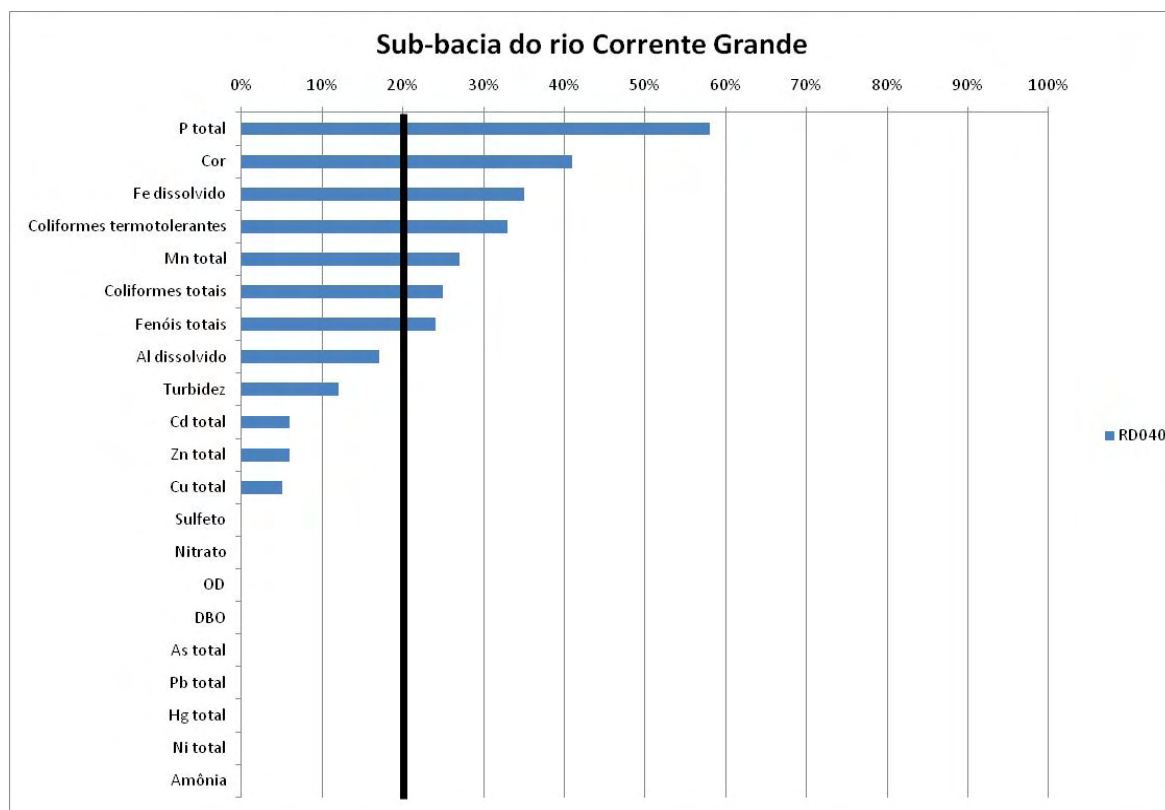


Figura 5.46 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Corrente Grande.

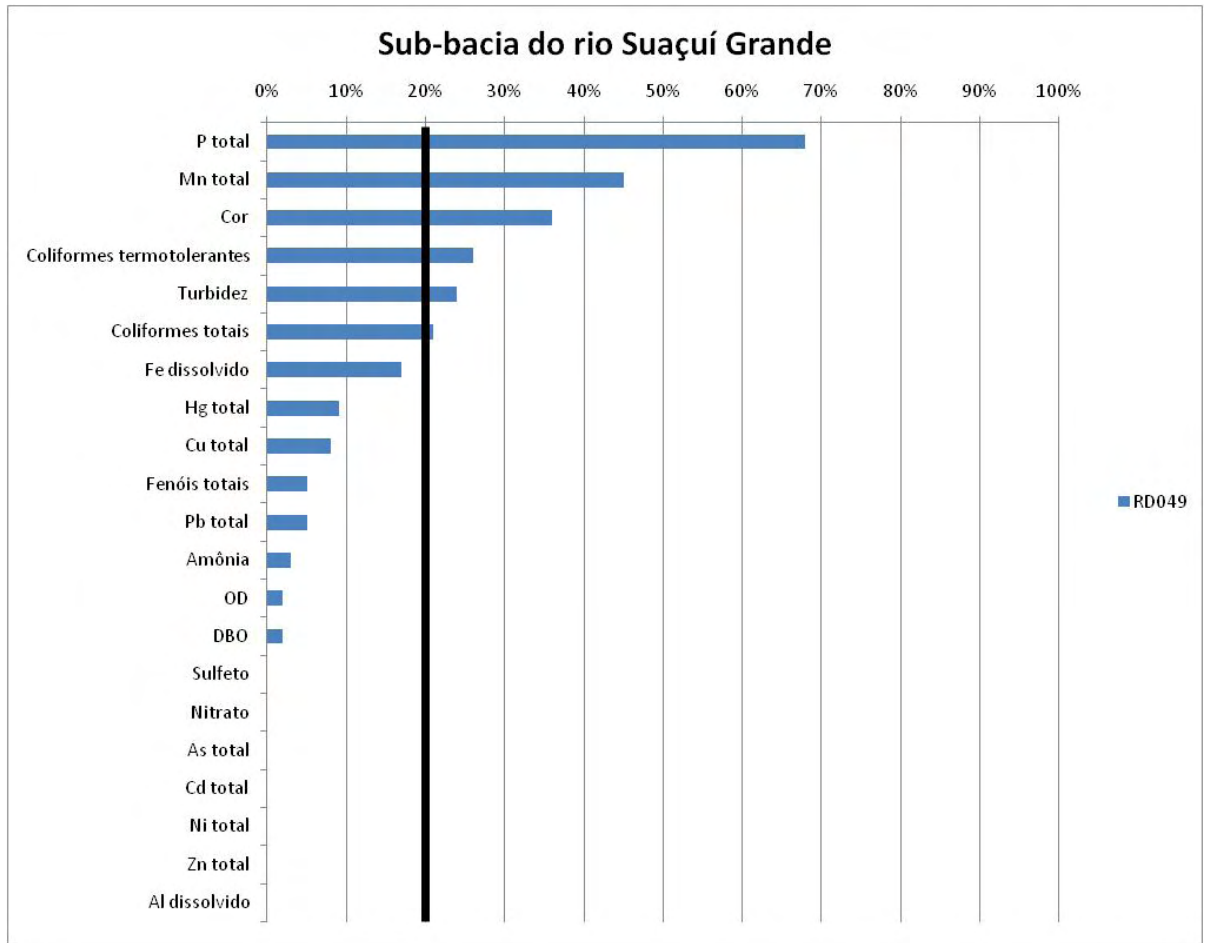


Figura 5.47 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Suaçuí Grande.

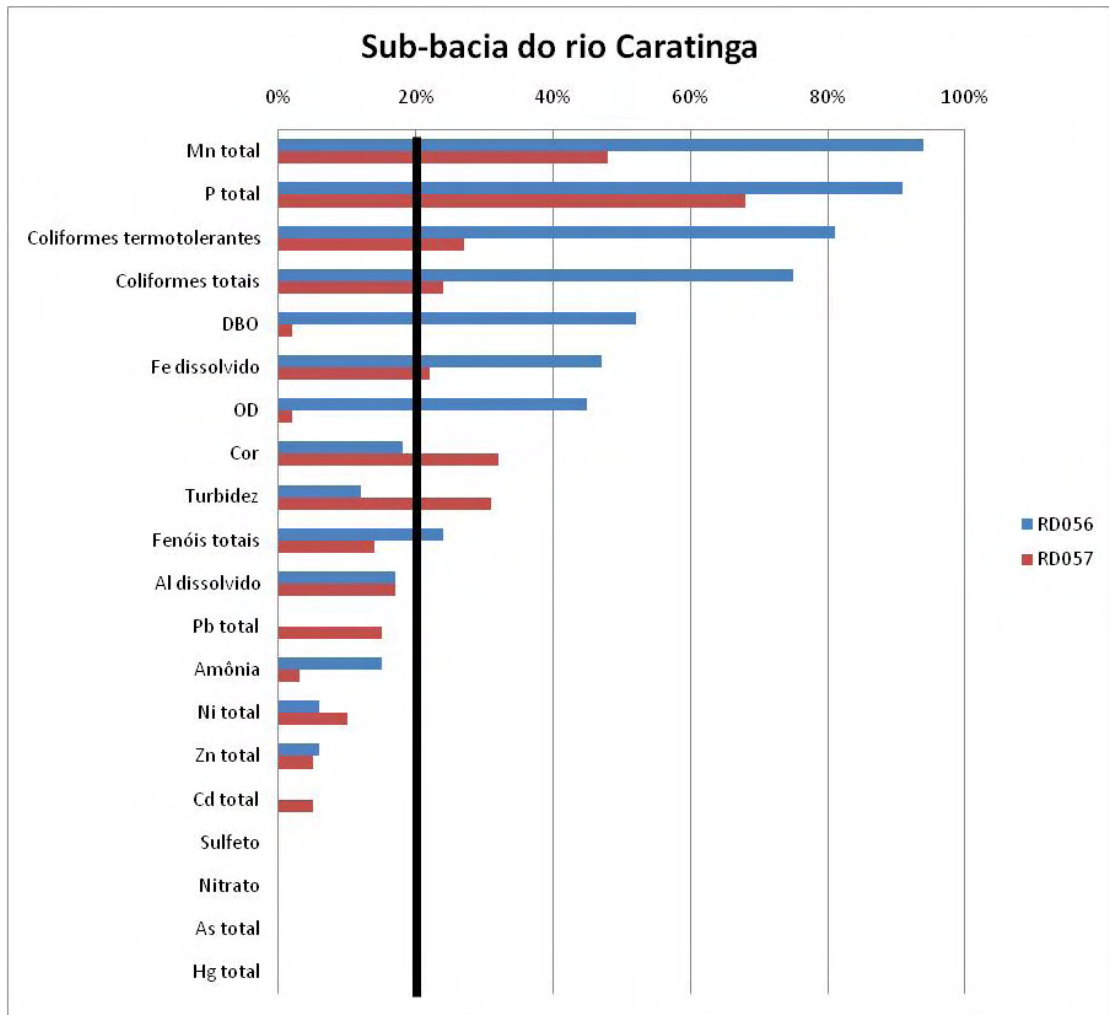


Figura 5.48 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Caratinga.

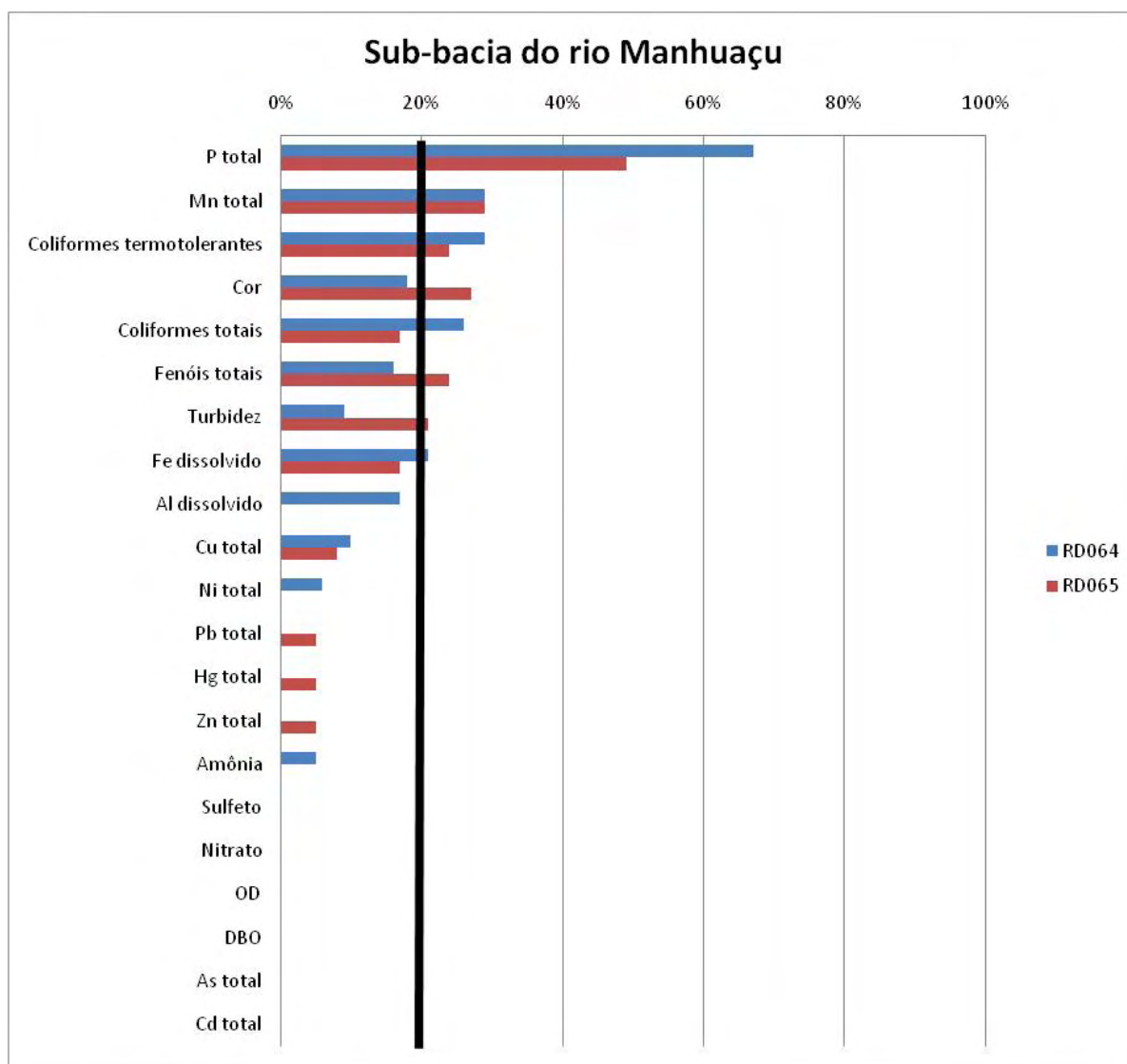


Figura 5.49 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 no período de julho de 1997 a janeiro de 2008 - Sub-bacia do rio Manhuaçu.

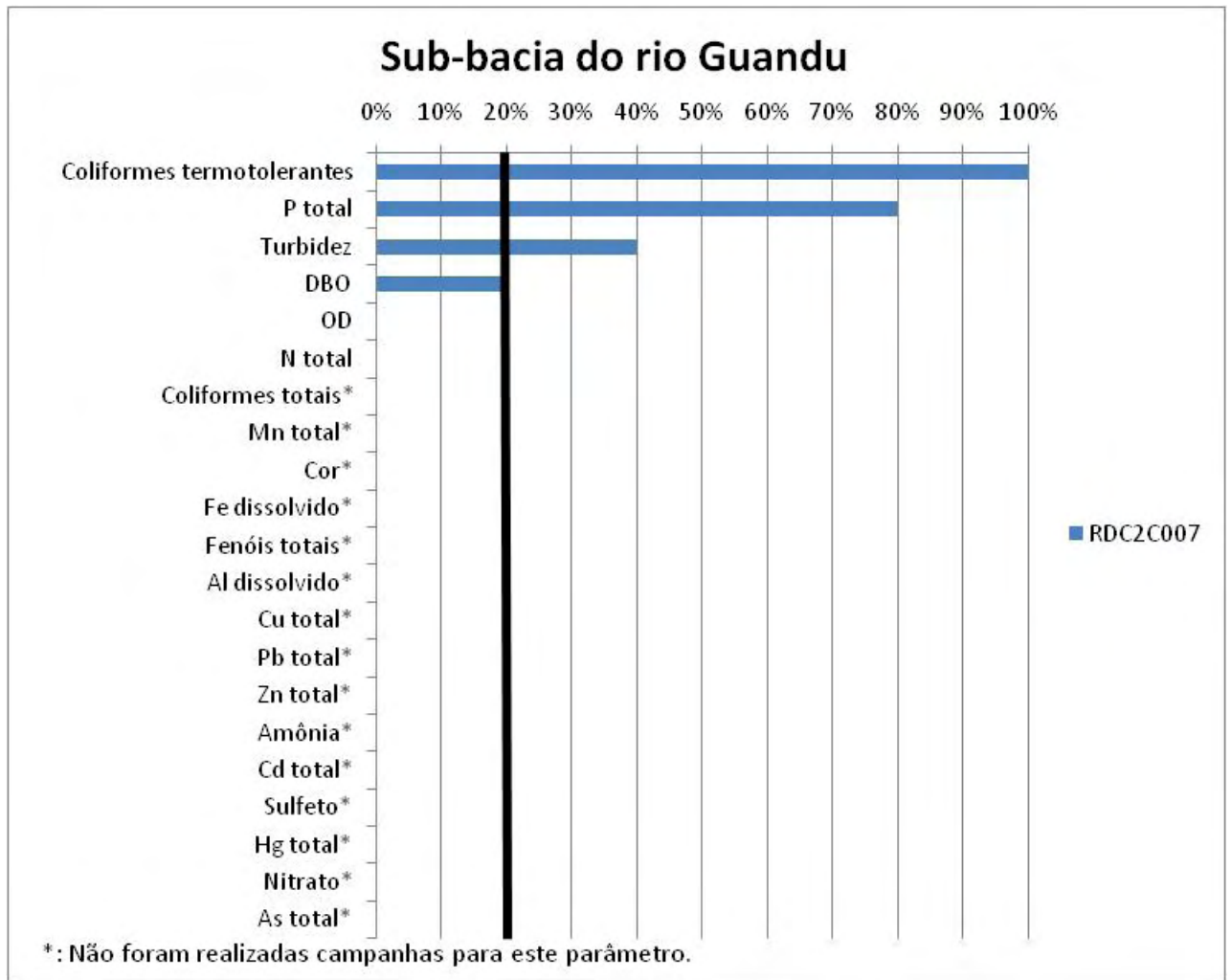


Figura 5.50 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 Sub-bacia do rio Guandu.

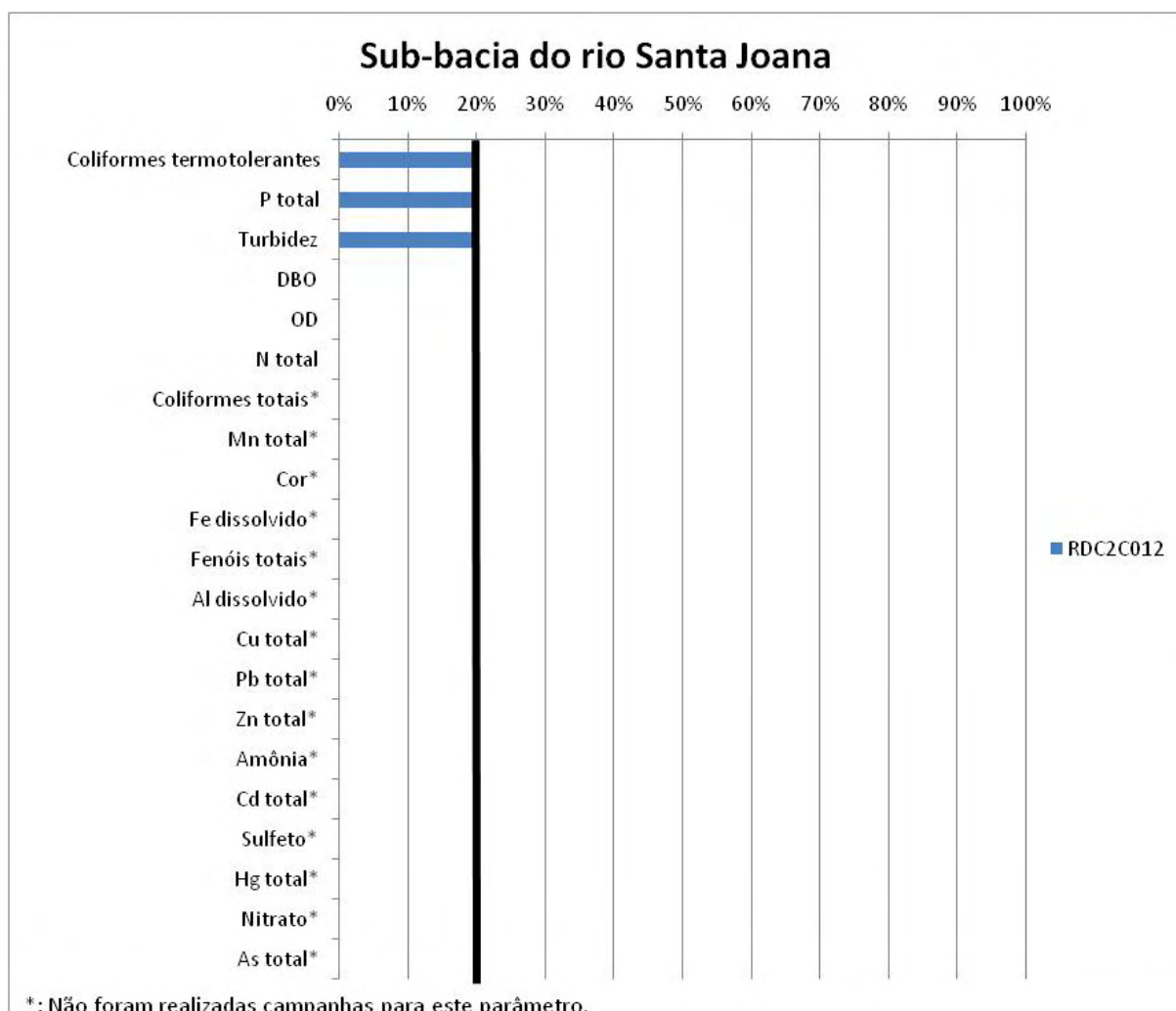


Figura 5.51 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 - Sub-bacia do rio Santa Joana.

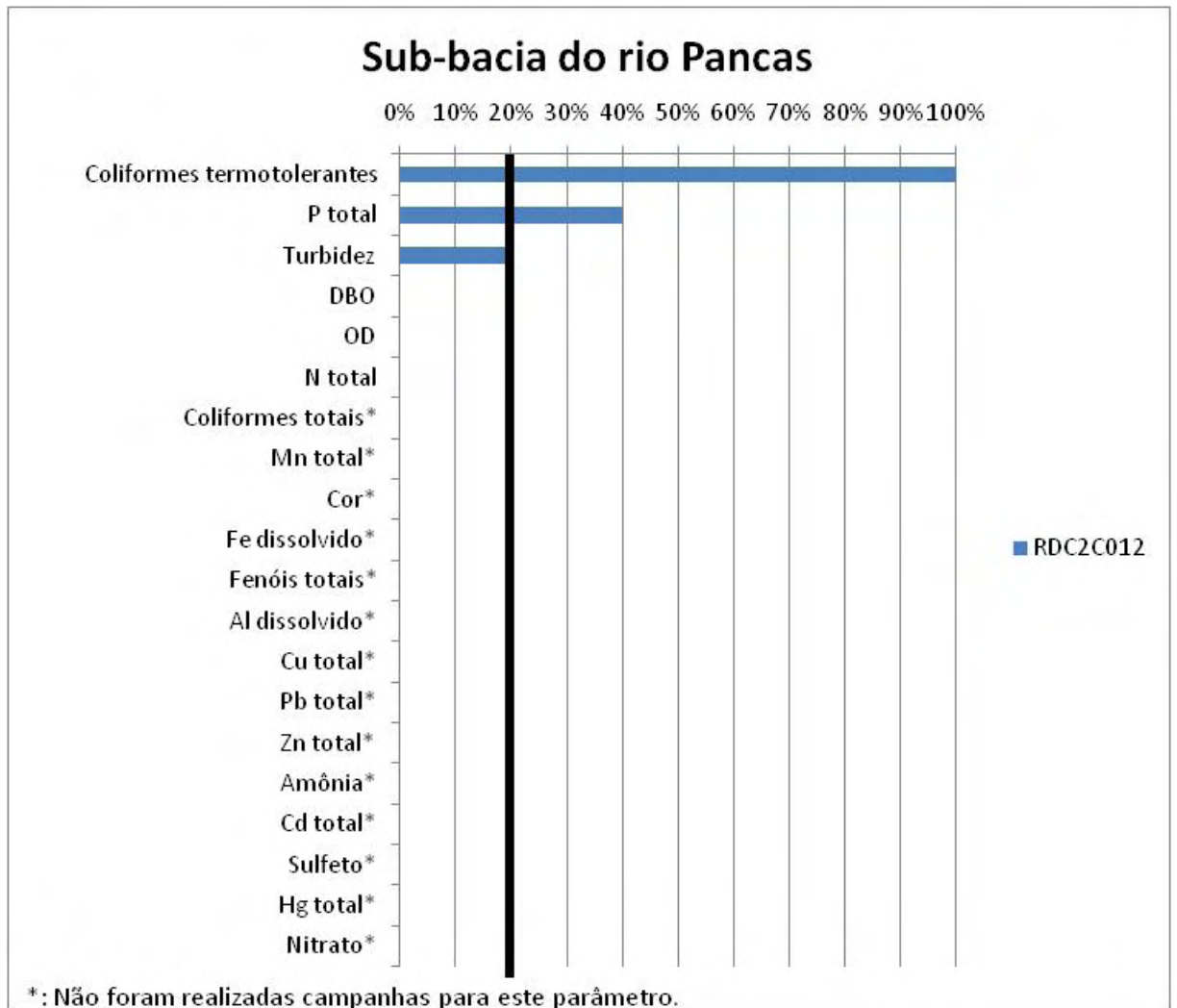


Figura 5.52 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 - Sub-bacia do rio Pancas.

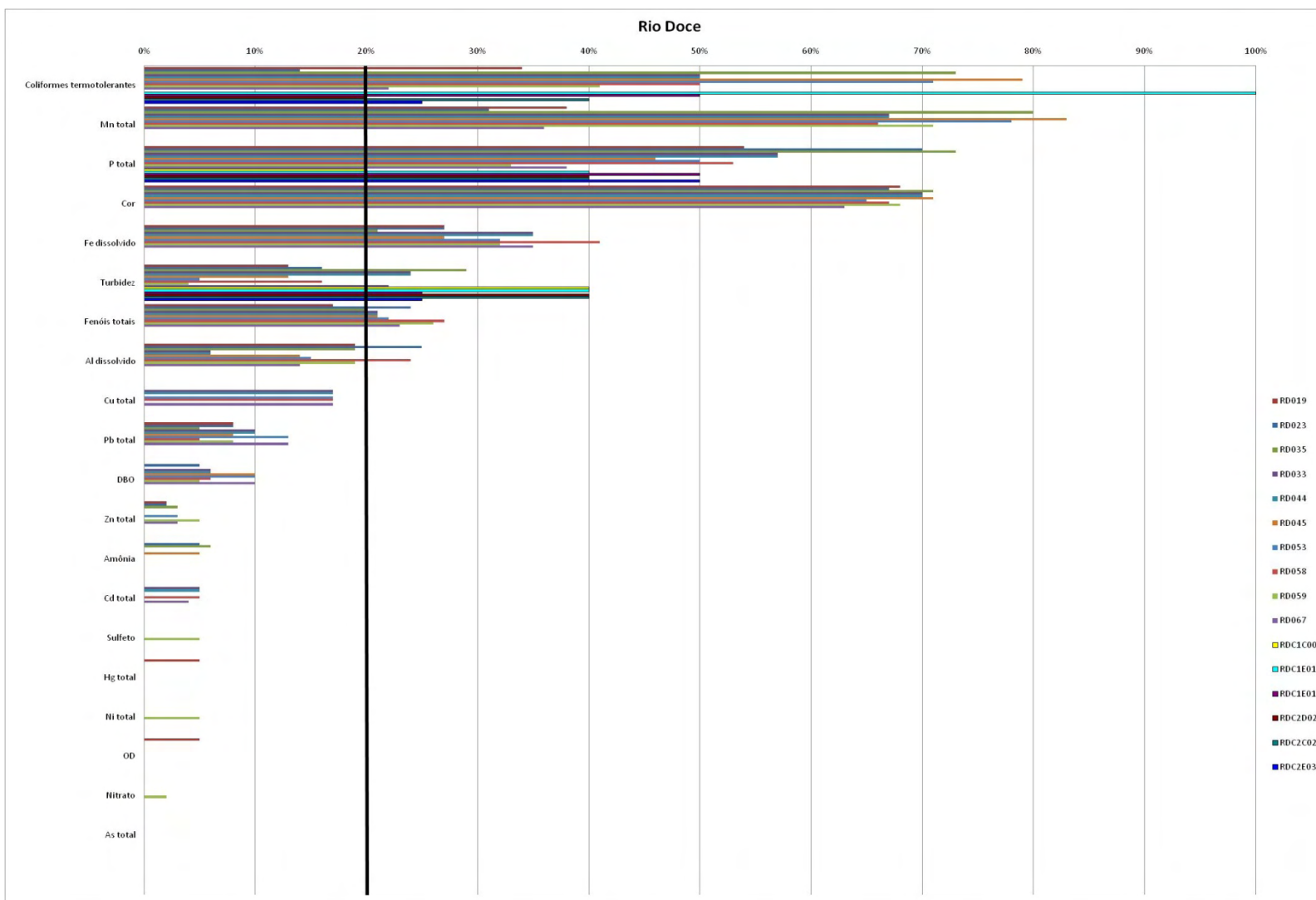


Figura 5.53 Porcentagem de resultados que não atenderam ao padrão da classe 2 - Bacia do rio Doce

5.3 USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS E DEMANDA HÍDRICA

A determinação das demandas atuais na bacia do rio Doce baseia-se na existência de duas grandes classes de usos da água: os usos consuntivos e os usos não-consuntivos, sendo que as estimativas das demandas hídricas atuais foram baseadas nos diferentes usos consuntivos identificados na Bacia do Rio Doce, a saber, irrigação, abastecimento humano, dessedentação animal e consumo industrial.

Neste contexto, é importante ressaltar a distinção entre demanda hídrica e consumo hídrico. Entende-se por demanda hídrica a quantidade de água necessária ou que é solicitada para a execução de uma determinada atividade; representa, assim, a quantidade de água que é extraída do manancial.

O conceito de consumo hídrico, por sua vez, é entendido como a parcela da demanda que é efetivamente utilizada (ou gasta) no desenvolvimento dessa atividade, seja por sua inclusão como matéria-prima no processo, seja por perdas como a evaporação e infiltração, ou mesmo a degradação da água demandada de tal forma que seja impossível sua utilização posterior.

A diferença quantitativa entre a demanda e o consumo é denominada de retorno, representando a parcela restante da demanda que volta ao manancial, através do sistema de drenagem e/ou sistemas de esgotamento sanitários, e em condições de ser utilizada a jusante, ainda que conte com perdas de qualidade significativas.

A quantificação dos usos consuntivos utiliza ambos os conceitos. Quando o conceito utilizado for 'demanda', os valores apresentados referem-se à parcela retirada do manancial, independentemente do percentual que é efetivamente utilizado; já quando se fizer referência ao 'consumo', estar-se-á considerando o montante que realmente será consumido, excluindo-se do valor a parcela de água que retorna ao manancial.

Os usos consuntivos, assim como as próprias disponibilidades hídricas, apresentam variação, em termos quantitativos, ao longo do ano. Essa variação é associada à sazonalidade, seja da atividade usuária, seja das condições em que se processa essa atividade. Neste estudo, as demandas e consumos associados aos usos consuntivos foram determinados em termos anuais para os usos de abastecimento humano, dessedentação animal e industrial. Nestes casos, a eventual sazonalidade do consumo não pode ser estimada com precisão suficiente ou não é relevante, considerando a variação climática e seu impacto sobre o consumo. No caso da demanda para irrigação, a qual tende a se elevar justamente no período de escassez de água, a demanda é trabalhada anualmente, porém, a metodologia utilizada considerou a sazonalidade da demanda, uma vez que incluiu no cálculo os períodos dos cultivos e as precipitações, conforme será visto a diante.

5.3.1 Metodologia

O detalhamento da metodologia adotada no estudo das demandas e consumos hídricos associados aos usos consuntivos é apresentada a seguir. De maneira geral, o presente relatório valeu-se da base de dados de demanda, retorno e consumo levantada na fase de Diagnóstico, assumindo informações pré-existentes e, sempre que possível e adequado, melhorando e atualizando estas informações.

A estimativa das vazões para abastecimento urbano, rural, animal e industrial, bem como para a irrigação foram baseadas, principalmente, na metodologia do estudo do ONS

(2003) denominado “*Estimativas de Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Interligado Nacional (SIN)*”. Neste estudo foi desenvolvida uma extensa e detalhada discussão das possibilidades de produção de informações de demanda hídrica com base em fontes pré-existentis disponíveis para um conjunto amplo de municípios. Em relação às fontes utilizadas no referido estudo, poucas novidades foram acrescentadas desde então (novas fontes), sendo que foram realizadas atualizações sempre que as fontes utilizadas dispunham de informações mais atualizadas.

A estimativa das vazões de retirada pelos diversos segmentos analisados foi realizada para cada um dos municípios pertencentes à área de cada bacia e unidade de análise considerada, sendo a vazão de retirada de cada tipo de usuário obtida pelo somatório das vazões relativas a todos os municípios pertencentes à área considerada.

No cálculo da vazão de retirada para o abastecimento urbano e industrial, considerou-se que, se a sede do município encontra-se na área analisada, toda a vazão de retirada foi computada nessa área. Para o cálculo da vazão de retirada pela irrigação e para os abastecimentos animal e rural foi considerado o critério de proporcionalidade da área do município localizada na área considerada.

A seguir são apresentados os resultados da quantificação hídrica para cada uso consuntivo na Bacia do Rio Doce considerando o cenário atual ajustado para o ano de referência de 2006/2007, sendo antes detalhada a metodologia utilizada para a produção destes quantitativos.

Por ser o uso prioritário da água – por força de lei – o abastecimento humano é o primeiro uso consuntivo abordado, seguido pela dessedentação animal, pela agricultura irrigada e pelo uso industrial.

5.3.1.1 Abastecimento Humano

5.3.1.1.1 Abastecimento Urbano

A estimativa de demanda para o abastecimento urbano foi subdividida em: *Demanda Urbana Atendida*, que compreende a população urbana atendida pela rede geral; e a *Demanda Urbana Não Atendida*, correspondente ao restante da população urbana. Para a determinação da *Demanda Urbana Atendida*, foram utilizadas retiradas médias de água por habitante, obtidas a partir da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (IBGE 2000) e demais dados extraídos da Contagem de população (IBGE 2007). O Quadro 5.9 apresenta os coeficientes de retirada urbana per capita utilizados, conforme o estado considerado e faixa de população do município.

Assim, a estimativa de retirada para o abastecimento urbano da população atendida pela rede geral em cada município foi determinada a partir do produtório da população urbana municipal (IBGE, 2007), pelo índice de atendimento da rede geral de abastecimento público, identificados no âmbito dos estudos de saneamento realizados para o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce - PIRH Doce, e pelo coeficiente de retirada urbana per capto, conforme ilustra Equação 1.

$$Q_{u,a} = \text{Pop}_u * I_a * CP_{(FxN)} \quad (1)$$

em que:

$Q_{u,a}$ = vazão de captada para o abastecimento da População urbana atendida pela rede geral, L.dia⁻¹;
 Pop_u = população urbana municipal, hab;

- I_a = índice de atendimento da rede geral; e
 $CP_{(FxN)}$ = coeficiente de retirada urbana per capita da faixa na qual se enquadra o município, $L.hab^{-1}.dia^{-1}$.

Quadro 5.9 Coeficientes de retirada urbana per capita, conforme o estado considerado (ES e MG) e faixa de população do município.

Faixa Populacional (habitantes)	Consumo per capita ($L hab^{-1} dia^{-1}$)	
	ES ⁽¹⁾	MG ⁽²⁾
< 10.000	156	186
10.000 - 100.000	206	217
100.000 - 500.000	273	248
> 500.000	-	291

⁽¹⁾ Calculado, segundo metodologia ONS (2003, p. 34-37).

⁽²⁾ Fonte: ONS (2003).

Para estimativa da vazão captada para abastecimento urbano que retorna aos cursos de água da bacia, foi considerada a recomendação da norma técnica da ABNT (NBR 9.649) de utilização de um valor de 0,8 para o coeficiente de retorno, na falta de valores obtidos em campo. A Equação 2 representa matematicamente a estimativa de vazão de retorno.

$$Q_{u,a,r} = 0,8 * Q_{u,a} \quad (2)$$

em que:

- $Q_{u,a,r}$ = vazão de retorno para o abastecimento da população urbana atendida pela rede geral, $L.dia^{-1}$; e
 $Q_{u,a}$ = vazão de captada para o abastecimento da População urbana atendida pela rede geral, $L.dia^{-1}$.

A vazão efetivamente consumida no abastecimento urbano é dada pela diferença da vazão de captação e vazão de retorno, conforme apresentado na Equação 3.

$$Q_{u,a,c} = Q_{u,a} - Q_{u,a,r} \quad (3)$$

em que:

- $Q_{u,a}$ = vazão de consumo para o abastecimento da população urbana atendida pela rede geral, $L dia^{-1}$;
 $Q_{u,a}$ = vazão de captada para o abastecimento da População urbana atendida pela rede geral, $L dia^{-1}$; e
 $Q_{u,a,r}$ = vazão de retorno para o abastecimento da população urbana atendida pela rede geral, $L dia^{-1}$.

A estimativa da *Demanda Urbana Não Atendida*, ou seja, da população não abastecida pela rede geral de água, foi realizada a partir da diferença entre a população urbana total e a população atendida por rede geral, multiplicada pelo índice de retirada *per capita* usado no cálculo da demanda rural. Considerou-se, portanto, que as duas parcelas têm o mesmo perfil de uso da água. O Quadro 5.10 apresenta os coeficientes de retirada para população urbana não atendida pela rede geral, conforme o estado considerado.

Quadro 5.10 Coeficientes de retirada urbana per capita, para abastecimento da população urbana não atendida pela rede geral.

Faixa Populacional (habitantes)	Consumo per capita ($L hab^{-1} dia^{-1}$)
ES	100
MG	125

Fonte: ONS (2003).

A Equação 4 apresenta a formulação matemática para a estimativa da vazão retirada para abastecimento urbano da população não atendida pela rede geral.

$$Q_{u,n,a} = (Pop_{u,t} - Pop_{u,a}) * CP_{(E)} \quad (4)$$

em que:

- $Q_{u,n,a}$ = vazão de captada para o abastecimento da população urbana não atendida pela rede geral, L dia⁻¹;
- $Pop_{u,t}$ = população urbana total do município, hab;
- $Pop_{u,a}$ = população urbana total atendida pela rede geral, hab; e
- $CP_{(E)}$ = coeficiente de retirada urbana per capta do estado, para abastecimento da população não atendida pela rede geral, L hab⁻¹ dia⁻¹.

A estimativa da vazão de retorno para a população não atendida pela rede geral, também segue a mesma formulação proposta para a população rural, sendo o coeficiente de retorno equivalente a 0,5, conforme metodologia utilizada pelo ONS (2003). De acordo com esse estudo (ONS, 2003), a adoção desse coeficiente se deve a ausência de valor de referência na literatura científica. A Equação 5 representa matematicamente a estimativa de vazão de retorno para a população não atendida pela rede geral.

$$Q_{u,n,a,r} = 0,5 * Q_{u,n,a} \quad (5)$$

em que:

- $Q_{u,n,a,r}$ = vazão de retorno para o abastecimento da população urbana não atendida pela rede geral, L dia⁻¹; e
- $Q_{u,a}$ = vazão de captada para o abastecimento da população urbana não atendida pela rede geral, L dia⁻¹.

A estimativa de vazão efetivamente consumida no abastecimento da população não atendida pela rede geral, também é dada pela diferença entre a vazão retirada e a vazão que retorna aos cursos de água.

$$Q_{u,n,a,c} = Q_{u,n,a} - Q_{u,n,a,r} \quad (6)$$

em que:

- $Q_{u,n,a,c}$ = vazão de consumo para o abastecimento da população urbana não atendida pela rede geral, L dia⁻¹;
- $Q_{u,n,a}$ = vazão de captada para o abastecimento da População urbana não atendida pela rede geral, L dia⁻¹; e
- $Q_{u,n,a,r}$ = vazão de retorno para o abastecimento da população urbana não atendida pela rede geral, L dia⁻¹.

5.3.1.1.2 Abastecimento Rural

A demanda para o abastecimento rural refere-se exclusivamente ao consumo de água das comunidades rurais, não incluindo atendimento relativo à criação de animais e à irrigação, estimados separadamente. A retirada média *per capita* na área rural foi considerada inferior a do meio urbano, sendo que nos casos em que a população rural é atendida pela rede geral, utilizou-se o índice de retirada urbano.

Para a estimativa da retirada rural utilizou-se a Equação 7, que é semelhante à formulação utilizada para estimativa da vazão retirada para o abastecimento da população não atendida pela rede geral.

$$Q_r = Pop_{r,a} * CP_{(F_xN)} + (Pop_{r,t} - Pop_{r,a}) * CP_{(E)} \quad (7)$$

em que:

- Q_r = vazão de captada para o abastecimento da população rural, L dia⁻¹;
 $Pop_{r,t}$ = população rural total do município, hab;
 $Pop_{r,a}$ = população rural atendida pela rede geral, hab;
 $CP_{(F \times N)}$ = coeficiente de retirada urbana per capta da faixa na qual se enquadra o município, L hab⁻¹ dia⁻¹; e
 $CP_{(e)}$ = coeficiente de retirada rural per capta do estado, L hab⁻¹ dia⁻¹.

Para a determinação da vazão de retorno e efetivamente consumida no abastecimento da população rural adotou-se formulação idêntica àquela utilizada para o abastecimento da população urbana não atendida pela rede geral, conforme pode ser observado nas Equações 8 e 9, respectivamente.

$$Q_{r,r} = 0,5 * Q_r \quad (8)$$

em que:

- $Q_{r,r}$ = vazão de retorno para o abastecimento da população rural, L dia⁻¹; e
 Q_r = vazão de captada para o abastecimento da população rural, L dia⁻¹.

$$Q_{r,c} = Q_r - Q_{r,r} \quad (9)$$

em que:

- $Q_{r,c}$ = vazão consumida no abastecimento da população rural, L dia⁻¹;
 Q_r = vazão captada para o abastecimento da população rural, L dia⁻¹; e
 $Q_{r,r}$ = vazão de retorno para o abastecimento da população rural, L dia⁻¹.

5.3.1.2 Dessedentação Animal

A estimativa das vazões destinadas ao abastecimento dos rebanhos foi feita a partir do efetivo pecuário, disponível no Censo Agropecuário do IBGE (2006). O rebanho de cada município (IBGE, 2006) foi multiplicado pelos respectivos coeficientes *per capita* de retirada de água para criação de cada espécie animal (Quadro 5.11).

Quadro 5.11 Coeficientes *per capita*, para espécies animais.

Espécie Animal	Coefficiente de Retirada <i>per capita</i> (L dia ⁻¹)
Bovino	50
Suíno	12,5
Bubalino	50
Equino	50
Asinino	50
Muar	50
Ovino	10
Caprino	10
Aves	0,36

Fonte: ONS, 2003.

A Equação 10 apresenta a formulação matemática para a estimativa de vazão de retirada para a dessedentação/criação animal.

$$Q_a = \sum (\text{Rebanho}_{(\text{espécie})} * q_{(\text{espécie})}) \quad (10)$$

em que:

- Q_a = vazão retirada para dessedentação/criação animal por município, L dia⁻¹;
 $\text{Rebanho}_{(\text{espécie})}$ = rebanho do município para cada espécie animal, obtida no censo

Agropecuário (2006); e
 $Q_{(espécie)} =$ vazão per capita por espécie animal, $L \text{ animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

A estimativa da vazão de retorno para o abastecimento animal foi considerado o coeficiente de retorno equivalente a 0,2, sendo, portanto correspondente a uma parcela da vazão retirada. A Equação 11 apresenta a formulação utilizada.

$$Q_{a,r} = 0,2 * Q_a \quad (11)$$

em que:

$Q_{a,r}$ = vazão de retorno para a dessedentação/criação animal, $L \text{ dia}^{-1}$; e
 Q_a = vazão de captada para a dessedentação/criação animal, $L \text{ dia}^{-1}$.

Assim como foi realizado para a estimativa da vazão consumida nos demais setores, utilizou-se a diferença entre a vazão retirada e a vazão de retorno para sua determinação (Equação 12).

$$Q_{a,c} = Q_a - Q_{a,r} \quad (12)$$

em que:

$Q_{a,c}$ = vazão consumida na dessedentação/criação animal, $L \text{ dia}^{-1}$;
 Q_a = vazão captada para a dessedentação/criação animal, $L \text{ dia}^{-1}$; e
 $Q_{a,r}$ = vazão de retorno para a dessedentação/criação animal, $L \text{ dia}^{-1}$.

5.3.1.3 Irrigação

Os valores de retirada para irrigação correspondem aos valores apresentados para o estudo do ONS (2003) denominado “*Estimativas de Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Interligado Nacional (SIN)*”. Neste estudo foi desenvolvida uma extensa e detalhada discussão das possibilidades de produção de informações de demanda hídrica para este uso com base em fontes pré-existentes disponíveis para um conjunto amplo de municípios.

Tal metodologia considera as culturas desenvolvidas nos municípios, valores de evapotranspiração associados a valores de precipitação e sazonalidade das culturas, eficiência das práticas de manejo produtivo irrigado, relacionando-as à área irrigada nos municípios.

Confrontando-se a metodologia desenvolvida no referido estudo com as fontes de informações disponíveis atualmente, verificou-se, em primeiro lugar, que não há novas fontes em condições de acrescentar precisão ou qualidade à metodologia utilizada. Assim, a metodologia apresentada no referido estudo foi adotada para este sem modificação.

Em segundo lugar, a atualização dos valores para o ano base 2006, requer como informação-chave a área irrigada dos municípios por tipo de cultivo. Esta informação foi obtida no estudo mencionado através dos dados do Censo Agropecuária de 1996 e atualizadas para 2001, ano de referência do estudo. Entretanto, apesar de ter sido realizado novo Censo Agropecuário em 2006, estas informações ainda não foram disponibilizadas pelo IBGE.

Sendo assim, os valores calculados no estudo ONS (2003), cujo ano de referência é 2001, foi atualizado para utilização neste estudo com base nos percentuais de projeção utilizados para os cenários do referido estudo (que compreendiam o período 2002/2010). Assim, os valores anuais de estimativa de alteração da demanda de irrigação foram

aplicados às estimativas de 2001, atualizando-os para o período 2002/2006, ano de referência do presente estudo.

O detalhamento metodológico de todos os passos utilizados na elaboração das estimativas encontram-se mais bem explicados no documento de origem (ONS, 2003). Como fórmula final, considerando as estimativas intermediárias produzidas, a vazão de retirada pela irrigação foi estimada com base na irrigação total necessária e na área irrigada de cada cultura em cada mês no município, como mostra a Equação 13.

$$Q_{m,i} = \sum_{i=1}^{cn} \left[\frac{ETo_m K_s K_c - P_{ef,m,m}}{E_a} \right] A_{m,i,c,m} \quad (13)$$

em que:

$Q_{m,i}$	=	vazão de retirada pela irrigação no município, $m^3 \text{ mes}^{-1}$;
ETo_m	=	evapotranspiração de referência no município, para o mês (m), $mm \text{ mês}^{-1}$;
K_c	=	coeficiente da cultura para a cultura média no município, para o mês (m), adimensional;
K_s	=	coeficiente de umidade do solo no município, para o mês (m), adimensional;
$P_{ef,m,m}$	=	precipitação efetiva mensal no município, $mm \text{ mês}^{-1}$;
E_a	=	eficiência de aplicação, adimensional;
$A_{m,i,c,m}$	=	área irrigada da cultura no município em cada mês, ha; e
cn	=	número de culturas irrigadas no município.

Os coeficientes de cultura em cada estágio de desenvolvimento das culturas foram obtidos na publicação da FAO 56 (ALLEN et al., 1998). Em cada cultura foi associado o método de irrigação de uso mais frequente, sendo o método de irrigação por aspersão associado às culturas temporárias e o de irrigação localizada às culturas permanentes. Tanto o coeficiente de umidade do solo como a eficiência de aplicação adotada foram obtidos dos resultados de ANA/GEF/PNUMA/OEA (2002). A saber: 0,81 e 0,88 para K_s e de 0,70 e 0,79 para E_a nas irrigações por aspersão e localizada, respectivamente.

5.3.1.4 Indústria

A metodologia adotada para estimativa das séries de vazões relacionadas ao abastecimento industrial utilizada no estudo ONS (2003) denominado “*Estimativas de Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Interligado Nacional (SIN)*” considera o valor da produção industrial municipal, a quantidade produzida por tipo de indústria e a relação entre essa quantidade e o volume de água necessário à produção de cada unidade – função do processo industrial adotado.

Os índices utilizados para a estimativa das vazões para abastecimento industrial no referido estudo estão apresentados no Quadro 5.12.

Estes índices foram adaptados dos valores apresentados no “Manual de Procedimentos para Outorga de Uso da Água na Indústria e Mineração – Bacia do Paraíba do Sul”, elaborado pela Superintendência de Outorga da ANA, (ANA, 2002b). Em virtude dos parâmetros fornecidos neste manual (vazões de retirada, de retorno e de consumo) apresentarem valores para um número muito grande de processos industriais, foi necessária a agregação de alguns deles. Para essa agregação, unificaram-se as unidades apresentadas pelos processos industriais do manual, uma vez que muitas delas eram específicas e diferiam entre os diversos tipos de indústria. A agregação dos parâmetros foi realizada com

base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE, a qual é utilizada pelo IBGE.

Como nas bases disponíveis para consulta alguns municípios dispunham apenas do valor da produção industrial total, sem discriminação por classe de indústria, o estudo do ONS (2003) criou uma classe “genérica” de indústria, na qual os parâmetros de retirada e retorno representam a média das demais classes.

Desta forma foram definidas 23 classes: uma classe extrativa, 21 de transformação e uma genérica. Assim, a estimativa da vazão de retirada para abastecimento industrial no município, dada pelo somatório das vazões demandadas por cada classe de indústria presente, foi feita pela equação:

$$Q_{ind} = \frac{\sum_{Y=1}^{23} [VP_{(Produto Y)} \cdot V_{retirada (Produto Y)}]}{31.536.000} \quad (14)$$

em que:

- Q_{ind} = vazão total de retirada para abastecimento industrial no município (m), $m^3 \cdot s^{-1}$;
 $VP_{(Produto Y)}$ = valor da produção do produto Y, (convertido para) US\$;
 $V_{retirada (Produto Y)}$ = volume captado por unidade monetária produzida do produto Y, $m^3 \cdot US\$^{-1}$ (Quadro 5.3.4); e
 31.536.000 = fator para correção de unidades.

Quadro 5.12 Parâmetros utilizados na estimativa das vazões de retirada e retorno da indústria.

Produto	Parâmetros (m3/US\$)	
	Retirada	Retorno
Extrativa Mineral	0,13233	0,10586
Produtos Alimentares	0,02708	0,02166
Bebidas	0,00998	0,00870
Fumo	0,00564	0,00451
Têxtil	0,03064	0,02451
Vestuários, Calçados e Artefatos de Tecidos	0,03052	0,02442
Couros e Peles, Artefatos para Viagens	0,01474	0,01179
Madeira	0,05039	0,04031
Papel e Papelão	0,08545	0,06836
Editorial e Gráfica	0,00001	0,00001
Química	0,02304	0,01843
Produtos Farmacêuticos e Veterinários	0,00560	0,00448
Perfumaria, Sabões e Velas	0,00753	0,00602
Borracha	0,00134	0,00107
Produtos de Matérias Plásticas	0,00023	0,00018
Transformação de não metálicos	0,00492	0,00394
Metalúrgica	0,01013	0,00811
Mecânica	0,01132	0,00905
Material Elétrico de Comunicações	0,00001	0,00001
Material de Transporte	0,00551	0,00440
Mobiliário	0,12274	0,09838
Genérica	0,02713	0,02176

Fonte: ONS (2003)

No referido estudo, a utilização de dados relativos ao total de empregados por atividade econômica foi descartada uma vez que não estava disponível para toda a série histórica que a análise se propunha abranger. Assim, para a obtenção de homogeneidade para o Valor da Produção por produto foram realizadas diversas estimativas com base em valores disponíveis para o âmbito estadual.

Atualmente, contudo, está disponível uma base de dados abrangente e consistentes de informações sobre o número de empregos formais por município e por atividade econômica, através de categorizações segundo o Código Nacional de Atividade Econômica (CNAE). Esta base é fornecida de forma consolidada por município para 31 de dezembro de cada ano pela tabulação da RAIS – Relação Anual de Informações Sociais, através de programa de disseminação de informações do Ministério do Trabalho.

A base da RAIS, disponível para o ano de 2006, portanto, oferece uma relação consistente e atualizada do porte dos diferentes segmentos da indústria para o ano de referência do cenário atual. Sendo assim, optou-se por produzir as estimativas de demanda industrial aplicando-se a seguinte composição de dados de diferentes bases, aperfeiçoando alguns aspectos da proposta metodológica ONS (2003):

a) A metodologia ONS considera uma relação de correspondência entre vazão e valor da produção industrial, medida em US\$, sendo que o valor da produção industrial municipal era obtido através do último Censo Industrial (1986) e atualizado para o período posterior pela evolução anual do valor da produção industrial, que é calculado com base em pesquisa não censitária, portanto sem representatividade municipal. Recentemente, contudo, há disponibilidade do Valor Adicionado da Indústria, ou PIB Industrial, que representa um indicador diferente do Valor da Produção Industrial, mas que é consistente em sua relação proporcional. O Valor Adicionado corresponde ao somatório dos fatores de produção, sem considerar o produto que se insere como matéria prima ou insumo ao processo industrial (que é computado na fase anterior), enquanto o Valor da Produção Industrial corresponde ao valor total faturado pela empresas, ou seja, incluindo custos dos insumos produzidos em etapas anteriores do processo produtivo. A relação entre ambos, entretanto, é consistente, refletindo a variação de crescimento de um setor em relação a outro, o que possibilita sua conversão na mesma proporção. No período 2002/2006, a média da proporção do Valor Adicionado da Indústria em relação ao Valor da Produção Industrial foi de:

- Extrativa Mineral
- Minas Gerais: 45,0%
- Espírito Santo: 35,2%
- Indústria da Transformação
- Minas Gerais: 25,2%
- Espírito Santo: 34,9%

Para esta conversão de Valor da Produção Industrial para PIB Industrial, portanto, o valor de retirada para cada categoria informada no Quadro 5.12 foi dividido pela proporção que o PIB Industrial representa do Valor da Produção Industrial.

b) Assim, foi considerado o PIB industrial médio do quinquênio 2002/2006, comparado em bases anuais descontando-se a inflação (deflator implícito do PIB), que está disponível no âmbito municipal. Utilizou-se o valor médio do período com o intuito de atenuar variações anuais comuns neste indicador por conta de questões conjunturais,

buscando retratar de forma mais fiel o perfil produtivo médio de um período recente. Este valor médio foi convertido pela taxa média de câmbio do dólar de R\$ 2,71 correspondente ao mesmo período 2002/2006 e ajustado proporcionalmente ao Valor da Produção Industrial, possibilitando a conversão para os valores de retirada per capita informados no Quadro 5.12.

c) Para a estimativa da distribuição sub-setorial das atividades econômicas dentro do setor industrial utilizou-se a distribuição setorial dos empregos formais. O PIB municipal foi dividido pelo número de empregados para cada sub-setor para o qual se dispunha de informação de demanda de água e para os demais setores agregado no coeficiente genérico, sendo este valor multiplicado pela demanda estimada, resultando na conversão do valor em US\$ de PIB em demanda de água proporcionalmente à distribuição dos empregos.

Desta forma, o valor estimado de demanda industrial é produzido através do cruzamento de duas fontes de informações, a saber, o PIB industrial médio dos municípios e a distribuição do emprego por atividade econômica, para as quais se dispõe de informação consistente e abrangente para o conjunto dos municípios da bacia.

$$Q_{ind} = \frac{\sum_{i=1}^{23} V_{retirada(Produto Y)} \frac{PIBi}{Ea}}{31.536.000} \quad (15)$$

em que:

PIBi	=	PIB industrial médio do município no período 2002/2006 em US\$ médio do mesmo período;
Ea	=	Razão do total de empregados pelo número de empregados por atividade econômica 31/12/2006;
$V_{retirada(Produto Y)}$	=	Volume captado por unidade monetária produzida proporcional ao PIB industrial do produto Y, $m^3 US\$^{-1}$; e
31.536.000	=	Fator de correção de unidades

5.3.2 Usos e Demandas

Inicialmente, serão apresentadas as estimativas de demandas por cada tipo de uso identificado (abastecimento urbano, abastecimento industrial, abastecimento rural, dessedentação animal e irrigação), no contexto das sub-bacias hidrográficas do rio Doce e demais unidades de análise (UPGRHs, em Minas Gerais; e, Baixo Doce e outras regiões hidrográficas, no Espírito Santo). Em seguida, será apresentada uma avaliação conjunta das estimativas de demanda para os tipos de uso abordados, tendo como unidade espacial de análise a bacia hidrográfica do rio Doce e os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

5.3.2.1 Abastecimento Urbano

As estimativas para o abastecimento urbano na bacia hidrográfica do rio Doce, bem como em suas principais sub-bacias e unidades de análise adotadas nesse estudo, foram atualizadas segundo os dados da recente Contagem de População (IBGE, 2007).

Para a determinação da demanda para abastecimento urbano, em cada sub-bacia hidrográfica ou qualquer outra unidade de análise utilizada, considerou-se que a demanda municipal total está localizada na mesma região hidrográfica, onde se situa sua sede urbana. As Figura 5.54 e Figura 5.55 indicam a espacialização das sedes urbanas e distritos

nas sub-bacias hidrográficas do rio Doce e as unidades de análise consideradas nesse estudo, respectivamente.

Outro aspecto a ser destacado é a decomposição da demanda urbana, segundo o status de atendimento da população urbana pela rede geral de abastecimento. Conforme descrito na metodologia, as estimativas de demandas foram realizadas de forma diferenciada para a população urbana atendida e não atendida pela rede geral.

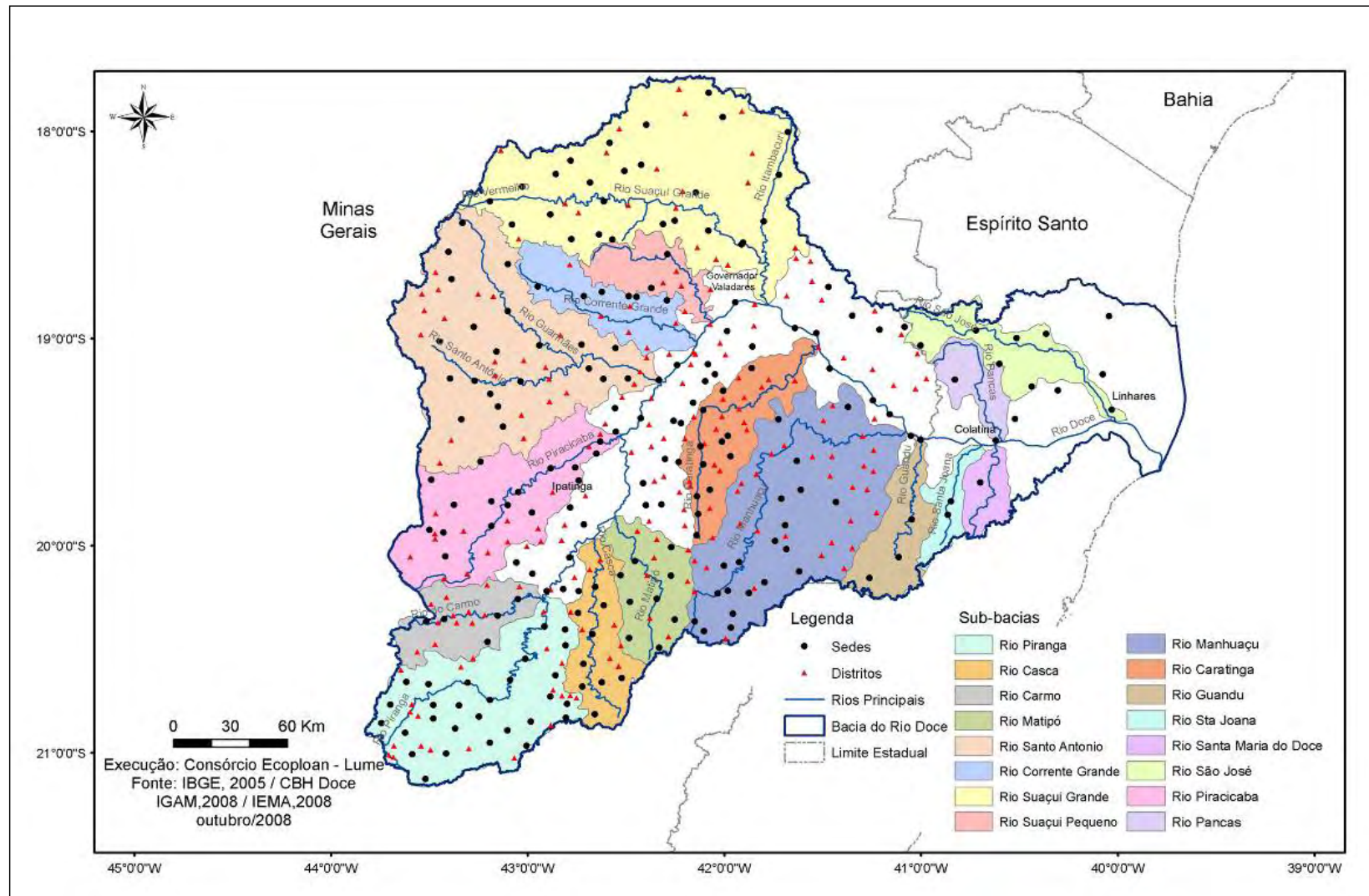


Figura 5.54 Localização das sedes urbanas e distritos nas sub-bacias hidrográficas do rio Doce.

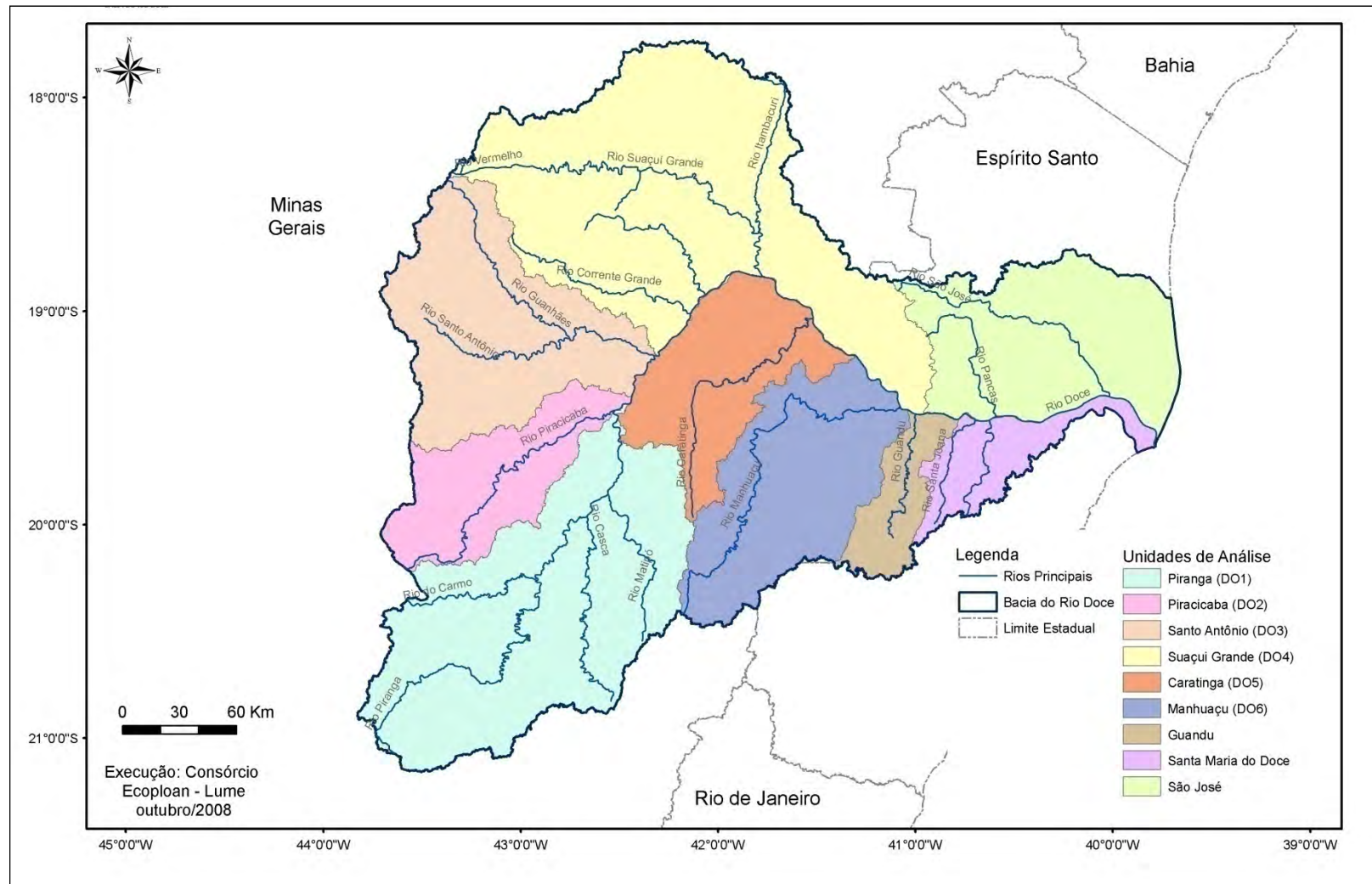


Figura 5.55 Unidades de Análise da bacia do rio Doce.

O Quadro 5.13 apresenta as demandas estimadas para as sub-bacias consideradas nesse estudo.

Quadro 5.13 Consumo de água para abastecimento urbano.

Sub-bacia	Abastecimento Urbano (População Atendida)			Abastecimento Urbano (População não Atendida)		
	retirada	retorno	consumo	retirada	retorno	consumo
Piranga	0,449	0,09	0,359	0,005	0,003	0,003
Carmo	0,239	0,048	0,191	0,001	0,001	0,001
Casca	0,105	0,021	0,084	0,001	0,001	0,001
Matipó	0,135	0,027	0,108	0,001	0	0
Incremental D01	0,137	0,027	0,11	0,002	0,001	0,001
D01	1,064	0,213	0,852	0,01	0,005	0,005
Piracicaba	1,129	0,226	0,903	0,006	0,003	0,003
Incremental D02	0,749	0,15	0,599	0	0	0
D02	1,878	0,376	1,503	0,007	0,003	0,003
Santo Antônio	0,147	0,029	0,118	0,024	0,012	0,012
Incremental D03	0,043	0,009	0,034	0,025	0,013	0,013
D03	0,19	0,038	0,152	0,05	0,025	0,025
Corrente Grande	0,091	0,018	0,073	0,005	0,002	0,002
Suaçuí Pequeno	0,015	0,003	0,012	0	0	0
Suaçuí Grande	0,254	0,051	0,203	0,003	0,002	0,002
Incremental D04	0,757	0,151	0,606	0,041	0,02	0,02
D04	1,117	0,223	0,894	0,048	0,024	0,024
Caratinga	0,305	0,061	0,244	0,007	0,003	0,003
Incremental D05	0,186	0,037	0,149	0	0	0
D05	0,491	0,098	0,392	0,007	0,003	0,003
Manhuaçu	0,354	0,071	0,283	0,015	0,008	0,008
Incremental D06	0,093	0,019	0,074	0,001	0	0
D06	0,446	0,089	0,357	0,016	0,008	0,008
Guandu	0,085	0,017	0,068	0,007	0,003	0,003
Incremental (Guandu)	0,002	0	0,001	0	0	0
GUANDU	0,087	0,017	0,07	0,007	0,003	0,003
Santa Maria do Doce	0,009	0,002	0,007	0	0	0
Santa Joana	0,02	0,004	0,016	0	0	0
Incremental (Santa Maria do Doce)	0,297	0,059	0,237	0	0	0
SANTA MARIA DO DOCE	0,326	0,065	0,261	0	0	0
Pancas	0,017	0,003	0,014	0,003	0,002	0,002
São José	0,302	0,06	0,241	0,001	0,001	0,001
Barra Seca	0,405	0,081	0,324	0,001	0	0
SÃO JOSÉ	0,724	0,145	0,579	0,005	0,003	0,003
Total	6,323	1,265	5,059	0,15	0,075	0,075

O total de 97,69% ($6,323 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) da demanda total de água ($6,473 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) para o abastecimento da população urbana, corresponde ao atendimento da população servida pela rede geral.

A demanda referente ao abastecimento da população não atendida pela rede geral é de apenas $0,150 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (2,31%). Na bacia incremental do rio Doce, foi registrado o maior valor em termos absolutos de demanda para o abastecimento da população não atendida pela rede geral ($0,069 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Esse valor corresponde a 42% da demanda total estimada para o abastecimento da população não atendida pela rede geral da bacia do rio Doce e a cerca de 3% da demanda total para o abastecimento da população urbana residente na bacia incremental do rio Doce.

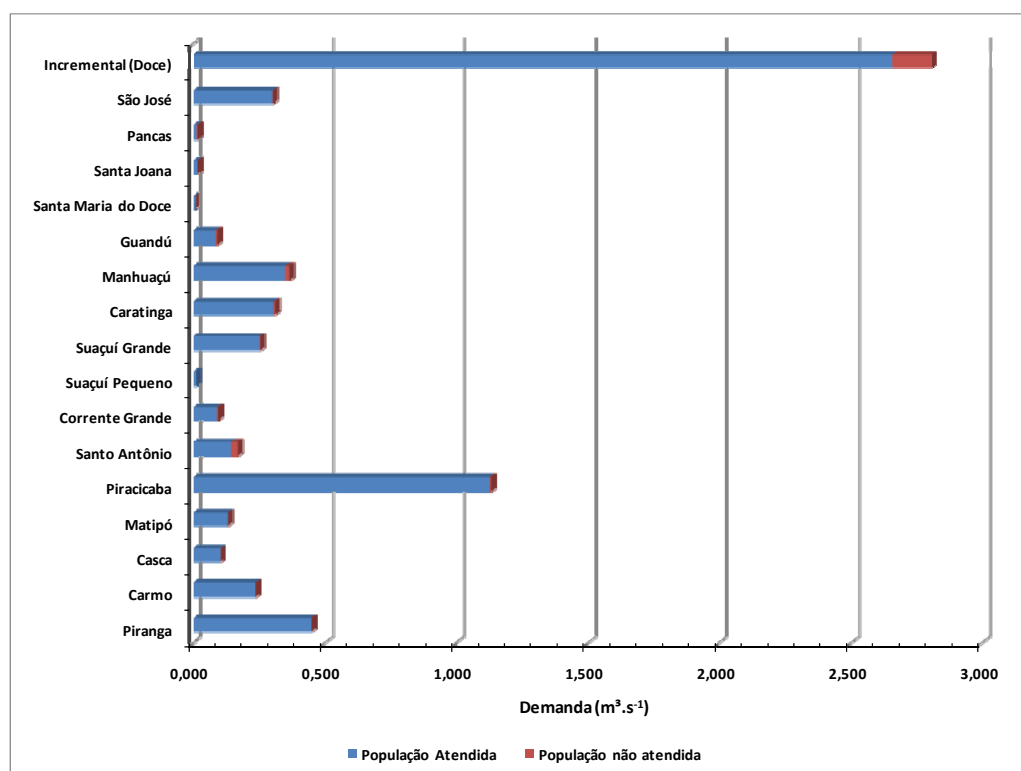


Figura 5.56 Estimativa de demanda para abastecimento urbano (Sub-bacias).

A Figura 5.56 apresenta as estimativas de demanda total para o abastecimento urbano em cada uma das sub-bacias hidrográficas, incluindo a bacia incremental do rio Doce.

Pode-se observar, ainda na Figura 5.57, que grande parte da demanda para abastecimento urbano está localizada na bacia incremental do rio Doce, uma vez que se localiza nessa região importantes centros urbanos (Ipatinga, Governador Valadares, dentre outros). Dentre as sub-bacias hidrográficas do rio Doce, destacam-se as sub-bacias do rio Piranga e, principalmente, a do rio Piracicaba. Enquanto na primeira está localizada 7% ($0,449 \text{ m}^3/\text{s}$) da demanda total para o abastecimento urbano estimada na bacia hidrográfica do rio Doce, verifica-se na sub-bacia hidrográfica do rio Piracicaba quase 20% ($1,129 \text{ m}^3/\text{s}$) da demanda total para o abastecimento urbano.

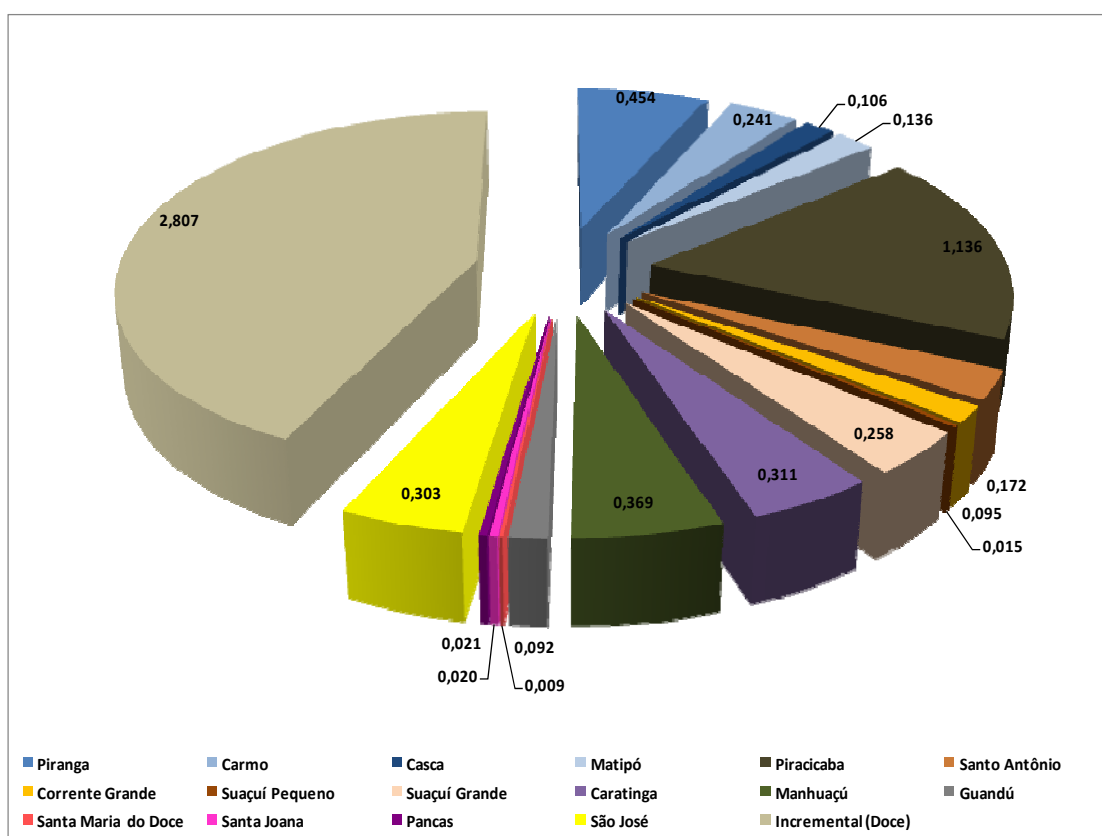


Figura 5.57 Estimativa de demanda para abastecimento urbano (Sub-bacias).

Ao observar a espacialização da demanda pelas unidades de análise (Figura 5.58), pode-se verificar que 46% (2,960 m³.s⁻¹) da demanda total para o abastecimento urbano na bacia hidrográfica do rio Doce está localizada no alto Doce, mais especificamente nas UPGRHs D01 e D02, 17% (1,064 m³.s⁻¹) e 29% (1,878 m³.s⁻¹) respectivamente. A demanda para o abastecimento urbano da população localizada na UPGRH D04 também é bastante significativa, chegando a quase 20% (1,165 m³.s⁻¹) da demanda total estimada para a bacia hidrográfica do rio Doce.

A demanda urbana, nas unidades de planejamento consideradas, é predominantemente atendida pela rede geral, sendo que somente na UPGRH D03 foi verificada uma demanda urbana para abastecimento da população atendida pela rede geral inferior a 90%, ou seja, 79%. Na maioria das unidades avaliadas verifica-se, que essa demanda é de praticamente 100% (D01; D02; D05; Santa Maria do Doce e São José). Nas demais unidades de análise (D04; D06 e Guandú), o percentual da demanda urbana atendida pela rede geral é de 96%, 97% e 93%.

Em termos de valores absolutos a demanda para o abastecimento para a população não atendida pela rede geral está praticamente concentrada nas unidades de planejamento D03 e D04, 0,050 m³.s⁻¹ e 0,048 m³.s⁻¹, respectivamente. Esses valores totalizam 65% da demanda estimada para abastecimento da população urbana não atendida pela rede geral (Figura 5.59).

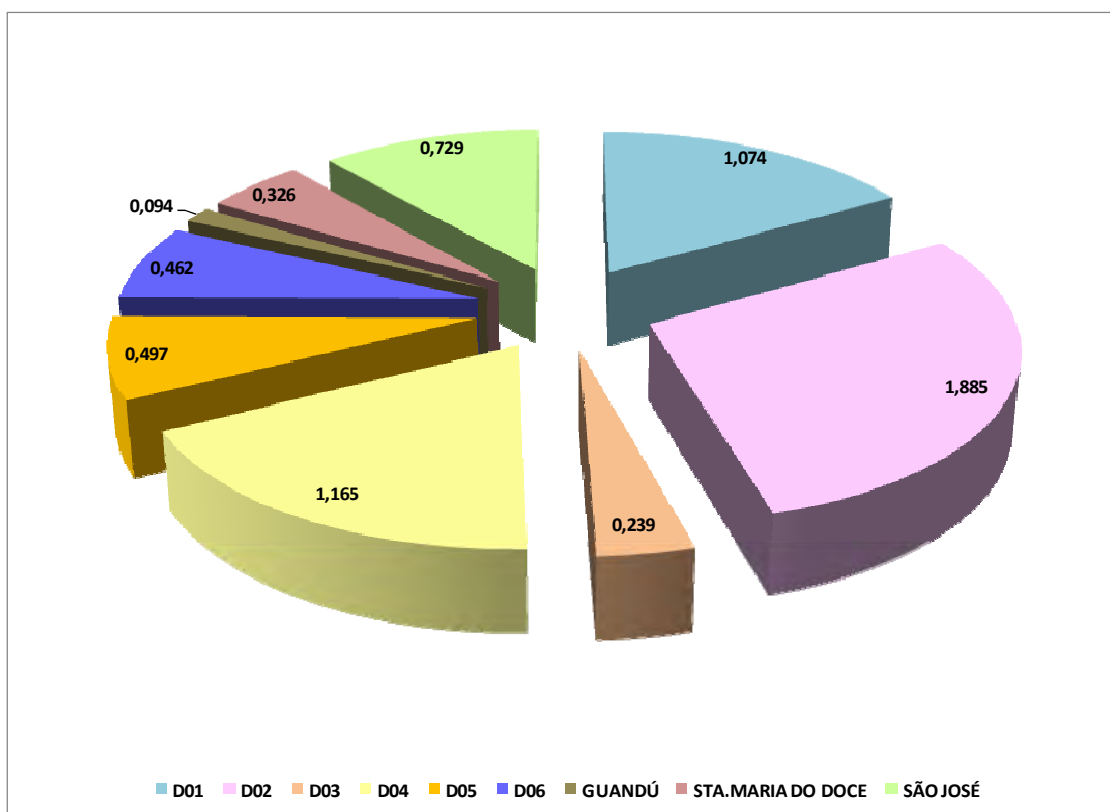


Figura 5.58 Estimativa de demanda para abastecimento urbano (Unidades de Análise).

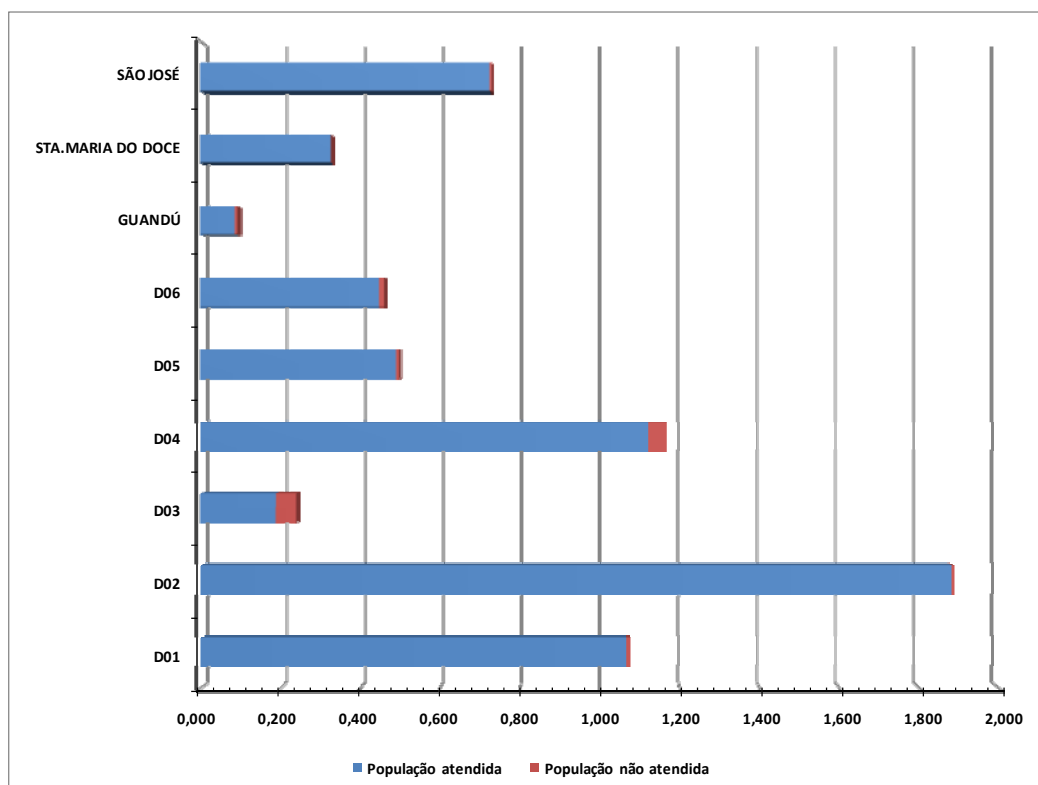


Figura 5.59 Estimativa de demanda para abastecimento urbano (Unidades de Análise).

5.3.2.2 Abastecimento Industrial

A discretização da demanda industrial por sub-bacia seguiu critério semelhante ao adotado para o abastecimento urbano, ou seja, foi considerada que a demanda para abastecimento industrial está localizada na mesma bacia onde está situada a sede urbana.

As estimativas de demanda industrial foram calculadas com base na metodologia descrita anteriormente e agrupadas por UPGRH e Sub-Bacias. A Figura 5.60 apresenta a demanda para abastecimento industrial nas sub-bacias hidrográficas do rio Doce.

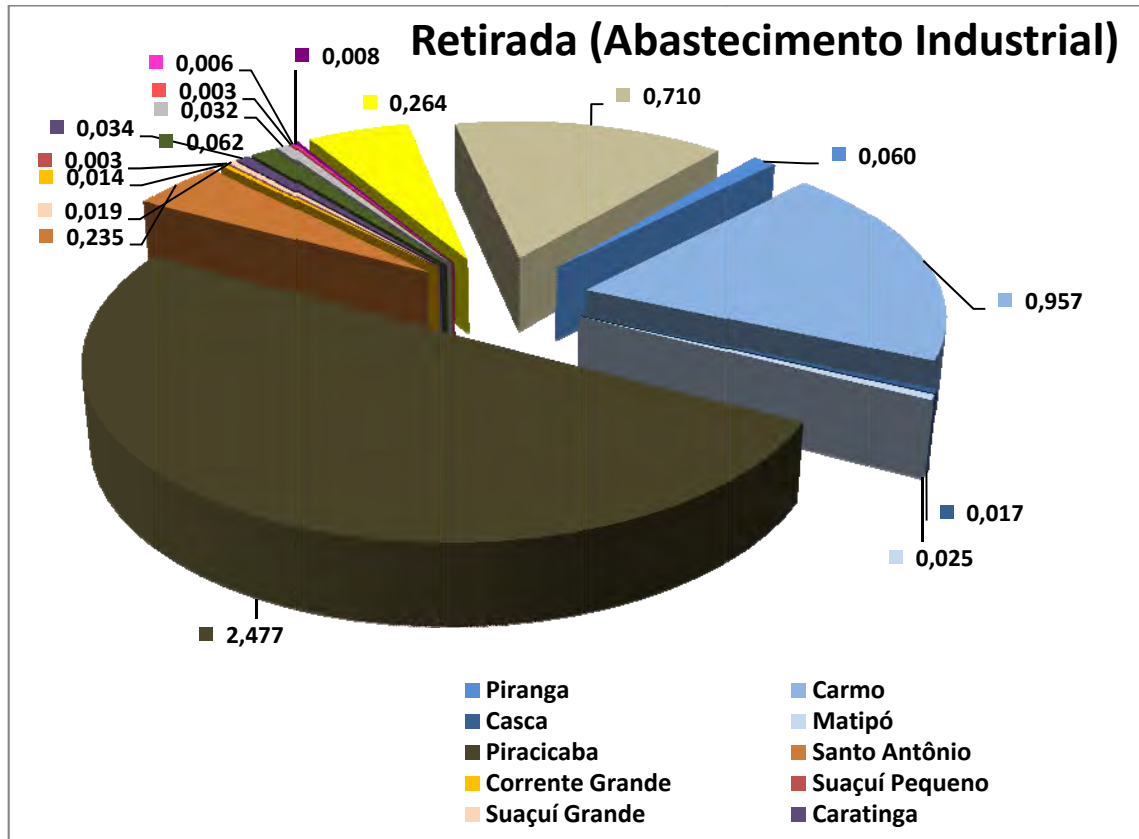


Figura 5.60 – Estimativa de demanda para abastecimento industrial (Sub-bacias).

Ao observar a espacialização da demanda para o abastecimento industrial nas sub-bacias hidrográficas do rio Doce, verifica-se que as sub-bacias dos rios Piracicaba, Carmo e São José apresentam as três maiores retiradas: 2,477 m³.s⁻¹, 0,766 m³.s⁻¹ e 0,535 m³.s⁻¹, que correspondem, respectivamente, a 50%, 19% e 5% da demanda total estimada na bacia hidrográfica do rio Doce. A bacia incremental do Doce, que drena importantes centros urbanos como Ipatinga e Governador Valadares, representa cerca de 14% (0,710 m³.s⁻¹) da vazão retirada na bacia para o abastecimento industrial.

Quando as estimativas de demanda são espacializadas pelas Unidades de Análise utilizadas nesse estudo (Figura 5.61), verifica-se que grande parte da demanda para o abastecimento industrial (58%, equivalentes a 2,858 m³.s⁻¹) está concentrada na região do rio Piracicaba (D02). Outra unidade de análise que merece destaque é a região do rio Piranga, que atinge o valor de 1,075 m³.s⁻¹, ou seja, 22% da demanda industrial total estimada para a bacia hidrográfica do rio Doce.

Os valores de demanda industrial verificados neste estudo demonstram a importância do Pólo Industrial localizado na região do Rio Piracicaba (D02) no contexto da

bacia hidrográfica do rio Doce. Além disso, e acrescidos aos resultados de demanda urbana já descritos anteriormente, configura-se a característica urbano-industrial da região do rio Piracicaba (D02), quando comparada às demais regiões do rio Doce.

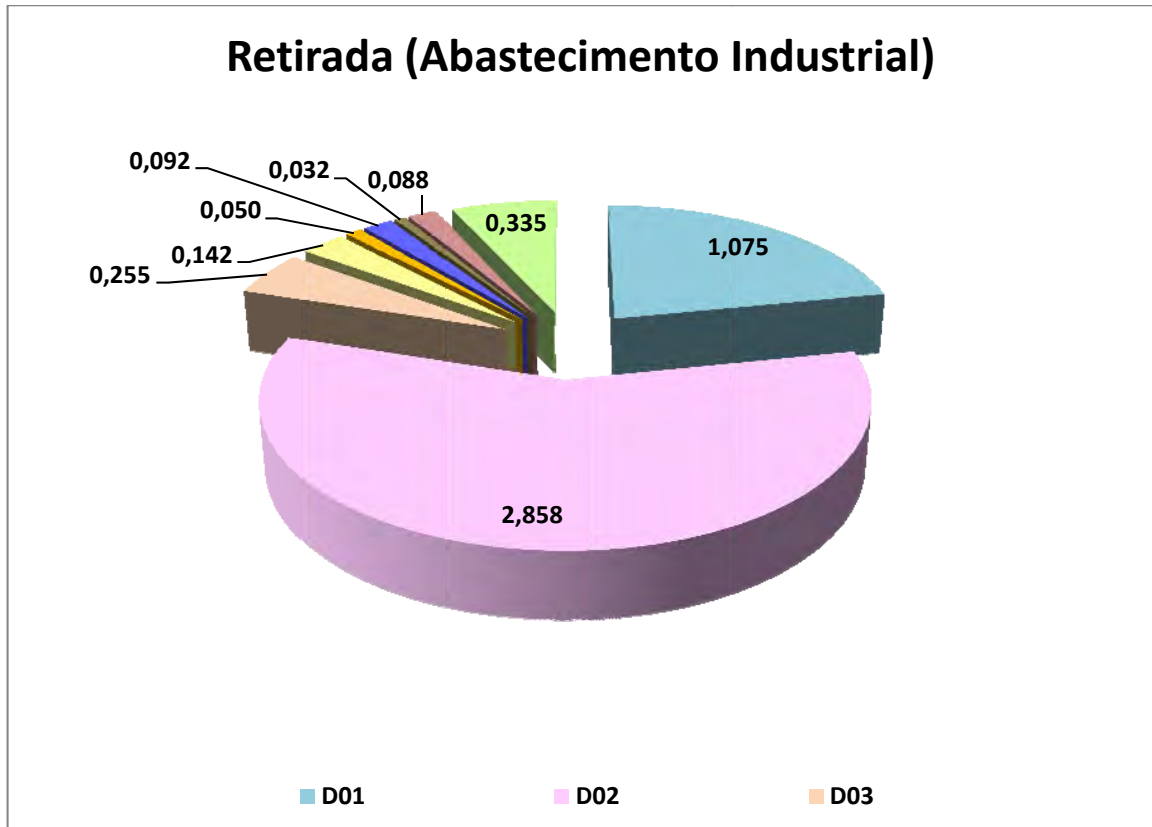


Figura 5.61 Estimativa de demanda para abastecimento industrial (Unidades de Análise).

5.3.2.3 Abastecimento Rural

Cabe, de início, reiterar que a demanda para abastecimento rural foi discretizada por sub-bacias e demais unidades de análise, considerando a proporcionalidade da área do município e a localização dos distritos e povoados. Nesse caso, também foi atualizada as estimativas de demanda, conforme a recente Contagem de População (IBGE, 2007). O Quadro 5.14 e a Figura 5.62 apresentam as estimativas de demanda para o abastecimento rural nas principais sub-bacias hidrográficas do rio Doce.

A demanda para o abastecimento da população rural está concentrada em 3 sub-bacias hidrográficas do rio Doce (Piranga, Suaçuí Grande e Manhuaçu), que representa cerca de 40% da demanda total estimada para esse tipo de uso na bacia hidrográfica do rio Doce. A bacia incremental do rio Doce também merece destaque, uma vez que a demanda registrada nesse trecho corresponde a 16% ($0,189 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) da demanda total estimada para o abastecimento da população rural.

Quadro 5.14 Consumo de água para abastecimento.

Sub-bacia	Abastecimento Rural		
	retirada	retorno	consumo
Piranga	0,171	0,086	0,086
Carmo	0,028	0,014	0,014
Casca	0,048	0,024	0,024

Sub-bacia	Abastecimento Rural		
	retirada	retorno	consumo
Matipó	0,063	0,032	0,032
Incremental D01	0,029	0,014	0,014
D01	0,339	0,170	0,170
Piracicaba	0,055	0,027	0,027
Incremental D02	0,003	0,001	0,001
D02	0,058	0,029	0,029
Santo Antônio	0,090	0,045	0,045
Incremental D03	0,004	0,002	0,002
D03	0,094	0,047	0,047
Corrente Grande	0,033	0,017	0,017
Suaçuí Pequeno	0,023	0,012	0,012
Suaçuí Grande	0,137	0,069	0,069
Incremental D04	0,029	0,014	0,014
D04	0,222	0,111	0,111
Caratinga	0,060	0,030	0,030
Incremental D05	0,045	0,023	0,023
D05	0,105	0,052	0,052
Manhuaçu	0,148	0,074	0,074
Incremental D06	0,015	0,007	0,007
D06	0,162	0,081	0,081
Guandu	0,037	0,019	0,019
Incremental (Guandu)	0,006	0,003	0,003
GUANDU	0,044	0,022	0,022
Santa Maria do Doce	0,015	0,008	0,008
Santa Joana	0,019	0,010	0,010
Incremental (Santa Maria do Doce)	0,004	0,002	0,002
SANTA MARIA DO DOCE	0,038	0,019	0,019
Pancas	0,016	0,008	0,008
São José	0,039	0,020	0,020
Barra Seca	0,055	0,027	0,027
SÃO JOSÉ	0,110	0,055	0,055
Total	1,172	0,586	0,586

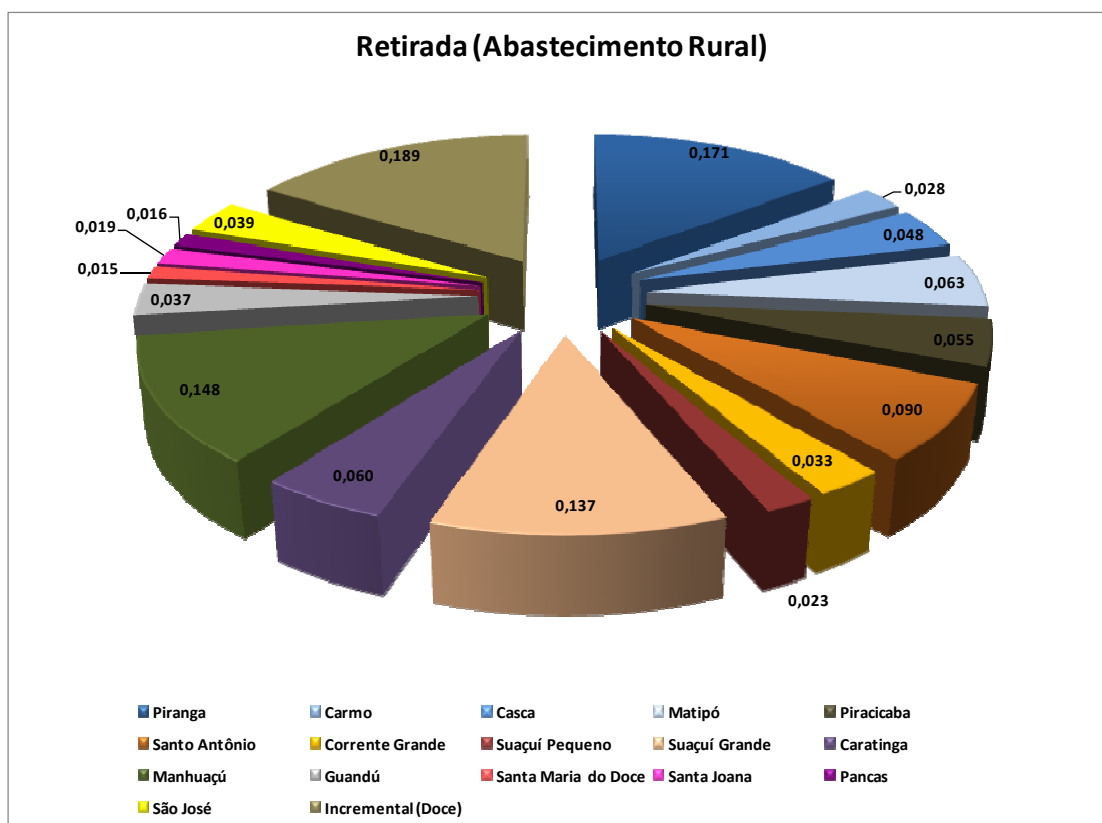


Figura 5.62 Estimativa de demanda para abastecimento rural (Sub-bacias).

As regiões dos rios Piranga e Suaçuí Grande assumem maior destaque, quando se analisa as demandas a partir das unidades de análise utilizadas neste estudo. Pode-se observar que somente a região do rio Piranga (D01) corresponde a quase 30% ($0,339 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) da demanda total estimada para a bacia hidrográfica do rio Doce, enquanto que a região do rio Suaçuí Grande representa quase 20% ($0,222 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) desse valor.

5.3.2.4 Dessedentação Animal

A dessedentação animal também foi discretizada seguindo praticamente o mesmo critério utilizado para a estimativa de abastecimento rural, considerando a demanda municipal para dessedentação animal proporcional a área do município na sub-bacia ou unidade de planejamento. A diferença, nesse caso, está no fato de não ter sido utilizada a localização dos distritos e povoados para verificação dos resultados alcançados. A seguir, na Figura 5.64 é apresentada a estimativa de demanda para dessedentação animal nas principais sub-bacias hidrográficas do rio Doce.

Assim como, no caso da dessedentação animal, destacam-se as sub-bacias hidrográficas dos rios Suaçuí Grande ($0,348 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), Manhuaçu ($0,189 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) e Piranga ($0,147 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), cujas demandas correspondem a quase 35% da demanda total estimada para a dessedentação animal na bacia hidrográfica do rio Doce. Outra sub-bacia hidrográfica que apresentou uma demanda significativa para a dessedentação animal é a do rio Santo Antônio ($0,171 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Destaque deve ser dado também, à bacia incremental do Doce, onde está concentrada 28% ($0,563 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) da demanda para o abastecimento animal.

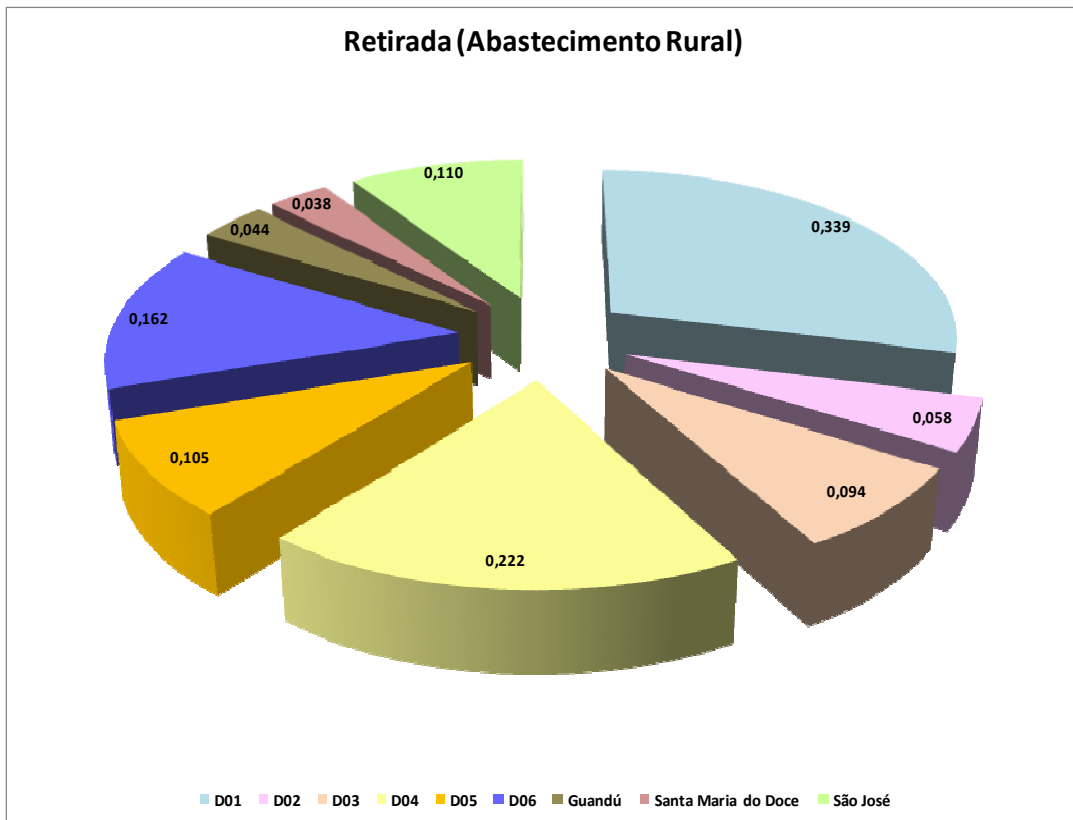


Figura 5.63 Estimativa de demanda para abastecimento rural (Unidades de Análise).

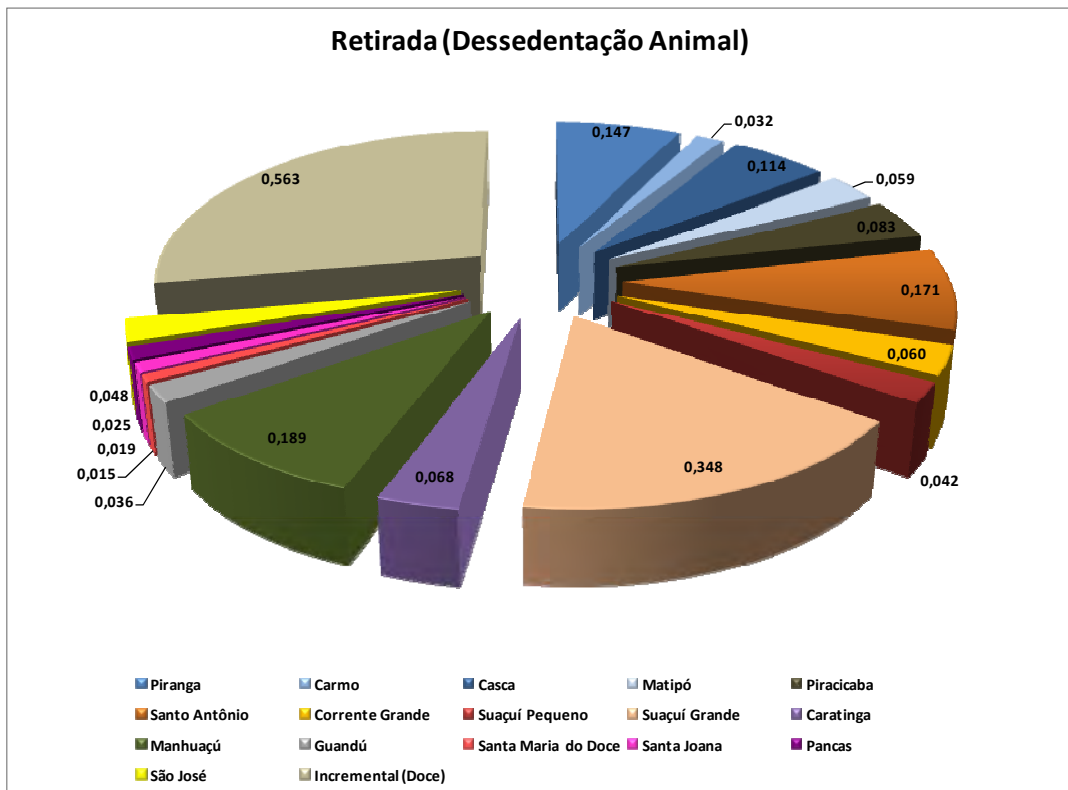


Figura 5.64 Estimativa de demanda para dessedentação animal (Sub-bacias).

A Figura 5.65 apresenta as estimativas de demanda para a dessedentação animal segundo as unidades de análise estudadas na bacia do rio Doce. Pode-se confirmar a vocação rural da região do rio Suaçuí Grande (D04), onde se localiza mais de 30% (0,625 m³.s⁻¹) da demanda total para a dessedentação animal na bacia hidrográfica do rio Doce. A região do rio Piranga (D01) também apresenta uma demanda para a dessedentação animal expressiva, cerca de 22% (0,449 m³.s⁻¹) da demanda total estimada para bacia do Doce.

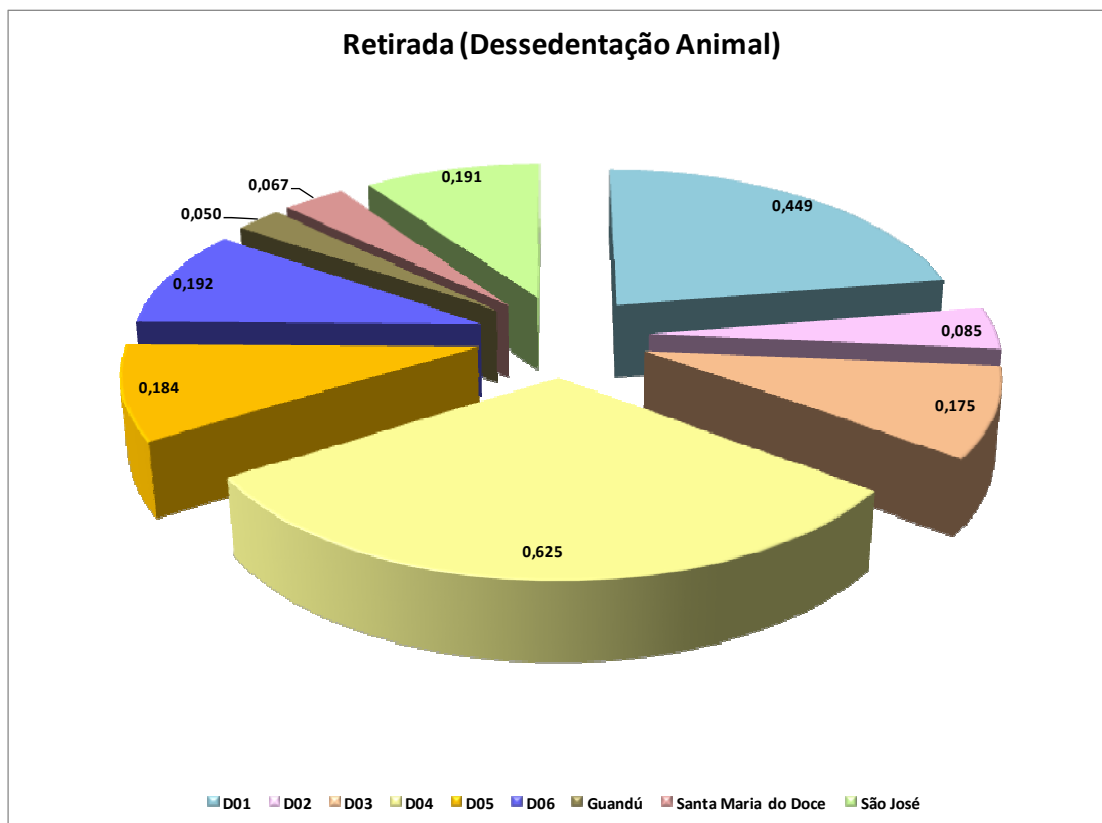


Figura 5.65 Estimativa de demanda para dessedentação animal (Unidades de Análise).

5.3.2.5 Irrigação

Para a estimativa da demanda de água para a irrigação na bacia hidrográfica do rio Doce e em suas sub-bacias e demais unidades de análise foram utilizadas as estimativas de demanda municipal realizadas no âmbito do Estudo do ONS (2003), atualizado para o ano base 2006 através do percentual de aumento da demanda estipulado no cenário tendencial deste mesmo estudo.

Considerando a porção do município pertencente a uma determinada região hidrográfica foi estimada proporcionalmente a demanda de irrigação para cada sub-bacia hidrográfica do rio Doce. A Figura 5.66 apresenta as estimativas demanda para uso na irrigação em cada uma das principais sub-bacias hidrográficas do rio Doce.

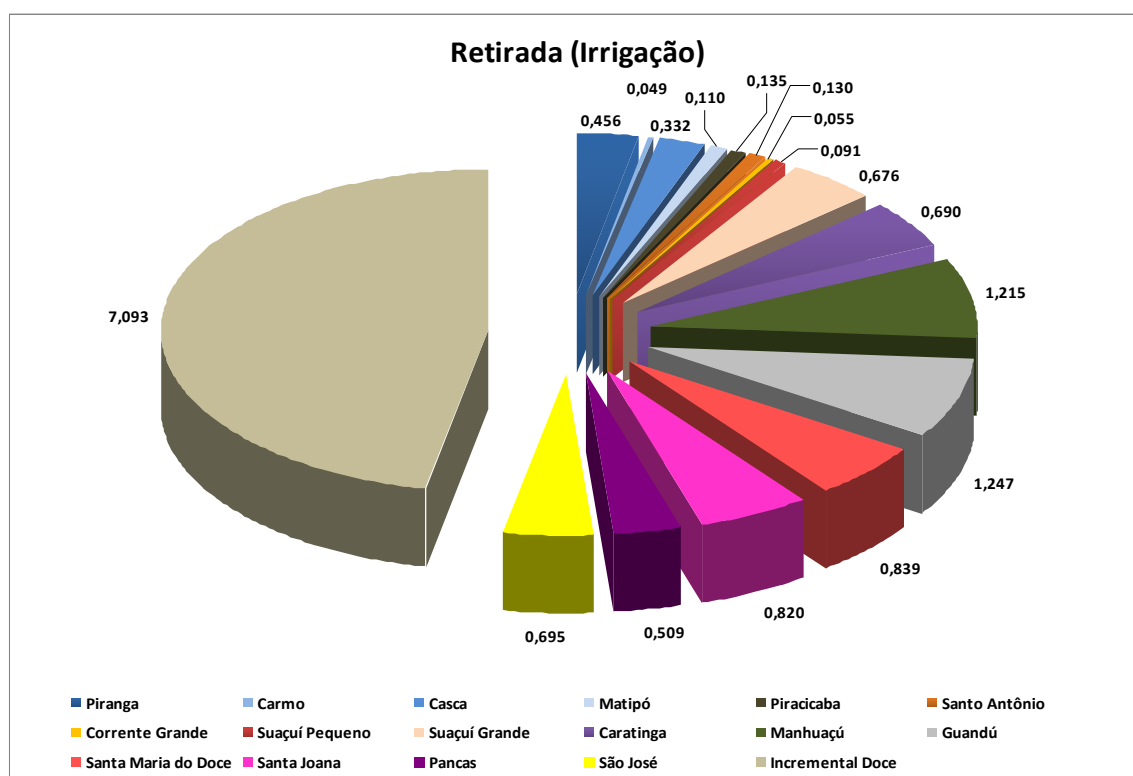


Figura 5.66 Estimativa de demanda para a irrigação (Sub-bacias).

Pode-se verificar na Figura 5.66 que a demanda para a irrigação está concentrada nas sub-bacias hidrográficas localizadas no médio e, principalmente, no baixo Doce. Em relação a isso destacam-se as sub-bacias hidrográficas dos rios Guandu e Manhuaçu, onde se localizam 16% (2,461 m³.s⁻¹) da demanda (aproximadamente 8% cada), e à bacia incremental do Doce onde se verifica uma demanda de água de 7,093 m³.s⁻¹ (47% da demanda total para irrigação).

Na perspectiva das unidades de análise, permanece a maior demanda no baixo rio Doce, sendo a demanda localizada nas unidades de análise capixabas (Santa Maria do Doce, Guandu e São José) superior a 60% (9,189 m³.s⁻¹) da estimativa de demanda total para uso na irrigação nessa bacia hidrográfica (rio Doce). A unidade nomeada São José, que inclui a sub-bacia homônima, a do rio Pancas e a região denominada Barra Seca, compreende 33,4% (5,053 m³.s⁻¹) da demanda total estimada para uso na irrigação.

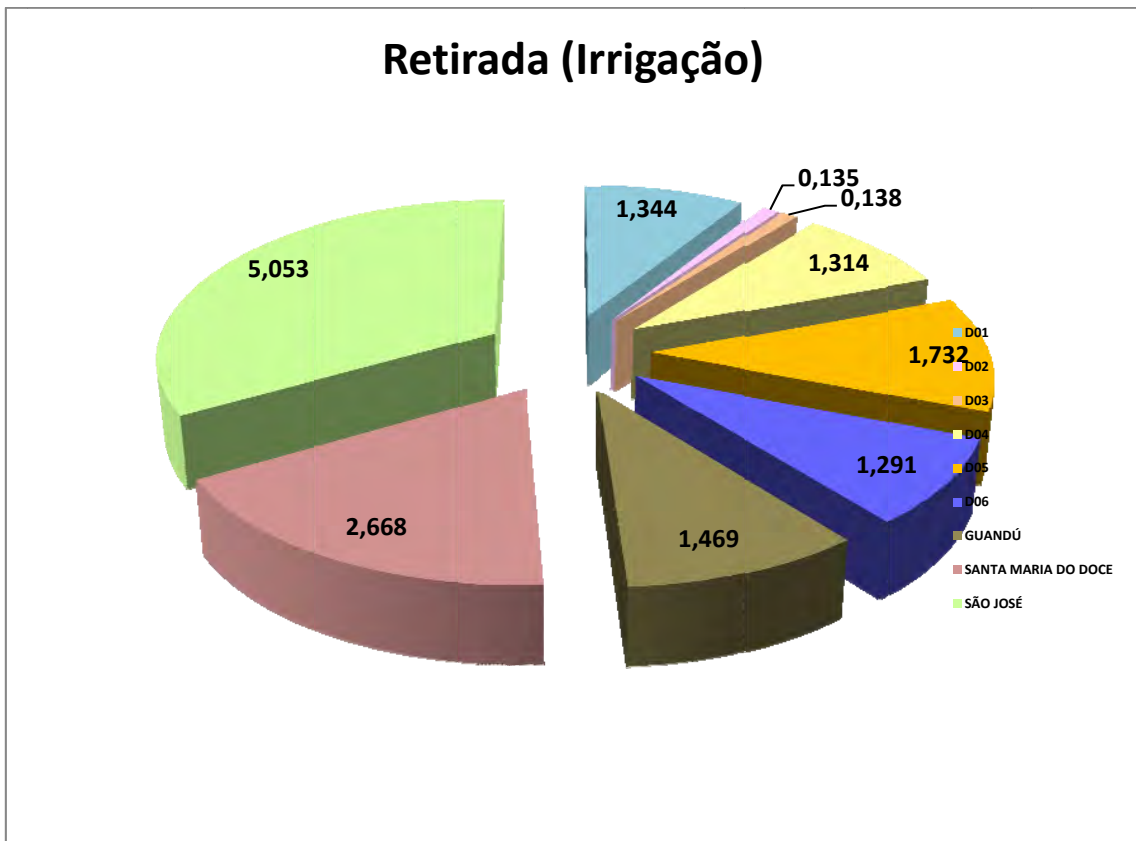


Figura 5.67 Estimativa de demanda para a irrigação (Unidades de Análise).

5.3.2.6 Considerações Finais

A demanda total para o abastecimento urbano (6,473 m³/s) corresponde a quase 22% da demanda total (29,733 m³/s) estimada para a bacia do rio Doce, incluindo-se aí tanto a demanda para o abastecimento da população atendida pela rede geral (21%) quanto da população não atendida pela rede geral.

Na bacia hidrográfica do rio Doce, pouco mais da metade da vazão retirada se destina ao uso da irrigação (51% - 15,143 m³/s), sendo que no Estado de Minas Gerais esse tipo de uso representa 37% (5,954 m³/s) do volume de água retirados dos cursos d'água que compõe a bacia hidrográfica do rio Doce, valor superior ao abastecimento urbano, cuja demanda total equivale a 5,324 m³.s⁻¹. Já no Espírito Santo esse tipo de uso representa 81% (9,189 m³/s) da vazão retirada para o atendimento da demanda estimada nesse estado.

A Figura 5.68 ilustra, em termos absolutos, como se dá a distribuição das vazões retiradas na bacia hidrográfica do rio Doce, segundo os tipos de uso abordados. Nesse contexto, além do já destacado papel da irrigação e do abastecimento urbano, cabe destacar o uso para abastecimento industrial, o qual representou 17% da retirada estimada na bacia do rio Doce (4,927 m³/s). Os usos para dessedentação animal e abastecimento rural respondem, respectivamente, por 7%, e 4% da demanda total estimada para a bacia hidrográfica do rio Doce.

Cenário distinto pode ser observado em Minas Gerais, onde o abastecimento urbano e a irrigação retiram dos cursos d'água que compõem a bacia hidrográfica do rio Doce vazões de ordem de grandeza similares (32% - 5,324 m³/s; e 37% - 5,954 m³/s, respectivamente (Figura 5.69).

Ao contrário do cenário identificado no trecho mineiro da bacia do rio Doce, prevalece no trecho capixaba maior retirada para o atendimento da demanda de irrigação, sendo os demais usos da água pouco expressivos. A Figura 5.70 apresenta as estimativas de demanda em termos absolutos, segundo o tipo de uso da água abordado.

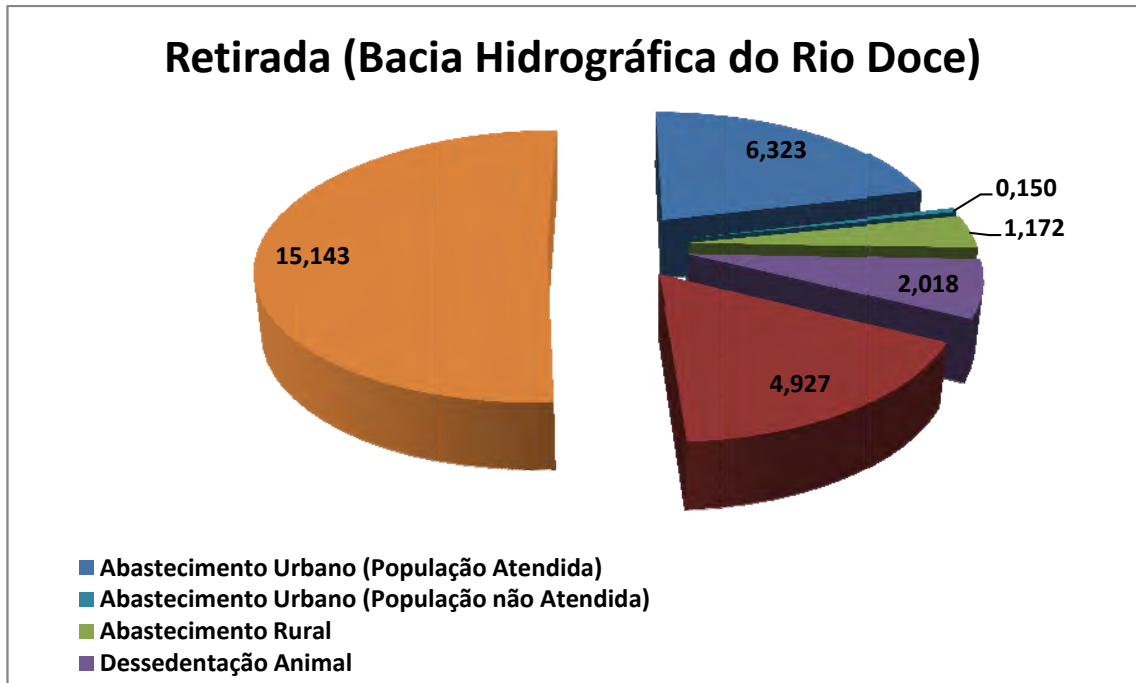


Figura 5.68 Estimativa de demanda para a bacia hidrográfica do rio Doce, segundo o tipo de uso da água.

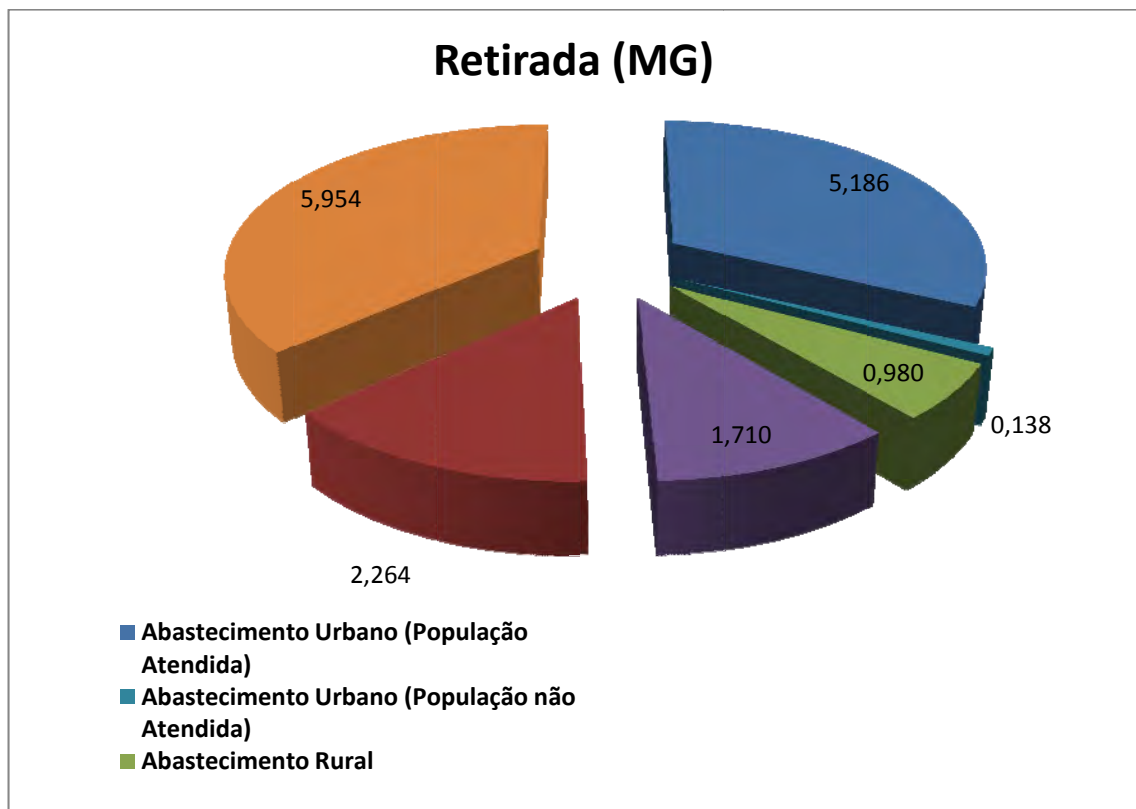


Figura 5.69 Estimativa de demanda, segundo o tipo de uso da água (MG).

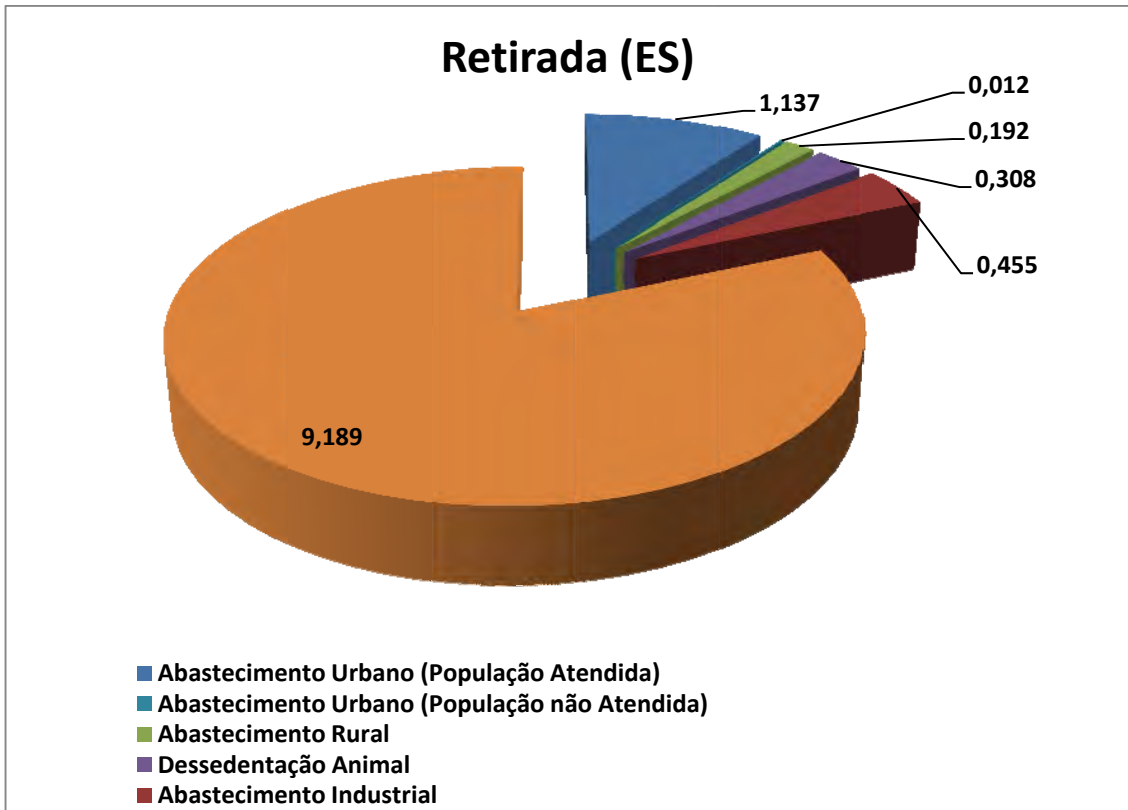


Figura 5.70 Estimativa de demanda, segundo o tipo de uso da água (ES).

Diante desse cenário, é possível prognosticar, em função dos principais tipos de uso identificados nos trechos mineiro e capixaba da bacia do rio Doce, que parte significativa do volume de água efetivamente consumida na bacia hidrográfica do rio Doce se concentra no trecho capixaba da bacia. Enquanto que no trecho mineiro da bacia, prevalece o lançamento de esgotos e efluentes *in natura* nos cursos d'água, face a elevada demanda para abastecimento de seus núcleos populacionais, principalmente urbanos, e de suas indústrias.

No Quadro 5.15 é apresentada a síntese da distribuição das demandas totais na região de estudo (urbana, rural, animal, indústria e irrigação), enquanto na Figura 5.71 é espacializada a demanda hídrica ao longo da bacia hidrográfica do rio Doce.

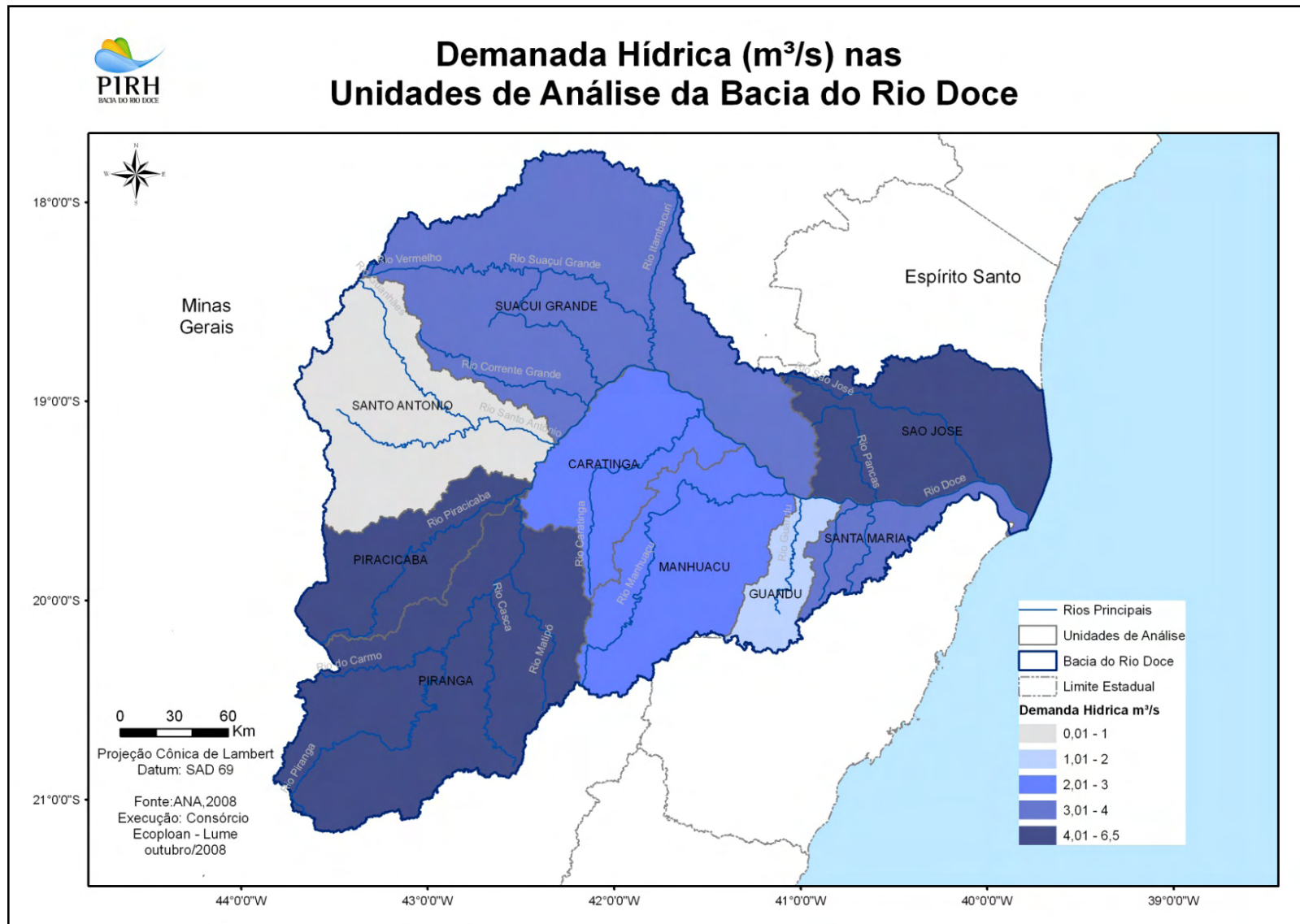


Figura 5.71 Demanda hídrica na bacia do rio Doce.

5.3.3 Diagnóstico dos Usos Não Consuntivos

Os usos não consuntivos compreendem aquelas atividades que fazem uso dos mananciais, sem, no entanto, alterar significativamente a sua disponibilidade hídrica no tempo e no espaço. Para fins deste diagnóstico, foram identificadas as categorias mais relevantes de usos não consuntivos, que serão apresentadas na sequência: Geração de Energia, Navegação, Mineração, Turismo e Lazer e Conservação Ambiental.

5.3.3.1 Geração de Energia

O uso de energia proveniente de hidrelétricas é caracterizado como opção prioritária na matriz energética brasileira, justificando-se pela grande disponibilidade de recursos hídricos em todo o país, bem como por ser uma fonte de energia limpa. Neste sentido, a bacia hidrográfica do rio Doce ocupa uma posição estratégica em relação ao aproveitamento do potencial hidrelétrico, apresentando significativos empreendimentos hidrelétricos em operação e em diversos estágios de planejamento.

Segundo dados da ANEEL de fevereiro de 2009, a bacia do rio Doce possui em operação nove (9) usinas hidrelétricas (UHE) e vinte e uma (21) pequenas centrais hidrelétricas (PCH) em operação, as quais estão apresentadas no Quadro 5.16.

As usinas hidrelétricas na bacia têm uma capacidade de geração de energia de 1.116,5 MW, enquanto as PCHs têm uma capacidade de 113,73 MW, totalizando 1.230,21 MW. Isto representa 1,6% da capacidade de geração de energia hidrelétrica instalada no País (77.152 MW – dado da ANEEL, 2008) e 7,2% da capacidade do Estado de Minas Gerais (17.108 MW – dado da SEDE e SEMAD, 2007).

Estão previstas na bacia do rio Doce duas UHEs: Baú I em fase de outorga com 110 MW (cujo estudo de reavaliação de partição de queda foi aprovado pelo Despacho ANEEL n° 161 de 14/04/99) e Baguari em fase de construção, com 140 MW (inventário aprovado através do Despacho ANEEL n° 862 de 26/10/01). Estas duas usinas irão acrescentar uma potência de 250MW na bacia do rio Doce.

Já em relação às PCHs estão previstas 33 na bacia, sendo 30 em fase de outorga e três em fase de construção (ANEEL, 2009). Estas PCHs irão produzir juntas uma potência de 459,5 MW. Portanto os empreendimentos previstos na bacia serão responsáveis pelo acréscimo de 709,5 MW.

O Quadro 5.17 apresenta as UHEs e PCHs previstas na bacia do rio Doce e a Figura 5.72 mostra a localização das UHEs e PCHs em operação e previstas na bacia.

Segundo SEDE e SEMAD (2007) a bacia do rio Doce possui o maior número de empreendimentos do Programa de Geração de Hidreletricidade em Minas Gerais para um período de 20 anos – 2007 a 2027 (PGHMG), os quais em conjunto correspondem a 28% (2.118 MW) do potencial total previsto pelo Programa (7.691 MW) atrás somente da bacia do São Francisco com 38%.

Neste sentido, há que acrescentar aqui a revisão dos estudos de inventário na bacia do rio Doce, aprovada através do Despacho ANEEL n° 1.587 de 19/07/06ANEEL. Tais estudos identificaram um potencial total de 980,5 MW, distribuídos em 36 aproveitamentos, conforme Quadro 5.18.

Quadro 5.16 UHEs e PCHs em operação na bacia do rio Doce.

Tipo	Usina	Rio	Município	Concessão	Potência (MW)
UHE	Brecha	Piranga	Guaraciaba - MG	Novelis do Brasil Ltda	12,40
	Risoleta Neves (Ex-Candongá)	Doce	Rio Doce - MG	Companhia Vale do Rio Doce	140,00
	João Camilo Penna	Matipó	Raul Soares - MG	Zona da Mata Geração S.A.	21,60
	Guilmar-Amorim	Piracicaba	Antônio Dias - MG	Companhia Siderúrgica de Belgo-Mineira	140,00
	Sá Carvalho	Piracicaba	Antônio Dias - MG	Sá Carvalho S/A	78,00
	Mascarenhas	Doce	Aimorés - MG	Energest S/A	180,50
	Aimorés	Doce	Aimorés - MG	CEMIG Geração e Transmissão S/A	330,00
	Porto Estrela	Santo Antônio	Açucena - MG	CEMIG Geração e Transmissão S/A	112,00
PCH	Salto Grande	Santo Antônio	Braúnas - MG	CEMIG Geração e Transmissão S/A	102,00
	Caboclo	Maynart	Ouro Preto - MG	Novelis do Brasil Ltda	4,16
	Salto	Maynart	Ouro Preto - MG	Novelis do Brasil Ltda	4,24
	Funil	Maynart	Ouro Preto - MG	Novelis do Brasil Ltda	3,60
	Cachoeira dos Prazeres	Maynart	Ouro Preto - MG	Novelis do Brasil Ltda	3,83
	Brito	Piranga	Ponte Nova - MG	Novelis do Brasil Ltda	2,90
	Fumaça	Gualaxo do Sul	Mariana - MG	Novelis do Brasil Ltda	10,00
	Furquim	Ribeirão do Carmo	Mariana - MG	Novelis do Brasil Ltda	6,00
	Bicas	Gualaxo do Norte	Mariana - MG	OPM Empreendimentos Ltda	1,56
	Sinceridade	Manhuaçu	Manhuaçu - MG	Zona da Mata Geração S.A.	1,42
	Benjamim Mário Baptista	Manhuaçu	Manhuaçu - MG	Rio Manhuaçu Energética S.A.	9,00
	Viçosa	Castelo	Conceição do Castelo - ES	Castelo Energética S/A	4,50
	Túlio Cordeiro de Mello	Matipó	Abre Campo - MG	Centrais Hidrelétricas Grapon S/A	15,80
	Peti	Ribeirão Santa Bárbara	São Gonçalo do Rio Abaixo - MG	CEMIG Geração e Transmissão S/A	9,40
	Rio Piracicaba	Piracicaba	João Monlevade - MG	Belgo Siderurgia S/A	9,00
	Neblina	Manhuaçu	Ipanema - MG	Zona da Mata Geração S.A.	6,47
	Sumidouro	Ribeirão Sacramento	Bom Jesus do Galho - MG	CEMIG Geração e Transmissão S/A	2,12
	Amorim	Piracicaba	Antônio Dias - MG	Companhia Siderúrgica de Belgo-Mineira	1,80
	Dona Rita	do Tanque	Santa Maria de Itabira - MG	CEMIG Geração e Transmissão S/A	2,41
	Coronel Américo Teixeira	Riachinho	Santana do Riacho - MG	Companhia Industrial Belo Horizonte	5,60
Tronqueiras	Tronqueiras	Coroaci - MG	CEMIG Geração e Transmissão S/A	8,50	
Poquim	Poquim	Itambacuri - MG	CEMIG Geração e Transmissão S/A	1,41	

Quadro 5.17 UHEs e PCHs previstas na bacia do rio Doce

Tipo	Usina	Fase	Rio	Município	Concessão	Potência (MW)
UHE	Baú I	Outorga	Doce	Rio Doce - MG	CAT-LEO Construções, Indústria e Serviços de Energia S/A	110,00
	Baguari	Construção	Doce	Alpercata - MG	Baguari I Geração de Energia Elétrica S/A	140,00
PCH	Cachoeira Grande	Outorga	Santana	Canaã - MG	CAT-LEO Construções, Indústria e Serviços de Energia S/A	4,30
	Cachoeira da Providência	Outorga	Casca	Jequeri - MG	CAT-LEO Construções, Indústria e Serviços de Energia S/A	11,70
	Cachoeira Escura	Outorga	Casca	Jequeri - MG	CAT-LEO Construções, Indústria e Serviços de Energia S/A	20,70
	Caldeirões	Outorga	Gualaxo do Sul	Barra Longa - MG	Novelis do Brasil Ltda	15,00
	Pontal	Outorga	Piranga	Ponte Nova - MG	DM Construtora de Obras Ltda	29,00
	Covanca	Outorga	do Carmo	Rio Casca - MG	ABC Energia Ltda	11,50
	Jurumirim	Outorga	Casca	Rio Casca - MG	CAT-LEO Construções, Indústria e Serviços de Energia S/A	18,00
	Melo Viana	Outorga	Matipó	Raul Soares - MG	Força e Luz São Sebastião Ltda	9,66
	Varginha	Outorga	José Pedro	Chalé - MG	Centrais Elétricas da Mantiqueira S/A.	7,00
	Várzea Alegre	Outorga	José Pedro	Conceição de Ipanema - MG	Centrais Elétricas da Mantiqueira S/A.	7,00
	São Gonçalo	Outorga	Santa Bárbara	São Gonçalo do Rio Abaixo - MG	Centrais Elétricas da Mantiqueira S/A.	13,00
	Pipoca	Outorga	Manhuaçu	Caratinga - MG	Hidrelétrica Pipoca S/A	20,00
	Chica Valadares	Outorga	Preto	Imbé de Minas - MG	Construtora Preart Ltda	3,54
	Areia Branca	Construção	Manhuaçu	Caratinga - MG	Hidrelétrica Areia Branca S/A	19,80
	Imbé I	Outorga	Preto	Imbé de Minas - MG	Construtora Preart Ltda	2,33
	Cocais Grande	Outorga	Ribeirão Grande	Antônio Dias - MG	Centrais Elétricas da Mantiqueira S/A.	10,00
	Inhapim	Outorga	Caratinga	Inhapim - MG	ABC Energia Ltda	6,00
	Cachoeira Grande	Outorga	Cocais Pequeno	Antônio Dias - MG	Centrais Elétricas da Mantiqueira S/A.	10,00
Cachoeirão	Construção	Manhuaçu	Alvarenga - MG	Hidrelétrica Cachoeirão S.A.	27,00	
Quinquim	Outorga	Santo Antônio	Conceição do Mato Dentro - MG	Construtora Barbosa Mello S/A	14,00	
Brejaúba	Outorga	do Peixe	Conceição do Mato Dentro - MG	Construtora Barbosa Mello S/A	11,00	

Tipo	Usina	Fase	Rio	Município	Concessão	Potência (MW)
PCH	Monjolo	Outorga	Do Peixe	Conceição do Mato Dentro - MG	Construtora Barbosa Mello S/A	15,00
	Sumidouro	Outorga	Santo Antônio	Conceição do Mato Dentro - MG	Construtora Barbosa Mello S/A	13,00
	Funil	Construção	Guanhães	Dores de Guanhães - MG	Funil Energia S/A	22,50
	Dores do Guanhães	Outorga	Guanhães	Dores de Guanhães - MG	Guanhães Energia S/A	12,00
	Senhora do Porto	Outorga	Guanhães	Dores de Guanhães - MG	Guanhães Energia S/A	9,00
	Jacaré	Outorga	Guanhães	Dores de Guanhães - MG	Guanhães Energia S/A	10,50
	Corrente Grande	Outorga	Corrente Grande	Açucena - MG	Eletroriver S/A	14,00
	Barra da Paciência	Outorga	Corrente Grande	Açucena - MG	Eletroriver S/A	22,00
	Fortuna II	Outorga	Corrente Grande	Guanhães - MG	Guanhães Energia S/A	9,00
	Paiol	Outorga	Suaçuí Grande	Frei Inocência - MG	Consita Ltda	28,00
	Cachoeira Grande	Outorga	Suaçuí Grande	Nacip Raydan - MG	Consita Ltda	20,00
	Santa Cruz	Outorga	Suaçuí Grande	Santa Maria do Suaçuí - MG	Consita Ltda	14,00

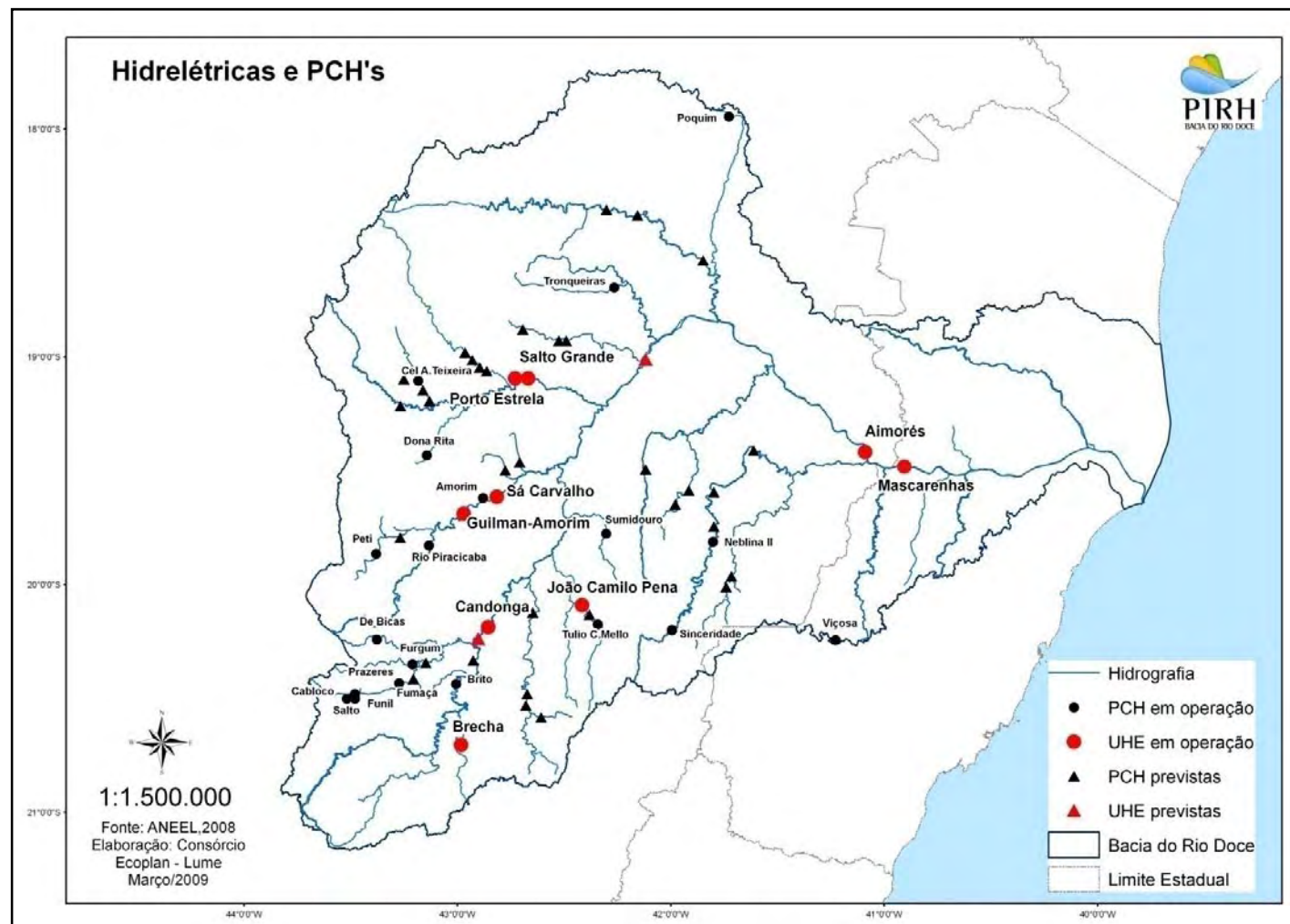


Figura 5.72 UHE e PCH em operação e previstas na bacia do rio Doce.

Quadro 5.18 Aproveitamentos com revisão de estudos de inventário aprovados pela ANEEL em 2006
Aproveitamentos com revisão de estudos de inventário aprovados pela ANEEL em 2006.

Trecho	Potência Total Instalada (MW)	Rio	Potência (MW)	Aproveitamento	Potência (MW)
Alto Rio Doce	290,30	Gualaxo do Sul	18,00	Paraíso	10,00
				Mainart	8,00
		do Carmo	22,30	Rosário	11,00
				Covanca	11,30
		Xopotó	29,50	Normandes	17,00
				Brás Pires	5,00
				Cipotânea	7,50
		Turvo Limpo	10,00	Turvo	10,00
		Piranga	74,00	Pontal	30,00
				Guaraciaba	19,50
				Porto Firme	16,50
				Encoberto	8,00
		Casca	19,00	Corredeira do Jacaré	11,50
				Cachoeira Alegre	7,50
Santa Bárbara	24,00	Taquari	24,00		
Piracicaba	36,50	Água Limpa	16,50		
		Quanta Sol	9,00		
		Sete Moinhos	11,00		
Doce	57,00	Biboca	57,00		
Médio Rio Doce	654,20	do Tanque	29,50	Sapé	19,50
				Cabeça de Boi	10,00
		Corrente Grande	21,50	Figueirinha I	13,50
				Figueirinha II	8,00
		Suaçuí Pequeno	24,70	Santa Rita	8,90
				Santo Antônio do Porto	15,80
		Caratinga	12,00	Borges	12,00
		Manhuaçu	103,50	Travessão	55,00
				Tabaúna	27,00
				Serra do Azeite	13,50
Santa Filomena	8,00				
Doce	463,00	Resplendor	144,00		
		Crenaque	81,00		
		Galiléia	238,00		
Baixo Rio Doce	36,00	Guandu	36,00	Maria Bonita	8,50
				Santa Rosa	10,00
				São Luiz	17,50

5.3.3.2 Navegação

O assoreamento intenso da calha do rio Doce, o leito rochoso em seu baixo curso e no médio até Governador Valadares, as barragens já construídas (que precisariam da construção de eclusas) e outras obstruções tornam muito difícil a implantação de uma hidrovía para o transporte de carga no rio Doce (ANA, 2005).

Entretanto, o “Estudo Preliminar da Viabilidade de Hidrovía Ligando a Cidade de Ipatinga Ao Mar”, apresentado como apêndice do “Estudo de Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Doce” realizado pela FUMEC em março de 2002, afirma ser tecnicamente

viável a implantação de uma hidrovía na bacia do rio Doce, sendo o trecho considerado navegável desde a cidade de Ipatinga, no rio Piracicaba, até a foz do rio Doce.

Esta hidrovía do rio Doce teria importância econômico-estratégica igual à da Hidrovía Tietê-Paraná, com a vantagem de possuir menor extensão (460 km). Com a hidrovía, uma região importante de Minas, incluindo a região metropolitana de Belo Horizonte, seria ligada ao Oceano Atlântico. Desta forma esta hidrovía teria porte para competir com a Estrada de Ferro Vitória-Minas, a qual liga as jazidas da Companhia Vale do Rio Doce, em Minas Gerais, ao Porto de Tubarão (concebido para o escoamento do minério e onde também existe uma siderúrgica), mas este projeto da construção da hidrovía não saiu do papel.

5.3.3.3 Mineração

Este item apresenta informações referentes ao aproveitamento mineral na bacia hidrográfica do rio Doce. Optou-se por abordar o tema da mineração junto aos usos não consuntivos, já que em diversos diagnósticos esta atividade pode ser caracterizada desta forma. Entretanto, ressalta-se que a atividade de mineração na bacia do rio Doce é considerada uso consuntivo, já que o material é extraído e transportado para fora da bacia.

De acordo com dados da revista *Águas do Rio Doce*, na bacia encontra-se a maior mina a céu aberto do mundo, além do mais extenso mineroduto e o maior trem de carga do mundo, com 320 vagões. As duas principais mineradoras que atuam na bacia são a Companhia Vale do Rio Doce e a Samarco Mineração, consideradas as duas maiores exportadoras de minério do mundo.

Dois minerodutos da Samarco operam na bacia do rio Doce, com origem na mina do Germano, no município de Mariana, tendo como destino o porto de Ponta Ubu, no Espírito Santo, fora da bacia do rio Doce. Estes minerodutos correm em paralelo, sendo que a primeira linha funciona desde 1976, já a segunda está começando a ser operada agora.

O mineroduto possui uma extensão de 396 quilômetros passando por 24 municípios: Ouro Preto; Mariana; Barra Longa; Ponte Nova; Santa Cruz do Escalvado; Urucânia; Santo Antônio do Grama; Abre Campo; Matipó; Pedra Bonita; Santa Margarida; Orizânia; Divino; Luisburgo; Espera Feliz; Dorés do Rio Preto; Guaçuí; Alegre; Jerônimo Monteiro; Cachoeiro de Itapemirim; Vargem Alta; Rio Novo do Sul; Itapemirim; Píuma e Anchieta.

A velocidade de transporte pode variar de 1,5 m/s até 1,8 m/s, com vazões aproximadas variando de 1.000 m³/h até 1.200 m³/h. O ponto de maior elevação está localizado na Serra do Caparaó, com 1.180m.

Outro mineroduto está em fase de planejamento, é o mineroduto Minas – Rio. Este mineroduto terá 525 km de extensão saindo de Conceição do Mato Dentro até o porto de Açú, em São João da Barra (RJ), passando por 32 municípios: Abre Campo; Alvorada de Minas; Bom Jesus do Itabapoana; Carangola; Campos de Goytacazes; Cardoso Moreira; Conceição do Mato Dentro; Divino; Faria Lemos; Fervedouro; Itambé do Mato Dentro; Itaperuna; Morro do Pilar; Natividade; Nova Era; Passabém; Pedra Bonita; Pedra Dourada; Piedade de Ponte Nova; Porciúncula; Rio Casca; Santa Cruz do Escalvado; Santa Margarida; Santa Maria de Itabira; Santo Antônio do Grama; Santo Antônio do Rio Abaixo; São Domingos do Prata; São João da

Barra; São Sebastião do Rio Preto; Sem-Peixe; Tombos; Urucânia. Este mineroduto está projetado para funcionar com 1.200 m³/h de polpa de minério, captando água no rio do Peixe.

A Figura 5.73 apresenta a localização dos minerodutos em operação e do mineroduto previsto para a bacia do rio Doce.

Conforme constatado no estudo de AAI para bacia do rio Doce (EPE, 2007), a atividade de extração mineral envolve uma série de conflitos, uma vez que atua tanto em áreas próximas à mata ciliar (extração de areia), quanto em áreas consideradas agricultáveis, no caso da extração da bauxita, minério de ferro, pedra-sabão e granito, dentre outras. Na região, há uma preocupação recente em relação à exploração de minério no alto rio Doce, próximo aos municípios que circundam o Parque Estadual da Serra do Brigadeiro. No município de Araponga, recentemente foi encontrado um grande veio de bauxita que será explorado pela Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) e uma empresa mineradora menor – Rio Pomba Minerações. Ambas já possuem licença de instalação.

Tanto a mineração de ferro e ouro como a de granito são desenvolvidas, na bacia do rio Doce, em bases industriais. As minas de ferro e ouro da região do “Quadrilátero” operam à base de elevado grau de mecanização e equipamentos pesados, sendo empreendimentos de grandes empresas, como a Cia. Vale do Rio Doce. Já as minerações de rochas ornamentais do Baixo Doce, embora também demandem o uso de equipamentos de porte médio – e, portanto, investimentos que definem um modelo de atividade de características industriais – são feitas por empresas de pequeno e médio portes, pulverizadas em um número significativamente maior de lavras na zona de ocorrência dos minerais.

Em tese, as mineradoras de granito e mármore – por serem de porte pequeno e médio – estariam mais sujeitas à paralisação integral de atividades em função de interferências de reservatórios, com impactos sociais e econômicos que poderiam ser relevantes em escala local. Porém as jazidas ocorrem em encostas, em posições elevadas e afastadas dos vales inundáveis para formação de reservatórios, e assim a atividade tem remotas possibilidades de sofrer interferências dos aproveitamentos hidrelétricos.

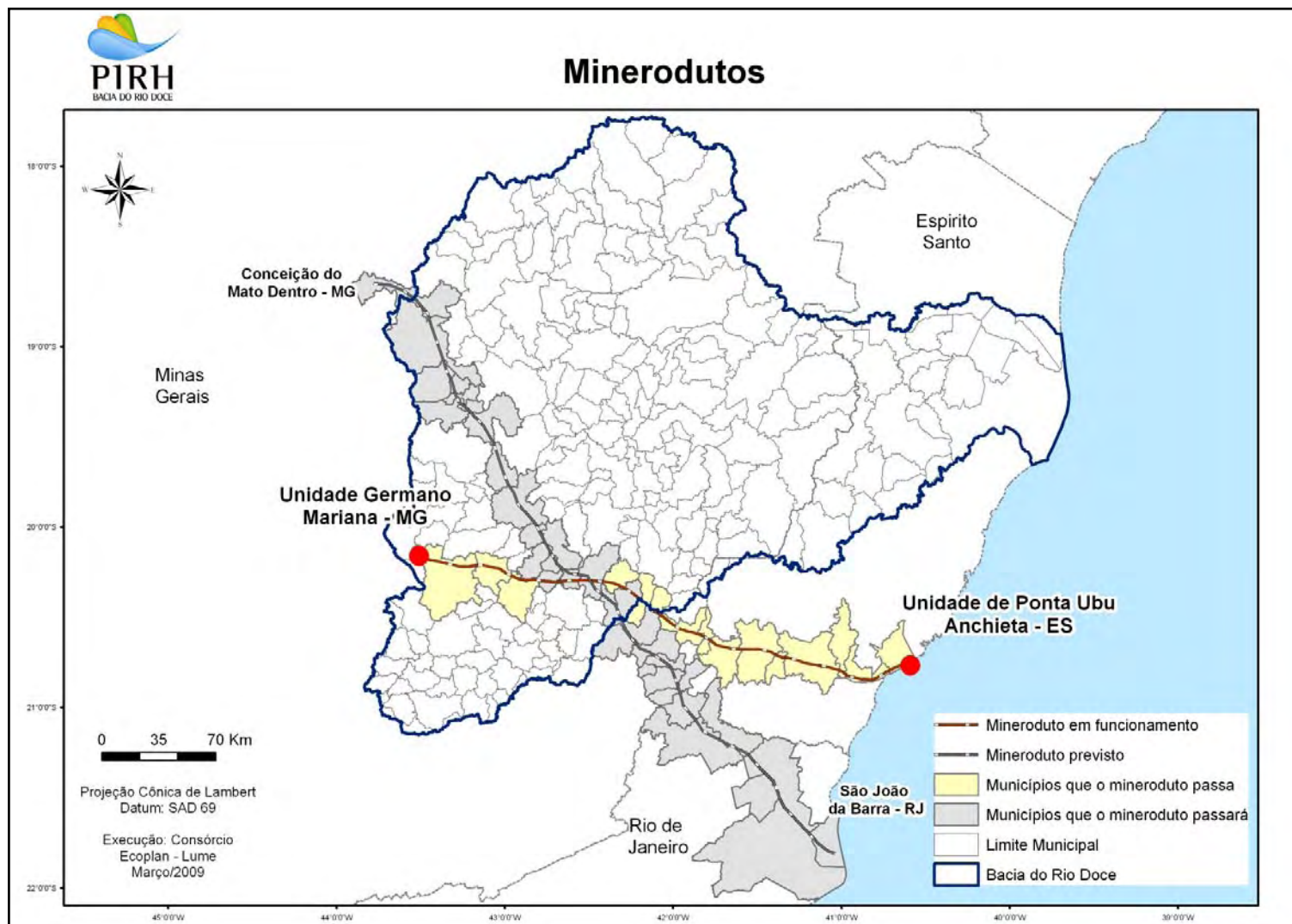


Figura 5.73 Localização dos minerodutos em operação e previsto na bacia do rio Doce.

5.3.3.4 Turismo e Lazer

Os aspectos relacionados às atividades de turismo e lazer na bacia do rio Doce foram compilados do estudo “Avaliação Ambiental Integrada dos Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia do rio Doce” (EPE, 2007). De acordo com esse documento, a atividade turística na referida bacia apresenta um excelente potencial e importância econômica.

Neste sentido, os governos estaduais de Minas Gerais e Espírito Santo estão articulados com o objetivo de estruturar a atividade turística, a partir da implementação dos Circuitos Turísticos em Minas Gerais, e das Regiões Turísticas do Espírito Santo. Essa iniciativa partiu da Secretaria Estadual de Turismo do Espírito Santo (SETUR) e da Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Turismo de Minas Gerais (SEDETUR), através da criação do Plano de Desenvolvimento do Turismo 2025.

Em relação aos Circuitos Turísticos em Minas Gerais, são apresentados a seguir os roteiros e suas principais características:

Circuito Turístico Nascente do Rio Doce: compreende os municípios da Serra da Mantiqueira, de onde brotam os mananciais do rio Doce. Fazem parte do Circuito: Alto Rio Doce, Brás Pires, Cipotânea, Desterro do Melo, Dolores do Turvo, Presidente Bernardes, Ressaquinha, Senador Firmino e Senhora dos Remédios. Além de municípios da bacia do rio Doce, há municípios como de Ressaquinha e Desterro de Melo, que também pertencem, respectivamente, à bacia do Rio Grande e à bacia do Paraíba do Sul. A região possui grande potencial para o desenvolvimento do Turismo Ecológico em função da existência de cachoeiras, além de aí se localizar a Serra do Melo, em Desterro de Melo, e a Pedra Menina, em Senhora dos Remédios. Além do Rio Doce, ali estão o Xopotó, que depois se transforma no Rio Doce, o Rio Piranga e o Rio Turvo. O Circuito se destaca pela produção artesanal: tricô e crochê, em Ressaquinha; artigos de taquara e madeira, em Senador Firmino; e bonecas, tapetes, cestas entre outros artigos, produzidos a partir da palha de milho, em Cipotânea e exportados para Europa e Canadá.

Circuito Turístico do Ouro: é constituído pelos municípios: Barão de Cocais, Bom Jesus do Amparo, Catas Altas, Itabira, Mariana, Nova Era, Ouro Preto, Piranga, Santa Bárbara, e São Gonçalo do Rio Abaixo que integram a bacia do rio Doce. Os municípios do Circuito do Ouro têm importância fundamental do ponto de vista histórico, cultural e artístico e são o berço da constituição da cultura mineira. A história da região se iniciou com o descobrimento do ouro no final do século XVII, dando origem a muitos povoados. Alguns se desenvolveram, foram elevados a vilas e hoje são as cidades históricas. O Circuito do Ouro é dotado de um valioso acervo histórico e artístico e possui patrimônios da humanidade, como Ouro Preto, situado dentro da bacia do rio Doce. Os seus museus se incluem entre os principais do estado, com destaque para os: Museu da Inconfidência, Museu do Oratório e Museu de Arte Sacra, em Ouro Preto. Geograficamente, o Circuito do Ouro está situado na área denominada Quadrilátero Ferrífero, onde se encontram riquíssimas jazidas minerais e grandes usinas siderúrgicas, além de três importantes minas de ouro. Abriga, também, um rico patrimônio natural onde se destacam o Parque Estadual do Itacolomi e o Parque Natural do Caraça.

Circuito Turístico Trilhas do Rio Doce: é constituído pelos municípios Aimorés, Coroaci, Conselheiro Pena, Governador Valadares, Galiléia, Guanhães, Peçanha, Resplendor,

Santa Efigênia de Minas, Santa Maria do Suaçuí, São José da Safira, São João Evangelista, São Pedro do Suaçuí e Virginópolis. O Circuito caracteriza-se pela diversidade de atrativos. O patrimônio histórico-cultural é valorizado por cinco sítios arqueológicos que possuem material cerâmico e pinturas rupestres e estão no município de Conselheiro Pena. Tais sítios são registrados e protegidos pelo IPHAN. Os esportes de aventura e o lazer, em função das riquezas naturais, são amplamente desenvolvidos. Em Governador Valadares, o Pico do Ibituruna é considerado um dos melhores pontos de saltos de *Paraglider* e Asa Delta do mundo, devido às correntes térmicas da região, consideradas perfeitas para esse esporte, tendo sido tombado pelo Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA) em 1989. No município pratica-se também *mountain bike*, *motocross*, e escaladas, sendo o rio usualmente utilizado para a prática de esportes náuticos e a pesca esportiva. O município possui, ainda, inúmeras cachoeiras, destacando-se as do Véu da Noiva e do Porto.

Circuito Turístico Mata Atlântica de Minas: localizado no leste do estado, é constituído, na bacia do rio Doce, pelos municípios Antônio Dias, Bela Vista de Minas, Belo Oriente, Bugre, Coronel Fabriciano, Dionísio, Ipatinga, Marliéria, Mesquita, Santana do Paraíso, São Domingos do Prata, São José do Goiabal, Timóteo. O Circuito se caracteriza pela maior reserva contínua de Mata Atlântica em Minas Gerais e por 150 lagoas e diversas quedas d'água. Destaca-se no Circuito o Parque Estadual do Rio Doce, situado na região do Vale do Aço e abrangendo os municípios de Marliéria, Dionísio e Timóteo, tendo como limite noroeste o Rio Piracicaba e leste o rio Doce. O seu sistema hídrico ocupa cerca de 6% da área, sendo os atrativos turísticos aquáticos representados por um sistema lacustre composto por quarenta lagoas naturais que abrigam grande diversidade de peixes, servindo de fonte para estudos e pesquisas da fauna aquática nativa.

Além dos Circuitos Turísticos, destacam-se, em função dos usos da água para turismo e lazer, a cidade de Ferros, por suas praias, cachoeiras e corredeiras, e a cidade de Ponte Nova, onde é praticada a pesca na cachoeira do Britto e esportes náuticos no rio Piranga. A área de recreação do Parque Florestal Municipal do Passa Cinco, conta com piscinas naturais e cachoeiras utilizadas para banho, assim como trechos onde se pratica a pescaria.

Em relação às Regiões Turísticas do Espírito Santo, destacam-se na bacia as seguintes:

Região das Perdas, Pão e Mel: o município de São Gabriel da Palha possui diversos atrativos turísticos, como as Cachoeiras das Onças, distante 4 km da sede, as cachoeiras da Cabra, Três Pontões, do Sete e do Bley, a Pedra de Itaúna e a Pedra do Bananal e, em Vila Valério, no distrito de São Jorge da Barra Seca, distante cerca de 20 km da sede, a Cachoeira da Barra Seca e a rampa do Veinho.

Região Doce Pontões Capixaba: entre as principais atrações turísticas: em Colatina as lagoas do Limão, Pau Gigante, Coroa Verde, Barbados, Óleo, Patrão Mor e as cachoeiras do Oito, Onze, Vinte e Onça, e em Pancas, as cachoeiras do Bassano, quedas d'água que formam piscina natural.

Região do Verde e das Águas: destaca-se a vila de Regência, pertencente ao município de Linhares e localizada na foz do rio Doce. O encontro do rio com o Oceano Atlântico é uma das grandes atrações da pequena aldeia de pescadores. Na praia de Regência, distante 53 km do centro de Linhares, as águas são profundas, com ondas fortes e favoráveis à pesca (tanto no

mar quanto na foz do rio). No distrito localiza-se a Reserva Biológica de Comboios e a principal estação do Projeto Tamar no Espírito Santo. Como importante atração turística e integrante do projeto ecológico e cultural que visa à conscientização da população em relação ao patrimônio natural que representa o rio Doce e sua importância para o Espírito Santo, é realizado anualmente desde 2003, o Passeio Ecológico Descida do Rio Doce no trecho Linhares - Regência.

Região Montanhas Capixabas: no município de Afonso Cláudio, têm destaque: as Cachoeiras do Ibicaba e Santa Luzia, com quedas de, respectivamente, mais de 70 metros e de 50 metros, e a Cachoeira Bonita, a 5 km da sede.

A partir dessas informações, pode-se dizer que o potencial turístico da bacia se estabelece em função de seu patrimônio natural, histórico e cultural, ficando evidente a diversidade de atividades turísticas. A Figura 5.74 apresenta a distribuição espacial de algumas atividades turísticas e de lazer ligadas à água encontradas na bacia do rio Doce.

5.3.3.5 Conservação Ambiental

Este tema foi analisado a partir do estudo “Avaliação Ambiental Integrada dos Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia do rio Doce” (EPE, 2007) e da revista Águas do Rio Doce, sendo abordadas aqui informações referentes à distribuição de ambientes de importância significativa para a conservação da vida silvestre na bacia. Além da distribuição desses ambientes, foram também consideradas informações sobre as Unidades de Conservação e demais áreas protegidas ou de relevante interesse ecológico presentes na região.

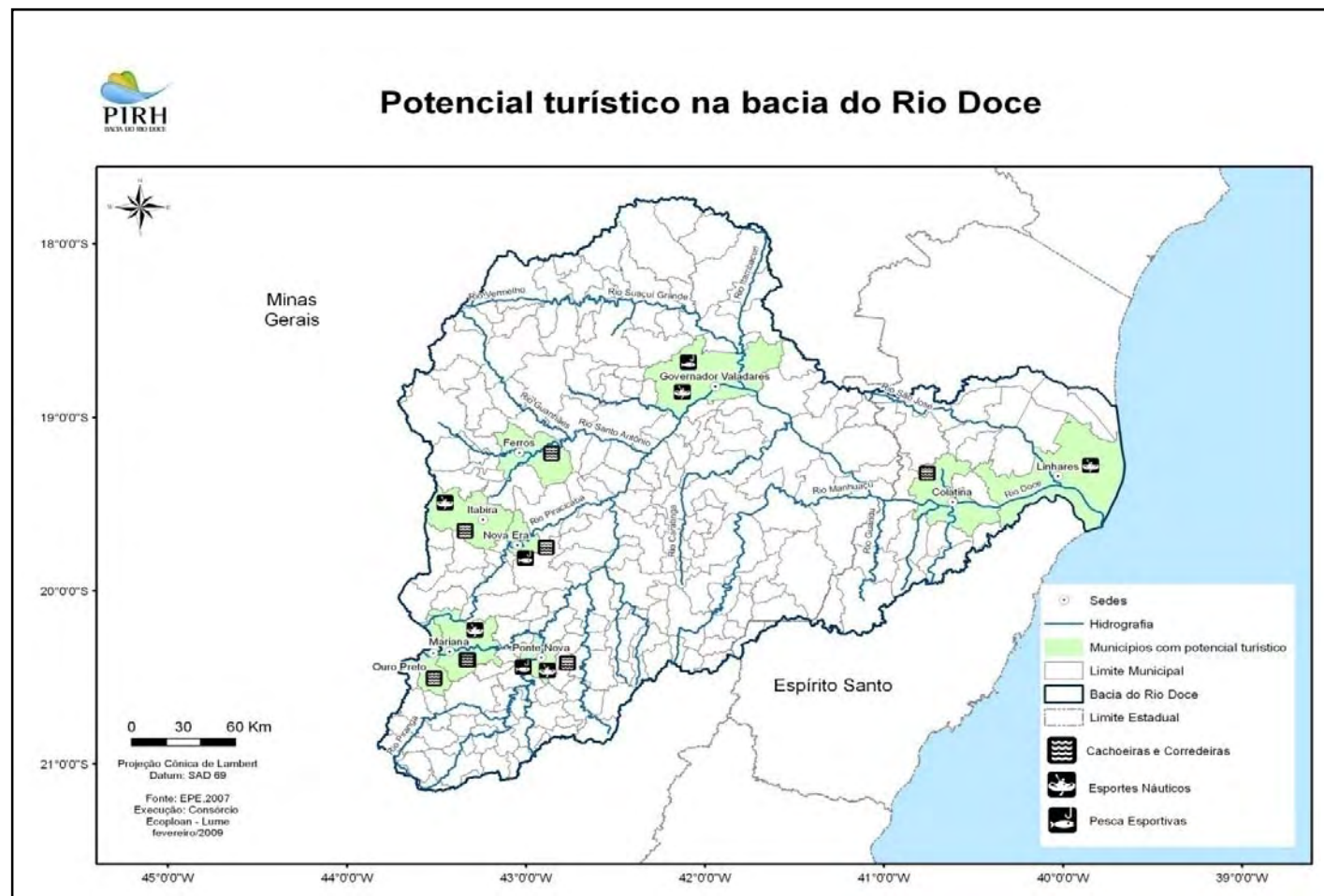


Figura 5.74 Potencial turístico da bacia do rio Doce.

Conforme informações da revista Águas do Rio Doce, a bacia abriga 80 Unidades de Conservação, sendo 69 localizadas em Minas Gerais e 11 no Espírito Santo. A bacia abriga também duas grandes áreas reconhecidas pela Unesco como Reservas da Biosfera, caracterizadas como áreas de importância mundial na conservação da biodiversidade, onde é possível desenvolver a gestão integrada da terra, das águas e da biodiversidade, a partir de um mosaico de unidades de UC's.

São elas: a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA), no Espírito Santo, destacando-se na área da bacia a Reserva Biológica de Sooretama, a Reserva Florestal Vale do Rio Doce (RPPN da Companhia Vale do Rio Doce CVRD), a Floresta Nacional de Goytacazes e a Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço (RBSE), com parte de sua área na bacia, abrigando dois importantes biomas gravemente ameaçados, a mata atlântica e o cerrado.

Com objetivo de preservar um remanescente florestal com 240 km² da Floresta dos Tabuleiros, foi criada em 1982 a Reserva Biológica de Sooretama (Figura 5.75a), que, juntamente com a Reserva Florestal Vale do Rio Doce, forma o maior maciço florestal do Espírito Santo, como cerca de 460 km². Desde 1999, através de um convênio com o Ibama, a VRD é parceira na proteção da reserva de Sooretama.

O maior remanescente de mata atlântica da bacia é o Parque Estadual do Rio Doce (PERD), criado em 1944, sendo o primeiro parque estadual do estado de Minas Gerais (Figura 5.75b). Possui uma área de 360 km², e tem como principal objetivo a proteção da mata atlântica e do sistema de lagos do médio rio Doce, sendo aberto ao turismo. De acordo com estudos realizados desde a criação do parque, há registro de 1.129 espécies vegetais, 325 espécies de aves e 77 espécies de mamíferos, destacando-se a ocorrência de onça pintada que, de acordo com o Ibama, é uma das mais de 30 espécies animais da região incluídas na lista das gravemente ameaçadas de extinção.



Figura 5.75 REBIO Sooretama (a) e Parque Estadual do Rio Doce (b).

A bacia apresenta duas formações de sistemas lacustres com características bastante específicas. O primeiro conjunto de lagos está localizado no médio rio Doce, nos municípios de Timóteo e Ipatinga, em Minas Gerais. O segundo está localizado no baixo rio Doce, próximo à foz, abrangendo o município de Linhares, no Espírito Santo. A bacia é considerada de grande importância em termos de riqueza de espécies de peixes, concentradas principalmente nesses sistemas lacustres.

A foz do rio Doce no município de Linhares (Espírito Santo) é cercada por praias que são importantes sítios de desova de duas espécies de tartarugas marinhas ameaçadas de extinção, sendo considerados ambientes únicos e de grande importância para a preservação dessas espécies. Nesse ambiente, destacam-se a reserva Biológica Comboios, com 833 hectares, abrangendo os municípios de Aracruz e Linhares, este último inserido na bacia do rio Doce; a Vila de Povoações, cerca de 10 km ao norte da foz do rio Doce; e o povoado de Regência, localizado na Planície Costeira do rio Doce. A reserva de Comboios também apresenta remanescente de Floresta Atlântica.

As restingas de Linhares (Espírito Santo) compõem o corredor Central da Mata Atlântica, sendo reconhecidas como áreas especiais de endemismos de vertebrados. Três espécies de répteis endêmicas ocorrem nessas restingas, além de uma rica fauna de vertebrados terrestres. Essas áreas de restingas são consideradas insubstituíveis para a conservação da fauna de vertebrados na bacia do rio Doce. A planície costeira formada no delta do rio Doce foi classificada pelo Ministério do Meio Ambiente como região de alta prioridade para a conservação da biodiversidade costeira e marinha no Brasil.

5.4 BALANÇO HÍDRICO

A elaboração do balanço entre demandas e disponibilidades constitui atividade elementar para consecução de um plano de recursos hídricos, a ponto de a Lei n° 9.433/97, em seu art. 7º, considerá-lo como requisito básico, devendo ser realizado e apresentado em todo e qualquer plano de bacia.

O balanço hídrico permite retratar as peculiaridades das grandezas comparadas, fornecendo subsídio à gestão integrada dos recursos hídricos, podendo inclusive ser utilizado como indicativo dos principais conflitos hídricos atuais e futuros. Portanto, pode-se dizer que o balanço hídrico constitui na representação da situação natural com a realidade social, econômica, política e ambiental de uma determinada região hidrográfica. A realização desse procedimento permite indicar os principais problemas em áreas críticas, sob a ótica da utilização da água, estabelecendo uma correlação com os outros fatores, como as atividades produtivas e crescimento demográfico.

Na bacia do rio Doce, o balanço hídrico foi realizado para as 15 sub-bacias analisadas, para a região da Barra Seca e para as áreas incrementais das unidades de análise, as quais abrangem a calha do rio Doce. Na Figura 5.76 estão apresentadas as sub-bacias e as áreas incrementais.

Para o balanço hídrico das áreas incrementais, foram consideradas as áreas situadas a montante da respectiva área incremental. Na Figura 5.77 é apresentado o diagrama unifilar simplificado do rio Doce explicitando as áreas incrementais das unidades de análise, sendo a descrição da obtenção destas áreas apresentada no Quadro 5.19.

No Quadro 5.20 é apresentado o balanço entre a vazão retirada e a disponibilidade hídrica superficial nas 15 sub-bacias hidrográficas do rio Doce, incluindo aí a sub-bacia de Barra Seca. Destaca-se, que para avaliar a relação entre a disponibilidade e a demanda utilizou-se um índice, adotado pela *European Environmental Agency* e pela Organização das Nações Unidas - ONU, que indica a classe de disponibilidade hídrica para atendimento das demandas. Esse índice é definido a partir do quociente entre a retirada total anual e a vazão média de longo período, sendo classificado em cinco intervalos percentuais que variam de uma situação excelente a muito crítica.

Segundo critérios adotados pela ONU para avaliar a situação de disponibilidade da água, pode-se dizer que a situação considerada excelente é verificada quando a vazão de retirada para usos consuntivos representa até 5% da vazão média de longo período. Nesse cenário, talvez seja desnecessária alguma atividade de gerenciamento, sendo a água considerada um bem livre. Outra situação indicada é a confortável, cuja relação entre a vazão de retirada e a vazão média varia entre 5 a 10%, sendo prevista para essa condição a possibilidade de que sejam implementadas ações de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento.

As situações, preocupante, crítica e muito crítica, variam de 10 a 20%, de 20 a 40% e acima de 40%, respectivamente. Nessas condições, as ações de gerenciamento são indispensáveis sendo necessária a realização de investimentos, que nas condições críticas e muito críticas são bem elevadas. Além disso, para essas duas últimas situações as ações de gerenciamento dos recursos hídricos devem ser intensas.

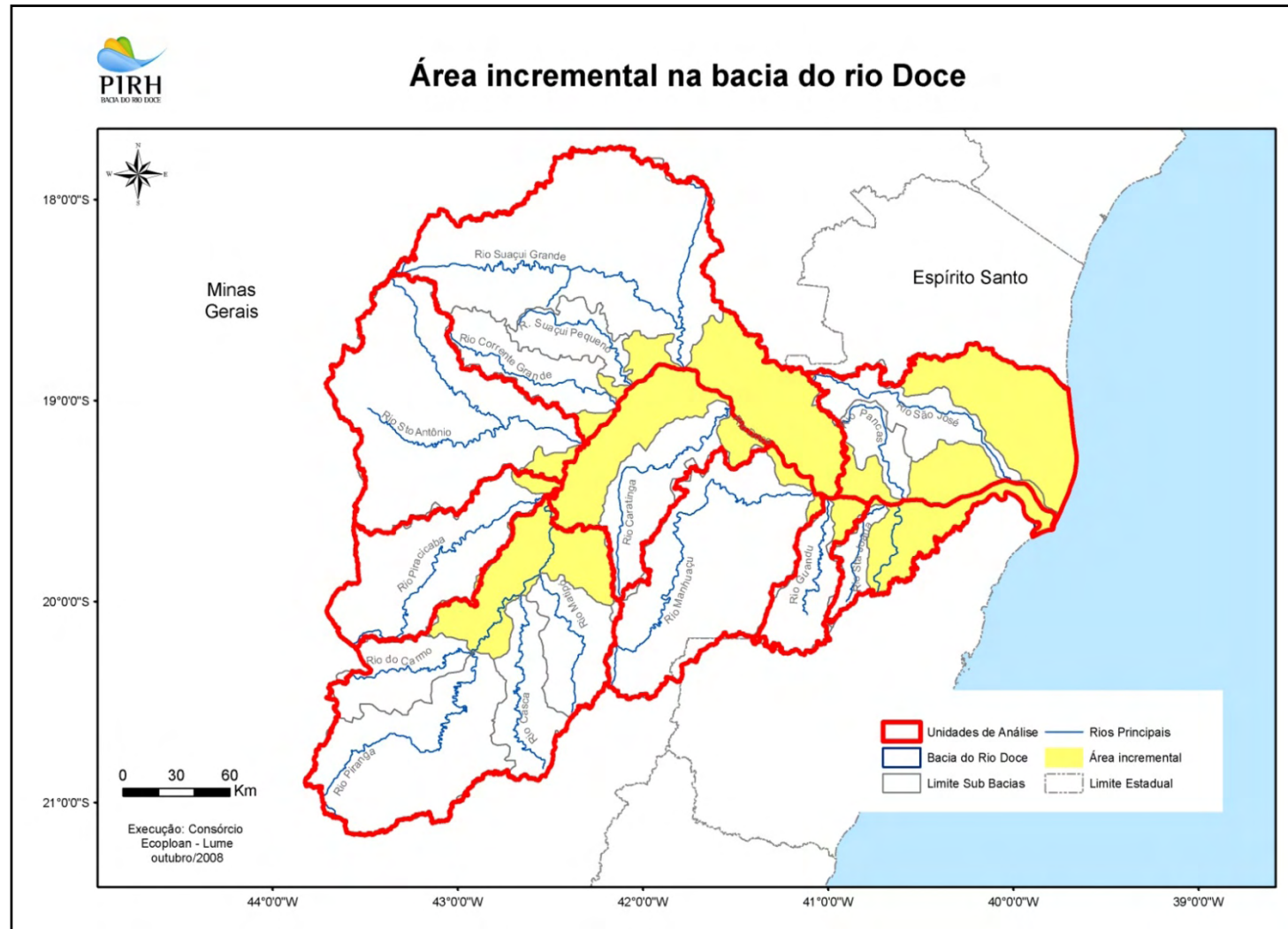


Figura 5.76 Localização da área incremental na bacia do Doce.

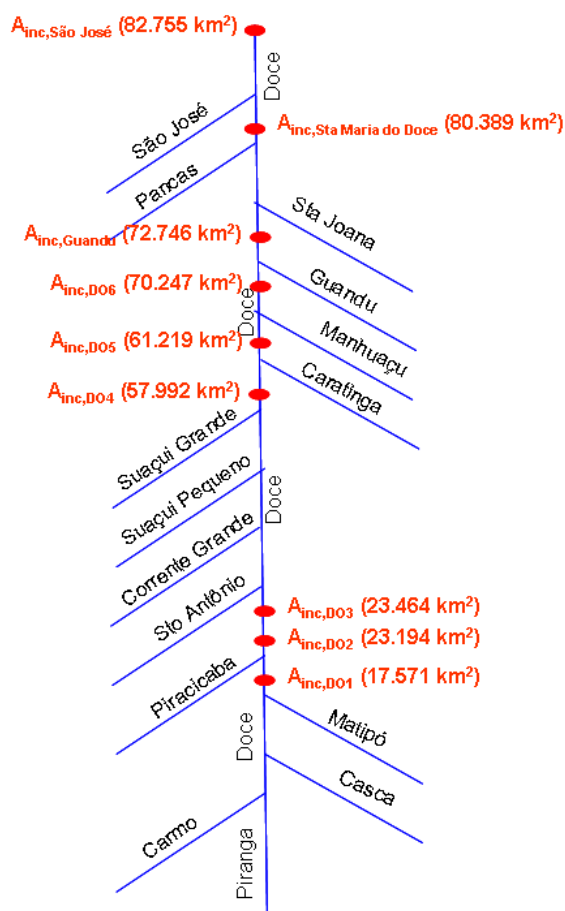


Figura 5.77 Diagrama unifilar simplificado do rio Doce explicitando as áreas incrementais das unidades de análise.

Quadro 5.19 Descrição da obtenção das áreas incrementais de cada unidade de análise.

Área incremental	Descrição
$A_{inc,DO1}$	Área a montante da DO1
$A_{inc,DO2}$	DO1 + DO2
$A_{inc,DO3}$	DO1 + DO2 + Área incremental contida na DO3
$A_{inc,DO4}$	DO1 + DO2 + DO3 + DO4 + Área incremental contida na DO5
$A_{inc,DO5}$	DO1 + DO2 + DO3 + DO4 + DO5
$A_{inc,DO6}$	DO1 + DO2 + DO3 + DO4 + DO5 + DO6
$A_{inc,Guandu}$	DO1 + DO2 + DO3 + DO4 + DO5 + DO6 + Unidade do Guandu
$A_{inc,Sta Maria do Doce}$	DO1 + DO2 + DO3 + DO4 + DO5 + DO6 + Unidade do Guandu + Unidade do Sta Maria do Doce + Sub-bacia do rio Pancas + Área incremental contida na Unidade do São José
$A_{inc,São José}$	DO1 + DO2 + DO3 + DO4 + DO5 + DO6 + Unidade do Guandu + Unidade do Sta Maria do Doce + Unidade do São José (NÃO CONTÉM A REGIÃO DO BARRA SECA)

Quadro 5.20 Balanço Hídrico na bacia do rio Doce.

Região da Bacia do Doce	Vazão Específica (L/s/km²)			Vazão (m³/s)			Demanda Retirada (m³/s)	Balanço Quantitativo			Avaliação ONU
	q _{MLT}	q ₉₅	q _{7,10}	Q _{MLT}	Q ₉₅	Q _{7,10}		Retirada/Q _{MLT}	Retirada/Q ₉₅	Retirada/Q _{7,10}	
Sub-bacia do rio Piranga	16,3	6,6	4,8	108,0	43,7	32,0	1,29	0,012	0,029	0,040	Excelente
Sub-bacia do rio do Carmo	22,2	11,2	9,4	50,3	25,4	21,3	1,31	0,026	0,051	0,061	Excelente
Sub-bacia do rio Casca	13,1	5,0	3,2	32,8	12,6	8,1	0,62	0,019	0,049	0,076	Excelente
Sub-bacia do rio Matipó	14,2	4,6	2,8	36,8	11,8	7,2	0,39	0,011	0,033	0,054	Excelente
Área incremental D01 - individual	-	-	-	-	-	-	0,68	-	-	-	-
Área incremental D01- acumulada	14,0	6,4	5,3	246,9	113,2	92,4	4,28	0,017	0,038	0,046	Excelente
Sub-bacia do rio Piracicaba	18,0	6,8	5,5	97,9	37,3	29,9	3,89	0,040	0,104	0,130	Excelente
Área incremental D02 - individual	-	-	-	-	-	-	1,14	-	-	-	-
Área incremental D02- acumulada	14,6	6,0	4,7	337,9	138,1	108,2	9,30	0,028	0,067	0,086	Excelente
Sub-bacia do rio Santo Antônio	16,9	6,3	4,5	176,3	65,4	46,7	0,80	0,005	0,012	0,017	Excelente
Área incremental D03 - individual	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-
Área incremental D03 - acumulada	14,6	6,0	4,7	341,9	139,7	109,5	9,41	0,028	0,067	0,086	Excelente
Sub-bacia do rio Corrente Grande	13,8	5,1	3,8	34,1	12,6	9,4	0,26	0,008	0,021	0,027	Excelente
Sub-bacia do rio Suaçuí Pequeno	10,0	4,1	3,0	17,2	7,1	5,2	0,18	0,010	0,025	0,033	Excelente
Sub-bacia do rio Suaçuí Grande	8,3	2,3	1,6	103,4	29,1	20,4	1,44	0,014	0,049	0,070	Excelente
Área incremental D04 - individual	-	-	-	-	-	-	1,60	-	-	-	-
Área incremental D04 - acumulada	13,2	5,1	3,9	766,9	294,9	227,0	15,08	0,020	0,051	0,066	Excelente
Sub-bacia do rio Caratinga	9,8	2,6	1,8	31,7	8,5	5,8	1,16	0,037	0,137	0,199	Excelente
Área incremental D05 - individual	-	-	-	-	-	-	1,41	-	-	-	-
Área incremental D05 - acumulada	13,2	5,1	3,9	809,6	311,3	239,6	16,24	0,020	0,052	0,068	Excelente
Sub-bacia do rio Manhuaçu	11,2	3,7	2,6	98,7	32,5	23,1	1,98	0,020	0,061	0,086	Excelente
Área incremental D06 - individual	-	-	-	-	-	-	0,22	-	-	-	-
Área incremental D06 - acumulada	11,9	4,2	3,1	833,7	296,4	219,7	18,44	0,022	0,062	0,084	Excelente
Sub-bacia do rio Guandu	10,4	3,4	2,4	22,0	7,2	5,2	1,44	0,066	0,201	0,280	Confortável
Área incremental Guandu - individual	-	-	-	-	-	-	0,24	-	-	-	-
Área incremental Guandu - acumulada	11,5	3,8	2,7	835,4	273,6	199,2	20,13	0,024	0,074	0,101	Excelente
Sub-bacia do rio Santa Joana	8,7	1,6	0,9	7,9	1,4	0,8	0,88	0,111	0,616	1,130	Preocupante
Área incremental Sta.Maria do Doce - individual	-	-	-	-	-	-	2,31	-	-	-	-
Área incremental Sta.Maria do Doce – acumulada	11,5	3,8	2,7	923,2	302,4	220,2	23,89	0,026	0,079	0,109	Excelente
Sub-bacia do rio Pancas	12,0	1,6	0,8	14,1	1,8	1,0	0,58	0,041	0,315	0,592	Excelente
Sub-bacia do rio São José	14,2	2,5	1,2	33,7	5,8	2,8	1,35	0,040	0,231	0,490	Excelente
Área incremental São José - individual	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-
Região da Barra Seca	11,5	3,8	2,7	85,5	14,9	10,9	4,49	0,053	0,301	0,412	Confortável
Bacia do Rio Doce	11,5	3,8	2,7	950,4	311,3	226,7	29,73	0,031	0,096	0,131	Excelente

Como pode ser verificado na avaliação proposta pela ONU (Figura 5.78), a bacia hidrográfica do rio Doce, de modo geral, encontra-se em uma situação excelente para atendimento das demandas, diante da oferta de água possibilitada pela vazão média de seus rios. Isso implica, em certa medida, na necessidade de pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento, podendo a água ser considerada no presente, um bem livre.

No entanto, ao observar com maior detalhe cada sub-bacia hidrográfica pertencentes à bacia do Doce, percebe-se que essa não é uma condição geral de todas as regiões hidrográficas, uma vez que a bacia de Santa Joana indica situação preocupante, onde a atividade de gerenciamento torna-se indispensável, exigindo a realização de investimentos.

A sub-bacia do rio Guandu e a região da Barra Seca também apresentam uma situação distinta da verificada na bacia do Doce. Elas se enquadram em uma condição tida como confortável, que, de acordo com as análises apresentadas pelo MMA (2006), aponta para a possibilidade de ocorrer problemas localizados de abastecimento diante da oferta de água possibilitada pela vazão média. Demandando, portanto, a necessidade de adoção de um sistema de gerenciamento voltado para atender problemas locais.

Para avaliação das demandas frente à disponibilidade hídrica foram utilizados os valores estabelecidos nos dispositivos legais de cada Estado e as recomendações da ANA, sobre critérios de outorga de direito de uso da água, principalmente no que tange à vazão de referência. Assim, foi feita a análise considerando o critério adotado pela ANA, o qual permite a retirada de água até o valor de vazão correspondente a 70 % da Q_{95} , e os critérios adotados em Minas Gerais e no Espírito Santo, os quais permitem a retirada de até o valor correspondente a 30% e 50% da $Q_{7,10}$, respectivamente.

Na Figura 5.79 é apresentada a análise da demanda hídrica com base no índice outorgável pela ANA. Considerando o critério adotado pela ANA, o qual é menos restritivo que os demais critérios analisados, seria permissível ainda retirar uma maior quantidade de água. Entretanto, na bacia do rio Santa Joana a demanda aproxima-se do maior valor permissível para outorga pela União, representando 62% da Q_{95} .

Ao considerar o critério adotado pelo Estado do Espírito Santo (Figura 5.80) a situação é bem mais crítica, sendo a demanda nas bacias do rio Pancas e Santa Joana bem superior a 50% da $Q_{7,10}$. No caso da sub-bacia do rio Santa Joana a vazão retirada (0,881 m^3/s) é aproximadamente duas vezes maior que a vazão outorgável nos rios de domínio do estado capixaba (50% da $Q_{7,10}$ – 0,390 m^3/s).

Na sub-bacia do rio Pancas essa relação é um pouco menor, sendo a vazão de retirada igual a 0,579 m^3/s , enquanto a vazão passível de ser outorgada corresponde a 0,489 m^3/s . Portanto, a demanda supera a vazão permissível para outorga em aproximadamente 20%. Nas sub-bacias do Piracicaba, Caratinga e Guandu, bem como na área incremental situada no Espírito Santo e a região da Barra Seca, a vazão de retirada é superior a 10% da $Q_{7,10}$, sendo na bacia do São José e na região da Barra Seca o valor de vazão disponível para outorga (1,376 e 5,450 m^3/s , respectivamente) próximo da vazão retirada para o atendimentos das demandas identificadas (1,349 e 4,490 m^3/s).



Figura 5.78 Avaliação do balanço entre a vazão retirada e a disponibilidade hídrica superficial na bacia do rio Doce com base no critério adotado pela ONU.

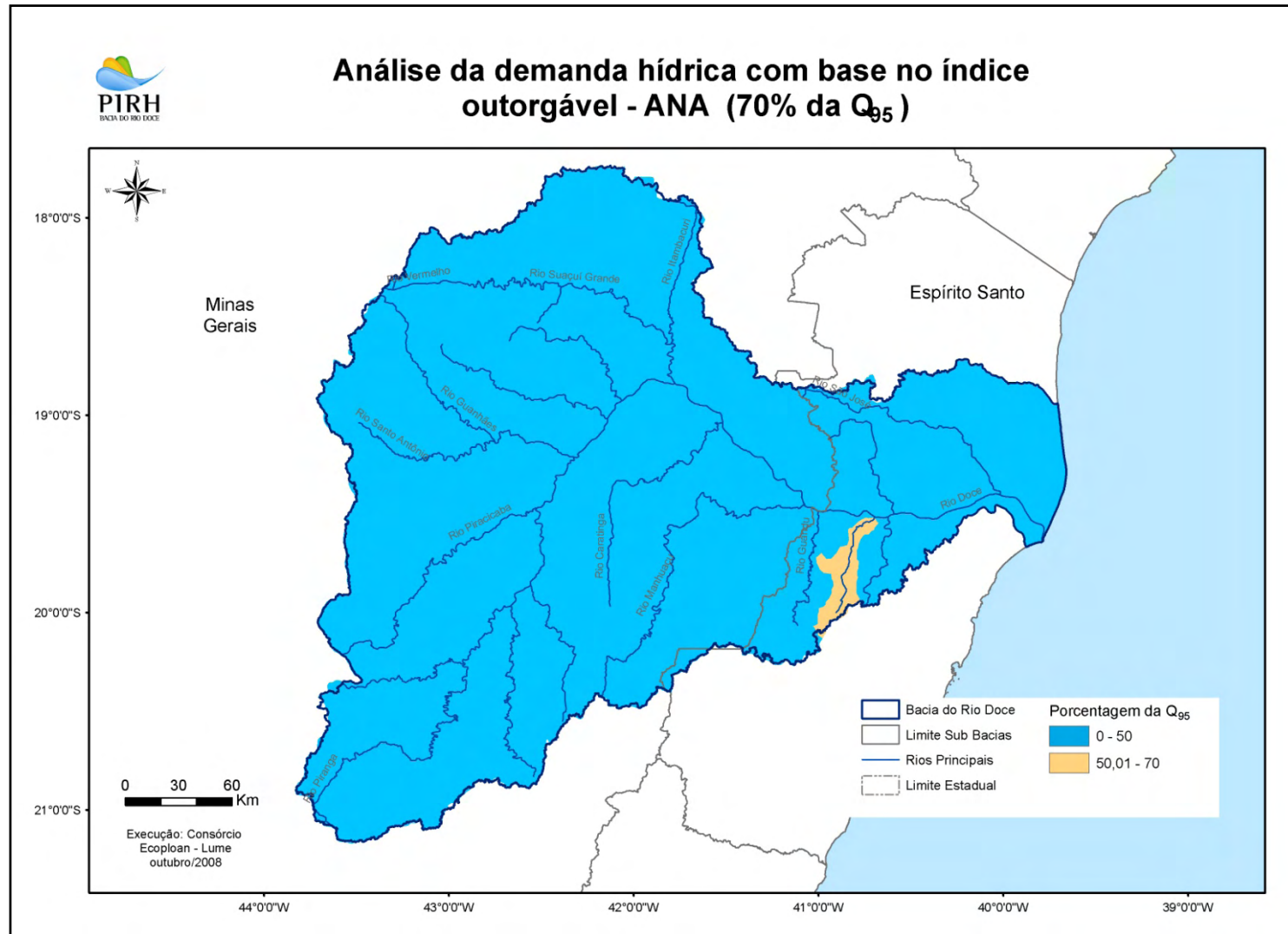


Figura 5.79 Análise da demanda hídrica com base no índice outorgável pela ANA (70% da Q_{95}).

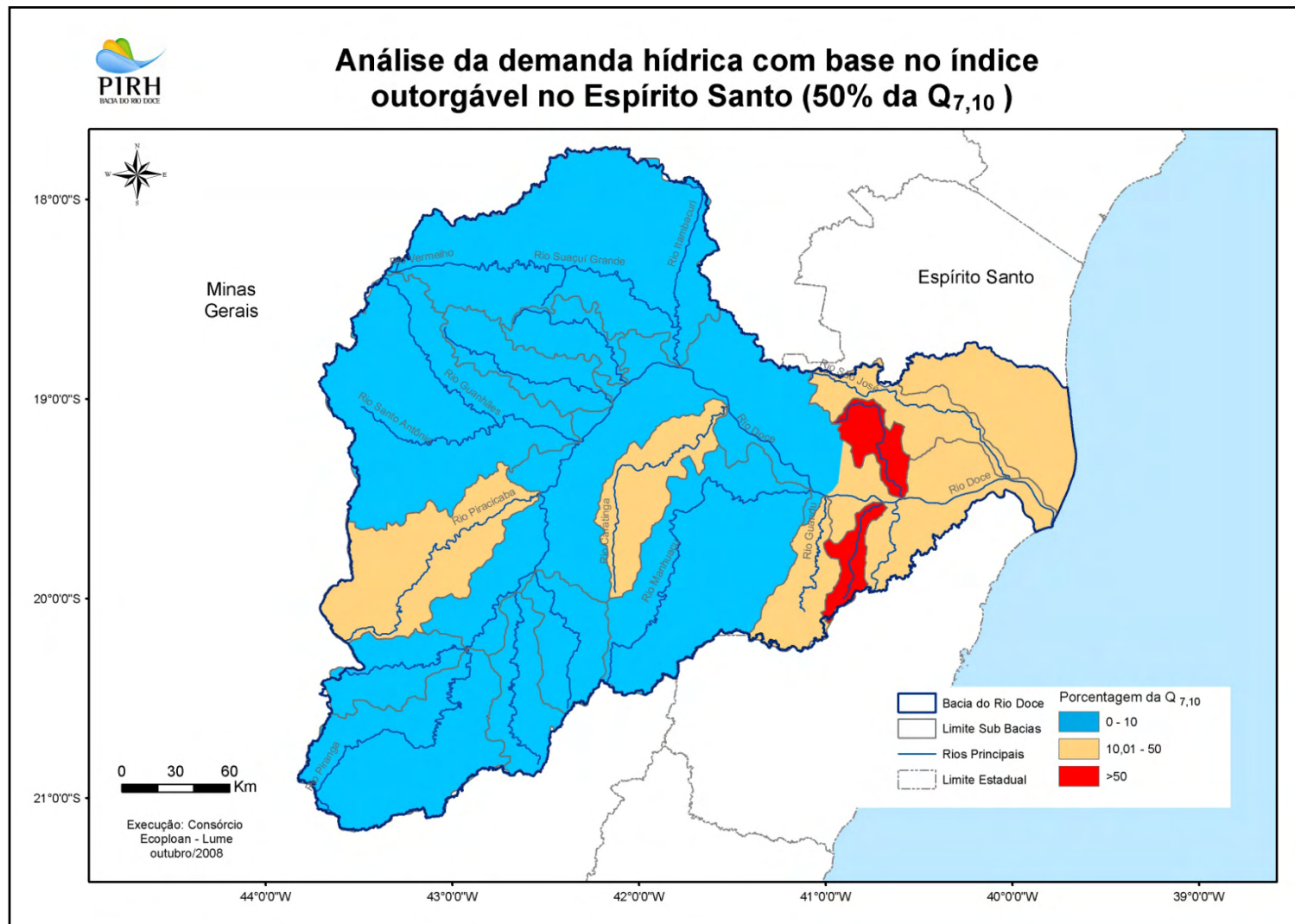


Figura 5.80 Análise da demanda hídrica com base no índice outorgável no Estado do Espírito Santo (50% da $Q_{7,10}$).

Pelo critério mais restritivo de uso da água, o adotado por Minas Gerais (Figura 5.81), não seria possível permitir a retirada de água nas bacias do Santa Joana, Pancas, São José e na região da Barra Seca, uma vez que a retirada nestes locais são superiores a 30% da $Q_{7,10}$. Nas sub-bacias hidrográficas do rio Caratinga e do rio Guandu, as vazões de retirada (1,163 e 1,444 m^3/s) já correspondem a 20 e 28% da $Q_{7,10}$, respectivamente.

Diante desse cenário é possível afirmar que a região do Baixo Doce, onde estão localizadas a sub-bacias capixabas, pode se encontrar em uma condição de escassez de outorgas, visto que em todas as sub-bacias foi identificado que as vazões retiradas, lá localizadas, praticamente se igualam ou superam a vazão total outorgável.

Esses resultados indicam a necessidade de um conhecimento mais aprofundado dos usos e usuários, localizados nessas sub-bacias para a confirmação ou não das estimativas aqui indicadas. Portanto, é imprescindível e urgente o cadastramento de todos os usuários instalados no Baixo Doce para verificação *in loco* desse cenário.

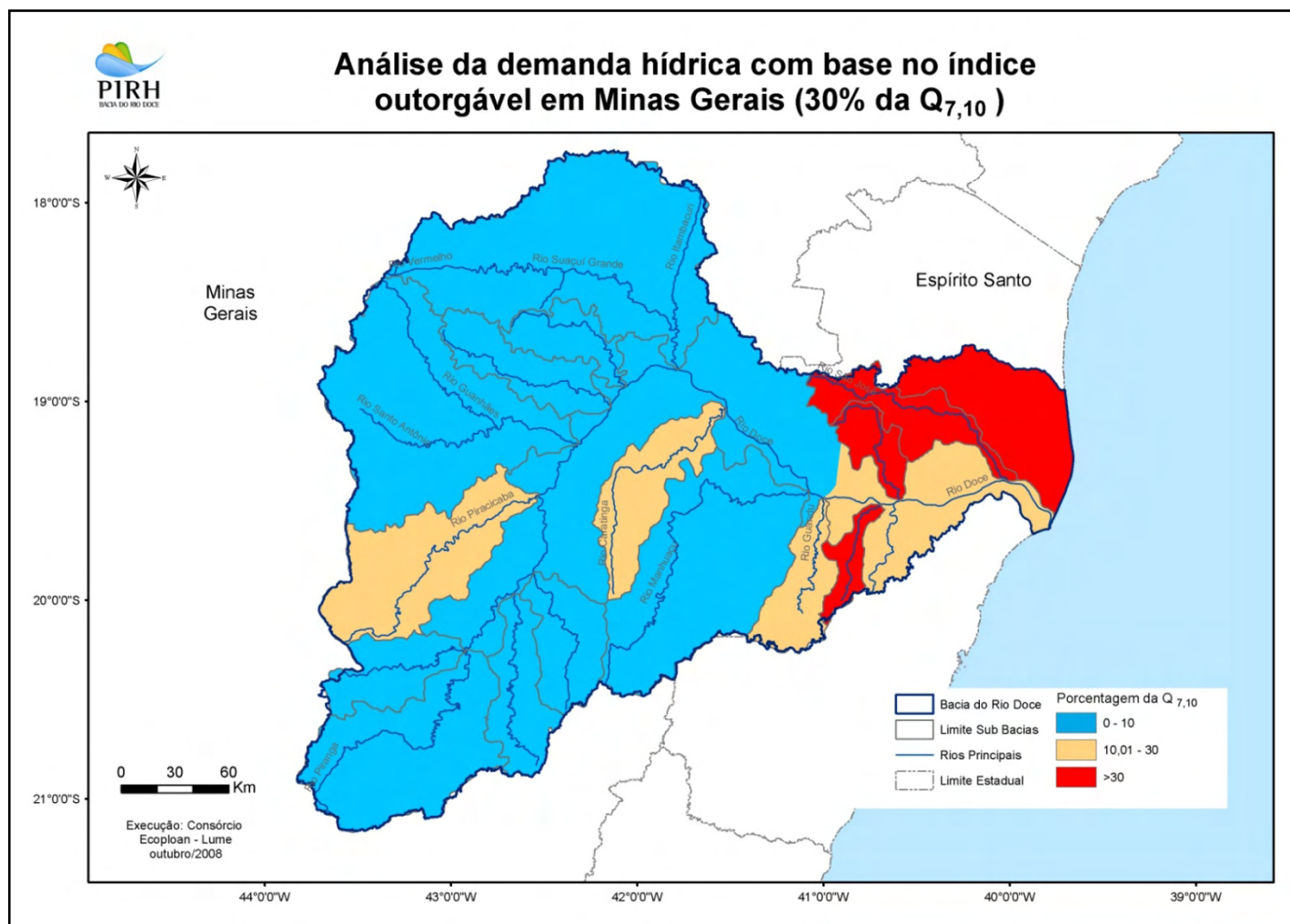


Figura 5.81 Análise da demanda hídrica com base no índice outorgável no Estado de Minas Gerais (30% da $Q_{7,10}$).

5.5 DIAGNÓSTICO POR SEGMENTO DO BALANÇO HÍDRICO DA BACIA DO RIO DOCE

A avaliação integrada da qualidade da água e das demandas hídricas referentes aos lançamentos (vazão de diluição) e outorgas na bacia do rio Doce, considerando o cenário atual de cargas e demanda na bacia, foi realizada através da modelagem em ambiente SIG levando em consideração o impacto de cada usuário em seu trecho de influência e a propagação de seu impacto a jusante. Em geral, esta verificação consiste basicamente de três etapas:

- a) determinação da disponibilidade hídrica em cada trecho de rio;
- b) identificação de todas as demandas existentes na bacia a montante do ponto de demanda, podendo ser os usuários outorgados (federais e estaduais), lançamentos ou usos identificados através de planos e estudos;
- c) estimativa espacial das demandas (com distinção da indisponibilidade devido às outorgas e aos lançamentos) e cálculo de indicadores, determinando qual a porcentagem da disponibilidade hídrica local é comprometida individualmente pelo usuário e qual é o grau de comprometimento total, considerando todos os usuários;
- d) avaliação da qualidade da água por trecho de rio.

5.5.1 Descrição Sucinta do Modelo de Balanço Hídrico (SSD)

Um esquema geral da estrutura do modelo está resumidamente apresentado na Figura 5.82. Todas as ferramentas de análise foram programadas utilizando os componentes do ArcObjects que usa a linguagem *Visual Basic for Applications (VBA)* dentro do próprio ambiente ArcGIS. Os componentes ArcObjects são os pilares do *software* ArcGIS, de maneira a otimizar e automatizar trabalhos e tarefas organizacionais de modo personalizado. A programação em ArcObjects pode ser utilizada para expandir e criar novas funcionalidades e aplicações no ArcGIS.

Cada usuário é cadastrado especificando a vazão demandada, o nome do usuário e um código que pode estar associado a um outro banco de dados não espacial. O trecho de rio ao qual o usuário está ligado é definido com uma seleção direta usando o mouse. Quando um novo usuário de água é incluído, o algoritmo percorre toda a rede de drenagem, desde o trecho selecionado até o exutório da bacia, seguindo a topologia indicada pelos índices de cada trecho. Para cada trecho o valor da demanda é atualizado, somando ao valor pré-existente o valor da demanda que está sendo incluída. Ao final da operação cada trecho apresenta o valor correspondente à soma de todas as demandas a montante e do próprio trecho.

A metodologia para a estimativa da qualidade da água e da demanda hídrica devido ao lançamento de efluentes é baseada no modelo RM1 (Rodrigues, 2000), o qual considera a variação longitudinal da vazão de diluição e da carga do poluente.

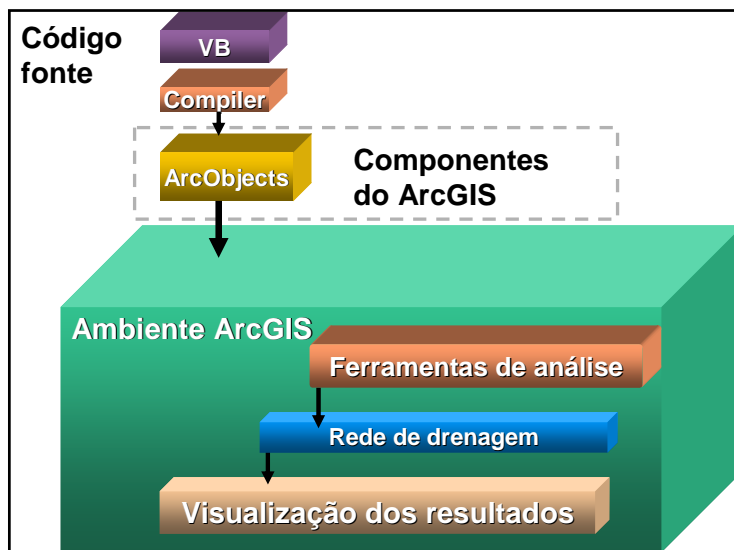


Figura 5.82 Esquema da estrutura do sistema integrada ao ambiente ArcGIS. As ferramentas de análise são programadas em VBA utilizando os componentes ArcObjects.

A vazão de diluição de um poluente lançado em um corpo receptor é calculada pela seguinte expressão:

$$Q_D = C_e \cdot \frac{Q_e}{C_p^*} \quad (5.5.1)$$

em que

- Q_D = vazão de diluição do poluente no ponto de lançamento do efluente em m³/s
- Q_e = vazão de lançamento do efluente no corpo receptor em m³/s;
- C_e = concentração do poluente no efluente em mg/L; e
- C_p^* = concentração máxima permitível do poluente no corpo receptor, que poderá resultar do enquadramento do corpo hídrico em classe de uso ou de um plano de recuperação da bacia em mg/L.

A variação longitudinal da vazão de diluição da massa de poluente lançada no sistema, referente apenas ao lançamento do usuário-poluidor considerado, é dada por:

$$Q_D(x) = \frac{I}{C_p^*} [(C_{pd} - C_{pa}) \cdot (Q_r(x) + Q_e)] \quad (5.5.2)$$

em que

- $Q_D(x)$ = vazão de diluição do poluente, referente apenas ao lançamento do usuário-poluidor considerado em m³/s;
- $C_{pd}(x)$ = concentração do poluente no corpo receptor após o lançamento do efluente em mg/L;
- $C_{pa}(x)$ = concentração do poluente no corpo receptor antes do lançamento do efluente, diluída na vazão do efluente, em mg/L; e
- $Q_r(x)$ = vazão do corpo receptor em m³/s.

O termo $[(C_{pd} - C_{pa}) \cdot (Q_r(x) + Q_e)]$ corresponde à variação longitudinal da carga do poluente, referente apenas ao lançamento do usuário-poluidor considerado.

O modelo de qualidade da água foi baseado no modelo de QUAL2E, o qual estabelece que a variação da DBO remanescente ($DBOr$) em um infinitésimo de tempo (dt) é igual a $DBOr$ multiplicada por uma constante de degradação $K_1 (t^{-1})$. Sendo:

$$\frac{d(DBO_r)}{dt} = -K_1 \cdot DBO_r \quad (5.5.3)$$

O equacionamento pressupõe mistura imediata, logo, a concentração de mistura da DBO e a concentração de mistura de oxigênio dissolvido são obtidas através de balanço de massa.

5.5.2 Dados de Entrada

Para cada trecho de rio a disponibilidade hídrica foi calculada considerando: (a) a área de drenagem da bacia a montante do trecho, (b) vazão específica no trecho; e (c) o critério de vazão máxima outorgável. Os valores de vazão de referência são dados por sub-bacia de acordo com o Quadro 5.21. Os critérios de vazão máxima outorgável são diferenciados de acordo com a região, são eles: (a) 30% da $Q_{7,10}$ em Minas Gerais; (b) 50% da $Q_{7,10}$ em Espírito Santo; e (c) 70% da Q_{95} em rios Federais.

As demandas hídricas outorgadas foram extraídas a partir de dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Instituto Estadual do Meio Ambiente (IEMA). Estas demandas foram atribuídas considerando sua posição na rede de drenagem. As demandas relativas aos usos múltiplos (abastecimento, dessedentação animal, irrigação e indústrias) foram consideradas por sub-bacia. Em cada trecho de rio foi atribuída uma demanda proporcional a área de drenagem do trecho, dada pela seguinte equação:

$$D_i = D_{SB} \cdot \frac{A_i}{A_{SB}} \quad (5.5.4)$$

em que

- D_i = demanda do trecho i ;
- A_i = área de drenagem do trecho i ;
- D_{SB} = demanda correspondente a sub-bacia que pertence o trecho; e
- A_{SB} = área da sub-bacia.

A carga de DBO em cada sede municipal pertencente à bacia do rio Doce foi estimada considerando a produção de carga de DBO *per capita*, a população do município e o percentual de tratamento existente. A vazão efluente de um município foi considerada como 80% da vazão de abastecimento.

Quadro 5.21 Disponibilidade hídrica em cada sub-bacia da bacia do rio Doce.

Sub-bacia	Área Drenagem (km ²)	Área %	Vazão Específica (L/s/km ²)			Vazão (m ³ /s)		
			Q _{MLT}	Q ₉₅	Q _{7,10}	Q _{MLT}	Q ₉₅	Q _{7,10}
rio Piranga	6.607	7,62%	16,3	6,61	4,84	108,0	43,7	32,0
rio do Carmo	2.278	2,63%	22,2	11,2	9,38	50,3	25,4	21,3
rio Casca	2.511	2,90%	13,1	5,01	3,22	32,8	12,6	8,09
rio Matipó	2.550	2,94%	14,2	4,57	2,80	36,8	11,8	7,23
rio Piracicaba	5.465	6,30%	18,0	6,84	5,49	97,9	37,3	29,9
rio Santo Antônio	10.429	12,03%	16,9	6,26	4,48	176,3	65,4	46,7
rio Corrente Grande	2.478	2,86%	13,8	5,07	3,79	34,1	12,6	9,40
rio Suaçuí Pequeno	1.719	1,98%	10,0	4,10	3,05	17,2	7,05	5,25
rio Suaçuí Grande	12.413	14,32%	8,32	2,34	1,64	103,4	29,1	20,4

Sub-bacia	Área Drenagem	Área %	Vazão Específica (L/s/km ²)			Vazão (m ³ /s)		
	(km ²)		Q _{MLT}	Q ₉₅	Q _{7,10}	Q _{MLT}	Q ₉₅	Q _{7,10}
rio Caratinga	3.229	3,72%	9,81	2,62	1,81	31,7	8,47	5,83
rio Manhuaçu	8.826	10,18%	11,2	3,68	2,61	98,7	32,5	23,1
rio Guandu	2.145	2,47%	10,4	3,38	2,43	22,0	7,18	5,16
rio Santa Joana	891	1,03%	8,74	1,58	0,86	7,91	1,43	0,78
rio Santa Maria do Doce	935	1,08%	-	-	-	-	-	-
rio Pancas	1.181	1,36%	12,0	1,56	0,83	14,1	1,84	0,98
rio São José	2.407	2,78%	14,2	2,47	1,16	33,7	5,84	2,75
Bacia incremental - DO1	3.626	4,18%	14,0	6,44	5,26	222,5	102,0	83,3
Bacia incremental - DO2	216,13	0,25%	14,6	5,96	4,67	352,7	144,2	112,9
Bacia incremental - DO3	327	0,38%	14,6	5,96	4,67	583,7	231,2	181,5
Bacia incremental - DO4	4.945	5,70%	13,23	5,09	3,91	728,9	290,1	225,0
Bacia incremental - DO5	3.449	3,98%	14,13	5,66	4,43	728,7	259,1	192,0
Bacia incremental - DO6	363	0,42%	11,9	4,22	3,13	870,5	285,1	207,6
Bacia incremental Guandu	327	0,38%	11,5	3,76	2,74	835,4	273,6	199,2
Bacia incremental SM Doce	1237	1,42%	11,48	3,76	2,74	932,2	302,4	220,2
Bacia incremental São José (inclusive Barra Seca)	6.157	7,09%	11,48	3,76	2,74	85,5	14,9	10,9
Bacia do Rio Doce	86.711	100%	11,48	3,76	2,74	950,4	311,3	226,7

A partir da série de dados das estações, verifica-se que o rio Piracicaba, em Antônio Dias, apresenta uma vazão média de longo termo (Q_{MLT}) da ordem de 97,90 m³/s, sendo que as vazões Q₉₅ e Q_{7,10}, representam, respectivamente, 38 % e 30,5% da vazão Q_{MLT}.

5.5.3 Resultados

O efeito particular das demandas dos usos múltiplos (abastecimento, dessedentação animal, irrigação e indústrias) no comprometimento, aqui considerando como a razão entre demanda e disponibilidade, pode ser observado na Figura 5.83. Na maior parte dos trechos (81,08% dos trechos), as demandas por usos múltiplos promovem um comprometimento baixo ou muito baixo (menor que 50% da disponibilidade hídrica local). Esta demanda é mais significativas nas sub-bacias do rio Santa Joana, rio Pancas e do rio São José, onde o comprometimento é crítico (demanda supera a disponibilidade).

A Figura 5.84 demonstra o comprometimento destas demandas considerando-se exclusivamente o cadastro de todas as outorgas. Na maioria dos trechos as demandas por outorgas produzem um comprometimento muito baixo (de 0% a 25% da disponibilidade hídrica em 92,63% dos trechos). Alguns trechos apresentam comprometimentos críticos, onde a demanda supera a disponibilidade hídrica, sendo, a maioria, pequenos afluentes de rios principais, tais como rio Piranga, rio Piracicaba e rio Doce. Entretanto, esta demanda não é significativa para produzir um impacto sensível na disponibilidade hídrica do rio Doce, a jusante da confluência de seus afluentes com comprometimento crítico.

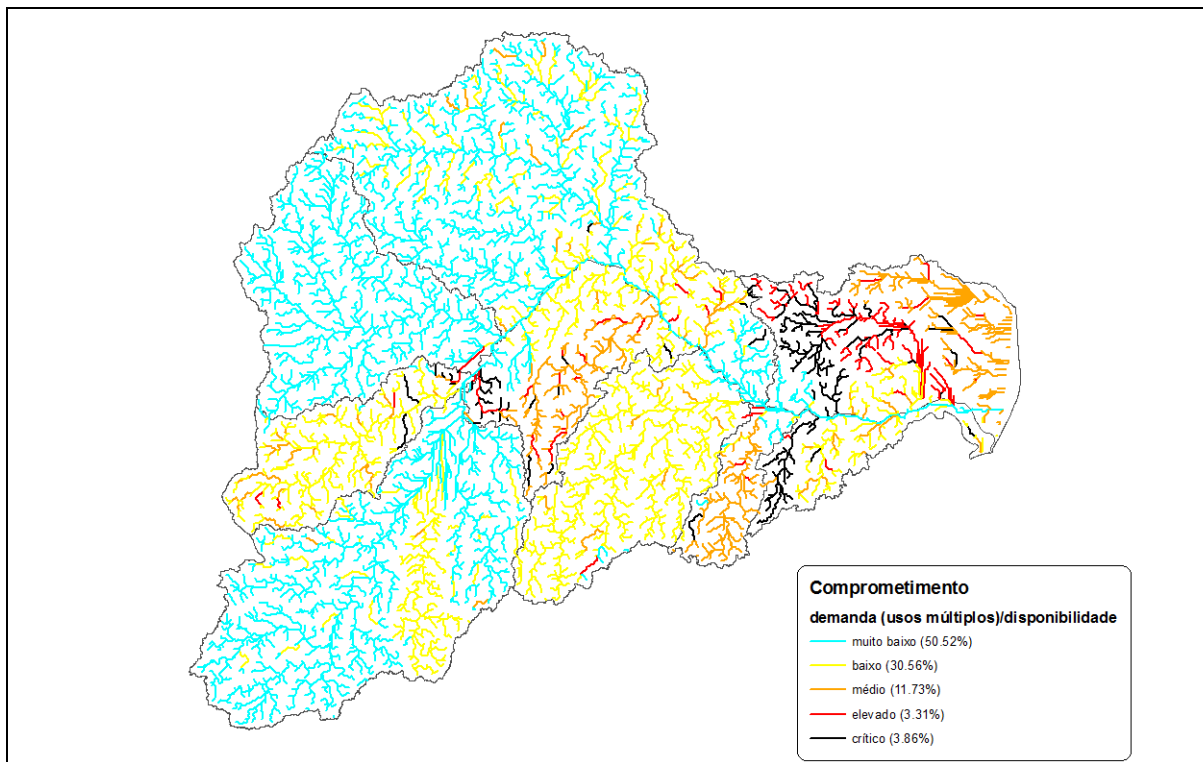


Figura 5.83 Comprometimento das demandas em relação à disponibilidade hídrica considerando o efeito exclusivo dos usos múltiplos (abastecimento, dessedentação animal, irrigação e indústrias) nas unidades de estudo, considerando a Q_{95} .

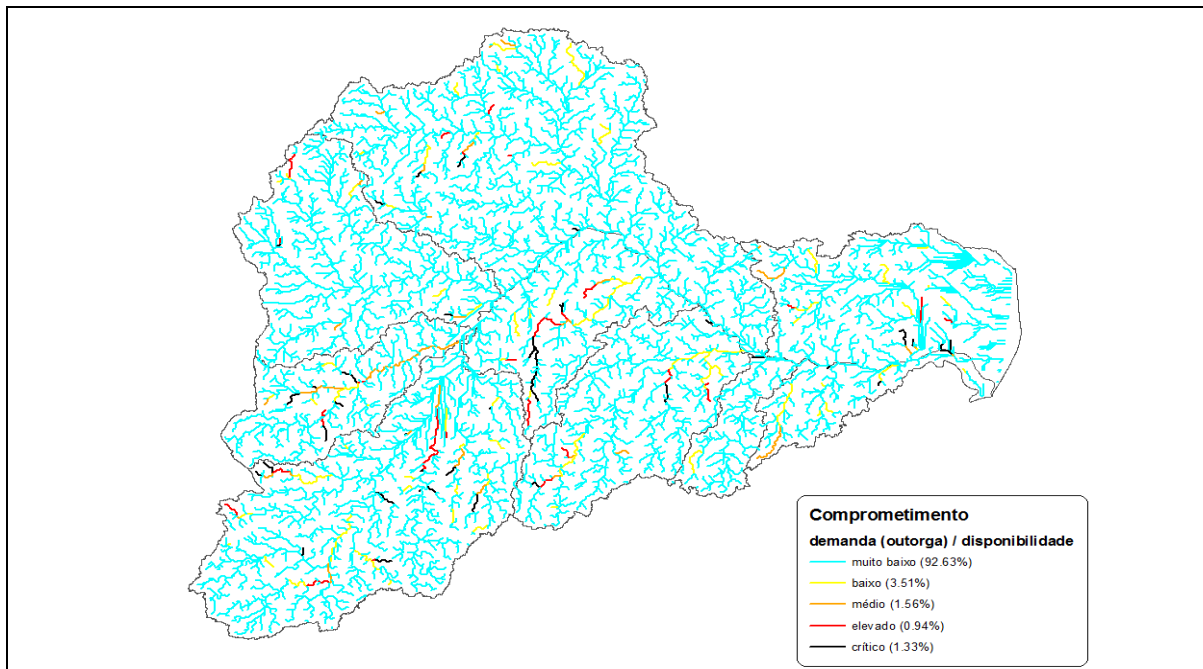


Figura 5.84 Comprometimento das demandas em relação à disponibilidade hídrica considerando o efeito exclusivo das outorgas, considerando a Q_{95} .

Considerando o efeito exclusivo das demandas hídricas para diluição dos efluentes, o quadro de comprometimento se mostra mais agravante (Figura 5.85). Uma parcela significativa dos trechos da bacia do rio Doce (20,14% dos trechos) apresenta demanda de

vazão para diluição superior a disponibilidade. As sub-bacias que mais demandam água para diluição e, conseqüentemente, produzem maiores impactos na qualidade da água apresentam grandes centros urbanos, os quais são potenciais geradores de cargas. Dentre estas sub-bacias, destacam-se a Bacia do rio Piranga, a Bacia do rio Piracicaba, a Bacia do rio Caratinga, a Bacia do rio Suaçuí Grande, a Bacia do rio Itambacuri e a Bacia do rio Guandu. No entanto, o comprometimento destas demandas é atenuado, principalmente, ao longo da calha do rio Doce. O comprometimento ao longo do rio Doce, na sua maioria, varia de médio (de 50% a 75% da disponibilidade hídrica) a baixo (de 25% a 50% da disponibilidade hídrica), indicando um significativo efeito das demandas para diluição em comparação com a demanda por outorgas. O efeito combinado, considerando as demandas por outorgas e lançamentos (Figura 5.86), produz um comprometimento similar ao efeito exclusivo dos lançamentos, indicando que as demandas qualitativas são mais relevantes quando comparadas às demandas quantitativas.

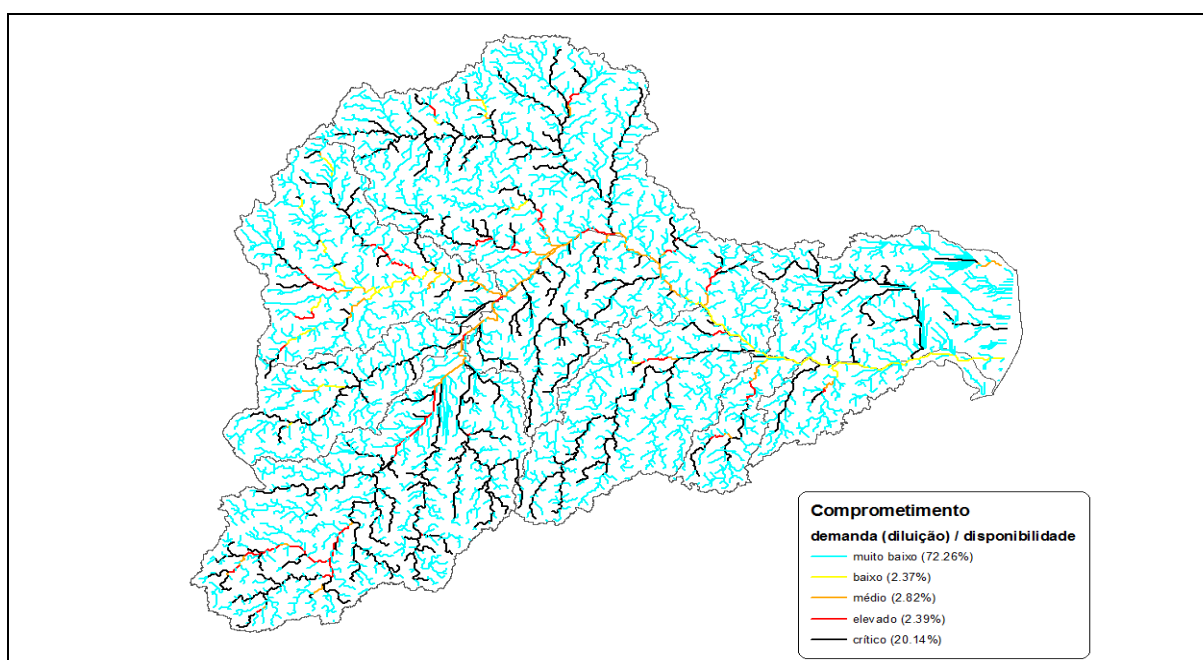


Figura 5.85 Comprometimento das demandas em relação a disponibilidade hídrica considerando o efeito exclusivo da diluição de efluentes.

Paralelamente ao balanço hídrico, foram computadas as concentrações de DBO para cada trecho. Cada trecho foi classificado, considerando o parâmetro DBO, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) no 357, de 2005 (Figura 5.87). Como identificado anteriormente, algumas sub-bacias de rios afluentes do rio Doce tais como a Bacia do rio Piranga, rio Piracicaba e rio Caratinga produzem impactos significativos na qualidade da água. O efeito da diluição e decaimento das concentrações pela decomposição da matéria orgânica reduzem as concentrações de DBO ao longo da calha do rio Doce (Figura 5.88). Os picos de concentração observados no perfil são referentes ao lançamento de efluentes de grandes centros urbanos ao longo do rio Doce tais como Ipatinga, Timóteo e Governador Valadares. Alguns afluentes do rio Doce contribuem positivamente para a qualidade da água como, por exemplo, rio Santo Antônio, rio Suaçuí Grande e rio Santa Maria do Doce, reduzindo significativamente as concentrações de DBO imediatamente a jusante destas confluências.

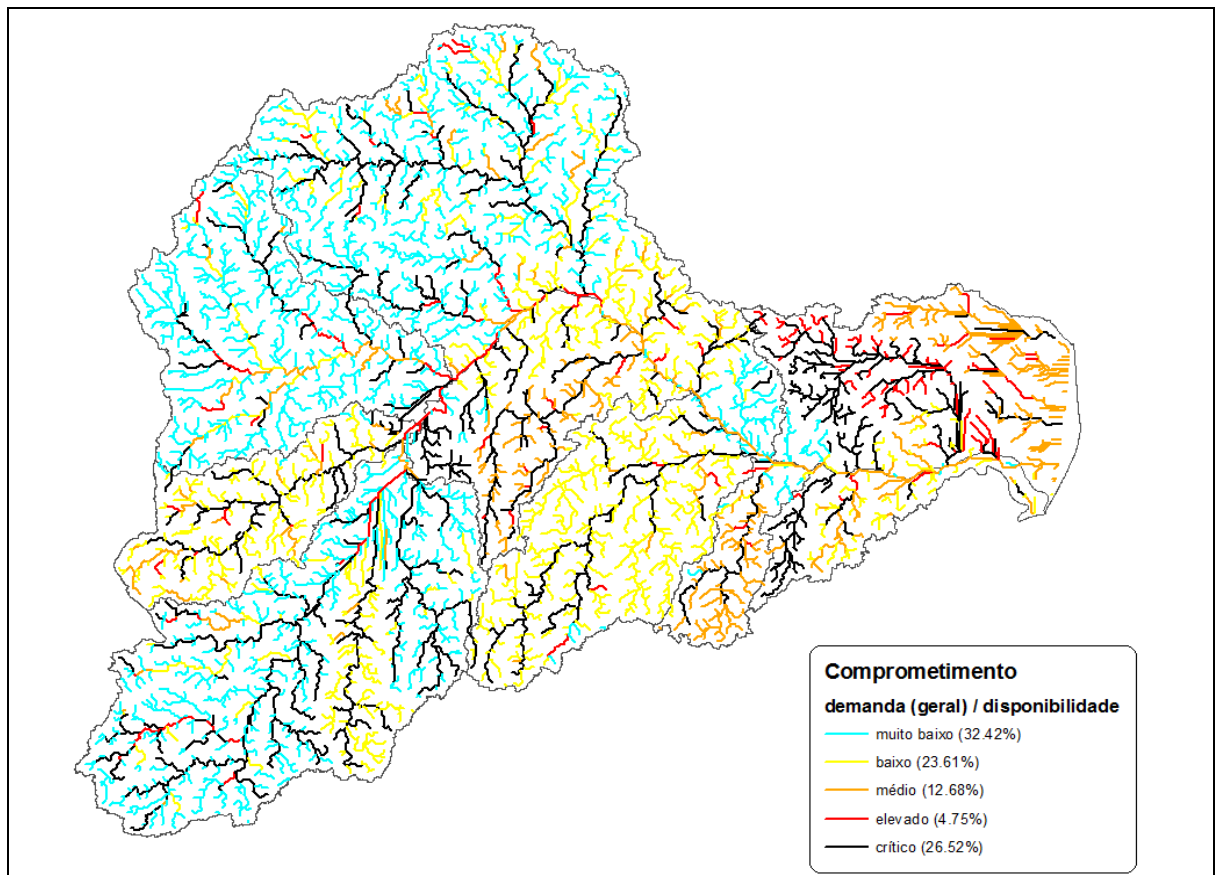


Figura 5.86 Comprometimento das demandas em relação a disponibilidade hídrica considerando o efeito combinado de todos os usos (usos múltiplos, diluição de efluentes e outorgas).

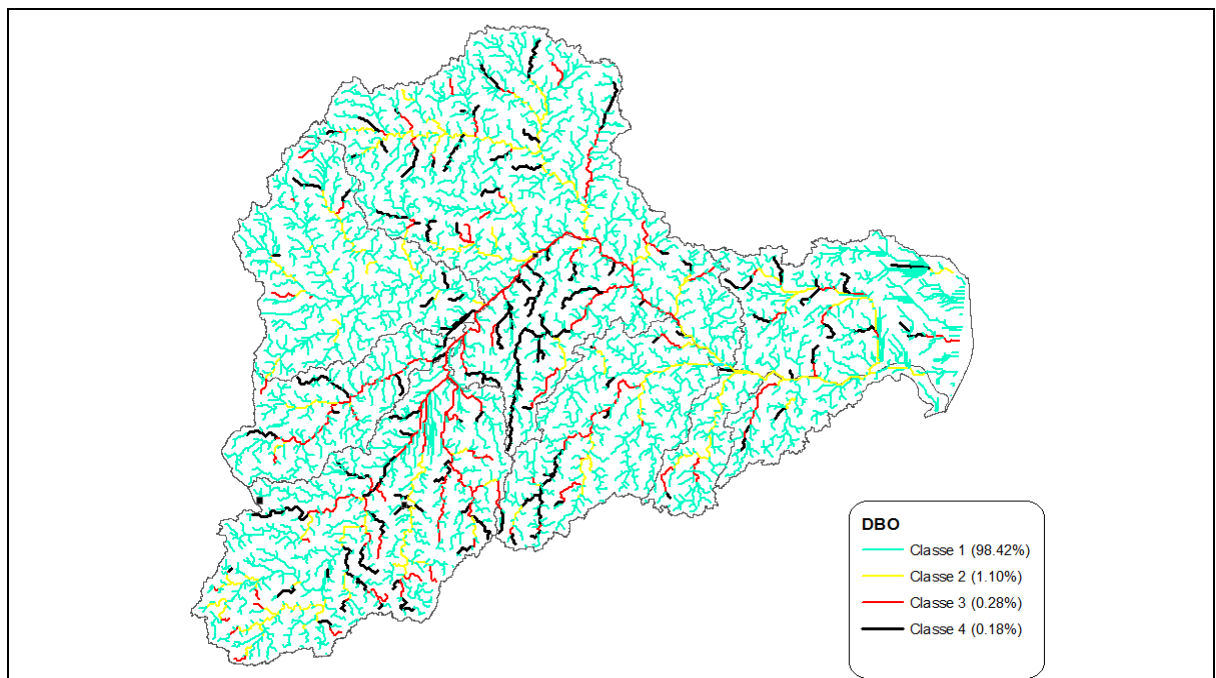


Figura 5.87 Classificação em termos de concentração de DBO considerando o cenário atual na bacia do rio Doce. Classe 1 – até 3 mg/L; Classe 2 – até 5 mg/L; Classe 3 – até 10 mg/L; Classe 4 – acima de 10 mg/L.

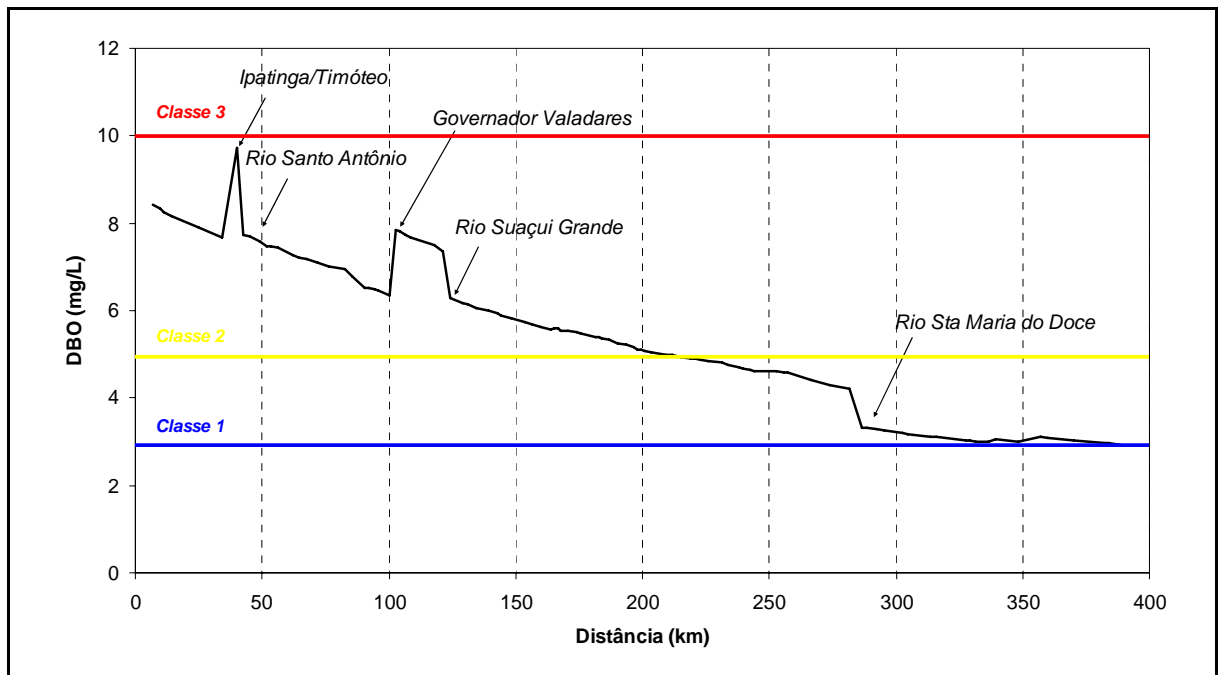


Figura 5.88 Perfil longitudinal da concentração de DBO em mg/L ao longo do rio Doce (de montante para jusante).

5.6 CHEIAS NA BACIA DO RIO DOCE

As cheias são fenômenos naturais que podem ter seus efeitos agravados devido à ação antrópica. Quando o nível dos rios ultrapassa o nível da calha natural dá-se o nome de inundação. Portanto, é esperado que eventualmente a planície de um rio seja inundada. Deste modo, entende-se que a planície de inundação pertence ao rio e não deve ser ocupada. Este fenômeno cíclico de inundação das margens é, em muitos casos, desejável, pois o rio durante uma cheia transporta uma grande quantidade de matéria orgânica que ao ser depositada, e entrando em decomposição, fertiliza as margens.

As precipitações que provocam as inundações podem ser frontais, convectivas e orográficas. As precipitações de origem orográfica têm como causa uma ascensão rápida e posterior condensação de massas de ar provocada pelo relevo. São normalmente verificadas próximo ao litoral brasileiro, onde as massas de ar úmido se formam sobre o oceano e se deslocam em direção ao continente encontrando esta barreira de relevo. Estas precipitações são localizadas, intensas de curta duração, provocam cheias e algumas vezes inundações rápidas chamadas de *flash floods* em pequenas bacias com áreas de drenagem menor do que 1000 km².

As precipitações de origem convectiva são comuns no Brasil e são causadas também pela ascensão rápida e conseqüentemente condensação de massa de ar provocada pelas altas temperaturas verificadas no verão. São também precipitações localizadas, intensas, de curta duração e podem provocar as *flash floods*.

As precipitações de origem frontal são provocadas pelo deslocamento de frentes frias no território brasileiro, também verificadas no verão. No encontro das frentes fria e quente é que se forma a precipitação. Estas precipitações são de longa duração, de intensidade moderada e abrangem grandes áreas. Portanto, estas precipitações provocam cheias e dependendo das características, inundações em grandes bacias, com área de drenagem maior do que 1000 km².

Durante o verão, massas de ar frio se deslocam do Sul do Brasil em direção ao norte, na altura da região Sudeste, perdem a sua força e se deslocam no sentido oeste para leste sobre o centro de Minas Gerais em direção ao Espírito Santo e sul da Bahia. Este processo ocorre várias vezes ao longo do verão e geram as precipitações de origem frontal, comuns nesta região. Aliado a este fenômeno, algumas vezes se dá a formação da ZCAS- Zona de Convergência do Atlântico Sul sobre a região, o que favorece o deslocamento da umidade vinda da Amazônia, intensificando as precipitações principalmente convectivas.

A bacia do rio Doce está justamente localizada na região em que acontece este desvio das frentes frias em direção ao oceano Atlântico, portanto apesar de ser uma região de precipitação média anual da ordem de 900 a 1500 mm, no verão úmido, o deslocamento da frente fria provoca precipitações que alimentam os cursos de água por vários dias provocando as enchentes e inundações, tanto em pequenas como em grandes bacias.

As inundações, que constituem um grande problema para a bacia do rio Doce, são registradas no período chuvoso, de outubro a março, principalmente nos meses de dezembro a fevereiro.

Além dos fenômenos meteorológicos que provocam as inundações, a bacia do rio Doce teve sua cobertura vegetal removida, principalmente a partir do século XIX, para o cultivo de café e cana-de-açúcar, exploração madeireira e formação de pastagens. Tais

ações modificam a capacidade de infiltração e armazenamento do solo e podem agravar os efeitos das cheias, principalmente em pequenas bacias.

Aliado a isto a ocupação desordenada da planície de inundação dos cursos d'água, em especial nas áreas urbanas, têm agravado os danos causados pelas enchentes.

Para minimizar estes danos um sistema de alerta contra enchentes encontra-se em operação na bacia há 12 anos, desde o período chuvoso de 1997/1998.

5.6.1 Grandes Cheias da Bacia do Rio Doce

Grandes cheias foram verificadas na bacia do rio Doce, porém como se trata de uma bacia de grandes dimensões, cerca de 80 mil km², estes efeitos são verificados de forma distinta em cada localidade.

A Figura 5.89, Figura 5.90 e Figura 5.91, mostram a série de vazões máximas anuais em estações localizadas no trecho do Alto Rio Doce, Ponte Nova; Médio Rio Doce, Governador Valadares e Baixo Rio Doce, Colatina.

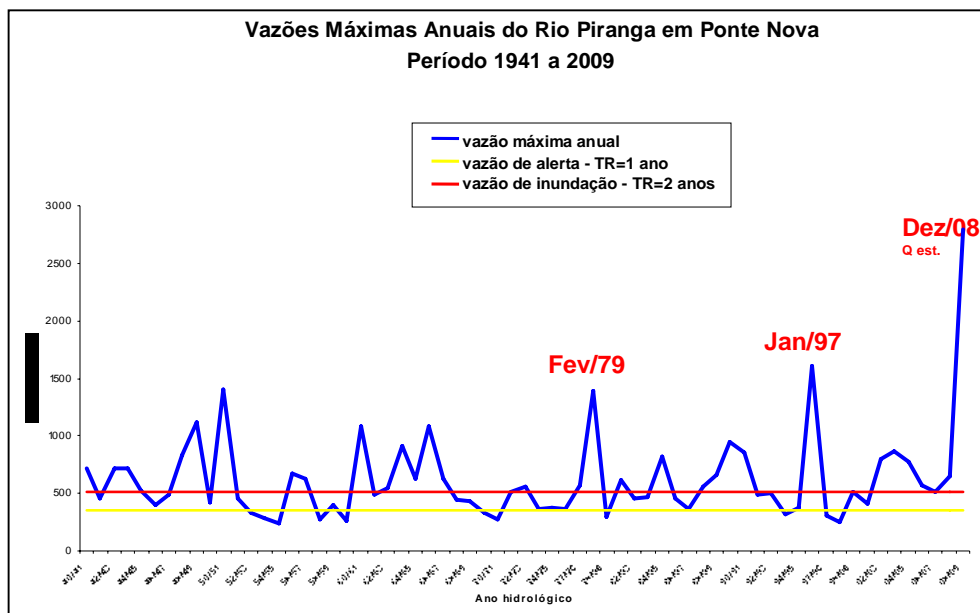


Figura 5.89 Vazões máximas anuais do Rio Piranga em Ponte Nova.

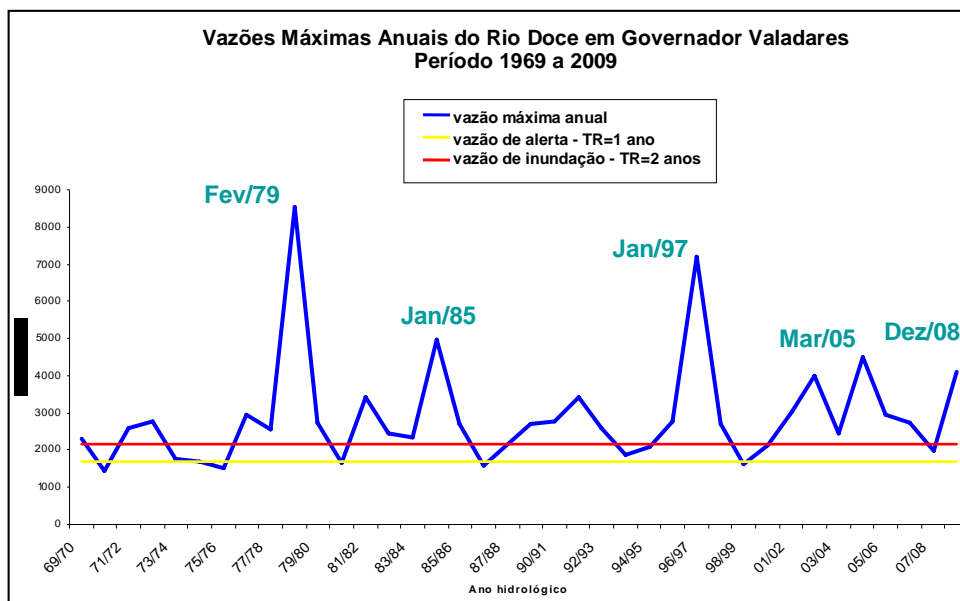


Figura 5.90 Vazões máximas anuais do Rio Doce em Governador Valadares.

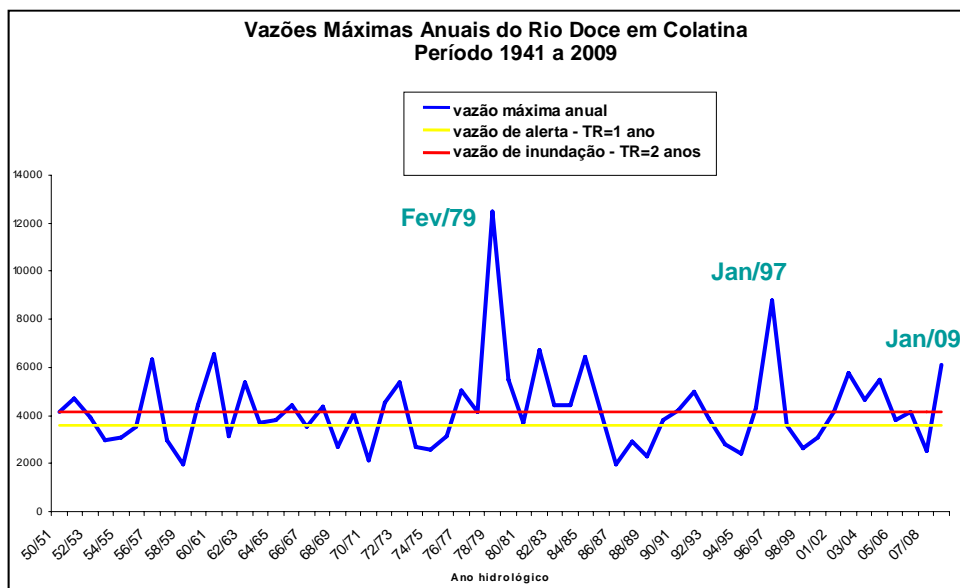


Figura 5.91 Vazões máximas anuais do Rio Doce em Colatina.



Figura 5.92 Colatina em janeiro de 1997.



Figura 5.93 Ponte Nova em janeiro de 2003.



Figura 5.94 Caratinga em janeiro de 2003.

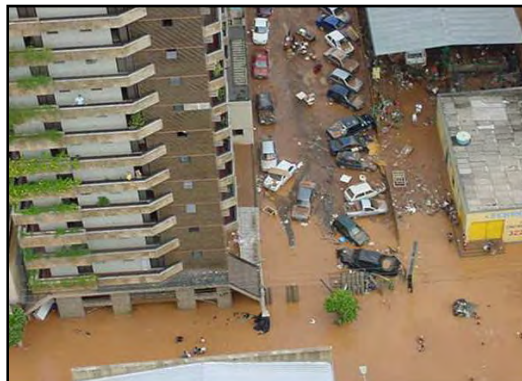


Figura 5.95 Caratinga em janeiro de 2003.



Figura 5.96 Ponte Nova em dezembro de 2008.



Figura 5.97 Governador Valadares em dezembro de 2008.



Figura 5.98 Colatina em dezembro de 2008.

5.6.2 Sistema de Alerta da Bacia do Rio Doce

5.6.2.1 Histórico

Após a cheia de 1979 foi criado um grupo interministerial para discutir as ações para minimizar os efeitos das cheias na bacia. Uma das ações levantadas foi a criação de um sistema de alerta contra enchentes.

Coube ao DNAEE- Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, responsável pela da rede hidrometeorológica nacional naquela época, a instalação de uma rede de monitoramento automático para ser usada no sistema de alerta. A rede com transmissão de dados via telefone foi implantada na década de 80 e na década de 90 algumas destas estações receberam equipamentos de transmissão via satélite estacionário. Porém, o sistema não foi implantado.

Ao final da década de 80, a bacia do rio Doce foi escolhida para ser desenvolvido um projeto piloto de implantação de um sistema de gerenciamento de recursos hídricos nos moldes francês, através de uma cooperação técnica entre o governo brasileiro e francês. O projeto foi finalizado no início da década de 90, quando foram concluídas as etapas de diagnóstico, prognóstico e simulação financeira, tendo como recomendação a implantação do sistema com Comitê e Agência de bacia. Porém, isto se deu anteriormente a aprovação da lei nº9433 da Política Nacional de Recursos Hídricos do Brasil Em 1996, o DNAEE deu continuidade ao projeto que tinha como objetivo a simulação de uma agência de bacia e esta foi chamada ADOCE (Agência Técnica da Bacia do Rio Doce). Este projeto se desenvolveu com o apoio da CPRM nas suas dependências em Belo Horizonte no período de 1996 a 1998. Nesta época houve a cheia de janeiro de 1997 e a ADOCE iniciou a

operação do sistema, somente repassando os dados de monitoramento de nível e chuva das estações automáticas para alguns municípios da bacia.

Em junho de 1997, foi realizado pela ADOCE, em Governador Valadares, o Workshop Erosão e Recursos Hídricos na Bacia do Rio Doce. Uma das determinações deste workshop foi a criação e operação do sistema de alerta contra enchentes da bacia. A partir daí, a ADOCE elaborou um Termo de Referência para a criação deste sistema. Porém, não foram disponibilizados recursos financeiros para tal, mas o sistema de alerta foi montado com a rede e equipamentos existentes, entrando em operação no período chuvoso de 1997/1998 pela ADOCE.

No ano de 1998 o projeto da ADOCE foi interrompido por falta de recursos financeiros, pois o DNAEE foi extinto e criada a ANEEL-Agência Nacional de Energia Elétrica a qual não tinha atribuições ligadas ao gerenciamento de recursos hídricos. Porém, a operação do sistema de alerta continuou a ocorrer, durante o período chuvoso, através de uma parceria entre CPRM e ANEEL.

No seguinte o IGAM passou a integrar esta parceria e contribuir para a operação do sistema.

No ano de 2000, com a criação da ANA e, conseqüentemente, a transferência da rede hidrometeorológica nacional da ANEEL para a ANA, o sistema de alerta passou a ser operado através de parceria entre CPRM, ANA e IGAM.

Após 12 anos o sistema tem sido operado todos os anos, exceto no período chuvoso de 2000/2001, quando não houve disponibilização de recursos financeiros para tal.

Em janeiro de 2006, o sistema de alerta passou a ser um projeto institucional da CPRM. Os recursos orçamentários para o custeio de sua operação passaram a ser previstos no seu programa anual de trabalho. Nesse período, foram previstos recursos para viabilizar a modernização dos equipamentos hidrológicos com a aquisição de estações automáticas. Em janeiro de 2009, o sistema passou a receber recursos do PAC-Programa de Aceleração do Crescimento, o que tem viabilizado a instalação desses equipamentos. Recentemente a ANA adquiriu mais 23 estações automáticas, que serão instaladas para melhorar as previsões e ampliar o sistema.

5.6.2.2 - Descrição do Sistema de Alerta

O Sistema de Alerta contra Enchentes da Bacia do Rio Doce em operação beneficia 15 municípios localizados às margens dos rios Piranga, Piracicaba e Doce, os quais se encontram apresentados no Quadro 5.22.

Quadro 5.22 Municípios Beneficiados pelo Sistema de Alerta.

Município	Unidade de Federação	População (habitantes)(1)	Rio
Aimorés	Minas Gerais	24.232	Doce
Antônio Dias	Minas Gerais	9.435	Piracicaba
Baixo Guandu	Espírito Santo	28.637	Doce
Colatina	Espírito Santo	106.637	Doce
Conselheiro Pena	Minas Gerais	21.793	Doce
Coronel Fabriciano	Minas Gerais	100.805	Piracicaba
Galiléia	Minas Gerais	7.302	Doce
Governador Valadares (2)	Minas Gerais	260.396	Doce
Ipatinga (2)	Minas Gerais	238.397	Piracicaba
Linhares	Espírito Santo	124.564	Doce

Município	Unidade de Federação	População (habitantes)(1)	Rio
Nova Era	Minas Gerais	17.932	Piracicaba
Ponte Nova	Minas Gerais	55.687	Piranga
Resplendor	Minas Gerais	17.024	Doce
Timóteo	Minas Gerais	76.092	Piracicaba
Tumiritinga	Minas Gerais	5.964	Doce

(1) Inclusive a população estimada nos domicílios fechados.

(2) População estimada.

Fonte: IBGE, Contagem da População 2007.

O Sistema consiste nas seguintes etapas: coleta de dados hidrometeorológicos, armazenamento de dados, análise dos dados, elaboração da previsão meteorológica, elaboração da previsão hidrológica e transmissão das informações.

5.6.2.2.1 Coleta e Armazenamento de Dados Hidrometeorológicos

São coletados dados de chuva, nível dos rios em estações hidrometeorológicas da ANA, da CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais e do INMET; e de vazão das usinas hidrelétricas pertencentes à Novelis do Brasil, Belgo-Arcelor Brasil, CEMIG e ESCELSA Energias do Brasil.

Os pontos de coleta do sistema de alerta encontram-se no Quadro 5.23. O diagrama unifilar, o mapa de localização dos municípios beneficiados e a localização dos pontos de monitoramento do sistema de alerta estão representados na Figura 5.99, Figura 5.100, Figura 5.101 e Figura 5.102, respectivamente.

Os dados registrados durante o alerta são armazenados em um banco de dados.

5.6.2.2.2 Elaboração de Previsão Meteorológica

A previsão meteorológica é elaborada pelo SIMGE/IGAM e disponibilizada no site www.simge.mg.gov.br. A previsão meteorológica é feita através da utilização de quatro modelos numéricos hierárquicos: mesoescala regional e global, ou seja: os modelos GLOBAL-CPTEC-COLA, GFS, ETA e WRF.

Além da previsão meteorológica, o SIMGE/IGAM disponibiliza na internet os mapas de chuva convectiva total horária estimada através das imagens obtidas pelo Satélite Goes 12. A estimativa desta chuva é feita através da variação de temperatura do topo das nuvens calibrada para condições dos EUA. Estes mapas são ferramentas extremamente importantes para o acompanhamento da evolução de chuvas intensas em tempo real. No entanto, ainda é necessária a calibração deste modelo em condições tropicais para a região sudeste brasileira e assegurar a regularidade destas informações, atualmente produzidas pelo CPTEC/INPE.

5.6.2.2.3 Elaboração da Previsão Hidrológica

A previsão hidrológica consiste da estimativa da evolução dos níveis dos rios para 10 pontos de monitoramento com antecedência de 3 a 24 horas dependendo da localidade.

Para algumas cidades consideradas estratégicas foram definidas cotas de alerta e cotas de inundação, estas foram determinadas no campo, através de nivelamento topográfico da cota do início da inundação no ponto mais baixo da cidade. Já as cotas de alerta foram definidas de acordo com o tempo de subida dos hidrogramas da cheia de janeiro de 1997, discretizados a cada 12 horas. A cota de alerta definida é, no mínimo, 40 centímetros menor do que a cota de inundação.

Quadro 5.23 Pontos de Monitoramento do Sistema de Alerta.

Estação	Latitude (GMS)			Longitude (GMS)			Entidade	Transmissão	Tipo de Dado	Rio/Município
	17	59	31	42	23	39				
Água Boa (AB)	17	59	31	42	23	39	ANA	Telefone	Precipitação	Água Boa
Aimorés Casa de Bombas (AI)	19	29	37	41	04	32	ANA	Telefone	Cota	Rio Doce
Aimorés	19	30	12	41	03	53	INMET	Internet	Precipitação	Aimorés
Cachoeira dos Óculos Montante (CO)	19	46	37	42	28	35	ANA	Telefone celular	Cota e Precipitação	Rio Doce
Caratinga (CR)	19	44	09	42	08	14	INMET	Internet	Precipitação	Caratinga
Cenibra (CE)	19	19	40	42	23	51	ANA	Automática	Cota e Precipitação	Rio Doce
Colatina Corpo de Bombeiros (CL)	19	31	48	40	37	25	ANA	Automática	Cota e Precipitação	Rio Doce
Conselheiro Lafaiete (CF)	20	39	37	43	47	10	CEMIG	Satélite	Precipitação	Conselheiro Lafaiete
Fazenda Melo (FM)	19	04	40	42	52	35	CEMIG	Satélite	Cota e Precipitação	Rio Guanhães
Fazenda Ouro Fino (FO)	19	10	00	42	48	00	CEMIG	Satélite	Cota e Precipitação	Rio Santo Antônio
Ganhães	18	47	12	42	56	35	INMET	Internet	Precipitação	Ganhães
Governador Valadares (GV)	18	52	56	41	57	03	ANA	Automática	Cota e Precipitação	Rio Doce
Governador Valadares	18	47	26	41	59	11	INMET	Internet	Precipitação	Governador Valadares
Linhares Cais do Porto (LI)	19	24	23	40	04	02	ANA	Telefone	Cota	Rio Doce
Linhares	19	21	24	40	04	07	INMET	Internet	Precipitação	Linhares
Malacacheta (MA)	17	50	43	42	04	32	ANA	Telefone	Precipitação	Malacacheta
Mário de Carvalho (MC)	19	31	27	42	38	27	ANA	Automática	Cota e Precipitação	Rio Piracicaba
Naque Velho (NV)	19	11	18	42	25	21	ANA	Automática	Cota e Precipitação	Rio Santo Antônio
Nova Era Telemétrica (NE)	19	46	00	43	01	34	ANA	Automática	Cota e Precipitação	Rio Piracicaba
Ponte Nova Jusante (PN)	20	23	02	42	54	10	ANA	Automática	Cota e Precipitação	Rio Piranga
Resplendor (RE)	19	20	25	41	14	36	ANA	Telefone	Precipitação	Rio Doce
São Gonçalo do Rio Acima (SR)	20	04	28	43	34	59	CEMIG	Satélite	Precipitação	Barão dos Coais
São João Evangelista (SJ)	18	33	06	42	45	53	ANA	Telefone	Precipitação	São João Evangelista
São Sebastião da Encruzilhada (SS)	19	29	30	41	09	40	ANA	Telefone celular	Cota e Precipitação	Rio Manhuaçu
Serro (SE)	18	35	30	43	24	42	ANA	Telefone	Precipitação	Serro
Timóteo	19	35	00	42	38	00	INMET	Internet	Precipitação	Timóteo
Tumiritinga (TU)	18	58	16	41	38	30	ANA	Telefone	Cota	Rio Doce
UHE Brecha (BR)	20	32	00	42	59	00	Novelis	Telefone	Vazão	Rio Piranga
UHE Risoleta Neves - antiga UHE Candonga (CD)	20	15	29	42	53	3	Novelis e CVRD	Telefone	Vazão	Rio Piranga
UHE Guilman Amorim (GA)	19	42	00	42	59	00	Belgo-Arcelor e Samarco Mineração	Telefone	Vazão	Rio Piracicaba
UHE Mascarenhas (MS)	19	30	00	40	57	00	ESCELSA	Telefone	Vazão	Rio Doce
UHE Peti (PE)	19	48	00	43	14	00	CEMIG	Satélite	Precipitação	Rio Santa Bárbara
UHE Peti (PE)	19	48	00	43	14	00	CEMIG	Telefone	Vazão	Rio Santa Bárbara
UHE Piracicaba (PI)	19	56	00	43	10	00	Belgo-Arcelor	Telefone	Vazão	Rio Piracicaba
UHE Porto Estrela (PS)	19	07	00	42	40	00	CEMIG	Telefone	Vazão	Rio Santo Antônio
UHE Sá Carvalho (SC)	19	38	13	42	48	21	CEMIG	Telefone	Vazão	Rio Piracicaba
UHE Salto Grande (SG)	18	48	00	42	43	00	CEMIG	Satélite	Precipitação	Rio Santo Antônio
UHE Salto Grande (SG)	18	48	00	42	43	00	CEMIG	Telefone	Vazão	Rio Santo Antônio
Viçosa (VI)	20	46	00	42	52	00	INMET	Internet	Precipitação	Viçosa
Vila Matias Montante (VM)	18	34	19	41	54	51	ANA	Automática	Cota e Precipitação	Rio Suaçuí Grande

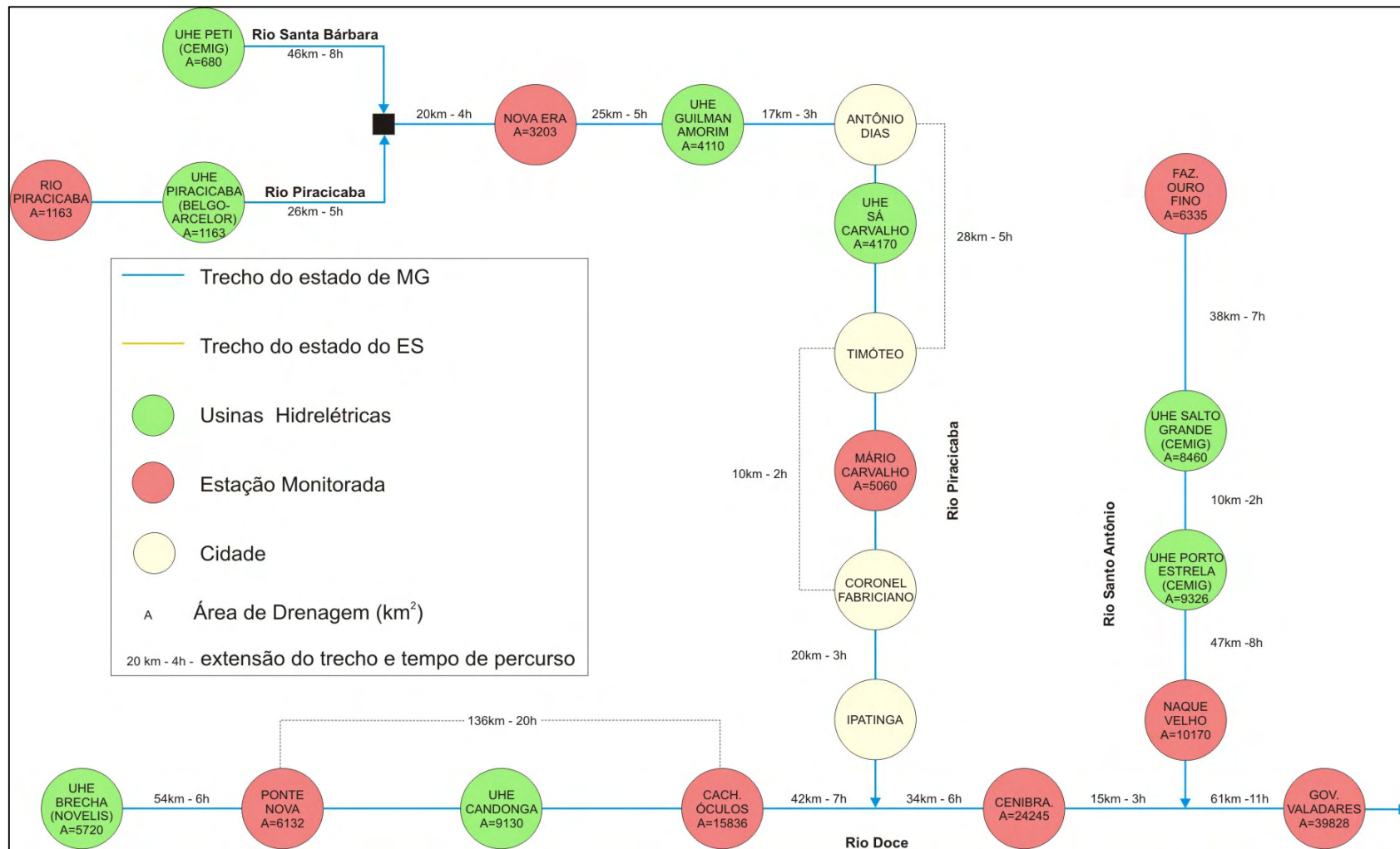


Figura 5.99 Diagrama Unifilar do Sistema de Alerta – (parte 1).

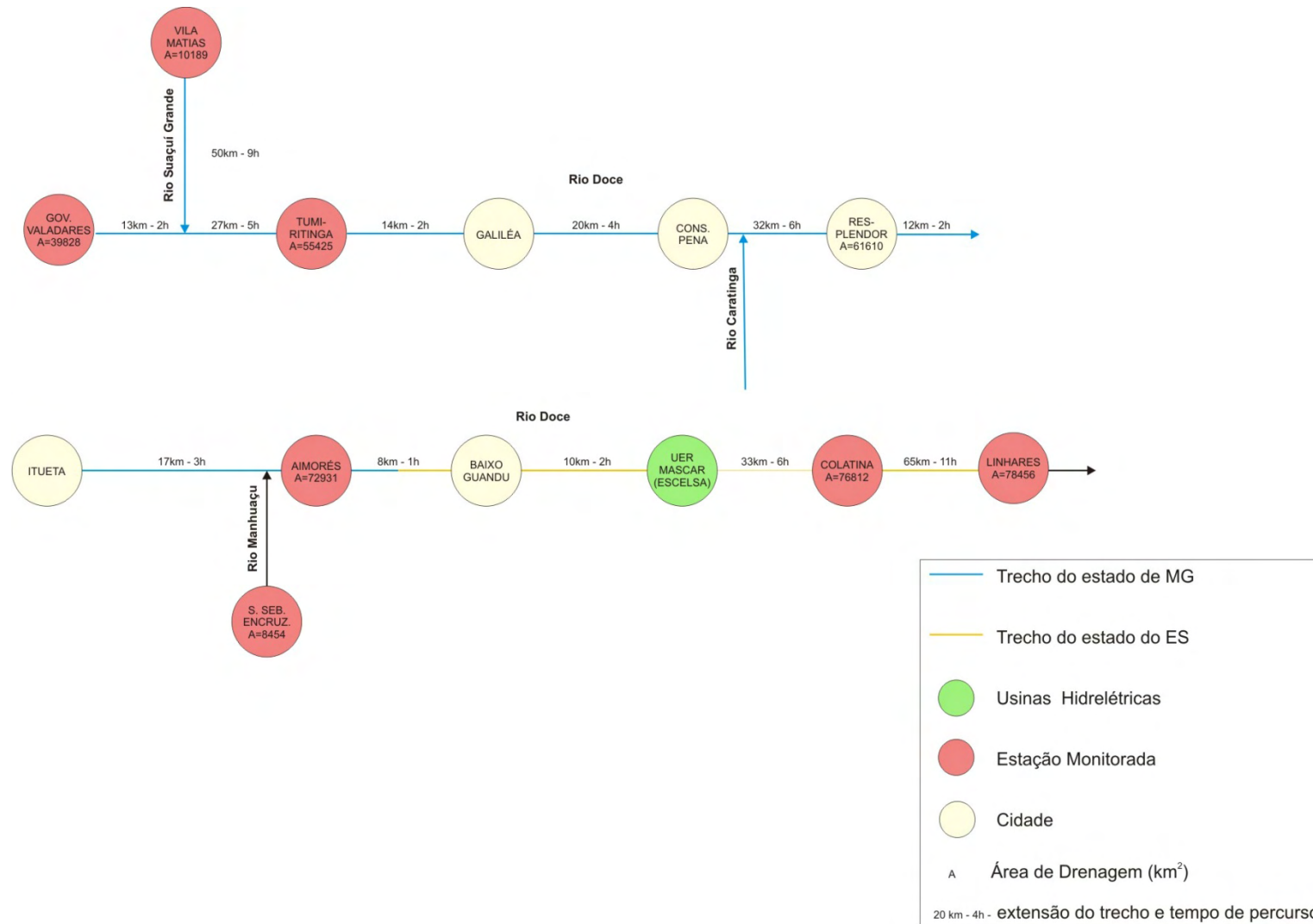


Figura 5.100 Diagrama Unifilar do Sistema de Alerta – (parte 2).

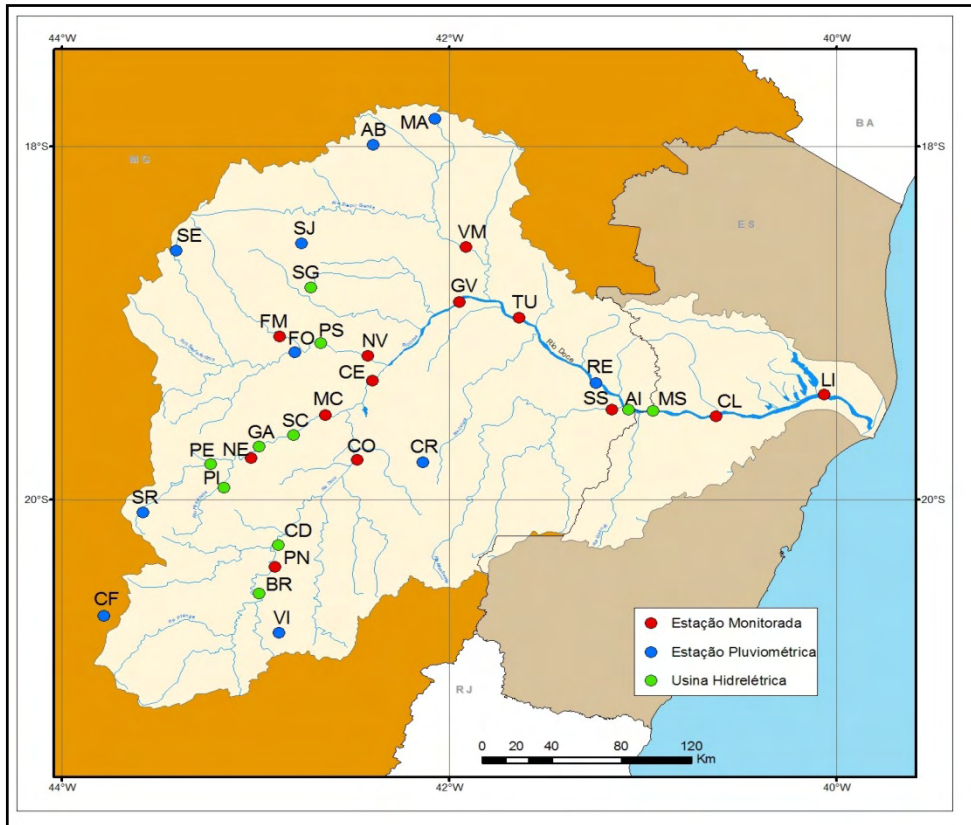


Figura 5.101 Pontos de monitoramento do Sistema de Alerta.



Figura 5.102 Municípios beneficiados pelo Sistema de Alerta

5.6.2.2.4 Divulgação das Informações

A transmissão da informação é feita de três maneiras: boletim de monitoramento enviado via fax e correio eletrônico para os municípios beneficiados, defesa civil e outras entidades como ANA, CEMIG, ESCELSA e Belgo-Arcelor; e através do site www.cprm.gov.br/alerta/alerta.html, pelo menos uma vez por dia (operação normal) ou várias por dia, dependendo da situação dos municípios atendidos (operação em alerta).

O site traz diversas informações sobre o Sistema de Alerta, tais como: histórico do sistema, municípios beneficiados, características da bacia, pontos de monitoramento, recomendações, referências de trabalhos publicados na área, etc.

5.6.3 Definição da Planície de Inundação da Cidade de Governador Valadares

Após a criação e operação do sistema de alerta contra enchentes da Bacia do Rio Doce, foi iniciado através da parceria entre CPRM, ANA e IGAM a elaboração do estudo de definição da planície de inundação da cidade de Governador Valadares, uma das 15 cidades beneficiadas pelo sistema de alerta.

Este estudo tem como objetivo mapear as áreas sujeitas a inundação. Foram elaborados dois mapas distintos: um contendo a área inundável a cada 0,5m de variação da linha d'água, este mapa é de fundamental importância para a Defesa Civil, que após o recebimento da previsão hidrológica, pode planejar as ações de desocupação das áreas que serão inundadas, conforme apresentado na Figura 5.103. O outro mapa produzido contém as áreas inundáveis com o período de retorno associado, que é uma importante ferramenta de planejamento urbano a ser utilizado pela Prefeitura, conforme apresentado na Figura 5.104.

O projeto foi iniciado em 1998, com a instalação e monitoramento até o ano 2000 de mais quatro seções de réguas no rio Doce, na área urbana de Governador Valadares, além das duas existentes. Para a elaboração do estudo também foram levantadas 14 seções topobatimétricas ao longo do rio e estas amarradas ao datum topográfico local.

O desenvolvimento deste trabalho contou com o fundamental apoio da Prefeitura de Governador Valadares em especial da Defesa Civil, que disponibilizou além da base planialtimétrica atualizada em meio digital, informações sobre as áreas atingidas e as manchas das áreas inundadas na base planimétrica das cheias registradas em: 1992, 1997, 2002 e 2003 (Figura 5.103).

Atualmente encontra-se em desenvolvimento pela CPRM, como um projeto institucional, a elaboração da planície de inundação para a cidade de Colatina no Espírito Santo. Nesta fase estão sendo levantadas 10 seções topobatimétricas do rio Doce na área urbana deste município.

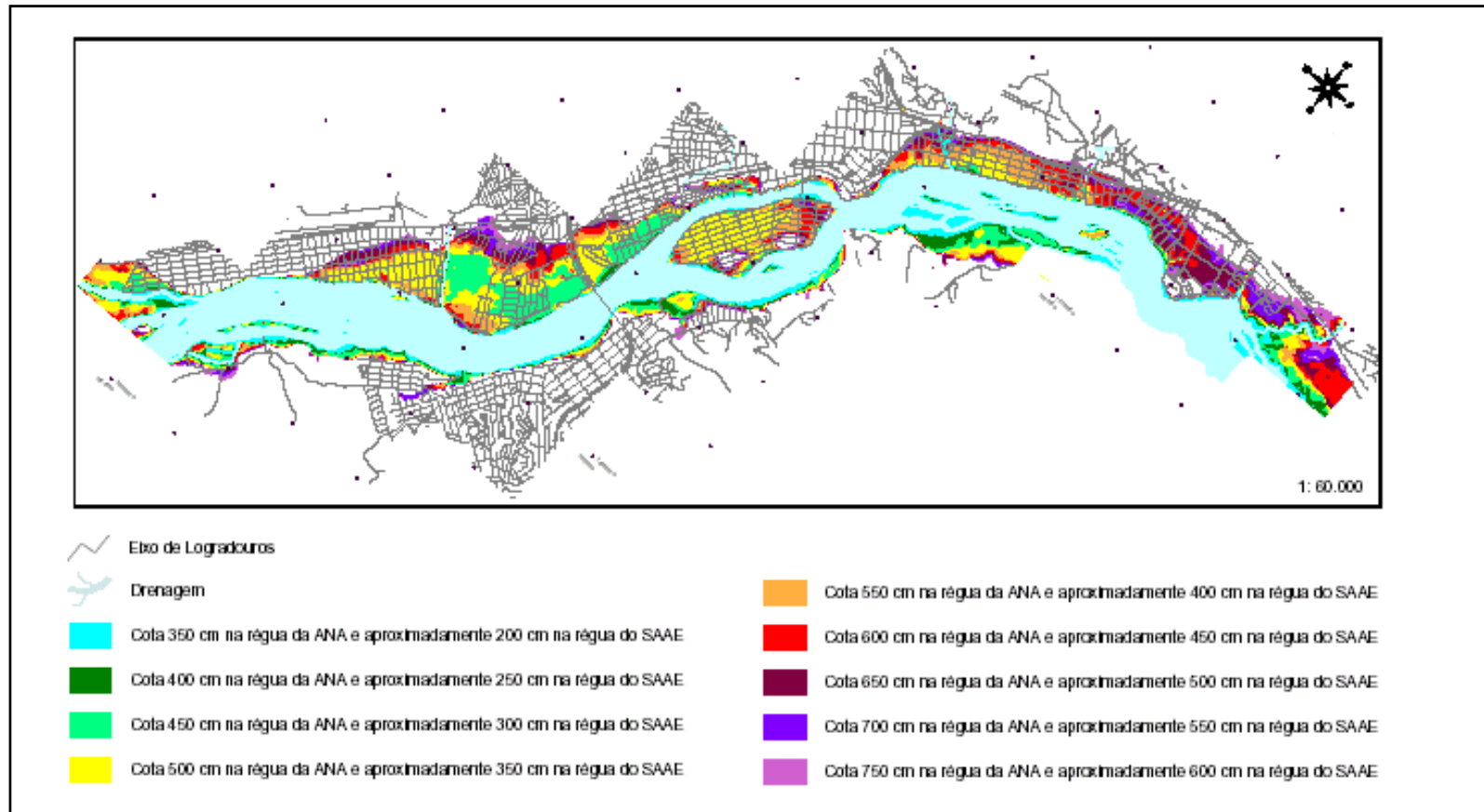


Figura 5.103 Mapa das áreas inundadas para diferentes cotas na estação da ANA em Governador Valadares – 56850000.

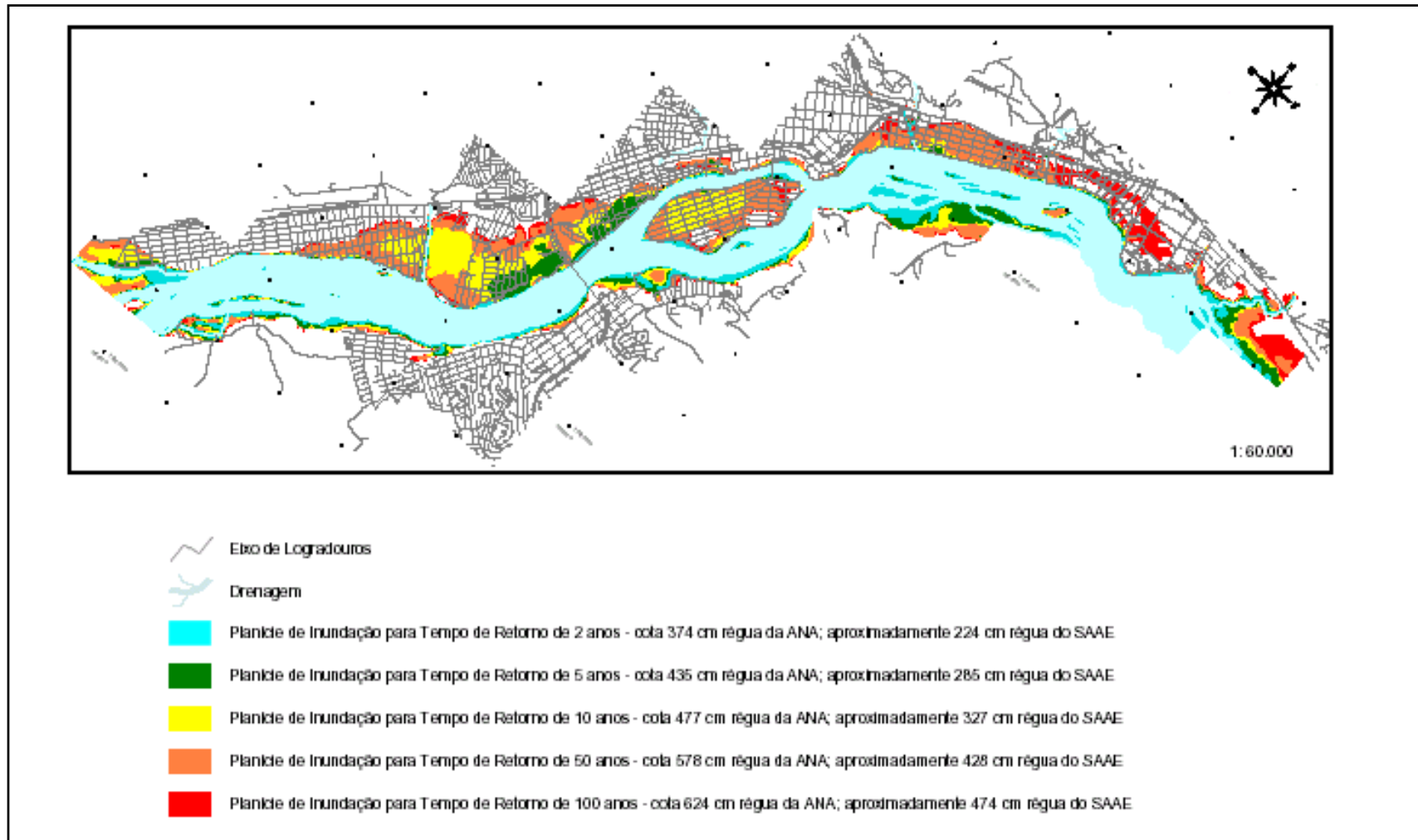


Figura 5.104 Mapa das áreas inundadas para diferentes períodos de retorno.

5.6.4 Plano de Controle de Cheias da Bacia do Caratinga

O Ministério da Integração Nacional-MI, após as cheias de 2003 e 2004 registradas na bacia do Rio Caratinga, iniciou um trabalho para a elaboração de um Plano de Controle de Cheias na Bacia do Rio Caratinga.

Os tipos de intervenção para minimizar os efeitos das cheias propostos para a bacia foram:

- Barragens de contenção de cheias
- Diques de gabião próximo às cidades
- Revestimento da calha do rio
- Barraginhas
- Sistema de alerta
- Retificação do rio em trecho crítico
- Dragagem e derrocamento em trechos críticos
- Programa de reflorestamento – mata ciliar, de galeria e de topo

Foi gerada uma base cartográfica digital ao longo da calha principal do rio Caratinga. Foram levantados os pontos críticos ao longo deste rio, incluindo: pontes com seção transversal reduzida, afloramentos de rocha, imóveis na calha do rio. Foi instalada pela CPRM uma rede de monitoramento fluviométrico convencional na bacia e incorporada a rede hidrometeorológica básica nacional da ANA.

O MI investiu cerca de 3,2 milhões de reais em obras emergenciais (limpezas, dragagem, remoção/reconstrução/ampliação de pontes, proteção de margens) nos municípios de Dom Cavati, Santa Bárbara do Leste, Santa Rita de Minas, Caratinga, Ubaporanga, Inhapim, Piedade de Caratinga e Taruaçu de Minas, distrito de Tarumri. 2,4 milhões de reais foram descentralizados para o exército, 580 mil reais foram repassados à Prefeitura de Caratinga que, em contrapartida disponibilizou mais 190 mil reais.

5.7 ANÁLISE INTEGRADA

A bacia do rio Doce situa-se na região Sudeste, entre os paralelos 17°45' e 21°15' S e os meridianos 39°30' e 43°45' W, integrando a região hidrográfica do Atlântico Sudeste, com uma área de drenagem de aproximadamente 86.715 km², dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e o restante ao Espírito Santo. Abrange um total de 230 municípios, sendo que, destes, 211 possuem sua sede na bacia.

As nascentes do rio Doce situam-se no Estado de Minas Gerais, nas serras da Mantiqueira e do Espinhaço, sendo que suas águas percorrem cerca de 850 km até atingir o oceano Atlântico, junto ao povoado de Regência, no Estado do Espírito Santo. Existem dois rios de dominialidade federal na bacia do rio Doce: o rio Doce e o rio José Pedro, afluente do rio Manhuaçu.

A bacia limita-se ao sul com a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a sudoeste com a bacia do rio Grande, a oeste com a bacia do rio São Francisco, ao norte e noroeste com a bacia do rio Jequitinhonha, e bacias do litoral sul do Espírito Santo e a nordeste com as bacias do litoral norte do Espírito Santo.

Os principais afluentes do rio Doce pela margem esquerda são os rios do Carmo, Piracicaba, Santo Antônio, Corrente Grande e Suaçuí Grande, em Minas Gerais; São José e Pancas no Espírito Santo. Já pela margem direita são os rios Casca, Matipó, Caratinga/Cuieté e Manhuaçu em Minas Gerais; Guandu, Santa Joana e Santa Maria do Rio Doce no Espírito Santo.

Para a análise dos principais fatores que condicionam os aspectos ambientais e das condições quali-quantitativas dos recursos hídricos na região da bacia do rio Doce, adotaram-se como unidades de análise 9 sub-bacias (6 no Estado de Minas Gerais e 3 no Estado do Espírito Santo), conforme Figura 5.105.



Figura 5.105 Unidades de análise da Região da Bacia do Rio Doce.

No estado de Minas Gerais a bacia do rio Doce é dividida em seis Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs), com Comitês de Bacia já estruturados, conforme descrito abaixo:

- DO1 – Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Piranga;
- DO2 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Piracicaba;
- DO3 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Santo Antônio;
- DO4 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Suaçuí;
- DO5 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Caratinga; e
- DO6 – Comitê de Bacia Hidrográfica Águas do rio Manhuaçu.

No Estado do Espírito Santo, embora inexistam subdivisões administrativas da bacia do rio Doce, tem-se os Comitês das Bacias Hidrográficas do rio Santa Maria do Doce, do rio Guandu e do rio São José, sendo este último instituído por decreto do Estado do Espírito Santo em 02 de abril de 2008, bem como os Consórcios dos rios Santa Joana e Pancas.

Na região encontra-se instalado o maior complexo siderúrgico da América Latina. Ao lado da siderurgia estão associadas empresas de mineração, com destaque para a Companhia Vale do Rio Doce - CVRD e empresas reflorestadoras, que cultivam o eucalipto para fornecer matéria-prima para as indústrias de celulose. Todo esse complexo industrial é responsável por grande parte das exportações brasileiras de minério de ferro, aço e celulose, sendo, portanto, de grande importância para a região onde estão instaladas.

As atividades de exploração mineral se concentram, em linhas gerais, nas cabeceiras da bacia do rio Piracicaba (minério de ferro), e ao longo da divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo (rochas ornamentais graníticas). Existe uma forte concentração industrial na região do rio Piracicaba, onde o PIB do setor industrial supera 50 % do PIB total da bacia, havendo plantas siderúrgicas e fabricação de celulose, na região metropolitana de Ipatinga.

Os reflorestamentos estão concentrados nas sub-bacias dos rios Piracicaba, Santo Antônio, Suaçuí e Caratinga, conforme visto na Figura 5.106.

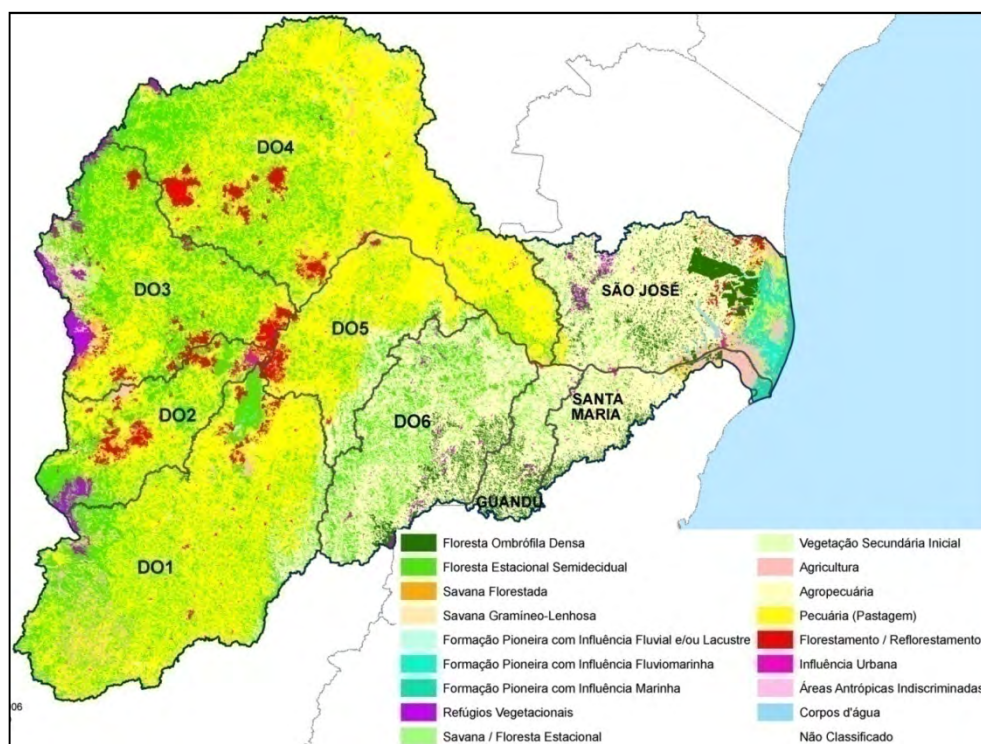


Figura 5.106 Reflorestamentos na Bacia do Rio Doce.

Nos últimos anos, o setor primário vem mantendo uma posição de menor destaque entre o PIB dos municípios da bacia. As lavouras temporárias de ciclo anual vêm sofrendo redução de área plantada. Em contraposição, os cultivos permanentes como cana, café e eucalipto têm apresentado um aumento da área ocupada. O rebanho bovino também tem apresentado aumento da quantidade de cabeças, denotando um aumento da atividade da pecuária e, por extensão, da área destinada às pastagens. A Figura 5.107 demonstra uma síntese do uso e cobertura do solo por unidade de planejamento na bacia do rio Doce, observando-se a dominância da agropecuária, seguida das áreas de reflorestamentos.

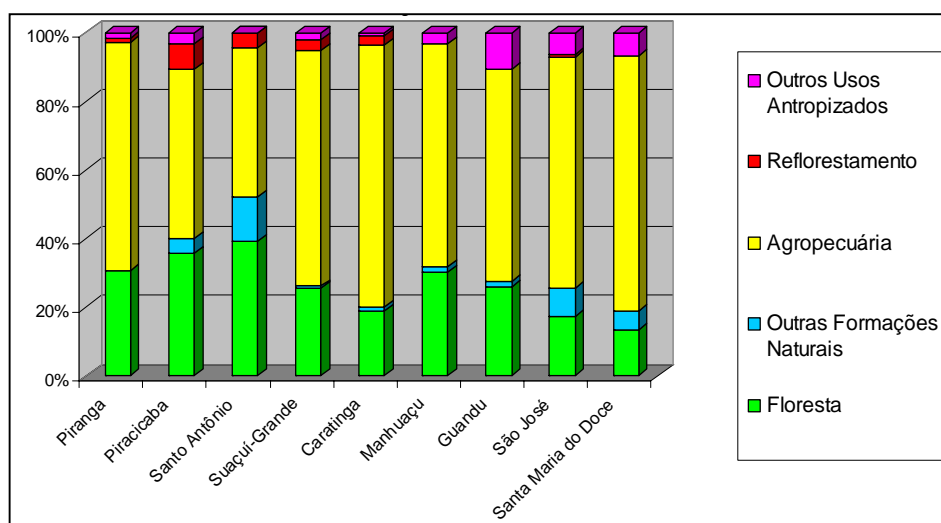


Figura 5.107 Síntese do uso e cobertura do solo por unidade de planejamento na bacia do rio Doce.

Não obstante, na bacia do Doce como um todo, o PIB do setor dos serviços é preponderante sobre os outros setores. A sub-bacia do rio Piracicaba é a única em que o

PIB setor industrial supera o PIB dos demais setores. O PIB da agropecuária, por sua vez, é mais expressivo em termos percentuais nas sub-bacias do baixo rio Doce (Figura 5.108).

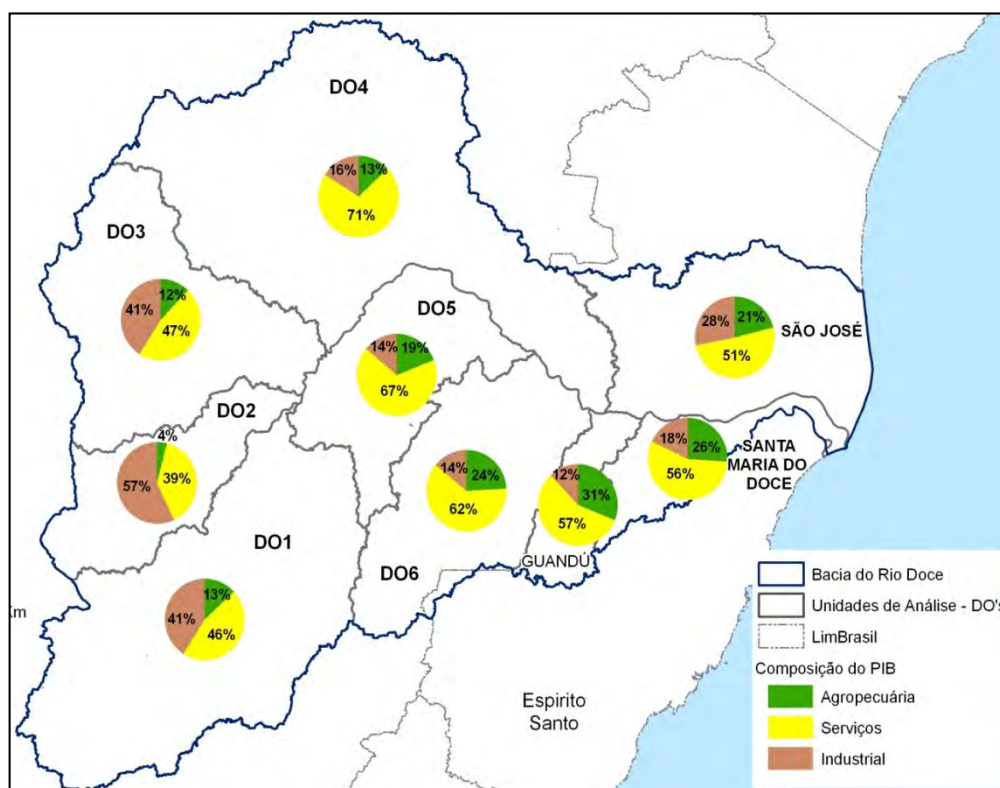


Figura 5.108 Distribuição do PIB na bacia do Rio Doce.



Figura 5.109 Vista aérea da bacia.

No que diz respeito ao ambiente natural, a vegetação nativa foi bastante pressionada ao longo da ocupação humana na bacia. A mata ciliar dos principais cursos d'água foi bastante alterada, pelo fato das áreas marginais aos talvegues serem mais propícias à implantação de lavouras, pastagens e ocupação urbana. Os remanescentes florestais da bacia, ficaram restritos às áreas mais declivosas do terreno.

As pastagens na região da bacia apresentam-se bastante degradadas, constituídas de espécies com baixa cobertura do solo e submetidas a intenso pisoteio e compactação. Este

quadro proporciona uma superfície bastante suscetível à erosão do solo, formando volumes expressivos de sedimentos que são carregados aos cursos de água.

Em relação aos aspectos demográficos, a bacia do Rio Doce abriga população da ordem de 3,7 milhões de habitantes. Observa-se que as bacias do Piracicaba e Piranga (DO1 e DO2), com o maior PIB industrial, concentram aproximadamente 48% da população da bacia. A bacia do Piracicaba, mais industrializada, apresenta maior taxa de crescimento populacional. As bacias menos industrializadas, por sua vez, e com uma dinâmica econômica menos ativa, como as sub-bacias do Santo Antônio (DO3) e Guandu, por sua vez, tiveram diminuição ou manutenção do contingente populacional ao longo do período analisado.

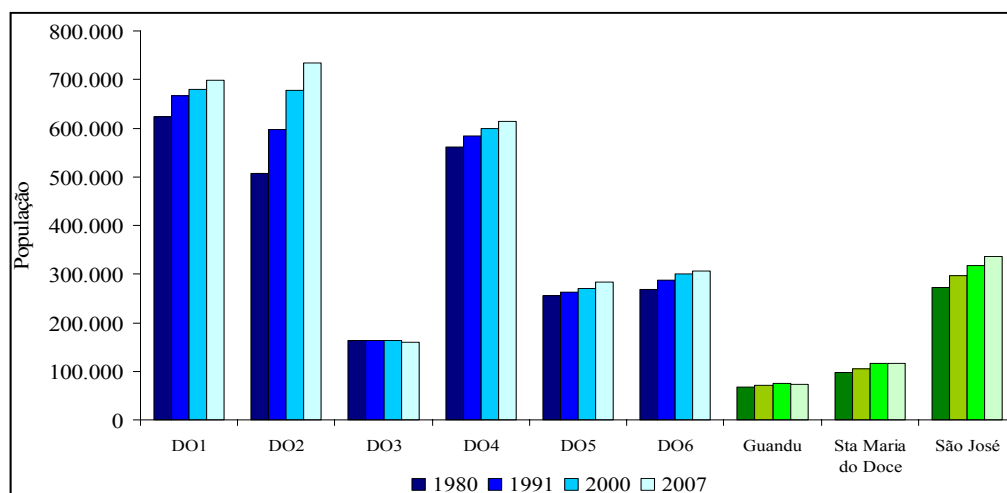


Figura 5.110 Crescimento populacional.

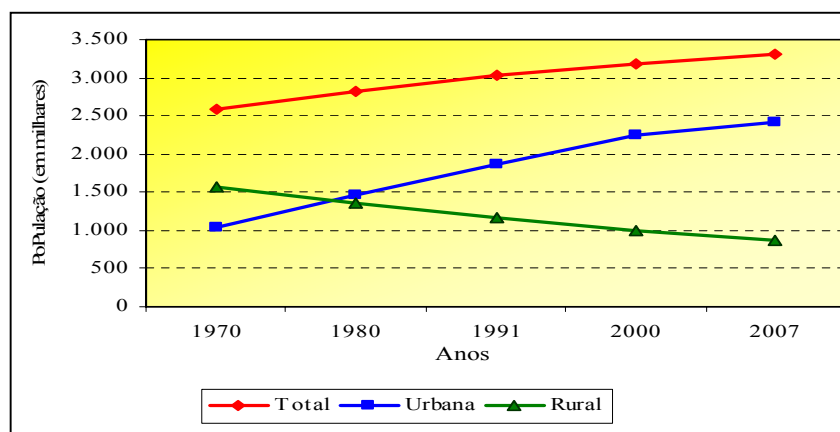


Figura 5.111 Crescimento da população urbana e rural na bacia do rio Doce.

A partir de 1970, a bacia passou por um intenso processo de urbanização. Atualmente, mais de 95 % da população se concentra em áreas urbanas. As taxas de crescimento da população urbana continuam a evoluir no presente, embora de maneira menos acentuada, contrapondo-se a taxas de crescimento negativo da população rural.

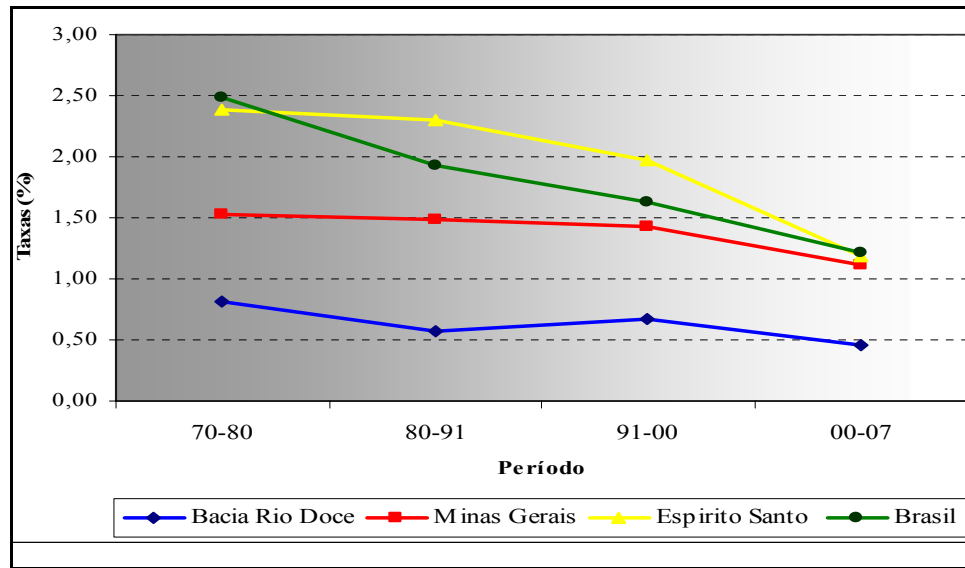


Figura 5.112 Crescimento populacional na bacia, nos estados e no país.

As taxas de crescimento absoluto da população têm apresentado tendência a diminuir ao longo dos últimos anos, sendo inferiores às taxas observadas no Brasil, Espírito Santo e Minas Gerais.

Em termos de espaço natural protegido, diversos pontos da bacia do rio Doce são considerados prioritários para a conservação da biodiversidade, configurando-se como áreas especiais, conforme evidenciado na Figura 5.113.

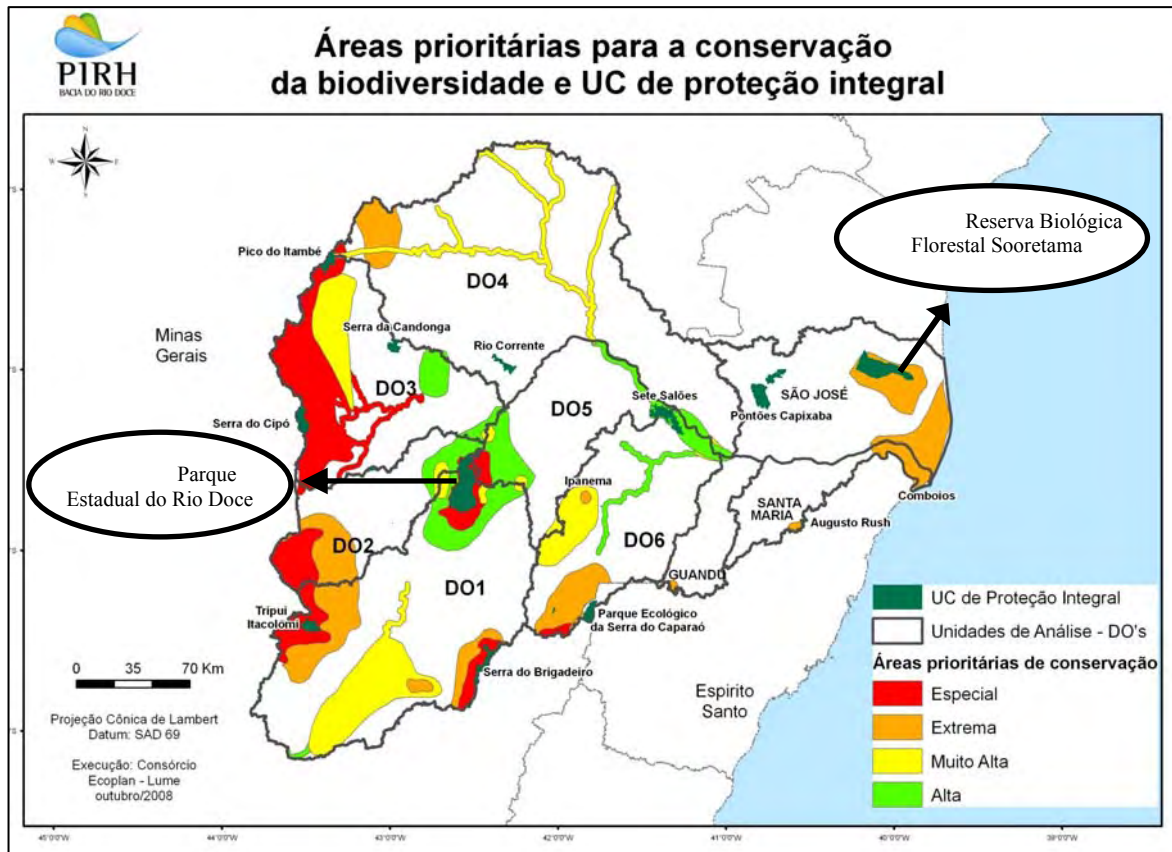


Figura 5.113 Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade e UC de proteção integral.

O Parque Estadual do Rio Doce e a Reserva Biológica de Sooretama são duas unidades de conservação, entre outras de menor porte, que protegem importantes sítios destas áreas. Entretanto, ainda permanecem outros locais considerados prioritários que poderiam abrigar unidades de conservação, ou ainda, ser objeto de medidas destinadas à preservação da fauna e flora local, além de recursos paisagísticos importantes, tais como a Serra do Espinhaço, o alto e médio curso do rio Santo Antônio, o rio Suaçuí, e o médio Doce, além da região da foz do rio Doce.



Figura 5.114 Imagem da bacia.

O relevo da bacia é forte ondulado a montanhoso (bastante acidentado), sendo, por isso caracterizado como um “mar de morros”. Esta situação; em função das declividades ocorrentes, limitam fortemente as atividades econômicas e a ocupação urbana do solo. O relevo movimentado condicionou a produção do espaço urbano, que se concentrou junto ao talvegue dos cursos de água, em áreas suscetíveis a inundações.

O regime pluviométrico da caracteriza-se por uma concentração de chuvas no período de verão, nos meses de novembro a maio. Em termos de distribuição espacial, as chuvas na região se concentram ao longo da Serra do Espinhaço, nas cabeceiras da bacia, havendo uma zona de depressão pluviométrica na região de Governador Valadares. À medida que se aproxima do litoral, as precipitações anuais voltam a subir (Figura 5.115).

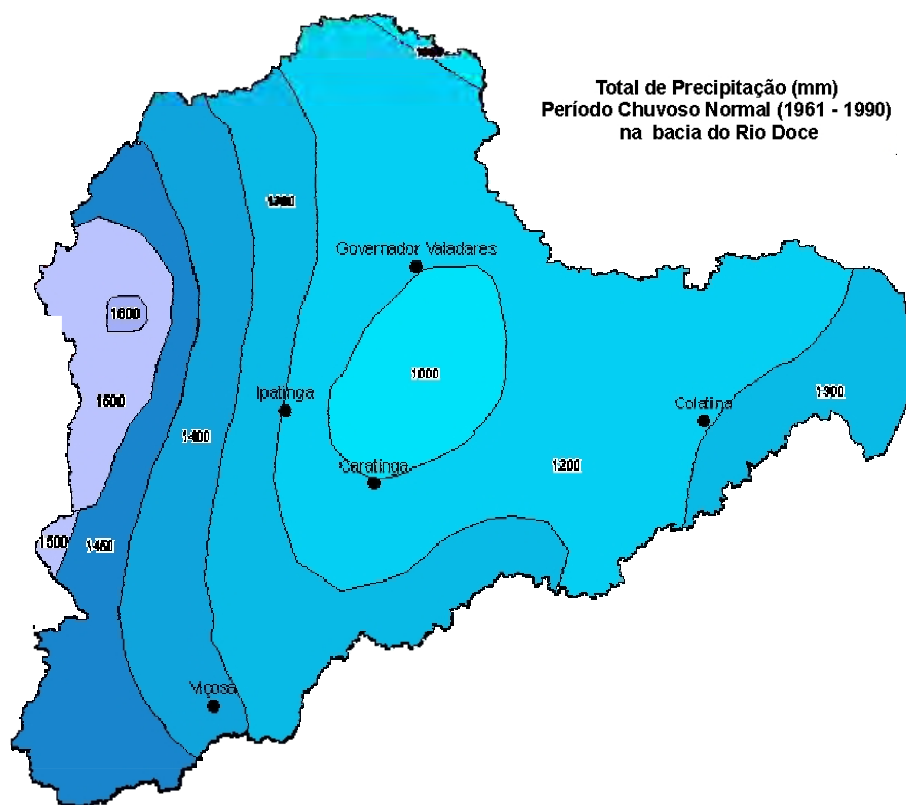


Figura 5.115 Total de precipitação, período chuvoso normal (1961-1990) na bacia do Rio Doce.

No período de inverno, as vazões médias observadas nos cursos de água são bastante diminuídas, podendo ocasionar déficits hídricos localizados. A Figura 5.116 evidencia a precipitação e regime hidrológico com marcante variação sazonal.

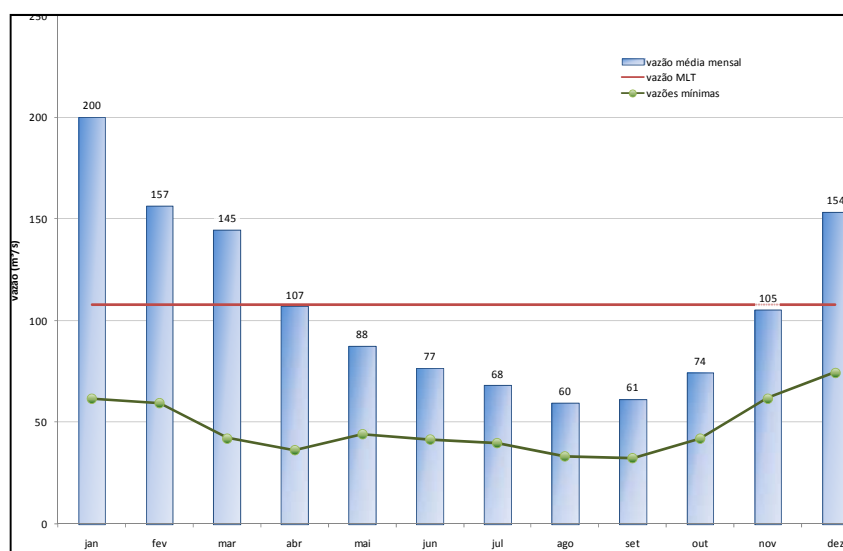


Figura 5.116 Precipitação e regime hidrológico.

Neste período, as precipitações concentradas ocasionam um forte componente erosivo dos solos e a ocorrência de eventos de inundações de áreas urbanas.

As inundações são um dos grandes problemas na bacia do rio Doce. Estas ocorrem principalmente nas cidades de maior porte que se localizam na calha do rio Doce,

destacando Ponte Nova, Ipatinga, Governador Valadares, Colatina e Linhares. A Figura 5.117 mostra a enchente que atingiu Colatina no final de 2008.



Figura 5.117 Enchente em Colatina, 2008.

Para a minimização deste problema foi criado, na década de 90, o Sistema de Alerta de Enchentes na bacia do rio Doce, sendo este sistema uma medida não estrutural adotada na minimização de prejuízos causados por cheias. Os municípios beneficiados pelo sistema de alerta são: Ponte Nova, Nova Era, Antônio Dias, Timóteo, Coronel Fabriciano, Ipatinga, Governador Valadares, Tumiritinga, Itueta, Resplendor, Galiléia, Conselheiro Pena, Aimorés, Baixo Guandu, Colatina e Linhares, conforme Figura 5.118.

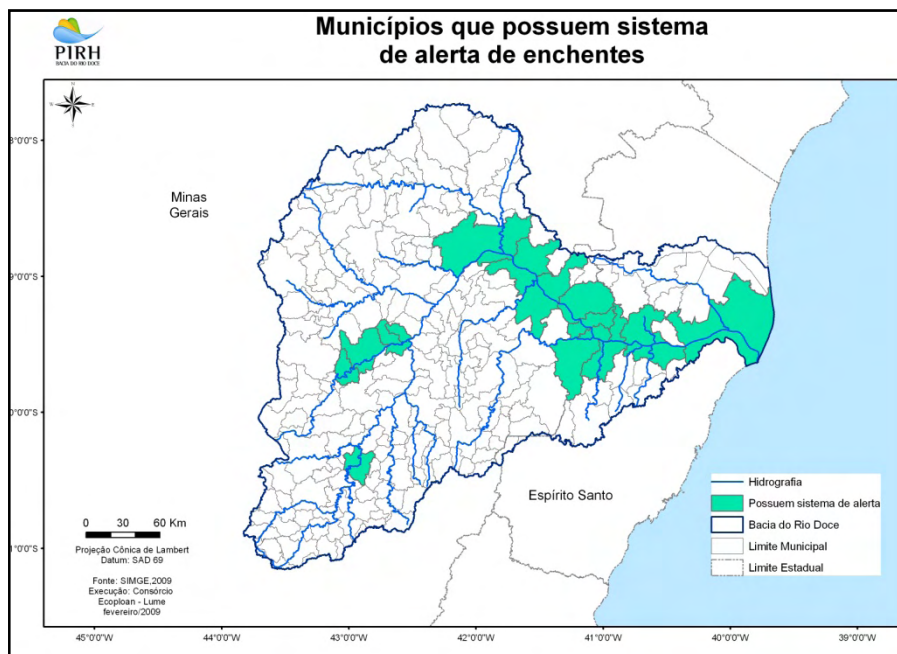


Figura 5.118 Municípios que possuem sistema de alerta de enchentes.

Na região predominam latossolos e argissolos, altamente intemperizados, que são bastante suscetíveis à erosão. Associados ao relevo montanhoso, e quando cultivados inadequadamente, geram uma carga elevada de sedimentos carreados aos cursos de água.

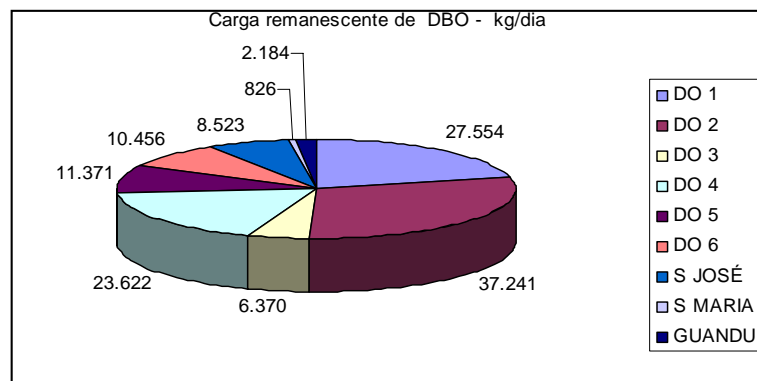


Figura 5.119 Carga remanescente de DBO (ano-base 2006).

A maior concentração populacional e econômica nas bacias dos rios Piracicaba (DO2) e Piranga (DO1), nas partes altas da bacia do Doce, fazem com que a carga remanescente de DBO destas sub-bacias respondam por mais de 50 % da carga de toda a bacia (Figura 5.119).

A contaminação sanitária por esgotos domésticos é um dos principais problemas verificados na bacia. Apenas 9 cidades em Minas Gerais e 10 no Espírito Santo, dentre as 211 sedes municipais, apresentam sistemas de tratamento de esgotos.

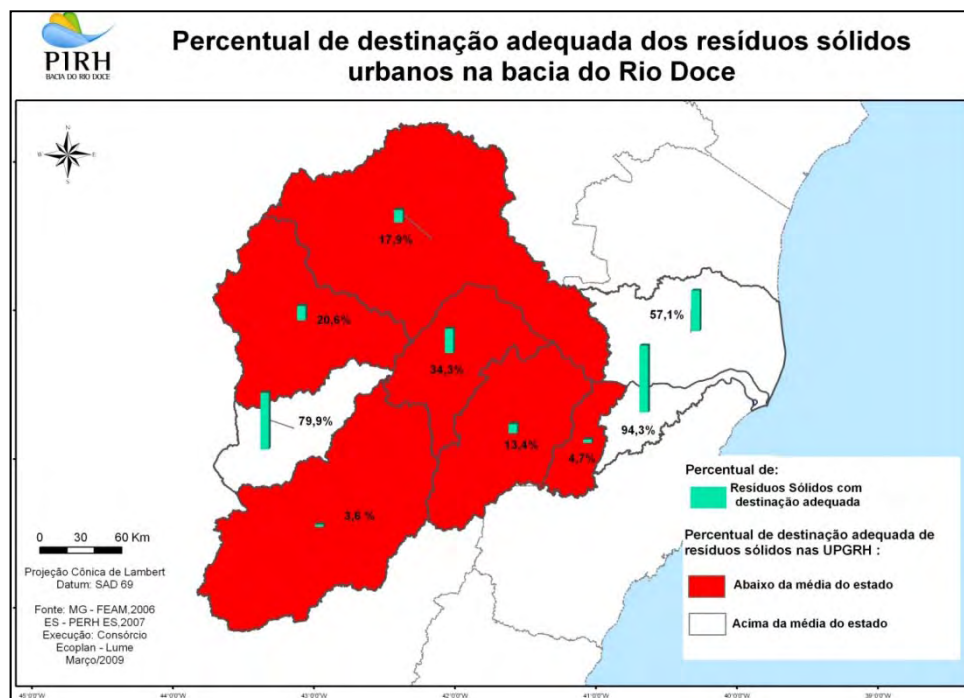


Figura 5.120 Percentual de destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos.

O tratamento dado aos resíduos sólidos na bacia também é deficiente. Em sua maioria, as cidades se utilizam de lixões como disposição final (Figura 5.120).

Observa-se que a grande maioria das unidades de planejamento encontra-se com seus percentuais abaixo da média do Estado, caracterizando, portanto, a necessidade de implementação de ações para a melhoria dos índices atuais.

Apenas a bacia do rio Piranga, em Minas Gerais – com maior PIB na região, e as sub-bacias do baixo rio Doce, no Espírito Santo, apresentam índices de tratamento de resíduos sólidos acima da média dos respectivos estados.

Os índices de cobertura de abastecimento de água domiciliar, na bacia como um todo, apresentam índice satisfatórios. Entretanto, no que diz respeito à cobertura do sistema de esgotamento sanitário, algumas bacias, tanto em Minas Gerais (Santo Antônio, Suaçuí e Caratinga), quanto no Espírito Santo (Santa Maria) apresentam valores abaixo da média dos estados.

A Figura 5.121 apresenta o percentual de abastecimento de água e cobertura dos serviços de esgotamento sanitário na bacia do rio Doce.

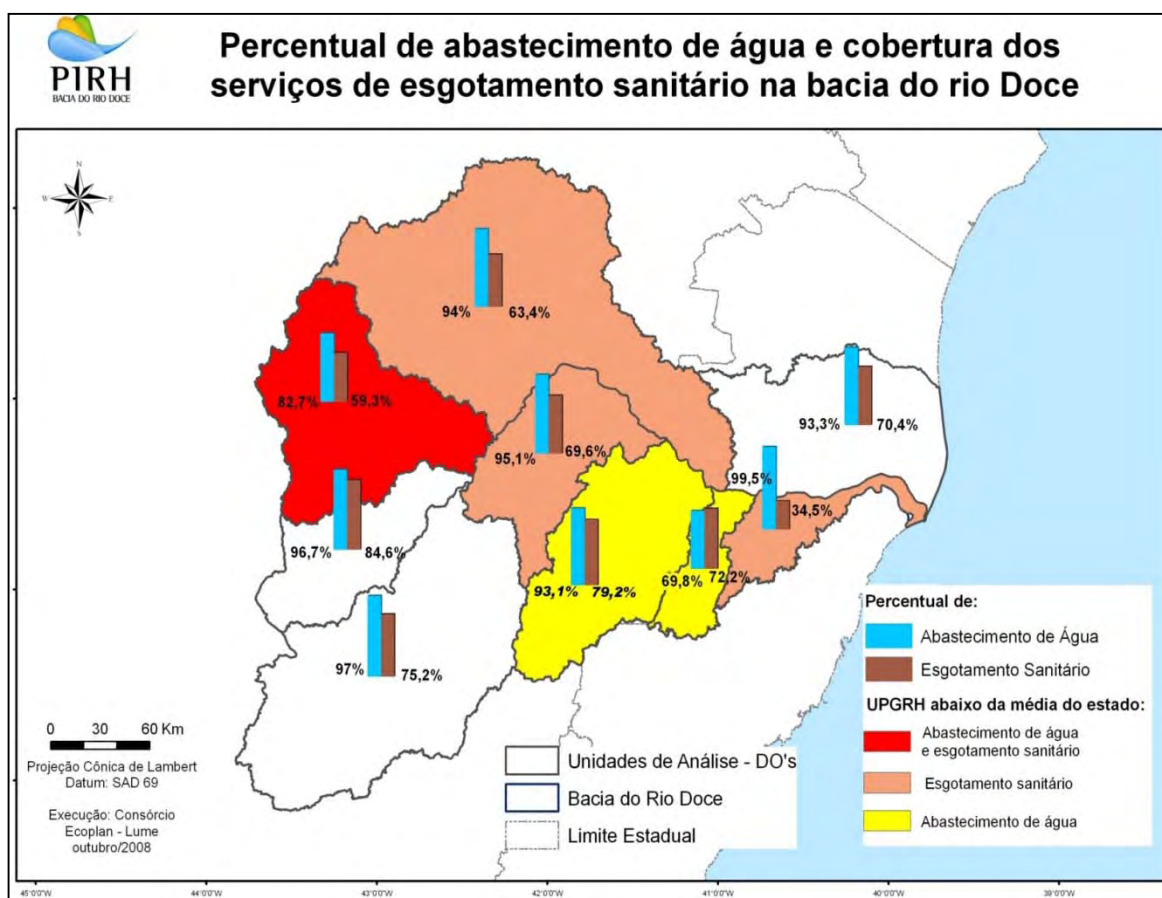


Figura 5.121 Percentual de abastecimento de água e cobertura dos serviços de esgotamento sanitário.

Os grandes reservatórios existentes na bacia, voltados para a produção de energia elétrica, não possuem potencial de regularizar vazões, não podendo ser empregados no controle de cheias.

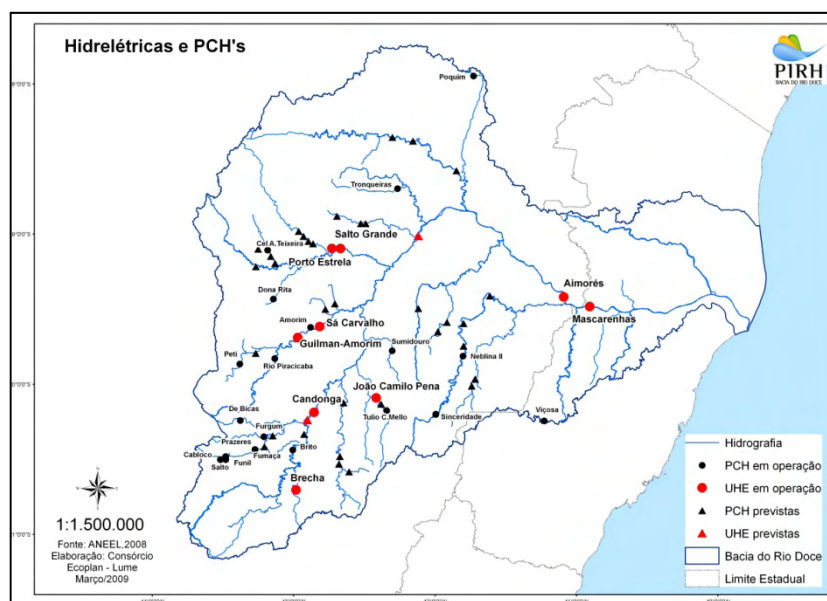


Figura 5.122 Hidrelétricas e PCH's.

Atualmente, existem 9 usinas hidrelétricas e 21 pequenas centrais hidrelétricas em operação. Ainda estão previstas 2 usinas e 33 pequenas centrais hidrelétricas (Figura 5.122). As usinas hidrelétricas na bacia têm uma capacidade de geração de energia de 1.116,5 MW, enquanto as PCHs tem uma capacidade de 113,73 MW, totalizando 1.230,21 MW, o que representa 1,6% da capacidade de geração de energia hidrelétrica instalada no País e 7,2% da capacidade de Minas Gerais.

Em termos de disponibilidade de recursos hídricos, a bacia do rio Doce pode ser considerada privilegiada dentro do contexto nacional. Observa-se que as maiores vazões específicas não estão associadas às maiores áreas de drenagem e sim a um conjunto de características relacionadas, entre outras coisas, ao tipo de solo da bacia e ao regime de chuvas.

A vazão específica indica as regiões mais e menos produtoras de água. Na bacia do rio Doce, a vazão específica varia de menos de 8 L/s.km², na sub-bacia do rio Suaçuí Grande, até mais de 22 L/s.km², na sub-bacia do rio do Carmo, sendo a média da bacia igual a 11 L/s.km² (Figura 5.123).

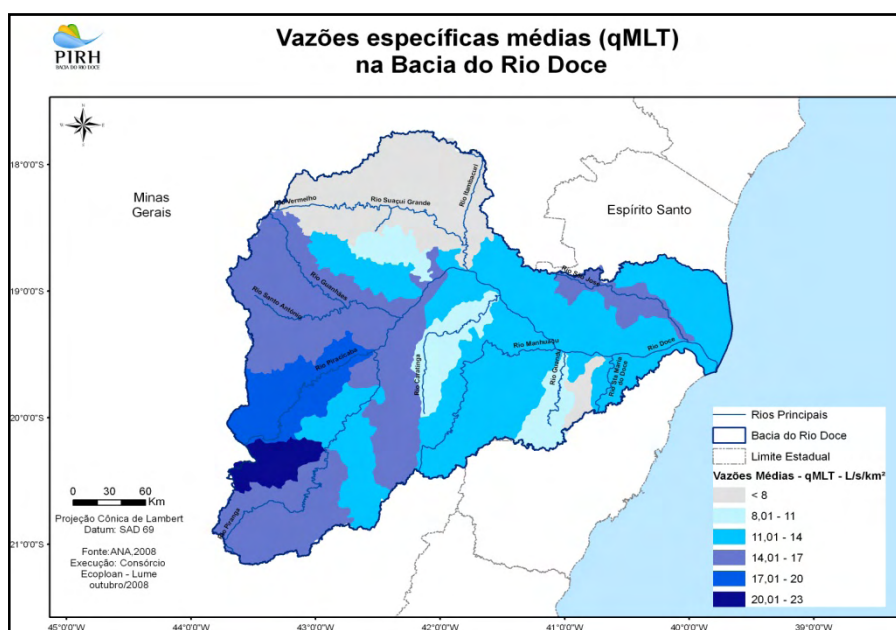


Figura 5.123 Vazões específicas médias na bacia do Rio Doce.

Os principais usos de água da bacia estão vinculados ao abastecimento humano. O consumo industrial representa pequena parcela dos volumes demandados. Nas bacias do Espírito Santo, entretanto, notadamente na bacia do São José, os volumes demandados pela irrigação são bastante expressivos. Do volume total retirado na bacia (937,7 hm³/ano) a irrigação é responsável por 51,0%.

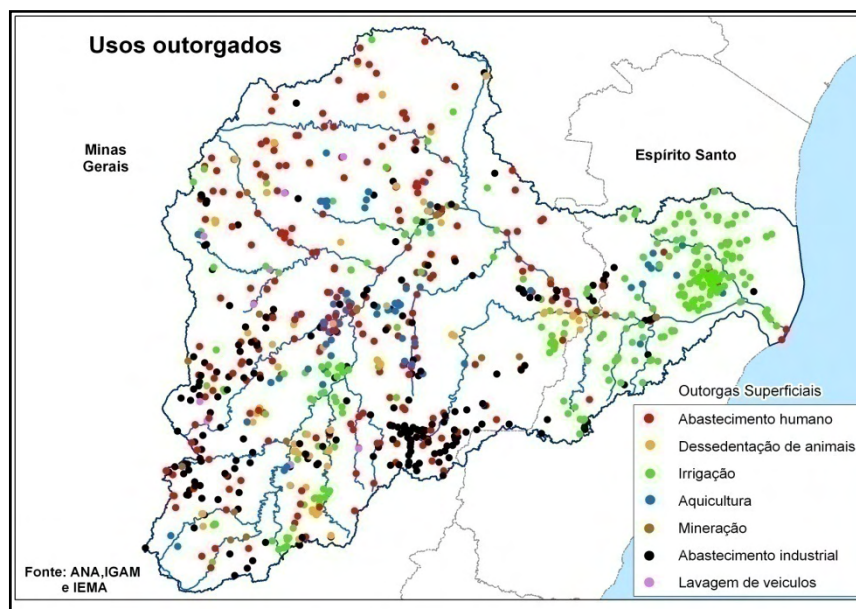


Figura 5.124 Usos outorgados.

A Figura 5.125 demonstra o percentual de demandas hídricas por tipo de uso nas unidades de planejamento.

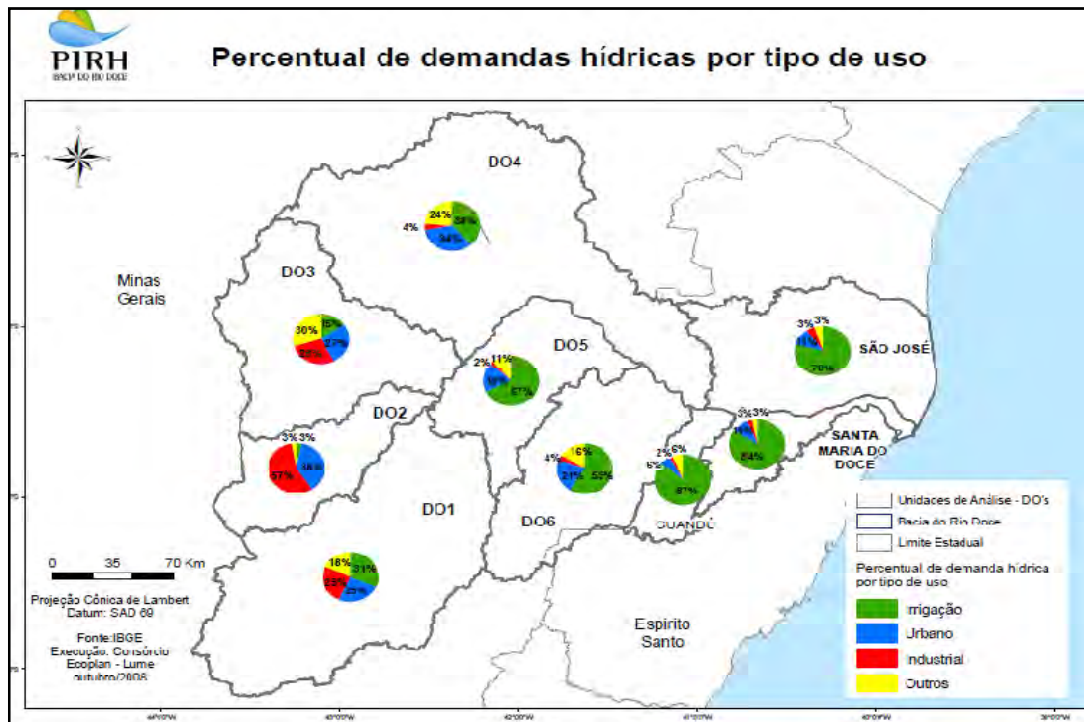


Figura 5.125 Percentual de demandas hídricas por tipo de uso.

Percebe-se que nas bacias do Piracicaba (DO2) e Piranga (DO1) as demandas para abastecimento humano são mais expressivas. As demandas para abastecimento industrial são bastante concentradas na bacia do Piracicaba.

O balanço hídrico (que representa o cotejo entre as disponibilidades e as demandas de água) demonstra uma situação favorável em praticamente toda a bacia, havendo uma situação desfavorável nas sub-bacias dos rios Pancas e Santa Joana, no Espírito Santo. Isto indica que o restante da bacia não encontra restrições de uso da água, podendo atender adequadamente aos seus usos consuntivos preponderantes, ao se considerar uma situação normal de vazão na bacia.

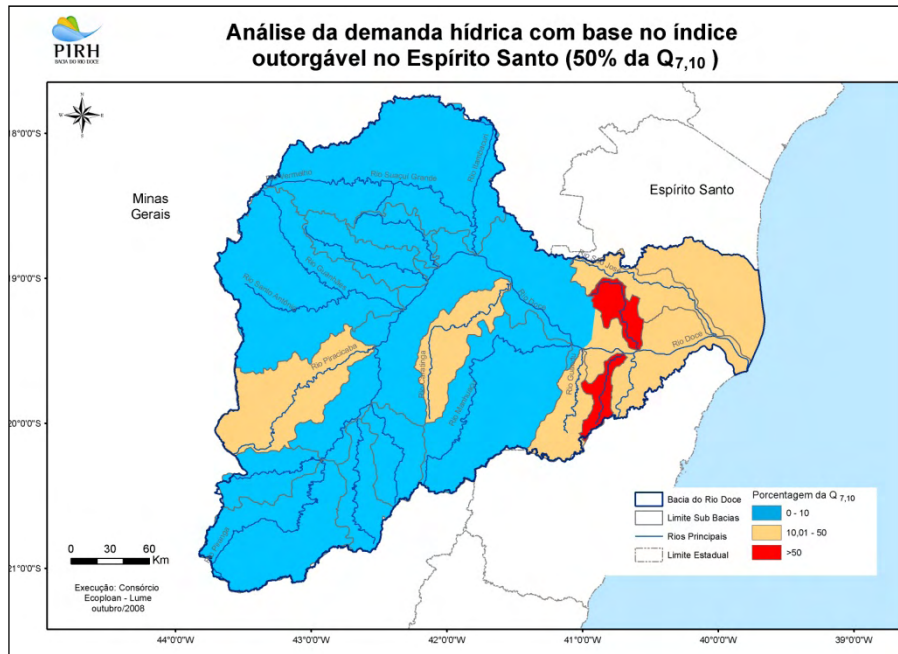


Figura 5.126 Análise de demanda hídrica com base no índice outorgável no Espírito Santo.

Ao se considerar situações pontuais, algumas bacias podem apresentar um balanço hídrico desfavorável. Aparecem nesta situação, sobretudo as bacias do Santa Joana, do Pancas e do São José no Espírito Santo.

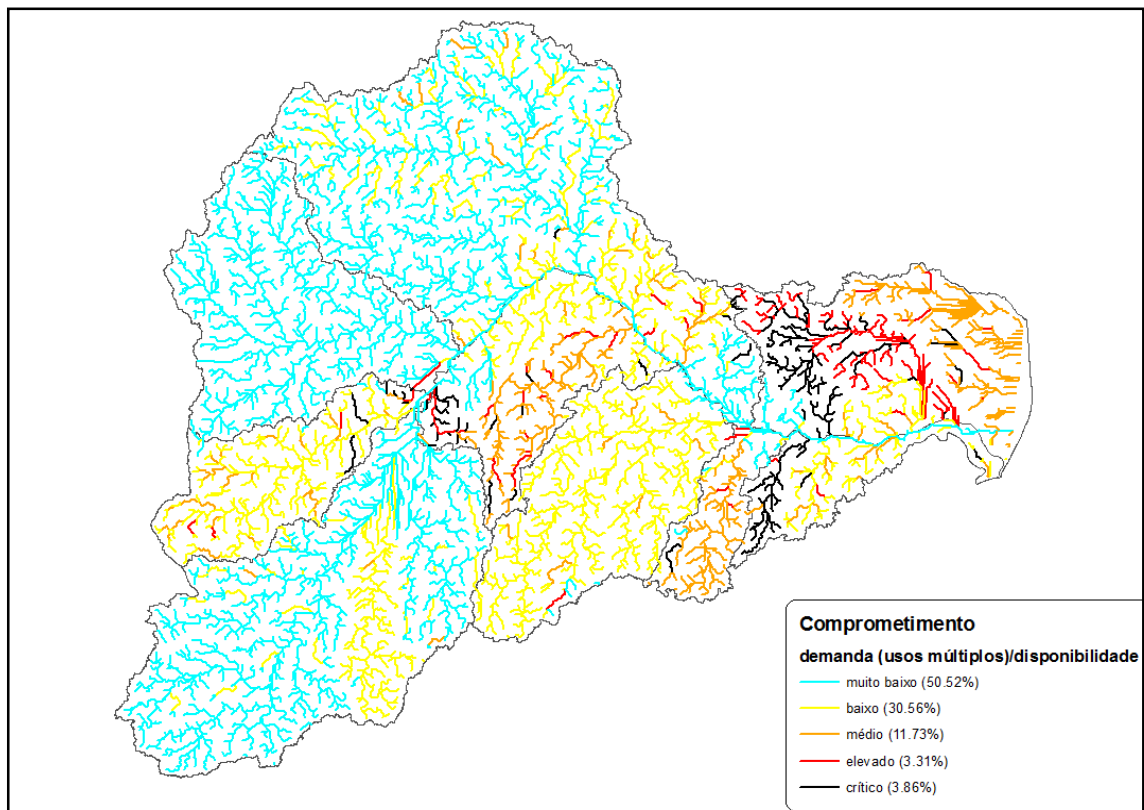


Figura 5.127 Comprometimento hídrico da bacia.

Dentro deste contexto, a qualidade da água apresenta um dos principais aspectos de vulnerabilidade da bacia, no que diz respeito ao pleno aproveitamento dos seus recursos hídricos. A bacia apresenta alguns fatores que são determinantes na ocorrência de contaminações pontuais e difusas, tais como:

- Lançamento de efluentes domésticos “*in natura*” de esgotos sanitários, sem o devido tratamento, causando a contaminação por coliformes termotolerantes;
- Disposição inadequada de resíduos sólidos, pela geração de chorume e carreamento dos mesmos aos corpos hídricos;
- Efluentes industriais, pelo lançamento de carga orgânica e contaminantes tóxicos de natureza distintas;
- Uso inadequado do solo, propiciando a erosão e carreamento de sedimentos, tremendamente potencializado pelas condições climáticas, onde predominam precipitações concentradas no verão, associadas à geomorfologia do terreno e à presença de solos altamente suscetíveis à erosão. Este processo acarreta em perda de qualidade da água em função da produção de sedimentos e da presença de compostos tóxicos presentes nos pesticidas e demais insumos agrícolas.

As análises de qualidade de água, situados em uma rede de monitoramento localizada predominantemente ao longo da calha principal do rio Doce evidenciam que o parâmetro relacionado a coliformes termotolerantes é o que apresenta o maior índice de ultrapassagem dos limites estabelecidos para o padrão classe 2. Os pontos em vermelho, na ilustração seguinte, demonstram onde ocorrem problemas de contaminação mais intensos por coliformes. Percebe-se que na região das grandes concentrações urbanas da bacia as contaminações são mais evidentes (região de Ouro Preto, Ponte Nova, Ipatinga, Governador Valadares e Colatina).

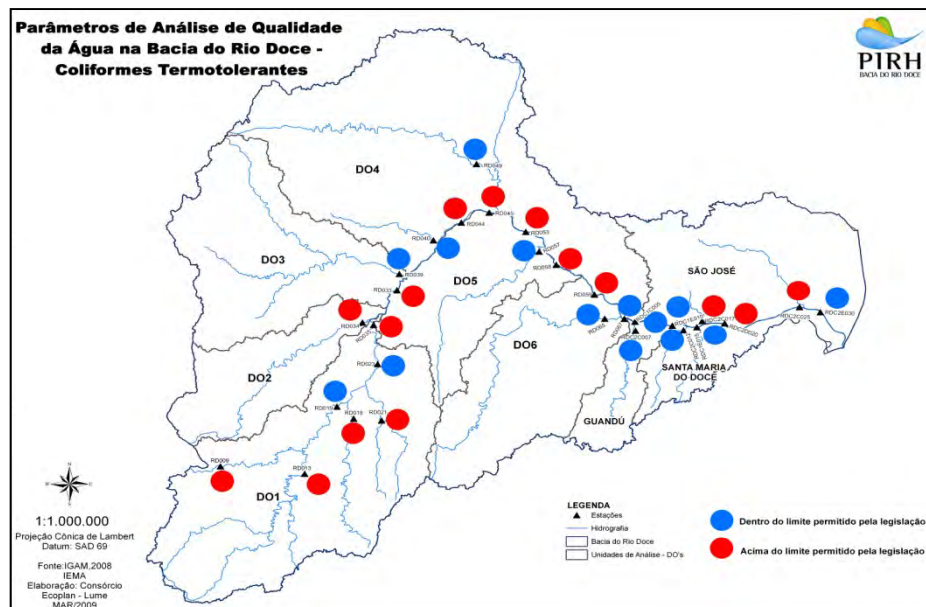


Figura 5.128 Parâmetro de qualidade de água: coliformes termotolerantes.

O IQA (índice de qualidade de água), que agrega distintos parâmetros na avaliação da qualidade de água de um determinado curso de água, apresenta decaimento no período

de chuvas, evidenciando o problema do carreamento de contaminantes para os corpos hídricos.

O uso do solo na região, seja através de lavouras anuais, ou de lavouras permanentes, como café e pastagens, notadamente no atual quadro de degradação destas últimas, associado ao relevo e ao tipo de solo predominante, gera uma carga enorme de sedimentos que é carreado anualmente aos rios da bacia. A carga de sedimentos, além de comprometer os parâmetros de qualidade relacionados ao arraste de partículas de solo, tais como turbidez e sólidos suspensos, entre outros, também é fator de contaminação pelo transporte de contaminantes resultantes da degradação de insumos agrícolas, tais como pesticidas, adubos e corretivos agrícolas.

As análises de qualidade de água, em todos os pontos observados, apresentam parâmetros elevados para o padrão classe 2, relacionados à erosão do solo (turbidez, sólidos suspensos), bem como compostos derivados da degradação de insumos agrícolas (fósforo, cobre, manganês), também relacionado com a erosão do solo.

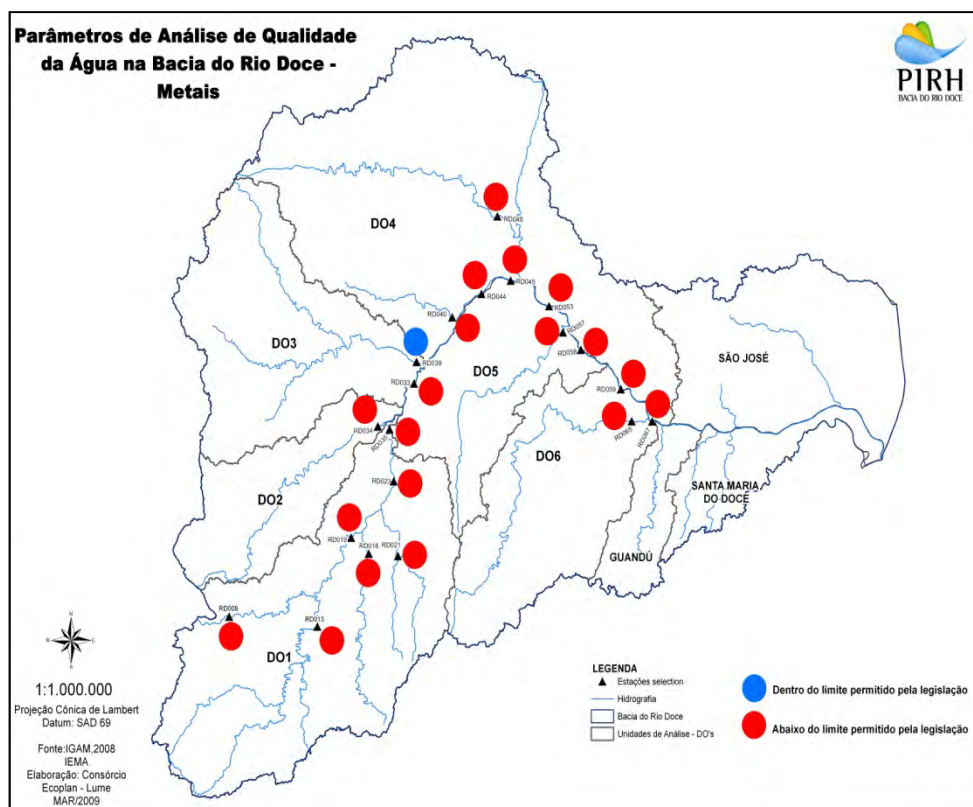


Figura 5.129 Parâmetro de qualidade de água: Metais.

Outros aspectos, além da qualidade de água, são afetados pelo processo de assoreamento, já que o mesmo interfere na morfologia fluvial (deposição de bancos de areia, profundidade, alteração de calha), podendo interferir com a biota aquática e mesmo com a disponibilidade de água e outros usos não consuntivos (pesca, recreação aquática).

6 CENÁRIOS E PROGNÓSTICOS QUANTO À DISPONIBILIDADE HÍDRICA

6.1 CENÁRIO TENDENCIAL

O estudo de prognóstico trata das quantificações das demandas e consumos de água para situações futuras da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, avaliando tais situações em cada uma das Unidades de Estudo previamente definidas (UPGRH e Sub-Bacias).

A demanda distribuída por UPGRH e sub-bacia é calculada conforme a localização da sede urbana (para as demandas de abastecimento urbano e industrial) e a proporção da área rural que faz parte da UPGRH ou sub-bacia (para as demandas de abastecimento rural, dessedentação animal e irrigação). Desta forma, as vazões de retirada são tabuladas, através de somatórios, por tipo de usuário (humana, animal, industrial e irrigação) e por localização geográfica (UPGRH, sub-bacia e total da bacia), bem como pelas possíveis combinações entre elas.

Os Cenários Futuros foram projetados para o período de 24 anos, considerando o ano de 2006 como base e 2030 como último ano da projeção. Os valores projetados de demanda foram calculados anualmente através de fatores de multiplicação que atualizam diretamente, ano a ano, o valor do Cenário Atual para o valor do ano desejado. Para fins de apresentação, entretanto, são utilizados apenas os quinquênios a partir de 2010, ou seja, os anos de 2006 (base), 2010, 2015, 2020, 2025 e 2030.

Os cenários projetados basearam-se no chamado cenário tendencial, ou seja, a projeção que extrapola para o futuro a tendência de evolução dos indicadores em um período recente para o qual se dispõe de mensuração.

Conceitualmente, trata-se da forma mais isenta de estimar comportamento futuro de variáveis de interesse e se baseia em uma espécie de raciocínio inercial, ou seja, de que o comportamento futuro tenderá a ser mais parecido com o atual do que a hipótese de vir a sofrer grandes variações em relação ao atual. Esta premissa carrega consigo o pressuposto de que não apenas as variáveis do sistema se manterão presentes no futuro, como também de que a relação entre elas tenderá a se manter similar à atual.

Entretanto, o comportamento demográfico e especialmente o econômico, os dois principais planos estruturadores dos cenários, podem sofrer variações significativas em relação à tendência atual. Novas situações ou conjunturas regionais, nacionais ou internacionais podem interferir positivamente no sistema, tais como a descoberta ou viabilidade de exploração de novos recursos naturais; a implantação de empreendimentos com potencial dinamizador sobre a economia; conjunturas nacionais e internacionais favoráveis às vantagens competitivas regionais, entre outras. Podem ser registradas também interferências negativas, a exemplo da transferência de investimentos para outras áreas; crises setoriais com impacto no perfil produtivo local; alterações climáticas e naturais negativas, entre outros fatores.

Assim, o cenário tendencial oferece basicamente uma ferramenta de projeção da tendência atual para o futuro, não devendo ser tomado como uma previsão, mas como um instrumento de prospecção e planejamento do futuro. Se o cenário tendencial fosse uma previsão com alto grau de confiabilidade, não seriam necessários cenários alternativos, que buscam focalizar as possíveis tendências que o sistema produtivo e econômico deverá seguir tendo em vista avaliações e expectativas produzidas a partir do Cenário Tendencial.

Nesta perspectiva do Prognóstico ser uma ferramenta de planejamento que permite confrontar condições futuras imprevistas com uma tendência que foi definida com base em condições dadas no passado é que se tornam úteis e necessários os cenários alternativos. Estimativas de variações do cenário tendencial que apontam para limites superiores e inferiores de oscilação do comportamento das variáveis projetadas oferecem condições de avaliar, no presente, situações hipotéticas futuras que se diferenciam do cenário tendencial. O estabelecimento de limites superiores e inferiores de variação do comportamento da demanda hídrica possibilita prever ações e alternativas para uma faixa de comportamento provável dos fatores que afetam as questões a serem enfrentadas pelo planejamento.

Considerando todos os tipos de demanda (abastecimento público, irrigação, uso industrial, dessedentação animal), a demanda total projetada na Bacia do Rio Doce em 2006, estimada em 29,733 m³/s passará em 2030 para 45,963 m³/s (Figura 6.1). Estima-se que a maior parcela desta retirada será consumida (62,5% no cenário projetado de 2030) e o restante retornará ao sistema hídrico.

O tipo de demanda com maior participação na retirada é para irrigação, que tenderá a manter sua participação atual no cenário de 2030 (próximo de 51%, conforme Figura 6.2). A segunda maior parcela de demanda é constituída pela retirada para abastecimento humano, responsável em 2006 por 25,7% da retirada total, diminuindo sua participação para 21,5% em 2030. A participação da retirada para abastecimento industrial é o tipo de demanda com maior projeção de crescimento (123,4%) passando de uma participação atual de 16,6% na retirada total para 23,9%, superando, em 2030, a retirada para abastecimento humano. Abastecimento humano de populações rurais e dessedentação animal são os tipos de demanda que projetam uma redução do volume de água a ser retirada em 2030 proporcionalmente à retirada estimada atualmente.

Os maiores volumes de retirada por UPGRH estão concentrados atualmente nas unidades São José (21,6%), Piracicaba (16,9%), Piranga (14,4%) e Suaçuí Grande (11,7%), fruto do arranjo geográfico assumido pela disposição das cidades e da atividade produtiva na Bacia. Segundo a projeção de cenário tendencial realizada as UPGRH São José e Piracicaba projetam um aumento de sua participação relativa no cenário de 2030 (37,5% e 19,1%, respectivamente), com taxas de crescimento da retirada de 168,9% e 74,8%, respectivamente as maiores taxas de crescimento da retirada projetada para o período. As UPGRH Suaçuí Grande e Caratinga registram taxas negativas de crescimento da retirada (-17,3% e -15,0%, respectivamente).

Nas sub-bacias Barra Seca, devido a atividade agrícola e industrial, e Piracicaba, em função da atividade industrial e concentração urbana, está concentrada atualmente a maior demanda total entre as sub-bacias (15,1% e 13,1%, respectivamente em 2006), sendo projetado aumento de participação em 2030 (27,2% e 15,9%, respectivamente). As maiores taxas de crescimento da demanda total registradas para o período ocorrem nas sub-bacias Barra Seca (178,5%), São José (160,3%), Pancas (114,5%), todas no Espírito Santo, e Carmo 98,3%, em Minas Gerais. As maiores taxas de crescimento negativo da retirada são registradas nas sub-bacias Santa Maria do Doce (-67,0%), Suaçuí Pequeno (-35,9%), incremental Caratinga (-33,3%) e incremental Piranga (-32,7%).

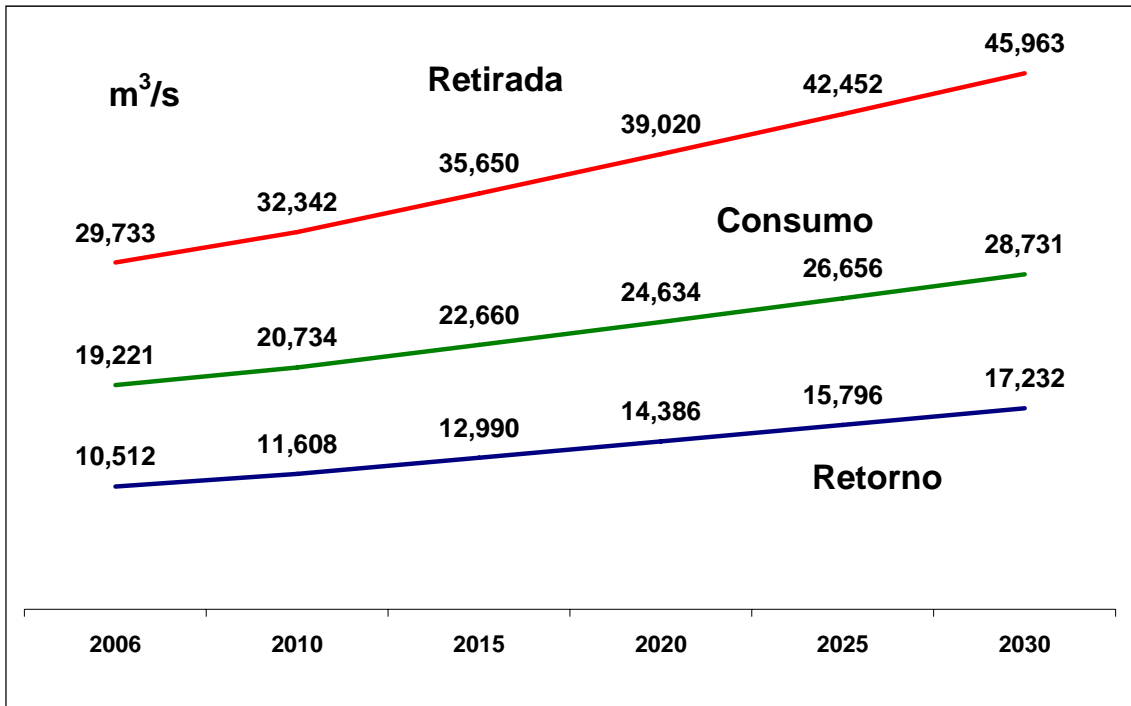


Figura 6.1 Demanda projetada total na Bacia do Rio Doce (2006-2030).

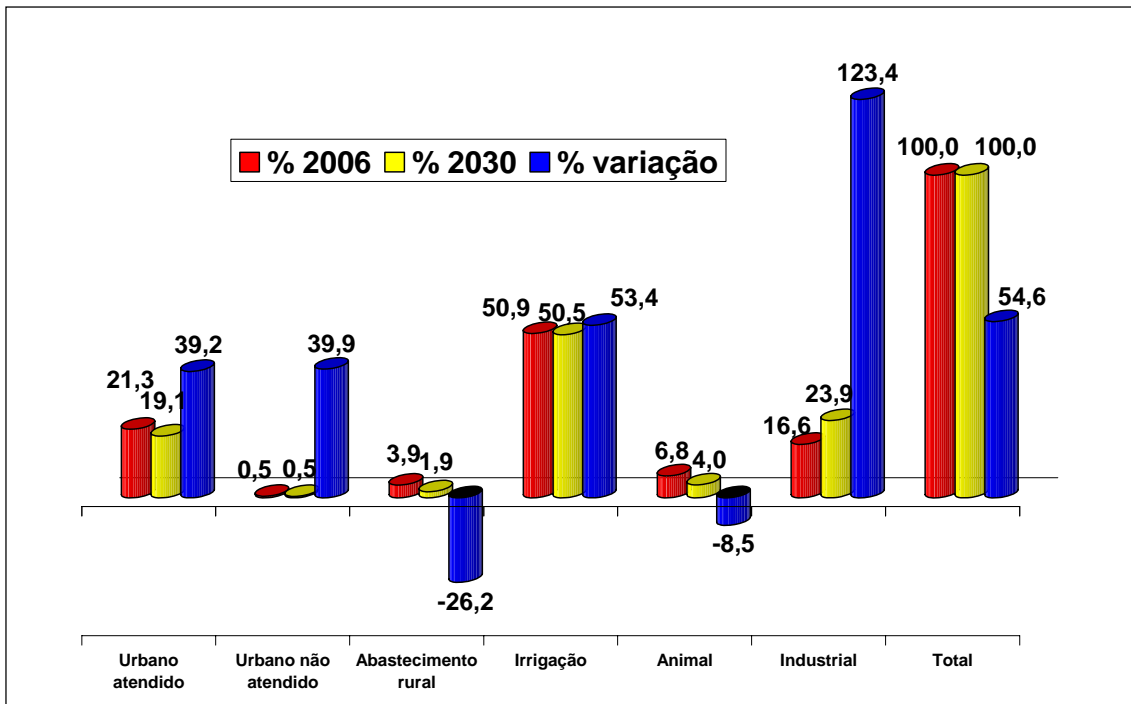


Figura 6.2 Participação na demanda projetada total na Bacia do Rio Doce por tipo de demanda (2006-2030).

Quadro 6.1 Projeções de Demandas (Total) – Cenário Tendencial (m³/s).

UPGRH / Sub-bacia	2006			2010			2015			2020			2025			2030		
	Retir.	Retor.	Cons.	Retir.	Retor.	Cons.	Retir.	Retor.	Cons.	Retir.	Retor.	Cons.	Retir.	Retor.	Cons.	Retir.	Retor.	Cons.
Piranga	1,287	0,434	0,853	1,315	0,437	0,878	1,352	0,442	0,910	1,391	0,447	0,944	1,433	0,453	0,980	1,476	0,459	1,016
Carmo	1,306	0,864	0,442	1,517	1,032	0,484	1,781	1,243	0,537	2,046	1,455	0,591	2,312	1,666	0,646	2,590	1,880	0,710
Casca	0,617	0,217	0,401	0,612	0,214	0,397	0,605	0,211	0,394	0,599	0,208	0,391	0,593	0,205	0,388	0,587	0,203	0,385
Matipó	0,392	0,148	0,245	0,388	0,149	0,239	0,382	0,150	0,232	0,377	0,152	0,225	0,372	0,154	0,219	0,368	0,155	0,212
Incremental D01	0,678	0,213	0,465	0,639	0,196	0,443	0,592	0,175	0,417	0,546	0,154	0,391	0,500	0,134	0,367	0,456	0,114	0,342
D01	4,281	1,875	2,405	4,470	2,029	2,442	4,711	2,221	2,490	4,958	2,416	2,542	5,210	2,612	2,598	5,477	2,811	2,666
Piracicaba	3,886	2,332	1,554	4,449	2,771	1,679	5,157	3,319	1,838	5,868	3,869	2,000	6,583	4,419	2,164	7,311	4,980	2,331
Incremental D02	1,135	0,458	0,677	1,181	0,466	0,715	1,243	0,477	0,766	1,312	0,489	0,823	1,386	0,503	0,884	1,464	0,517	0,947
D02	5,021	2,790	2,231	5,631	3,237	2,394	6,400	3,796	2,604	7,180	4,358	2,822	7,969	4,922	3,048	8,775	5,496	3,279
Santo Antônio	0,798	0,437	0,360	0,782	0,428	0,353	0,763	0,418	0,345	0,745	0,407	0,338	0,728	0,398	0,331	0,712	0,388	0,324
Incremental D03	0,104	0,044	0,060	0,116	0,051	0,065	0,133	0,060	0,073	0,152	0,069	0,083	0,173	0,080	0,094	0,199	0,091	0,108
D03	0,901	0,481	0,420	0,898	0,479	0,419	0,896	0,478	0,418	0,897	0,477	0,420	0,902	0,477	0,424	0,911	0,479	0,432
Corrente Grande	0,258	0,108	0,151	0,251	0,102	0,148	0,241	0,096	0,145	0,233	0,090	0,143	0,225	0,084	0,141	0,218	0,078	0,140
Suaçuí Pequeno	0,175	0,069	0,106	0,164	0,064	0,100	0,151	0,059	0,092	0,138	0,053	0,085	0,125	0,047	0,078	0,112	0,041	0,071
Suaçuí Grande	1,438	0,550	0,888	1,369	0,511	0,857	1,283	0,463	0,820	1,198	0,415	0,783	1,114	0,367	0,747	1,031	0,319	0,711
Incremental D04	1,597	0,508	1,089	1,580	0,497	1,083	1,560	0,482	1,077	1,541	0,469	1,072	1,524	0,455	1,069	1,507	0,442	1,065
D04	3,469	1,235	2,234	3,363	1,175	2,189	3,235	1,100	2,135	3,110	1,026	2,084	2,988	0,953	2,035	2,867	0,881	1,987
Caratinga	1,163	0,314	0,849	1,173	0,313	0,860	1,188	0,314	0,874	1,205	0,315	0,890	1,225	0,316	0,908	1,246	0,318	0,928
Incremental D05	1,405	0,374	1,031	1,326	0,350	0,976	1,228	0,320	0,908	1,130	0,290	0,841	1,033	0,260	0,773	0,937	0,231	0,706
D05	2,568	0,687	1,880	2,499	0,663	1,836	2,416	0,634	1,782	2,335	0,605	1,731	2,258	0,576	1,682	2,182	0,549	1,634
Manhuaçu	1,982	0,596	1,387	1,982	0,597	1,385	1,984	0,599	1,385	1,989	0,602	1,386	1,995	0,606	1,389	2,003	0,610	1,393
Incremental D06	0,218	0,068	0,150	0,227	0,080	0,147	0,239	0,096	0,143	0,251	0,111	0,140	0,263	0,126	0,137	0,274	0,141	0,133
D06	2,200	0,664	1,536	2,210	0,677	1,532	2,223	0,695	1,528	2,239	0,713	1,526	2,257	0,732	1,526	2,277	0,751	1,526

Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce e dos Planos de Ações de Recursos Hídricos para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce

UPGRH / Sub-bacia	2006			2010			2015			2020			2025			2030		
	Retir.	Retor.	Cons.	Retir.	Retor.	Cons.	Retir.	Retor.	Cons.	Retir.	Retor.	Cons.	Retir.	Retor.	Cons.	Retir.	Retor.	Cons.
Guandu	1,444	0,343	1,101	1,503	0,363	1,140	1,576	0,388	1,188	1,650	0,413	1,237	1,724	0,438	1,286	1,799	0,463	1,336
Incremental (Guandu)	0,243	0,059	0,185	0,258	0,062	0,196	0,277	0,067	0,210	0,296	0,072	0,224	0,315	0,076	0,238	0,334	0,081	0,253
Guandu	1,688	0,402	1,286	1,761	0,425	1,336	1,853	0,455	1,398	1,946	0,484	1,461	2,039	0,514	1,525	2,133	0,544	1,588
Santa Maria do Doce	0,881	0,192	0,690	0,782	0,172	0,611	0,659	0,146	0,513	0,536	0,121	0,415	0,413	0,097	0,317	0,291	0,072	0,219
Santa Joana	0,884	0,198	0,687	0,992	0,221	0,771	1,126	0,250	0,876	1,260	0,279	0,981	1,395	0,308	1,087	1,530	0,338	1,192
Incremental (Santa Maria do Doce)	1,422	0,353	1,069	1,561	0,385	1,177	1,737	0,425	1,311	1,912	0,466	1,446	2,087	0,506	1,581	2,263	0,546	1,716
Santa Maria do Doce	3,187	0,742	2,445	3,336	0,777	2,558	3,522	0,822	2,700	3,709	0,866	2,842	3,896	0,911	2,985	4,084	0,956	3,128
Pancas	0,579	0,142	0,437	0,689	0,169	0,520	0,827	0,203	0,624	0,965	0,237	0,728	1,103	0,271	0,832	1,242	0,306	0,936
São José	1,349	0,469	0,880	1,705	0,636	1,069	2,153	0,845	1,308	2,603	1,055	1,549	3,056	1,265	1,792	3,511	1,476	2,036
Barra Seca	4,490	1,023	3,467	5,781	1,341	4,440	7,414	1,742	5,672	9,077	2,148	6,928	10,773	2,562	8,211	12,503	2,982	9,521
São José	6,418	1,634	4,784	8,175	2,146	6,029	10,394	2,790	7,604	12,645	3,440	9,205	14,933	4,098	10,834	17,256	4,764	12,493
DOCE	29,733	10,512	19,221	32,342	11,608	20,734	35,650	12,990	22,660	39,020	14,386	24,634	42,452	15,796	26,656	45,963	17,232	28,731

6.2 CENÁRIOS ALTERNATIVOS

A construção de cenários alternativos de demanda de recursos hídricos constitui-se em um complexo exercício de hipóteses. O cenário tendencial, ao projetar o comportamento recente da demanda de recursos hídricos estabelece como hipótese implícita que as variáveis que compõem o sistema de valores projetados deverão se comportar de forma similar ao que se comportam atualmente. O comportamento atual das variáveis selecionadas para compor o cenário tendencial pode ser verificado através de valores mensurados em um período recente e, a partir deles, possibilita sua projeção baseada no comportamento verificado.

A formulação de cenários futuros exige um exercício duplo de alteração nos valores utilizados como referência para a construção do cenário tendencial. De um lado, modifica-se a expectativa de comportamento geral da economia, a qual passa a ser concebida como registrando um crescimento diferenciado do atual, para maior ou para menor. Alterações econômicas, bem como na taxa de fecundidade e em outros fatores propriamente demográficos, se articulam para modificar a tendência de crescimento populacional, especialmente sobre os processos de atração e expulsão de população.

De outro lado, os cenários alternativos ao tendencial podem estar modificando as bases de relação de demanda e consumo de água frente ao cenário atual, principalmente por mudanças nos processos produtivos ou pela extensão de redes de serviço público de abastecimento e melhoria de sua eficiência, entre outros fatores. A hipótese de melhoria da eficiência no uso da água (redução da retirada ou do consumo) não possui hipótese inversa factível, ou seja, a que ocorra uma perda de eficiência dos sistemas por conta de um processo de deterioração da dinâmica produtiva atual. Estes cenários alternativos são mais ajustados a eventos excepcionais, tais como guerras ou catástrofes naturais, que venham a destruir a infra-estrutura de captação e consumo, podendo gerar uma redução significativa da eficiência. Esta hipótese não será considerada aqui.

Há que se considerar também a relação entre melhoria socioeconômica, normalmente associada a um crescimento substancial da economia e condições melhores para a população, a qual poderia ser denominada como desenvolvimento, e a melhoria em relação aos recursos hídricos, a qual, do ponto de vista da demanda, está associada a uma redução da pressão de demanda, isto é, a uma retirada e consumo estáveis ou menores ao longo do tempo, considerando-se uma oferta hídrica estável.

A relação mais lógica e simplista estabelece a hipótese de que quanto maior o desenvolvimento, maior a pressão de demanda, fruto da ampliação da atividade econômica e da extensão das redes de serviços para uma população humana cada vez maior. A hipótese inversa é de que reduzindo-se o ritmo do crescimento, reduz-se também a pressão de demanda. Ou seja, há uma relação inversa e proporcional entre desenvolvimento e pressão de demanda.

Contudo, esta é uma relação simplória, uma vez que desconsidera aspectos socioinstitucionais importantes, tais como o aumento da capacidade de organização das sociedades desenvolvidas, o que pode alterar os padrões de retirada e consumo seja pelo investimento na gestão e melhoria dos processos produtivos, seja pela mudança de comportamento e de hábitos de consumo, tanto no âmbito empresarial quanto domiciliar. Ou seja, é possível considerar-se uma hipótese de aumento do desenvolvimento em uma relação direta e proporcional com a redução da pressão de demanda, através do

investimento, regulamentação e fiscalização pública sobre a retirada e consumo de água. Esta última hipótese pode ser chamada de desenvolvimento com gestão dos recursos hídricos e se constitui em um cenário de todas as formas desejável. Mesmo o mais aguerrido defensor da preservação dos recursos naturais, atualmente, não ignora a necessidade e o melhor controle sobre o uso feito da natureza em sociedades que contam com cenários de desenvolvimento econômico sustentável, instituições atuantes e recursos financeiros disponíveis para uma adequada gestão.

Assim, as possíveis combinações entre estas duas vertentes condicionantes dos cenários alternativos, a saber, o ritmo do desenvolvimento econômico e a pressão de demanda, tem como balizador para compatibilização o aumento da capacidade de a gestão dos recursos hídricos.

As hipóteses que serão consideradas, correspondendo aos cenários alternativos a serem construídos, são:

1. Cenário de desenvolvimento sem melhoria da gestão dos recursos hídricos.
2. Cenário de pouco desenvolvimento sem melhoria da gestão dos recursos hídricos.
3. Cenário de desenvolvimento com melhoria da gestão dos recursos hídricos.
4. Cenário de pouco desenvolvimento com melhoria da gestão dos recursos hídricos.

Desta forma, os primeiros dois cenários constituem-se em projeções do cenário tendencial que modificam o provável comportamento futuro da economia e da demografia da Bacia, tanto positiva, quanto negativamente, mantendo a atual eficácia de gestão da pressão de demanda expressa nas estimativas de consumo atual, isto é, não se está considerando a hipótese de que a atual gestão dos recursos hídricos seja menos eficiente no futuro do que é atualmente.

Os dois últimos cenários, por sua vez, estabelecem um novo patamar de gestão da pressão de demanda, modificando, por melhoria de eficiência, os valores de base de retirada e consumo estabelecidos no cenário atual.

A montagem de cenários alternativos constitui-se em um jogo de hipóteses que depende da articulação de um conjunto complexo de variáveis, o que faz com que assuma, mesmo que contando com um aprofundado estudo setorial em cada uma das principais áreas determinantes do sistema (cadeias econômicas, processos demográficos, desempenho institucional e cenários sociopolíticos), um caráter bastante arbitrário.

Como foi comentado anteriormente, a finalidade principal da construção de cenários, tanto o tendencial quanto os alternativos, é a de proporcionar uma ferramenta útil de avaliação e tomada de decisão sobre a gestão dos recursos hídricos sem dispensar o monitoramento e a constante correção destes cenários, ajustando-os à realidade na medida em que o período de cenarização for se realizando efetivamente.

Com base no cenário tendencial registrado na Bacia, elaborado no âmbito deste Prognóstico, é possível estabelecer-se um parâmetro de comparação para avaliação e seleção da melhor alternativa de cenarização.

Conforme o cenário tendencial da Bacia do rio Doce, são os seguintes os resultados projetados:

PIB dos municípios 1999/2006: 4,28% a.a.

Retirada total de água 2006/2030: 1,83% a.a.

PIB industrial dos municípios 1999/2006: 2,37% a.a.

PIB agropecuário dos municípios 1999/2006: 1,98% a.a.

População dos municípios 2000/2007: 0,42% a.a.

Com base nestes resultados, observa-se que o crescimento projetado pelo cenário tendencial da Bacia do Doce é superior (4,8% a.a.) que o projetado pelo Plano Nacional da Habitação no cenário denominado “provável” (4,0% a.a.).

Além disso, a projeção regionalizada do Plano Nacional de Habitação distancia-se ainda mais do desempenho específico da bacia nos cenários comparáveis (tendencial do Prognóstico e provável do Plano Nacional da Habitação). O cenário provável do Plano Nacional da Habitação para a Região Sudeste é de apenas 3,4% a.a.

Outro aspecto importante a ser observado é que o PIB dos municípios da bacia é fortemente impactado pelo PIB do setor terciário, uma vez que o PIB industrial e o PIB agropecuário, precisamente os que mais impactam a estimativa de demanda hídrica, são bem menores que o PIB total (2,37% a.a. no caso do industrial e 1,98% a.a. no PIB agropecuário). Conforme o Quadro 6.2, verifica-se que o PIB industrial interfere sobre 16,6% da estimativa de demanda de água na Bacia e o agropecuário sobre 57,7%, enquanto as estimativas de demográficas interferem sobre 25,7% da demanda.

Quadro 6.2 Participação dos tipos de demanda no Cenário Atual da Bacia do Rio Doce (% em 2006).

Demanda	%
Abastecimento urbano	21,8
Abastecimento rural	3,9
Sub-população	25,7
Irrigação	50,9
Animal	6,8
Sub-agropecuária	57,7
Industrial	16,6
Total	100,0

Considerando os aspectos descritos em relação ao cenário projetado pelo Plano Nacional de Habitação, optou-se por não utilizá-lo na cenarização alternativa ao tendencial no Prognóstico da Bacia do Rio Doce. Contudo, os elementos arrolados e as informações disponibilizadas ofereceram condições objetivas para a seleção de outra cenarização.

Para este Prognóstico, foram considerados os seguintes cenários alternativos:

1. Desenvolvimento

- Multiplicação do percentual utilizado no cálculo do cenário tendencial pelo fator 1,262, ou seja, um aumento de 26,2% na taxa utilizada para cálculo da demanda de dessedentação animal, irrigação e industrial, correspondente à variação do cenário otimista do Plano Nacional de Energia.

Nos anos de 2003 a 2006, o PIB de Minas Gerais e do Espírito Santo cresceram mais que o PIB do conjunto do país e cresceram mais que o PIB de São Paulo e do Rio de Janeiro, as duas maiores economias do país. Ou seja, o cenário tendencial do crescimento da economia da Bacia já tem embutido um desempenho positivo dos municípios frente ao comportamento da economia nacional, não permitindo uma hipótese de crescimento significativamente maior que o já projetado.

Além disso, a economia da Bacia, especialmente no segmento industrial, o qual representa o maior valor agregado dos setores da economia, não é diversificada, alicerçando-se nos segmentos de mineração, siderurgia e celulose. Estas indústrias são intensivas em recursos naturais e definem sua localização por vantagens locacionais em relação a outras unidades produtivas (presença de minérios ou de cultivos florestais), com baixo potencial de repasse para a economia local de uma taxa de sinergia elevada (dinamizadora de novas atividades industriais). Indústrias intensivas em capital ou em conhecimento, como é a indústria metalmeccânica, eletroeletrônica, entre outras, possuem potencial sinérgico muito maior, mas não são relevantes no contexto produtivo da bacia. Ou seja, a hipótese de crescimento da economia regional com base industrial depende diretamente do crescimento destes setores mais tradicionais ou do desenvolvimento de novos pólos de industrialização, o que requer investimento e tempo consideráveis.

A economia agropecuária, como não poderia deixar de ser, também depende dos recursos naturais, entre eles solos e água, e de investimentos consideráveis para o desenvolvimento de segmentos de maior competitividade. Ou seja, mesmo em um cenário positivo, ela tenderá a acompanhar o crescimento registrado em âmbito nacional.

Desta forma, a taxa de incremento de crescimento proposta no cenário de desenvolvimento da economia da Bacia pode ser considerada uma estimativa bastante otimista para o período longo de 24 anos cenarizado, considerando o atual desempenho da economia regional.

- Multiplicação do percentual utilizado no cálculo do cenário demográfico tendencial pelo fator 1,10, ou seja, um aumento de 10,0% na taxa utilizada para cálculo da demanda de abastecimento humano.

Como foi comentado, o incremento econômico não representa diretamente um incremento populacional, mas sim, um provável fluxo migratório. Supondo que a economia regional venha a apresentar um ritmo de crescimento maior ou mesmo uma intensa diversificação econômica, este não será um processo homogêneo em toda a bacia. A tendência será que alguns municípios acabem registrando taxas maiores de crescimento em detrimento de outros do entorno regional (como já ocorre atualmente), os quais cederão população aos municípios que registram ampliação da oferta de emprego e renda. No cômputo final, o resultado regional acaba se diluindo. Assim, um incremento de 10% na taxa de crescimento da população representa uma estimativa bastante segura, ou mesmo improvável, para a consideração de um cenário demográfico alternativo de desenvolvimento econômico mais intenso.

2. Pouco Desenvolvimento

- Multiplicação do percentual utilizado no cálculo do cenário tendencial pelo fator 0,738, ou seja, uma redução de 25,2% na taxa utilizada para cálculo da demanda de dessedentação animal, irrigação e industrial, correspondente à variação do cenário pessimista do Plano Nacional de Energia.

Este cenário reflete o efeito inverso do cenário projetado de desenvolvimento e está associado a um fraco desempenho da economia projetada como tendencial, provavelmente associado a um processo de crise econômica, no mínimo, de âmbito regional, fruto da perda de competitividade de seus principais produtos industriais e agropecuários ou ainda uma redução significativa da demanda destes produtos, conforme veio a ocorrer

efetivamente no final de 2008 e início de 2009 com a crise financeira internacional e sua repercussão sobre a demanda de produtos exportados.

Uma redução de 25,2% na taxa de crescimento da atividade econômica pode representar aparentemente pouco, pois em muitas situações as taxas projetadas tendencialmente se manteriam positivas ou mesmo elevadas. Entretanto, a economia não costuma ter comportamentos lineares ao longo de períodos de tempo maiores e as linhas de tendência, quando se realizam como taxas efetivas, tendem a ter oscilações significativas, com períodos de crise e expansão econômica se alternando. Quando a taxa de redução é aplicada de forma contínua em relação a um período longo o impacto negativo da economia é considerável.

- Multiplicação do percentual utilizado no cálculo do cenário demográfico tendencial pelo fator 0,90, ou seja, uma redução de 10,0% na taxa utilizada para cálculo da demanda de abastecimento humano.

Considerando que as taxas de crescimento da população já são declinantes no cenário tendencial, uma redução ainda mais significativa representaria uma situação de dificuldade econômica prolongada que faria a população da região migrar em busca de melhores alternativas.

3. Cenário com melhoria da gestão de recursos hídricos

Este cenário corresponde a uma situação de melhoria da gestão de recursos hídricos superficiais, basicamente, pelo aumento da eficiência dos processos produtivos e, especialmente, pela melhoria da eficiência das redes públicas de captação, tratamento e distribuição de água. Sobre o cenário de demanda não impactam as melhorias nos sistemas de coleta e tratamento de efluentes, os quais, em termos quantitativos, não alteram significativamente as quantidades de água retornadas.

Do ponto de vista do abastecimento industrial, por serem os principais segmentos locais indústrias já instaladas de longa data e de grande porte, os processos de controle e fiscalização já atuaram de forma importante, não dispondo de muita margem para melhoria significativa da eficácia dos processos industriais de extração mineral, siderurgia e celulose. Os ganhos neste setor são estimados em apenas 5% sobre a demanda atual, ou seja, a multiplicação das demandas estimadas pelo fator 0,95.

No setor agropecuário, a dessedentação animal tem relação direta com os rebanhos, os quais, conforme aumenta a eficiência do manejo, tenderão a aumentar o volume de água incorporado ao produto final (cabeça abatida), podendo reduzir a demanda apenas no manejo sanitário.

Com relação à irrigação, por se tratar de irrigação eventual (apenas em períodos de escassez) e raramente por inundação, a melhoria na gestão de recursos hídricos não tem perspectiva de ser eficaz na melhoria do desempenho da relação entre a água retirada e a quantidade de produto final. Entretanto, investimentos em infraestrutura de irrigação e sistemas de distribuição de água podem agregar maior eficiência que as captações pontuais e isoladas dos produtores individualmente. Porém, o espectro de manejo é limitado.

Assim, para efeitos de cenarização, estima-se, também, uma melhoria de 5% sobre a demanda atual de dessedentação animal e irrigação por conta de uma melhor gestão dos recursos hídricos, correspondentes a multiplicação das demandas estimadas pelo fator 0,95.

No âmbito do abastecimento humano estão as melhores possibilidades de melhoria da eficácia da gestão com redução da pressão de demanda. Parte desta eficácia resultaria da redução das perdas do sistema de distribuição, aumento da cobrança individualizada da água, induzindo à redução do consumo e do desperdício, bem como a melhoria dos equipamentos hidráulicos domésticos, especialmente caixas de descarga, para sistemas sanitários mais eficientes.

Considerando estes aspectos, estima-se uma melhoria da eficácia que pode representar uma média de 17,0% do consumo atual neste segmento. Obviamente nos primeiros anos do período, este percentual certamente seria menor, tendendo a aumentar ao longo do período. Por este motivo, projeta-se uma melhora de 17% a partir de 2010, supondo que sejam necessários investimentos que por sua vez demandem articulações institucionais um pouco mais demoradas para se viabilizarem, ainda que exista um grande espaço para a melhoria da eficiência. Ou seja, as demandas estimadas para abastecimento humano neste cenário serão multiplicadas pelo fator 0,83.

Feitas as considerações relativas a estes três cenários, procedeu-se à aplicação dos valores de cenarização a partir do período base (2006) sobre os demais anos do período previsto, de acordo com os valores estipulados.

Tendo em vista a forma como foram montados os cenários alternativos, ou seja, uma estimativa de cenarização positiva e negativa com uma considerável margem de variação e o fato de que a gestão dos recursos hídricos não dispõe de um espectro muito largo de atuação, observa-se que as curvas formadas pelos cenários alternativos obedecem a uma distância e a uma ordenação aproximadamente regular em relação ao cenário tendencial.

Os maiores valores projetados para a demanda total de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Doce encontram-se no chamado cenário de desenvolvimento, no qual são consideradas as maiores elevações de demanda sem alteração no cenário de gestão desta demanda. Neste cenário, a retirada projetada para 2030 elevar-se-ia dos atuais 29,733 m³/s estimados no cenário tendencial para 51,467 m³/s (Figura 6.3), correspondentes a um crescimento de 73,1% (Figura 6.4).

Acima do valor de retirada do cenário tendencial encontra-se também o cenário de desenvolvimento com gestão. Ou seja, mesmo que a gestão atenua a retirada neste cenário, a projeção é que para 2030 sejam retirados 47,666 m³/s, equivalentes a um aumento da retirada de 60,3% no período.

Os cenários de pouco desenvolvimento e de pouco desenvolvimento com gestão oferecem os patamares mínimos projetados para a retirada no período 2006/2030. Mesmo assim, a retirada teria um aumento projetado de 37,6% e 26,8%, respectivamente a cada cenário.

Ou seja, os cenários alternativos para a retirada na bacia projetam um crescimento provável da demanda total da ordem de 26,8 a 73,1% em relação à retirada estimada atualmente na Bacia do Rio Doce.

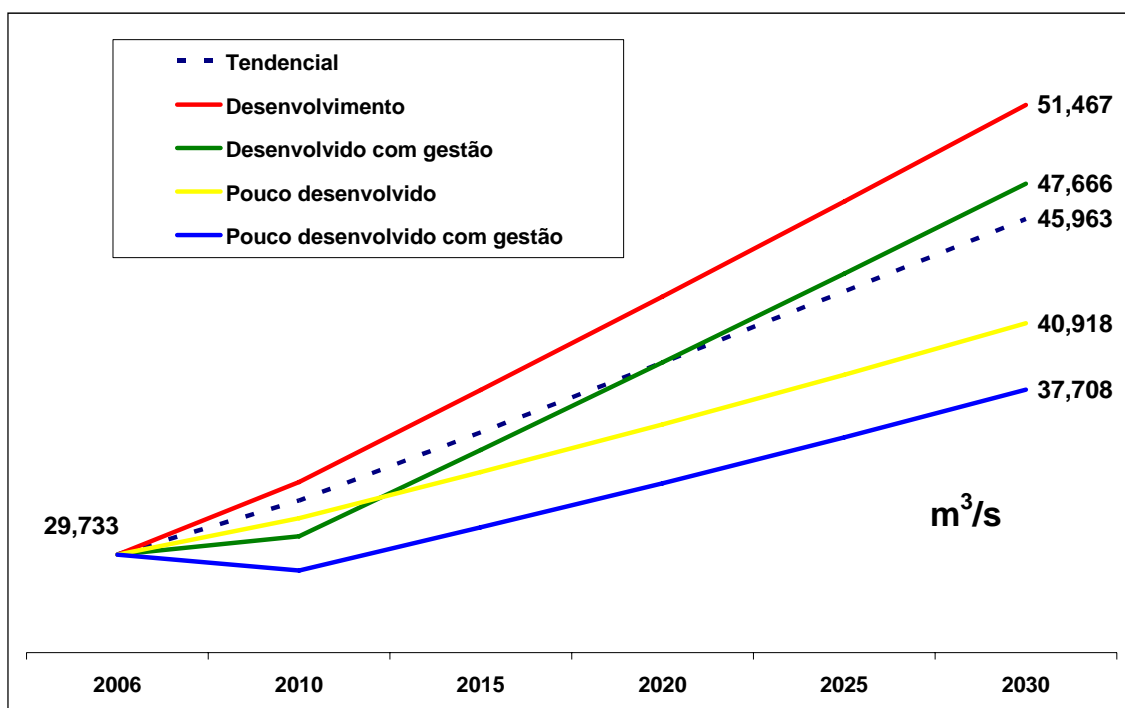


Figura 6.3 Retirada projetada total por cenário na Bacia do Rio Doce (2006-2030).

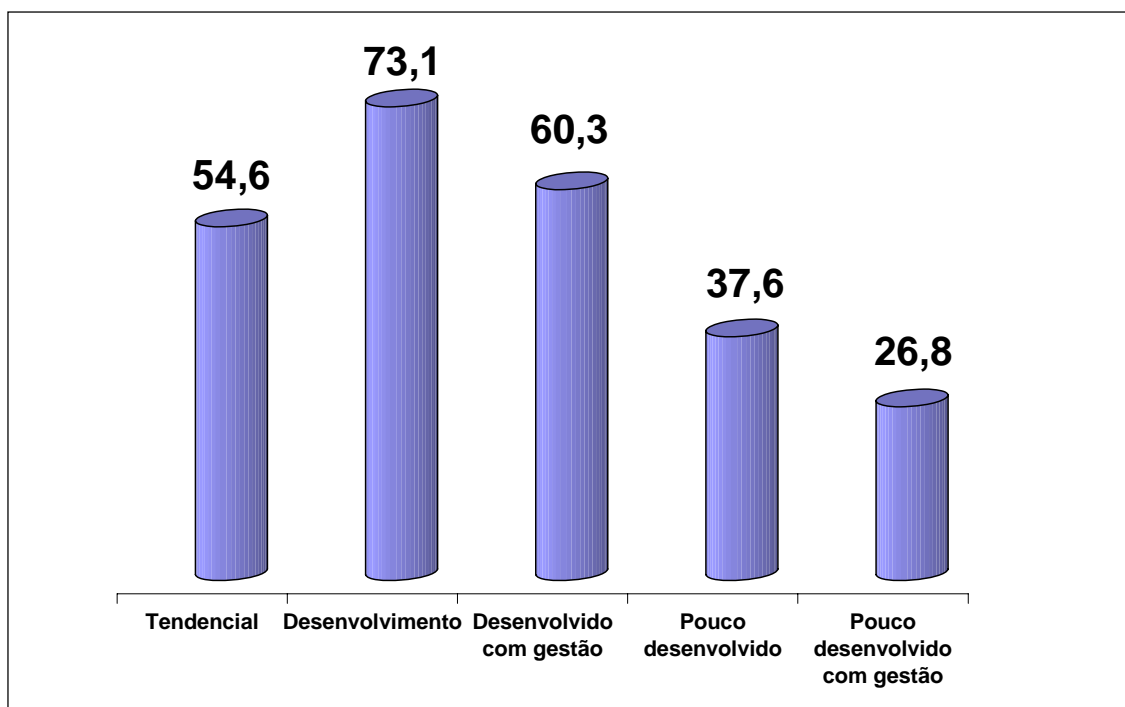


Figura 6.4 Variação (%) da retirada projetada total por cenário na Bacia do Rio Doce (2006-2030).

A seguir, são apresentados gráficos específicos dos cenários alternativos para cada tipo de retirada. Para cada tipo é apresentado um gráfico com os valores projetados para 2006 (cenário atual) e 2030, bem como um outro gráfico com as taxas de crescimento da retirada no período.

O objetivo com estes gráficos é oferecer uma visão geral das faixas de valores de retirada e da proporção de crescimento estimado para cada tipo de uso. Os valores

resultantes destas cenarizações são apresentados no final do capítulo na forma de tabelas completas para consulta, constando a discriminação por UPGRH e sub-bacia, para todos os cenários e para os valores de retirada, retorno e consumo.

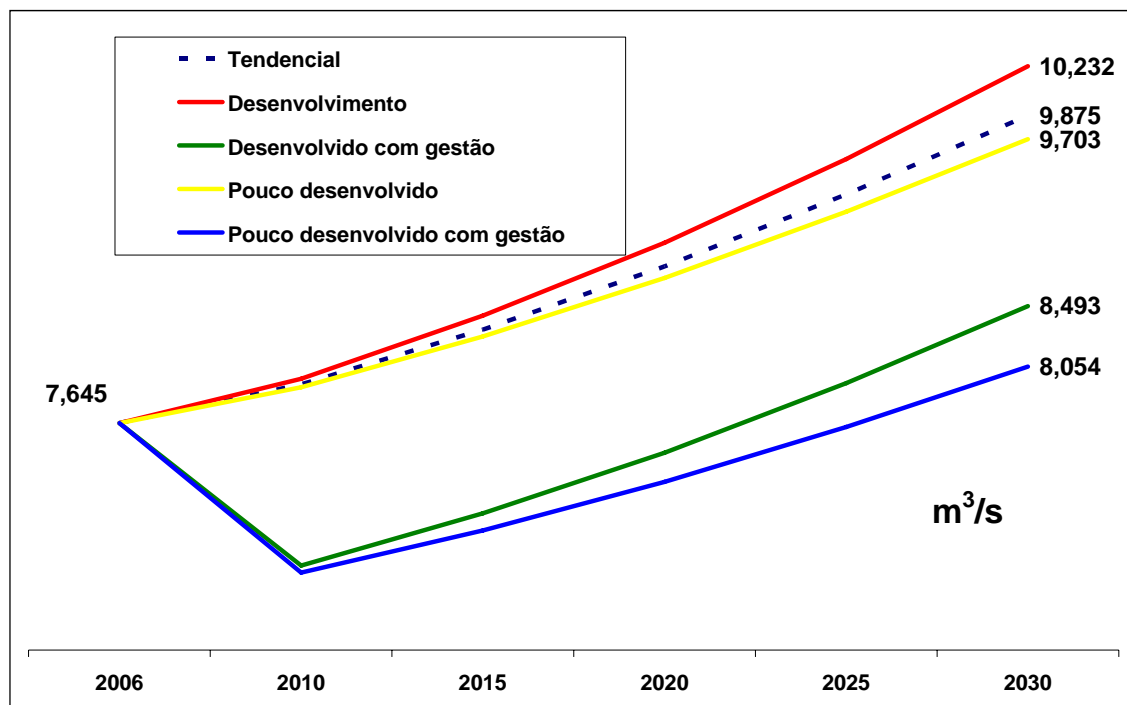


Figura 6.5 Retirada projetada para abastecimento humano por cenário na Bacia do Rio Doce (2006-2030).

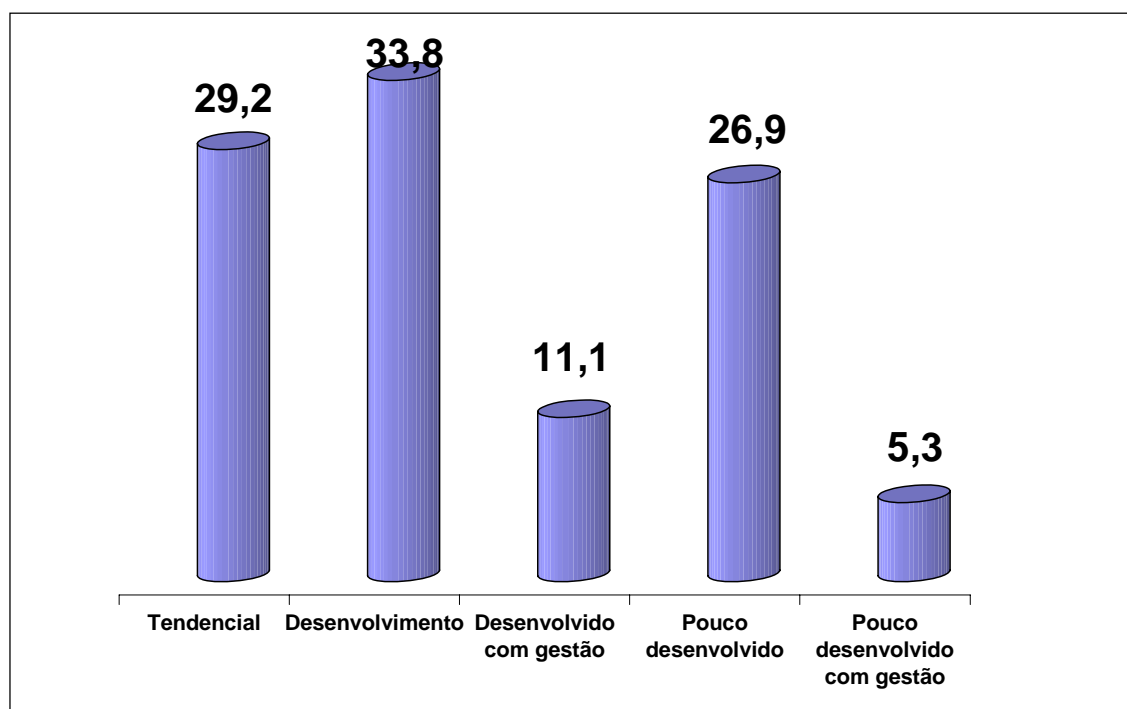


Figura 6.6 Variação da retirada projetada para abastecimento humano por cenário (2006-2030).

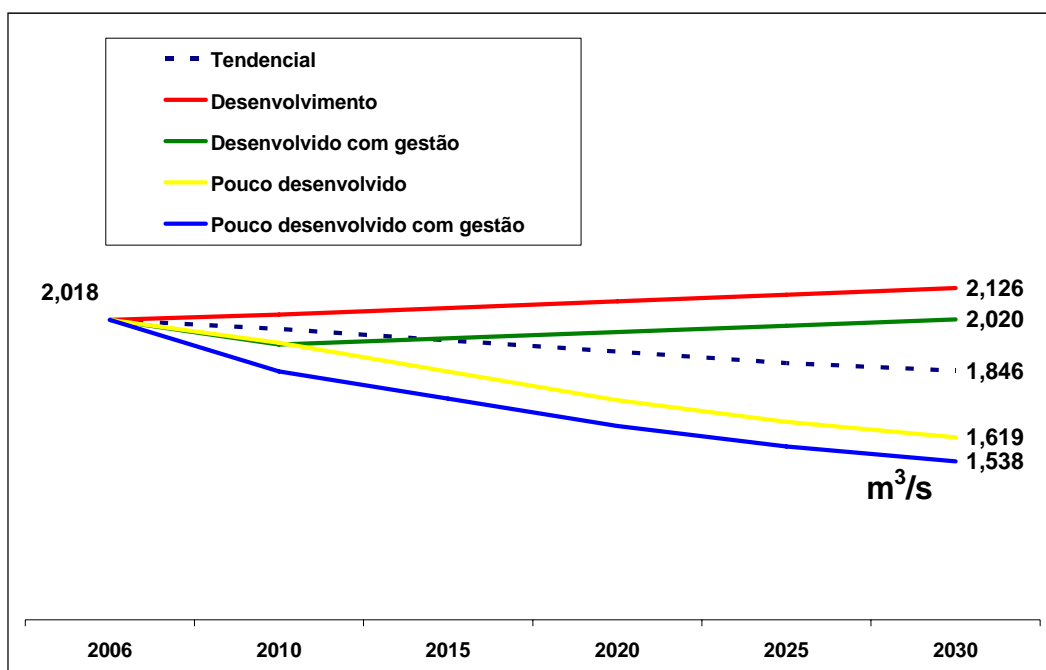


Figura 6.7 Retirada projetada para dessedentação animal por cenário na Bacia do Rio Doce (2006-2030).

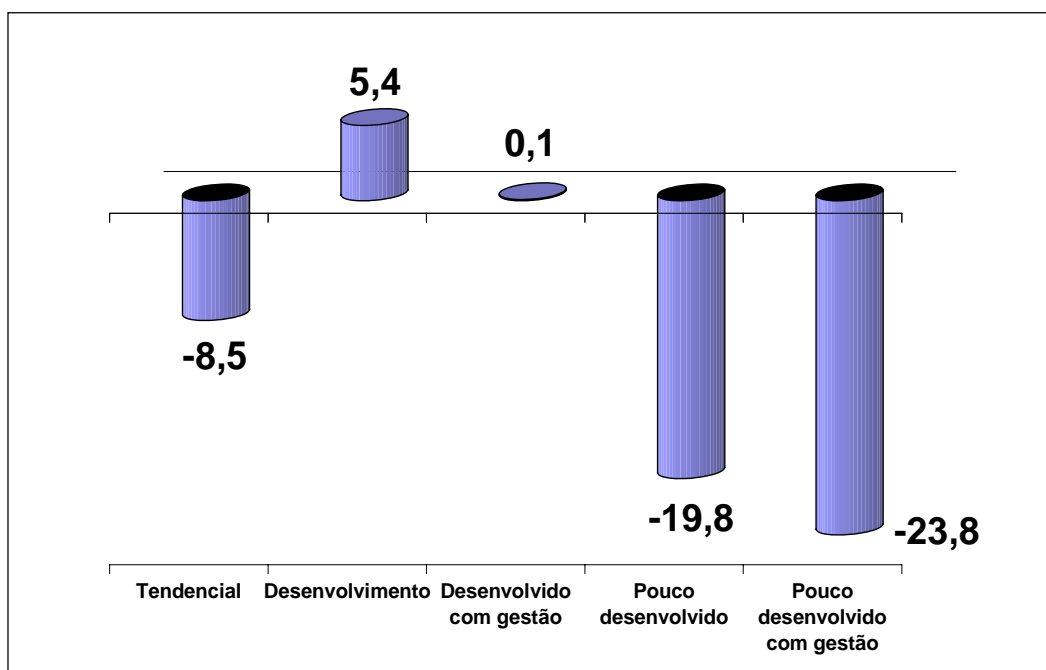


Figura 6.8 Variação da retirada projetada para dessedentação animal por cenário (2006-2030).

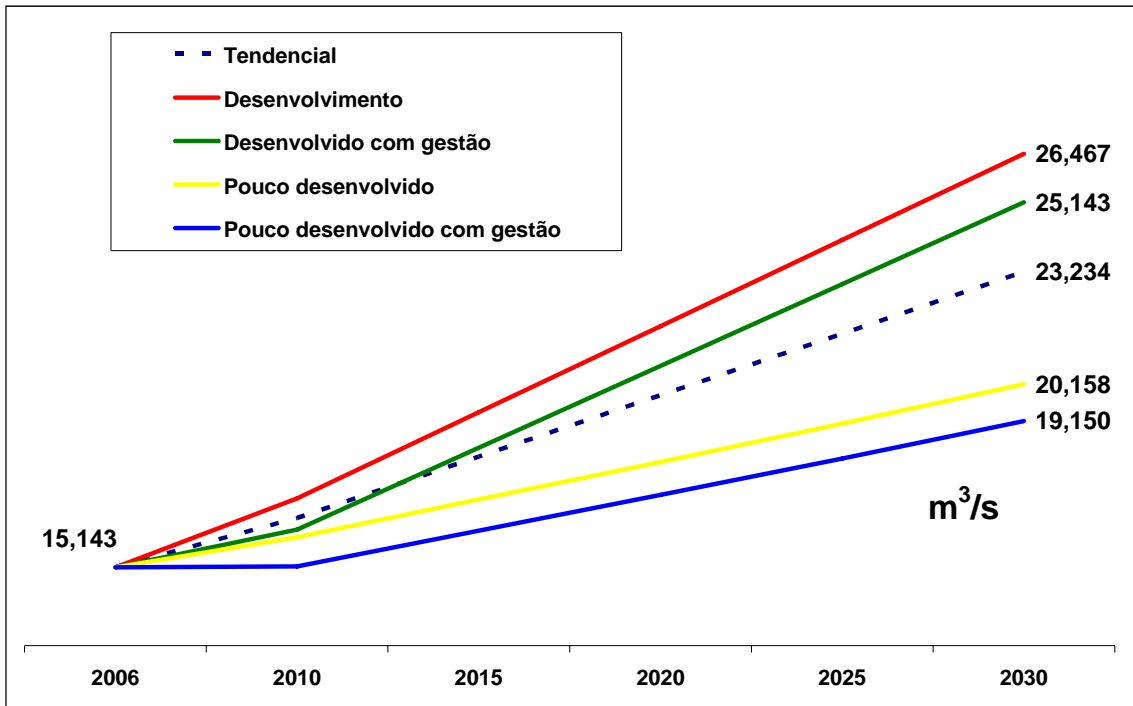


Figura 6.9 Retirada projetada para irrigação por cenário na Bacia do Rio Doce (2006-2030).

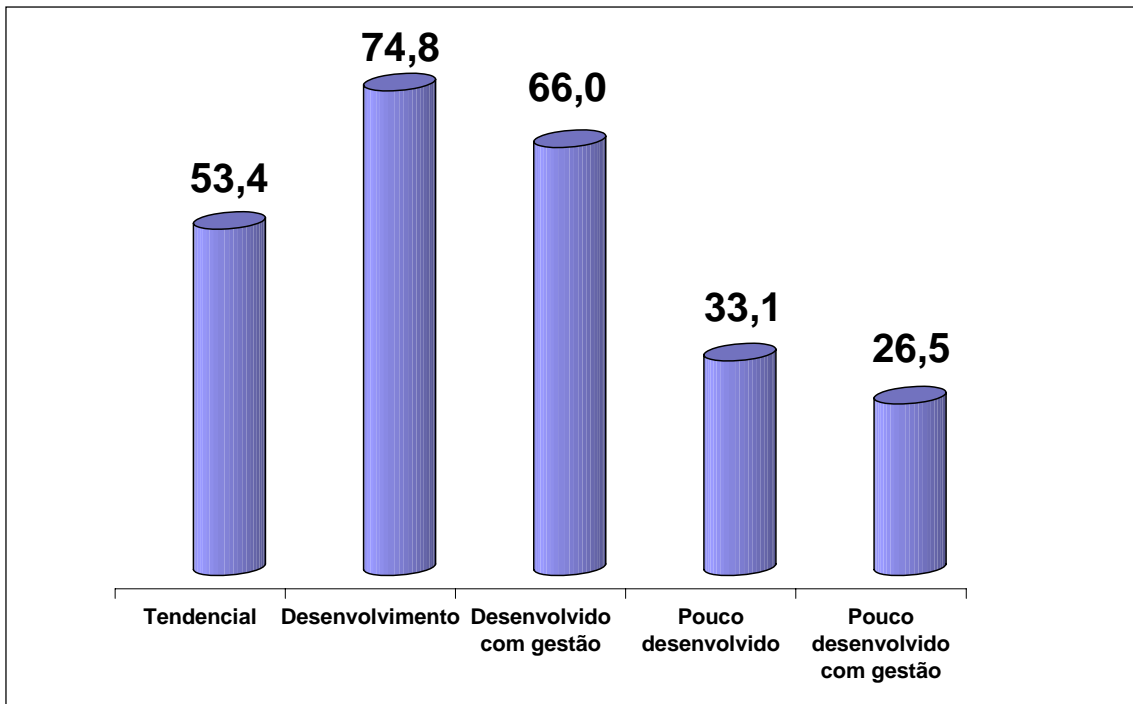


Figura 6.10 Variação da retirada projetada para irrigação por cenário (2006-2030).

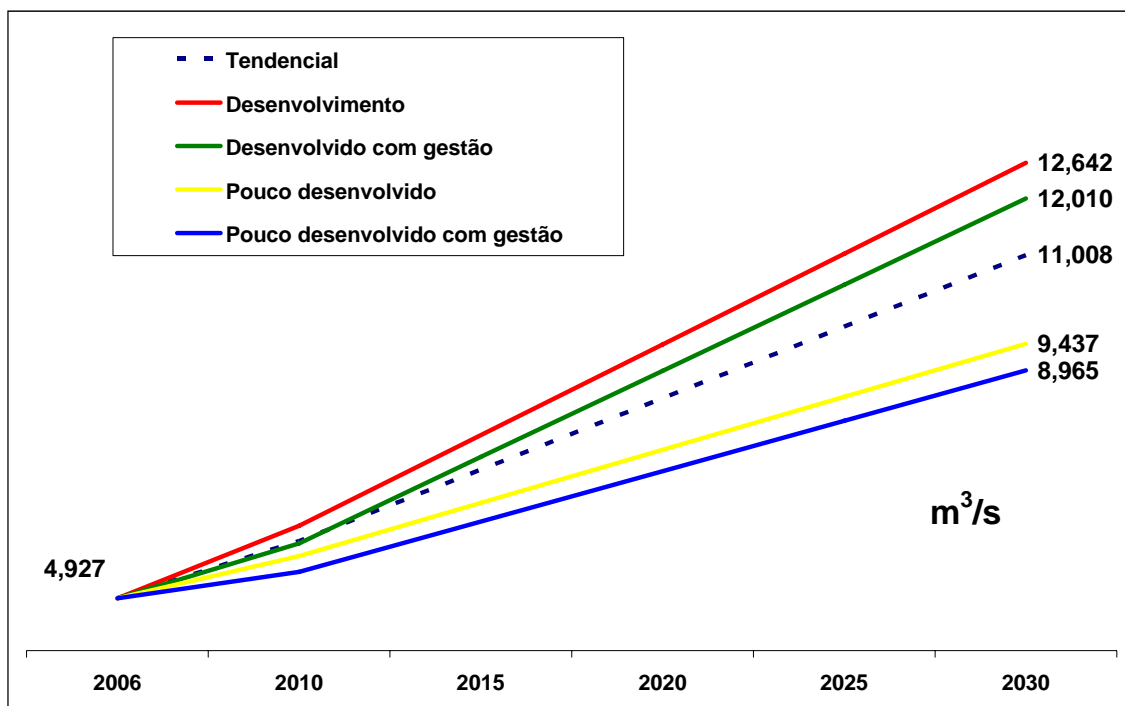


Figura 6.11 Retirada projetada para abastecimento industrial por cenário na Bacia do Rio Doce (2006-2030).

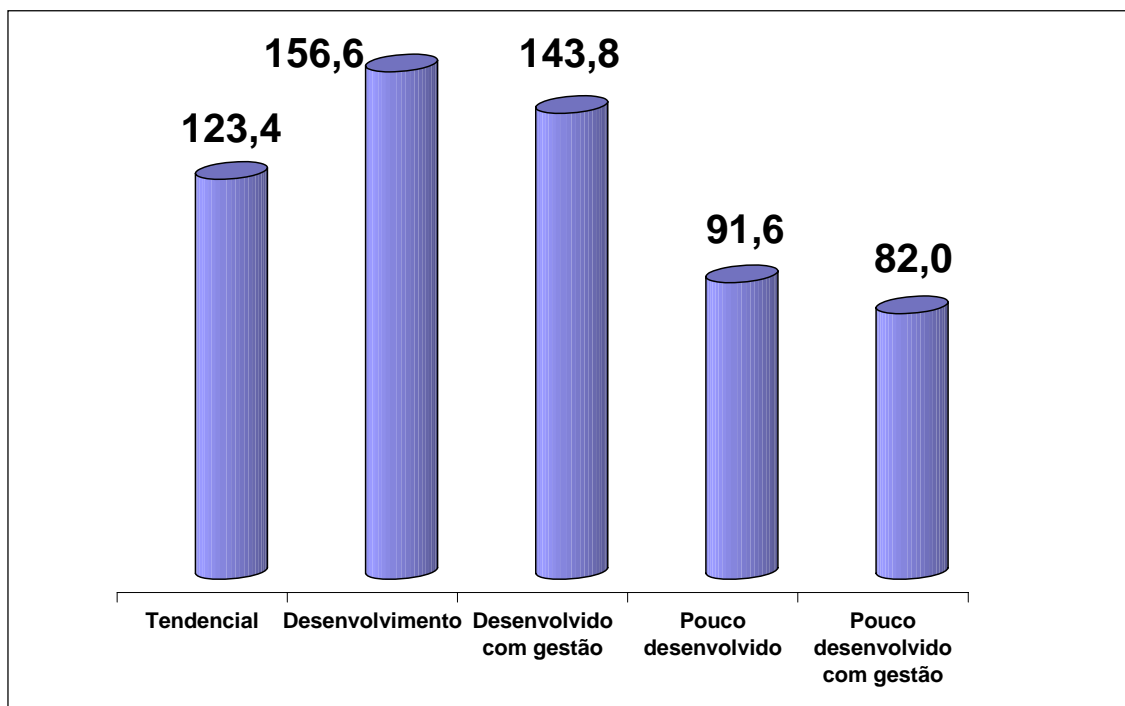


Figura 6.12 Variação da retirada projetada para abastecimento industrial por cenário (2006-2030).

6.3 BALANÇO HÍDRICO DOS CENÁRIOS

A elaboração do balanço hídrico dos cenários tem por objetivo identificar situações críticas de déficit hídrico nas sub-bacias analisadas, com o fim último de se propor e viabilizar ações com vistas a sanar estes déficits. O resultado do balanço de cada sub-bacia é o saldo hídrico, cujos valores negativos representam as quantidades de água a serem “ativadas”, através da construção de novos reservatórios, da implantação de poços e/ou da importação de vazões de regiões vizinhas.

Os balanços foram calculados com base nos critérios de vazão máxima outorgável, diferenciados de acordo com a região: 30% da $Q_{7,10}$ em Minas Gerais e 50% da $Q_{7,10}$ no Espírito Santo.

Os saldos hídricos obtidos a partir dos balanços para a situação atual e para o ano de 2030, de cada um dos Cenários analisados, estão mostrados no Quadro 6.3.

Na situação atual, como linha de base, apenas as bacias do Santa Joana e Pancas, apresentam déficit hídrico, embora os valores resultantes sejam relativamente baixos, de 0,49 e 0,08 m³/s. Estes déficits são facilmente supridos com medidas simples de aumento de disponibilidade, tais como captação subterrânea ou regularização de vazão através de barramentos, coadjuvados por medidas de contenção de demandas, como uso racional da água, controle de perdas, etc.

Ao se projetar o saldo hídrico para o ano de 2030, em todos os cenários analisados, os déficits hídricos passaram a ocorrer também nas bacias dos rios São José, e na unidade de análise Barra Seca. Estas sub-bacias e unidade de análise ocorrem na parte baixa da bacia do rio Doce, sendo que estes déficits são resultados das demandas calculadas para a irrigação. Nas sub-bacias mineiras, que ocorrem na parte superior e média da bacia do Doce, não se observam déficits hídricos.

Os déficits hídricos mais severos são observados na unidade de análise Barra Seca, e em menor escala, na sub-bacia do rio São José. Os déficits das sub-bacias Santa Joana e Pancas podem ser considerados pouco significativos.

Em termos de evolução dos déficits, ao longo dos cenários analisados, observa-se que, à exceção da bacia do São José e da unidade Barra Seca, a evolução dos saldos nas outras sub-bacias foi pouco abrupta, considerando o horizonte de 2030. Os saldos hídricos foram mais impactados no cenário de Desenvolvimento, em primeiro lugar, seguido do cenário de Desenvolvimento com Gestão. Estes dois cenários, em linhas gerais, apontam para saldos hídricos próximos ao cenário Tendencial.

No conjunto, o déficit hídrico da unidade Barra Seca é superior ao somatório dos saldos negativos das outras bacias onde se verifica déficit.

Ao se analisar o saldo hídrico por segmento, para distintos cenários (Quadro 6.3), observa-se que a modelagem resultante aponta para comprometimentos críticos (demanda supera a disponibilidade) no horizonte 2030, predominantemente, nas sub-bacias dos rios Pancas, Santa Joana e São José, e na unidade de Barra Seca.

Quadro 6.3 Saldos hídricos para as sub-bacias do rio Doce, considerando distintos cenários (m³/s).

Bacia	Cenário Atual				Cenários (2030)									
					Tendencial		Desenvolvimento		Desenvolvimento c/ Gestão		Pouco Desenvolvimento		Pouco Desenvolvimento c/ Gestão	
	Q 7,10	Q out	Q ret	Saldo	Q ret	Saldo	Q ret	Saldo	Q ret	Saldo	Q ret	Saldo	Q ret	Saldo
Piranga	32,00	9,60	1,28	8,32	1,48	8,12	1,53	8,07	1,36	8,24	1,44	8,16	1,2	8,32
Carmo	21,30	6,39	1,30	5,09	2,59	3,80	2,93	3,46	2,75	3,64	2,27	4,12	2,12	4,27
Casca	8,09	2,43	0,61	1,82	0,59	1,84	0,60	1,82	0,55	1,87	0,57	1,85	0,52	1,90
Matipó	7,23	2,17	0,39	1,78	0,37	1,80	0,40	1,77	0,35	1,82	0,34	1,83	0,30	1,87
Piracicaba	29,90	8,97	3,88	5,09	7,31	1,66	8,27	0,70	7,67	1,30	6,46	2,51	5,96	3,01
Santo Antônio	46,70	14,01	0,79	13,22	0,71	13,30	0,75	13,26	0,67	13,34	0,68	13,33	0,62	13,39
Corrente Grande	9,40	2,82	0,25	2,57	0,22	2,60	0,24	2,58	0,21	2,61	0,20	2,62	0,17	2,65
Suaçuí Pequeno	5,25	1,58	0,17	1,41	0,11	1,46	0,13	1,44	0,12	1,45	0,10	1,47	0,09	1,48
Suaçuí Grande	20,40	6,12	1,43	4,69	1,03	5,09	1,17	4,95	1,06	5,06	0,90	5,22	0,80	5,32
Caratinga	5,83	1,75	1,16	0,59	1,25	0,50	1,27	0,48	1,15	0,60	1,23	0,52	1,11	0,64
Manhuaçu	23,10	6,93	1,98	4,95	2,00	4,93	2,05	4,88	1,88	5,05	1,96	4,97	1,79	5,14
Guandu	5,16	2,58	1,44	1,14	1,80	0,78	1,89	0,69	1,78	0,80	1,71	0,87	1,61	0,97
Santa Joana	0,78	0,39	0,88	-0,49	1,53	-1,14	1,70	-1,31	1,61	-1,22	1,37	-0,98	1,29	-0,90
Pancas	0,98	0,49	0,57	-0,08	1,24	-0,75	1,42	-0,93	1,34	-0,85	1,07	-0,58	1,02	-0,53
São José	2,75	1,38	1,34	0,03	3,51	-2,14	4,06	-2,69	3,80	-2,42	2,99	-1,62	2,78	-1,41
Barra Seca	14,90	7,45	4,49	2,96	12,50	-5,05	14,53	-7,08	13,65	-6,20	10,60	-3,15	9,94	-2,49

Entretanto, notadamente na sub-bacia do rio Piracicaba e na área incremental do rio Doce, próximo à foz do Piracicaba, ocorrem segmentos onde se observa saldo hídrico negativo, notadamente próximo à região metropolitana de Ipatinga.

A Figura 6.13 e Figura 6.14 detalham o balanço hídrico por segmento, para o ano de 2030, para os cenários Tendencial e Com Desenvolvimento, respectivamente. É possível observar, que espacialmente, não existem diferenças significativas entre os mesmos.

Estes resultados apontam para a necessidade de projetar intervenções localizadas, mesmo em bacias onde o balanço hídrico, calculado globalmente, apresente resultado positivo.

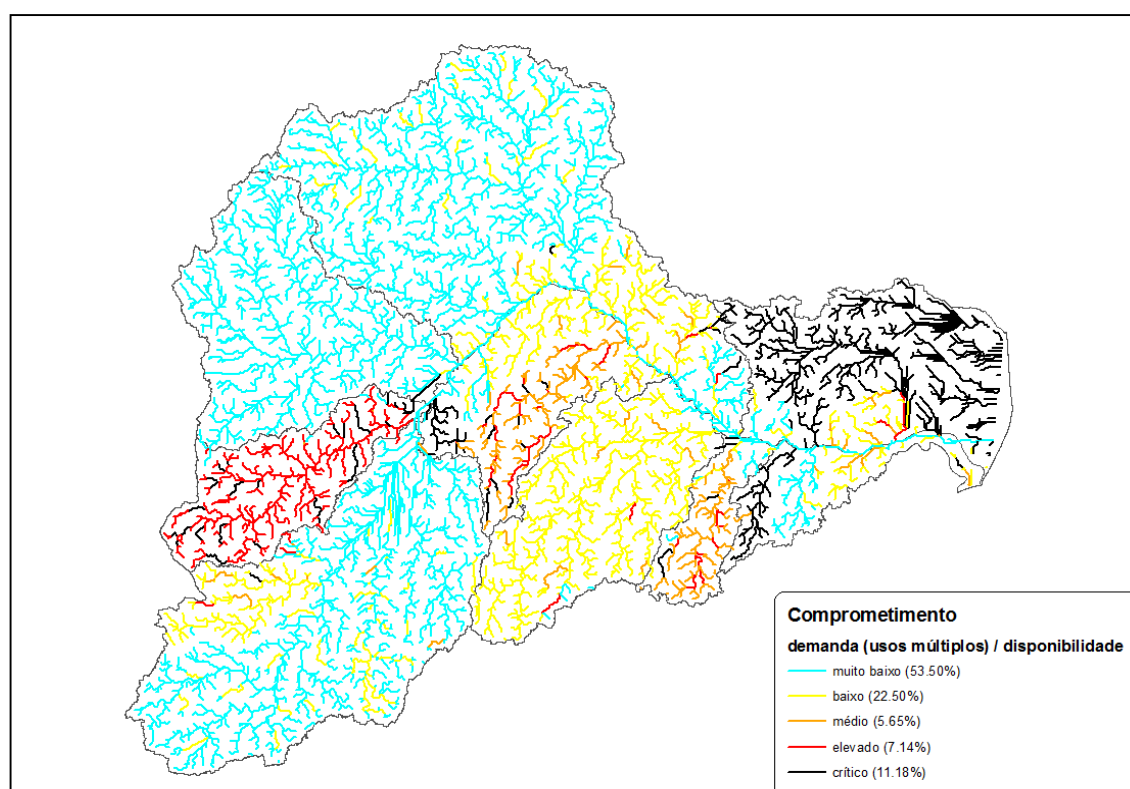


Figura 6.13 Saldo hídrico para o cenário Tendencial.

No tocante à qualidade da água, tomando a DBO como parâmetro, percebe-se que, para o cenário 2030, aproximadamente 18,5% dos trechos de rios enquadram-se na Classe 4. Este quadro denota uma sensível piora da situação atual, onde apenas 0,18% encontram-se em situação de Classe 4 de enquadramento.

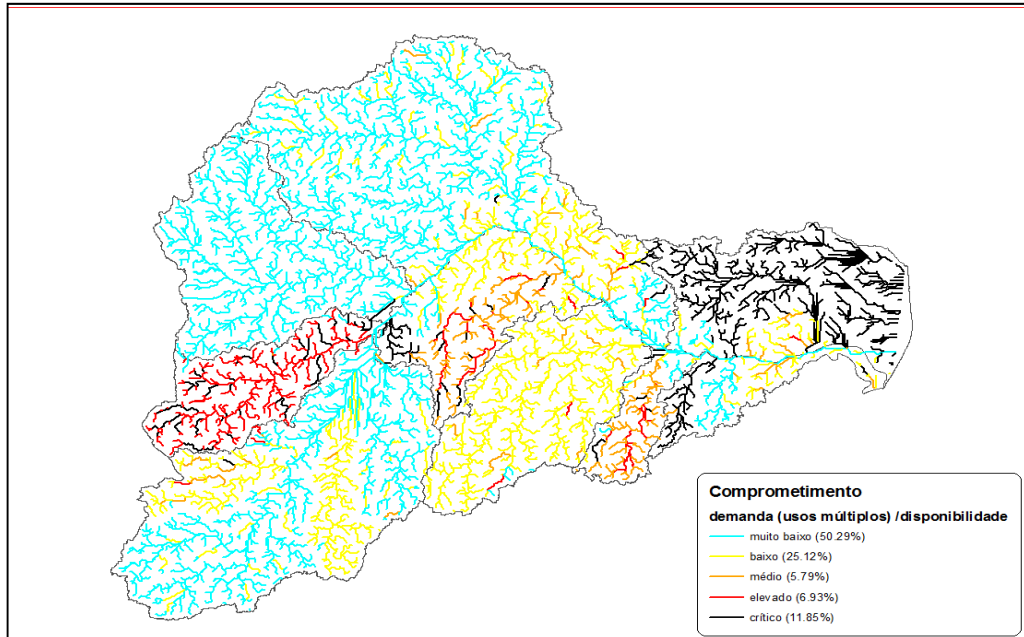


Figura 6.14 Saldo hídrico para o cenário Com Desenvolvimento.

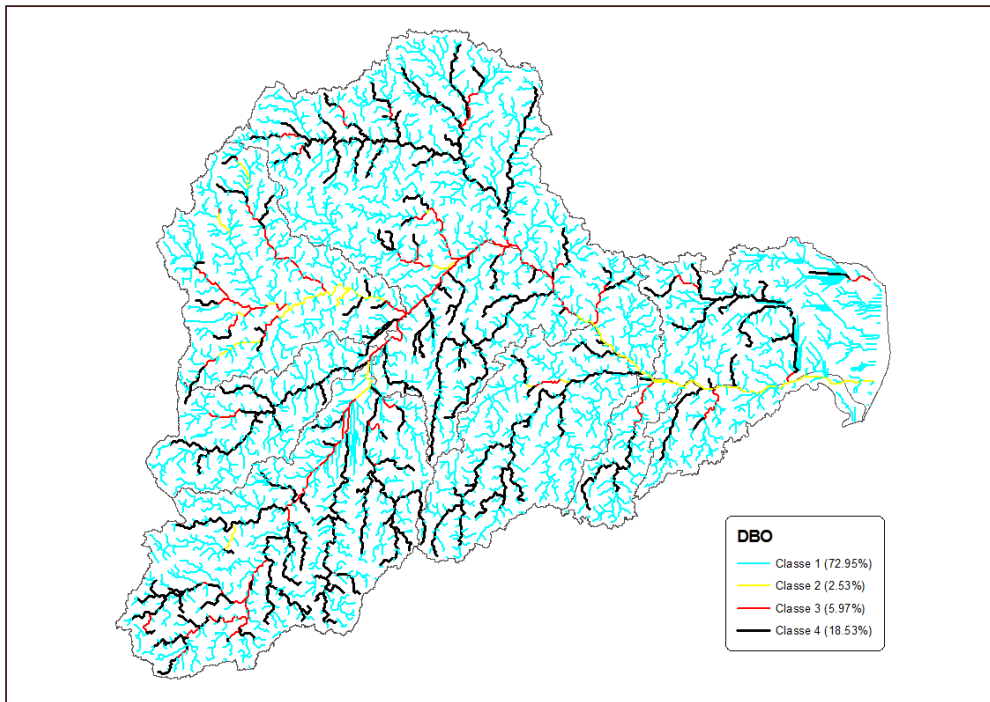


Figura 6.15 Estimativa da situação da qualidade dos corpos hídricos, em termos de DBO, no cenário Tendencial (2030).

6.4 COMPATIBILIZAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES COM AS DEMANDAS HÍDRICA

A análise da compatibilização tem por objetivo cotejar as alternativas técnicas viáveis para cobrir déficits hídricos eventualmente identificados na bacia. Desta maneira, são analisados, a princípio, alternativas para o aumento das disponibilidades e alternativas de redução do consumo, discutindo-se, ao final do estudo, sua aplicabilidade, frente ao quadro diagnosticado em cada uma das unidades de planejamento.

6.4.1 Alternativas de Incremento das Disponibilidades Hídricas

A disponibilidade hídrica representa o volume de água que pode ser aplicado nas diversas utilizações das atividades humanas, tais como abastecimento humano, dessedentação, irrigação, uso industrial, etc. De fato, considerando a variabilidade dos estoques de água na natureza, ora com ocorrências em excesso, ora em regimes de escassez, o confronto com as demandas deve ser feito para as condições de eventos extremos mínimos, como forma de assegurar um atendimento pleno no restante do tempo.

Aumentar as disponibilidades hídricas significa, portanto, buscar maneiras de aumentar a oferta de água, de forma que haja maior estocagem difusa na bacia, tornando a oferta de água mais regular. Basicamente, este objetivo pode ser atingido através das seguintes medidas:

6.4.1.1 Construção dos reservatórios / Captação de Água Subterrânea

Existem vários reservatórios na bacia do rio Doce, implantados primordialmente para a geração de energia. Entretanto, estes não apresentam potencial de regularização de vazões, não influenciando na disponibilidade hídrica baseada em séries históricas. O valor obtido para o potencial de regularização, em determinado local, se refere ao potencial de regularização máximo alcançável. Em termos práticos, isso significa que só se consegue essa regularização por meio de uma operação do reservatório com todo o seu deplecionamento, caso contrário, o potencial de regularização real será menor que o valor obtido para o potencial de regularização máximo.

A construção de reservatórios apresenta, ainda, uma série de custos ambientais associados, tais como relocação de infra-estrutura, pagamento de indenizações; salvamento do patrimônio histórico e arqueológico, e compensações ambientais, entre outras. Os impactos sobre a biodiversidade, qualidade da água e, em determinados casos, sobre a dinâmica social de comunidades, também podem se tornar significativos.

Este conjunto de fatores tem levado a uma forte resistência a este tipo de empreendimento, por parte das populações afetadas e do restante da sociedade, mesmo considerando a possibilidade de usos múltiplos, tais como irrigação, geração de energia, aproveitamento turístico, etc.

Na bacia do rio Doce, conforme relatado no diagnóstico, a maioria das captações de água para abastecimento urbano são superficiais, a fio d'água e, em menor escala, em poços profundos. Não há casos de existência de reservatórios para esta finalidade.

Entre os casos de abastecimento com água subterrânea, destacam-se o abastecimento da cidade de Itabira, que recebe significativa contribuição de água oriunda do rebaixamento operacional das minas de da VALE, e as cidades do Vale do Aço:

Timóteo, com vazão de 628,69 L/s de 20 poços; Coronel Fabriciano, com 1.524,34 L/s de 11 poços; e Ipatinga, com 1.524,34 L/s de 28 poços.

Este conjunto de baterias de poços no Vale do Aço constitui um fenômeno geológico raro, que é a filtração das águas do rio Piracicaba através de camadas de aluvião.

Principalmente no caso de poços para o abastecimento público, é imprescindível a preservação das áreas de recarga, para garantir a sustentabilidade de qualidade da água captada. É também frequente a presença de ferro-bactérias, que exigem um pré-tratamento diferenciado.

Há que se ressaltar que nos sistemas existentes no Brasil de cobrança pelo uso de recursos hídricos, a água captada em poços profundos é sobretaxada em mais de 20% em relação à água superficial. Além disto, o custo com energia é mais oneroso do que os sistemas superficiais, o que evidencia a necessidade imperiosa de racionalização do seu uso.

O Quadro 6.4 apresenta os percentuais de cada o tipo de captação de água para abastecimento urbano na bacia do Rio Doce, considerando-se os dados do SNIS – Sistema Nacional de Informações de Saneamento. Percebe-se que as captações superficiais para abastecimento humano são predominantes, em todas as unidades analisadas, sendo que o abastecimento por poços subterrâneos é mais significativo nas unidades de planejamento mineiras.

Quadro 6.4 Tipo de captação para abastecimento humano na bacia do rio Doce, por UGRH.

UPGRH/UA	Tipo de Captação							
	Poço		Poço/Superficial		Superficial		Sem Informação	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
DO1	11	18	8	13	20	32	23	37
DO2	3	18	3	18	5	29	6	35
DO3	3	13	2	9	5	22	13	57
DO4	5	12	4	10	20	49	12	29
DO5	3	12	3	12	17	68	2	8
DO6	0	0	13	57	0	0	10	43
Guandu	0	0	3	75	0	0	1	25
Santa Maria do Doce	0	0	1	25	2	50	1	25
São José	0	0	5	38	0	0	8	62
Total	25	11,8	42	19,8	69	32,5	76	35,9

Fonte: SNIS (2006)

O elevado número de municípios que não dispõe de informação se deve ao fato de que o fornecimento dos dados ao SNIS é feito de forma voluntária pelos prestadores de serviços e municípios convidados a participar da amostra, sendo que muitos destes não informam os dados solicitados.

6.4.1.2 Revitalização do Solo da Bacia

A revitalização ou renaturalização, através de práticas conservacionistas, propicia o controle da erosão e a conservação do solo e da água, podendo ser classificadas em mecânicas, vegetativas e edáficas (relativas ao solo). Promove a recarga do lençol freático, favorecendo a manutenção de nascentes e a disponibilização de mananciais com água de boa qualidade. Entre essas práticas destacam-se as seguintes medidas:

- **Bacias de Captação de Enxurradas**

São reservatórios em forma de bacia, caixa ou terraço, utilizados no controle de enxurradas em estradas vicinais ou propriedades rurais. Sua função é interceptar as enxurradas por meio da coleta da água que escorre em excesso. A bacia propicia ainda a infiltração da água acumulada e a retenção dos sedimentos para ela transportados. Podem ser implantadas às margens de estradas vicinais, em carreadores ou ao longo de terraços. A fim de manter a capacidade de armazenamento e infiltração de água, é necessária a manutenção anual, procedendo-se à remoção dos sedimentos acumulados.

- **Construção de Terraceamento nas Áreas Agrícolas**

É uma prática conservacionista de caráter mecânico, cuja implantação envolve a movimentação de terra por meio de cortes e aterros. O terraceamento se baseia na construção de estruturas físicas no sentido transversal ao declive do terreno, em intervalos dimensionados, visando o controle de escoamento superficial das águas de chuva. O terraço é formado por um canal coletor, de onde a terra foi retirada, e um camalhão ou dique, construído com a terra movimentada, formando um obstáculo físico ao movimento da água sobre o terreno. Estas estruturas também necessitam de manutenção periódica, com a limpeza dos canais e reconformação dos diques.

- **Proteção e Recomposição de Matas Ciliares**

A presença da vegetação ciliar está ligada a uma série de fatores importantes para a manutenção dos diversos ecossistemas existentes, considerando que as raízes das árvores e arbustos contribuem para a maior estabilidade do solo, evitando ou dificultando o desmoronamento das margens dos corpos d'água.

A mata ciliar atua também como uma barreira, retendo sedimentos transportados pelas enxurradas, impedindo ou atenuando o assoreamento dos corpos d'água. Retém substâncias poluentes, como resíduos de adubos químicos, agrotóxicos e outros que afetam a qualidade das águas. Em locais pouco degradados, para a implantação ou regeneração da mata ciliar, pode ser suficiente o cercamento da área e, em caso de estágios maiores de degradação, pode ser necessário também o replantio total ou o enriquecimento de espécies.

- **Proteção de Nascentes**

As nascentes, conhecidas como, “olhos d'água” ou “minas”, podem ser entendidas como um sistema constituído pela vegetação, solo, rochas e relevo, por onde se estabelece um fluxo hídrico que alimentam cursos d'água de maior porte. Para a proteção das nascentes, a primeira e principal medida é cercar a área em volta, numa distância mínima de 50 m. A proteção das nascentes mantém ou melhora a qualidade dos cursos d'água e regulariza as vazões dos períodos de estiagem. Em geral, basta o cercamento da área para que a vegetação se regenere naturalmente.

No Estado de Minas Gerais está em vigência a Lei 17.727 de 13 de agosto de 2008, que dispõe sobre a concessão de incentivo financeiro à proprietários e posseiros rurais, sob a denominação de Bolsa Verde. Visa à concessão de incentivos financeiros à proprietários e posseiros rurais, para identificação, recuperação, preservação e conservação de áreas necessárias à proteção e à recarga de aquíferos, nos termos da legislação vigente. As fontes de recursos para o seu cumprimento são provenientes do FHIDRO – Fundo de recuperação de recursos hídricos, cobrança pelo uso da água e outros.

No Estado do Espírito Santo, a partir da lei 8.960, que criou o Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo – FUNDÁGUA, foram disponibilizados recursos que viabilizaram a lei 8.995, de 10/02/2009, que institui o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA. O PSA tem como objetivo recompensar financeiramente o proprietário rural, em função do valor econômico dos serviços ambientais prestados por sua área destinada para cobertura florestal, nas seguintes modalidades: I - conservação e melhoria da qualidade e da disponibilidade hídrica; II - conservação e incremento da biodiversidade; III - redução dos processos erosivos; IV - fixação e sequestro de carbono para fins de minimização dos efeitos das mudanças climáticas globais. No âmbito da bacia do rio Doce, no estado do Espírito Santo, o PSA encontra-se em fase de implementação nas bacias dos rios Guandu e São José.

6.4.2 Alternativas de Atuação Sobre as Demandas

A atuação sobre as demandas, da mesma forma que as alternativas de aumento da oferta, também são importantes ações para assegurar disponibilidades hídricas de maneira regular, considerando que a redução do consumo implica em menor pressão sobre os recursos hídricos de uma determinada região.

Adicionalmente, este tipo de ação também atua sobre os investimentos públicos, uma vez que posterga obras e ações de gestão necessárias para o aumento da disponibilidade hídrica para usos consuntivos que apresentem consumos tendenciais crescentes.

6.4.2.1 Abastecimento Humano

Em um sistema público de abastecimento de água, a racionalização do uso e a consequente redução da captação de água bruta em mananciais podem ser divididas em dois componentes de gestão, descritos a seguir:

- **Controle de Perdas em Sistemas de Abastecimento – Lado da Oferta**

O controle de perdas do lado da oferta refere-se às atividades desenvolvidas no sistema distribuidor, e sua efetivação fica a cargo exclusivo da operadora dos serviços. O controle de perdas se justifica pelos seguintes aspectos:

Melhoria do desempenho econômico da empresa, revertendo tal benefício em tarifas mais baixas para os usuários;

Postergação de novos investimentos na ampliação dos sistemas de produção, adução e reservação de água;

Melhoria do desempenho gerencial e operacional, especialmente energia elétrica.

Aumento da segurança operacional dos empregados e de terceiros;

Atendimento a exigências dos órgãos financiadores;

Redução da retirada de água bruta dos mananciais (benefícios ambientais);

Redução dos custos a serem desembolsados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

O índice de perdas de água reflete não somente o estado das instalações e das redes de abastecimento, mas também o nível da sua gestão. Para se alcançar bons indicadores, são necessárias modificações significativas na forma de gestão da empresa.

O governo federal, preocupado com o assunto, instituiu o PNCD – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água dentro do PMSS – Programa de Modernização do Setor de Saneamento, que vem desenvolvendo metodologia e seminários para fomentar as atividades de melhoria de desempenho dos prestadores de serviços.

- Controle de Perdas Reais (Físicas)

As perdas reais podem ser volumes que não são aproveitadas pelos usuários, uma vez que, por deficiências ou falhas do sistema, não chegam aos consumidores finais. O combate a este tipo de perdas é baseado tipicamente em ações de engenharia. A redução das perdas, neste caso, resulta em redução dos volumes captados e não produz aumento de receita. As ações de engenharia, em geral, estão sujeitas apenas à tecnologia e investimentos, sendo que os resultados são rápidos e imediatos.

O controle de perdas reais normalmente se faz pelas seguintes ações:

Controle de pressão e de níveis da água, evitando rompimentos e extravasamentos;

Rapidez e Qualidade dos Reparos;

Controle Ativo de Vazamentos e Fugas;

Gerenciamento: seleção, instalação, manutenção, recuperação e substituição de redes.

Em grande parte das intervenções, é mais frequente a substituição de trechos antigos da rede existente, por sistemas mais modernos, com emprego de materiais e tecnologias de montagem mais atuais.

- Controle de Perdas Aparentes (Não Físicas)

As perdas aparentes refletem volumes de água que estão sendo consumidas e não pagas, resultado de furtos ou imprecisões nas medições. O combate a este tipo de perdas envolve também questões tecnológicas, mas é baseado, principalmente, em ações de gestão. A redução das perdas, neste caso, resulta em forte impacto no aumento da receita. As ações de gestão são, muitas vezes, complexas, sendo que seus resultados são mais lentos.

O controle das perdas aparentes, usualmente, se faz pelas seguintes ações:

Gerenciamento da imprecisão da Medição e da Informação

Melhorias no sistema comercial

Qualificação da mão de obra

Redução de fraudes

As perdas aparentes são mais concentradas na micromedição (insuficiência de aparelhos ou submedição).

Para se desenvolver o combate a perdas, é pré-requisito que o prestador dos serviços tenha dispositivos de medição e uma adequada gestão do sistema comercial. Portanto é imprescindível que estejam disponíveis os seguintes requisitos:

Macromedição – cobrindo 100% das unidades de produção e dos distritos de medição e controle. Podem ser usados medidores permanentes ou temporários como a pitometria.

Micromedição – cobrindo 100% dos usuários, com um parque de medidores atualizado e em adequadas condições de precisão. Recomendação que a idade dos medidores não ultrapasse 5 anos.

Cadastro Técnico - cadastro das redes do sistema distribuidor, de preferência em meio eletrônico utilizando softwares de análise e atualização (SIG, Epanet, etc).

Cadastro Comercial - cadastro dos usuários contendo diversas características como histórico de consumos, perfil do usuário, controle dos recebimentos, política de corte por inadimplência, etc.

- Controle de Perdas em Sistemas de Abastecimento – Lado da Demanda

O controle de perdas do lado da demanda refere-se às atividades realizadas no âmbito do usuário e busca a redução dos consumos individuais e, principalmente, dos desperdícios.

Este é um aspecto relevante que está sintonizado com as atuais políticas de racionalização de recursos hídricos e do código de defesa do consumidor. Como se tratam de ações internas aos imóveis, não é cabível uma intervenção direta da empresa prestadora de serviços. As ações têm sido baseadas em:

Campanhas de educação e conscientização para o consumo racional; e

Plano tarifário que desestimula os consumos elevados.

Um fato novo para este objetivo é a medição individualizada em prédios. As experiências realizadas mostram uma redução média de 20% nos consumos residenciais, podendo chegar, em alguns casos, a 50%. Em Belo Horizonte, São Paulo, Porto Alegre, Vitória e várias outras cidades, já existem leis municipais que tratam do assunto. Várias empresas, como a COPASA-MG, EMBASA-BA e COMPESA-PE, já incluíram os procedimentos de medição individualizada em seus regulamentos de serviços.

Os prestadores de serviços já estão percebendo que, apesar de aumentar o universo de usuários individualizados, há uma evidente melhoria da precisão da medição. Em virtude da medição não ficar prejudicada pela caixa d'água dos prédios, há um significativo aumento do faturamento.

6.4.2.2 Uso Industrial

O reúso da água, entendido como uma "substituição de fontes", se mostra como a alternativa mais plausível para satisfazer a demandas menos restritivas, liberando as águas de melhor qualidade para usos mais nobres, como o abastecimento doméstico, reduzindo assim a captação de água nova para os processos industriais e agrícolas. Embora o reúso possa ser aplicado nos vários setores de atividades, é na atividade industrial que encontra o seu maior potencial de aplicação.

Em 1985, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas, estabeleceu uma política de gestão para áreas carentes de recursos hídricos, que suporta este conceito: "a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior".

As águas de qualidade inferior, tais como esgotos, particularmente os de origem doméstica, águas de drenagem agrícola e águas salobras, devem, sempre que possível, serem consideradas como fontes alternativas para usos menos restritivos. O uso de

tecnologias apropriadas para o desenvolvimento dessas fontes se constitui hoje, em conjunção com a melhoria da eficiência do uso e o controle da demanda, na estratégia básica para a solução do problema da falta universal de água.

As possibilidades e formas potenciais de reúso dependem de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais.

A primeira regulamentação que tratou de reúso de água no Brasil foi a norma técnica NBR-13.696, de setembro de 1997. Na norma, o reúso é abordado como uma opção à destinação de esgotos de origem essencialmente doméstica ou com características similares.

Com o crescente interesse pelo tema, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), publicou a Resolução 54/2005, que estabelece os critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água. Nessa resolução, são definidas as cinco modalidades de reúso de água: Reúso para fins urbanos; Reúso para fins agrícolas e florestais; Reúso para fins ambientais; Reúso para fins industriais; Reúso na aquicultura.

6.4.2.3 Irrigação

A irrigação constitui um segmento de uso em que o emprego de tecnologias modernas, aliadas a processos de conservação da água, encontra grande possibilidade de racionalização.

O processo de racionalização de uso pode ter ganhos elevados de produtividade, seja pela uso de tecnologias mais modernas (micro-aspersão, gotejamento), como pela taxação de usos mais perdulários.

De maneira geral, se entende que boas práticas de extensão rural possam diminuir sensivelmente as demandas agrícolas na bacia.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abell, R.; Thieme, M.L.; Revenga, C.; Bryer, M.; Kottelat, M.; Bogutskaya, N.; Coad, B.; Mandrak, N.; Balderas, S.C.; Bussing, W.; Stiassny, M.L.J.; Skelton, P.; Allen, G.R.; Unmack, P.; Naseka, A.; Ng, R.; Sindorf, N.; Robertson, J.; Armijo, E.; Higgins, J.V.; Heibel, T. J.; Wikramanayake, E.; Olson, D.; López, H.L.; Reis, R.E.; Lundberg, J.G.; Sabaj Pérez, M.H.; Petry, P. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience* 58 (5): 406-414, 2008.
- ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2007.
- ADOCE - AGÊNCIA TÉCNICA DA BACIA DO RIO DOCE. Departamento Nacional de Energia Elétrica – DNAEE . Monitoramento da qualidade das águas superficiais na Bacia do Rio Doce. Resultados analíticos. Período: 1993 a 1998.
- AGÊNCIA SAFRA. Disponível em: <http://www.safras.com.br/>, acessado em 15/11/2008.
- AGEVAP – AGÊNCIA DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL. Cenário de Esgotamento Sanitário da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. 2007, 44 p.
- AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M. & Gomes, L. C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade*, 2005.1(1): 71-78.
- _____, ÁGUAS DO RIO DOCE, Publicação número 07 Preparativa do 4º Fórum das Águas do Rio Doce, Linhares, ES 2008 – Informação do SAAE de Linhares pág. 18
- _____, ÁGUAS DO RIO DOCE, Publicação do 4º Fórum das Águas do Rio Doce, Linhares, ES 2008
- ALECRIM, J.D. et al. Recursos minerais do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: METAMIG, 1982.
- ALLAN, J.D. & FLECKER, A.S. Biodiversity conservation in running waters. *BioScience*, 1993.43(1): 32-43.
- ALVES, C. B. M., VIEIRA, F., MAGALHÃES, A. L. B. & BRITO, M. F. G. Impacts of non-native fish species in Minas Gerais, Brazil: present situation and prospects. In: Bert, T. M. (ed.), *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. 2007.
- ALVES, C. B. M. ; VONO, V. ; VIEIRA, F. Presence of the walking catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (Siluriformes; Clariidae) in Minas Gerais state hydrographic basins, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 1999.v. 16, n. 1, p. 259-263.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Inventário das estações fluviométricas. Brasília. Agência Nacional de Águas, Superintendência de Administração da Rede Hidrometeorológica – v. 1, n. 1, 2006.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Bacias Hidrográficas do Atlântico Sul – Trecho Leste. Sinopse de informações do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Sergipe, CD Nº4. Série: Sistema Nacional de informações sobre Recursos Hídricos – Documentos. ANA. Agência Nacional de Águas, Brasília, 2001.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Diagnostico Consolidado da bacia do rio Doce. 2005.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. A Navegação Interior e Sua Interface com o Setor de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, 49 p., 2005.

- ANA/IGAM - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS/INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Estudos de Caracterização dos Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais. Primeira Etapa do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais. [Relatório Técnico]. 2007.
- Andrade, J.P.D. Experiência dos Estados na Adoção do Modelo das Agências Reguladoras. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: www.ppp.mg.gov.br.
- ANEEL – AGÊNCIA DE ENERGIA ELÉTRICA. Atlas de energia elétrica do Brasil. Brasília: ANEEL, 236 p., 2008.
- ANEEL – AGÊNCIA DE ENERGIA ELÉTRICA. SIGEL – Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico. Disponível em: <http://sigel.aneel.gov.br/brasil/viewer.htm>. Acesso em: 15 de janeiro de 2009.
- BARBOSA, F. A. R., SOUZA, E. M. M., VIEIRA, F., RENAULT, G. P. C. P., ROCHA, L. A., MAIA-BARBOSA, P. M., OBERDÁ, S. M. & MINGOTI, S. A. 1997. Impactos antrópicos e biodiversidade aquática. pp. 345-454 In: PAULA, J. A. et al. (coord.). Biodiversidade, população e economia: uma região de mata atlântica. 1997. Belo Horizonte, UFMG/Cedeplar, ECMVS, PADCT/CIAMB.
- BARBOSA, G.V.; KOHLER, H.C. O sistema lagunar do Parque Estadual do rio Doce. Boletim nº 2/Sociedade Brasileira de Geologia, 37-45, 1981.
- BARBOZA, A.E.C.; ROCHA, S.F.; GUIMARÃES, W.D. Estudo preliminar da vulnerabilidade do aquífero livre localizado na região de Ponta da Fruta, Vila Velha – ES. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3279-3286.
- BENETTI, A.; BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, C.E.M. (Org). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: EDUSP/ABRH, 2001.
- BIOATLANTICA – INSTITUTO BIOATLANTICA. Mapa dos corredores ecológicos. Disponível em: <http://www.bioatlantica.org.br/ibio.asp>. Acesso em: 05 de abril de 2009.
- BIZERRIL, C. R. S. F. e PRIMO, P. B. Peixes de água interiores do estado do Rio de Janeiro. FEMAR – SEMADS, Rio de Janeiro, 417p, 2001.
- Bizerril, C. R. S. F. Análise taxonômica e biogeográfica da ictiofauna de água doce do leste brasileiro. Acta Biológica Leopoldensia, 1994.16: 51-80.
- BORGES, M. E. Aspectos Legislativos sobre o Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Minas Gerais. 2008.
- BOTELHO, R.G.M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, pg 269-300, 1999.
- BRASIL (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 5 de outubro de 1988. In: Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília.
- BRASIL (1993). Decreto Federal Nº 750 de 10 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração de Mata Atlântica, e dá outras providências. In: Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília.
- BRASIL (1976). Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. In: Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília.

- BRASIL (1997). Lei n. 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos, cria o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, regulamenta o inciso XIX do art.21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da lei nº 8.001, de 13 de março de 1990. Brasília: [Senado Federal], 1997.
- BRASIL (2000). Lei Nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. In: Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília.
- BRASIL (2007). Lei n. 11445 de 5 de janeiro de 2007. Institui diretrizes para a política nacional de saneamento básico. Brasília: Casa Civil da Presidência da República.
- BRINGHENTI, J. Estabelecimento de indicadores nos processos de coleta seletiva.V SESMA – Seminário Estadual sobre saneamento e meio ambiente – Vitória, ES – agosto de 2003.
- Britski, H. A. Sistemática e evolução dos Auchenipteridae e Ageneiosidae (Teleostei, Siluriformes). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil,1972.146pp.
- Britski, H.A. & Figueiredo, J.L. Peixes brasileiros que necessitam de proteção. pp. 159-164. In: Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção,1972. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, GB, 1972.
- BRITO, F.; AUGUSTO, H. Migrações em Minas Gerais - Tendências recentes a partir da análise de suas microregiões. In: Seminário sobre Economia Mineira, 2006, Diamantina. Anais... Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG Anexos Disponível em: <<http://www.cedeplar.ufmg.br/seinarios/diamantina>>.
- BRITO,F.; HORTA,C.J. Minas Gerais: crescimento demográfico, migrações e distribuição espacial da população. In: Seminário sobre Economia Mineira ,2006, Diamantina. Anais... Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG. Disponível em: <<http://www.cedeplar.ufmg.br/seinarios/diamantina>>.
- Brooks. River channel change. In: Calow, P. & Petts, G.E. (eds.). The rivers handbook, vol. 2. Wiley & Sons, Chichester, UK. 55-75, 1994.
- Burgess, W.E. 1989. An atlas of freshwater and marine catfishes. TFH, Neptune City, 785 p.
- CAETANO, L.C. Água subterrânea no Município de Campos dos Goytacazes (RJ): uma opção para o abastecimento – 2008
- CAMARGOS, L.M.M. Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio das Velhas: resumo executivo dezembro 2004. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, 2005. 228 p.
- CARNEIRO,P.; MATOS,R. A formação do espaço agrário no leste da capitais de Minas gerais; Vale dos rios Piranga e Paraibuna (1694-1835). In: Seminário sobre Economia Mineira, 2008,Diamantina. Anais... Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG Disponível em: <<http://www.cedeplar.ufmg.br/seinarios/diamantina>>.
- CARVALHO. N.O. Hidrossedimentologia prática. Rio de Janeiro, CPRM, 1994.
- Cassarro, A.C. Sustentabilidade na Gestão das Atividades de Transporte e Saneamento - 5º SENATRANS - Seminário Nacional de Transportes das Utilities - São Paulo, 13 e 14 de Maio de 2008 , disponível em cassarro@institutoadvb.org.br.
- CASTANY, G. Tratado Practico de lãs Águas Subterrâneas. Edicione Omega S.A. Barcelona, 1971.

- CASTRO, J. F. M. A importância da cartografia nos estudos de bacias hidrográficas. In: XXX Semana de Estudos Geográficos "O Homem e as Águas". Rio Claro: CAEGE/IGCE/UNESP, 1-7 pp, 2000.
- Castro, R.M.C. & Vari, R.P.. The South American Characiform Family Prochilodontidae (Ostariophysi: Characiformes): A Phylogenetic and Revisionary Study. Smithsonian Contributions to Zoology, 2004. 622:1-189.
- CAVALCANTI, R. B., JOLY, C.A (2002). Biodiversity and conservation priorities in the Cerrado region. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUES, R. J. The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press, 2002. p. 223-241.
- CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Estudos Hidrogeológicos: in Estudos Integrados de Recursos Naturais da Bacia do Rio Jequitinhonha, 1981.
- CETEC. FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais. Série Publicações Técnicas, 10. 158p. , 1983.
- CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Inventário Hidrelétrico da bacia do rio Doce. Relatório Final dos Estudos Preliminares. Caracterização Ambiental da Bacia do rio Doce. Minas Gerais. Aspectos Físicos-Bióticos. 1986.
- CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Inventário Hidrelétrico da bacia do rio Doce. Relatório Final dos Estudos Preliminares. Caracterização Ambiental da Bacia do rio Doce. Relatório Final dos Estudos de Erosão Acelerada. 1989.
- CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Inventário Hidroelétrico do Rio Doce, 1984.
- CETESB (São Paulo). Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2006 / CETESB. - - São Paulo : CETESB, 2007. v. 1, 327 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.asp>>. Acesso em: set. e out. 2008.
- CETESB (São Paulo). Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2007 / CETESB. - - São Paulo : CETESB, 2008.537 p. : il. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.asp>>. Acesso em: out. 2008.
- Chimeli, A.B. Economia e meio ambiente: uma investigação sobre a poluição hídrica da bacia do rio Piracicaba. pp. 1-57 In: 6º Prêmio Minas de Economia. Monografias vencedoras. Categoria Universitário. Belo Horizonte, MG,1994.
- CIPE RIO DOCE. Plano de esgotos sanitários para despoluição da bacia hidrográfica do rio Doce. Belo Horizonte. Disponível em <<http://www.riodoce.cbh.gov.br/>>. Acesso em novembro de 2004.
- CIPE RIO DOCE. Comissão Interestadual Parlamentar de Estudos para o Desenvolvimento Sustentável da Bacia do Rio Doce – Relatório Técnico - Plano de Esgotos Sanitários para Despoluição da Bacia Hidrográfica do Rio Doce – Belo Horizonte e Vitória 2005, 48 pag.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio

- CONNOLLY, J. A experiência do Rio Anacostia – USA. In: First Seminar on River Revitalization – Belo Horizonte, setembro/2008.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL Deliberação Normativa n. 52, de 2001. Estabelece sobre a convocação de municípios para o licenciamento ambiental de sistemas de disposição final de lixo. Belo Horizonte, 2001.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL / CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de mai. de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Belo Horizonte, 2008.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas.
- CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL / FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA / FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS / INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS / SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO SEMAD / INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS-MG. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Brasília: MMA/SBF. 40p, 2000.
- Conservation International, Avaliação de ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2000. 40 p.
- COPAM – CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Deliberação Normativa 95 de 12/04/2006 - Dispõe sobre critérios para o licenciamento ambiental de intervenções em cursos d'água de sistemas de drenagem urbana no Estado de Minas Gerais. Disponível no site www.siam.mg.gov.br
- COPAM – CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS.. Deliberação COPAM no. 041/95. Aprova a lista de espécies ameaçadas de extinção da fauna do Estado de Minas Gerais. Minas Gerais, Órgão Oficial dos Poderes do Estado, Belo Horizonte, 20 de janeiro de 1996.
- COPASA – COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS. Banco de Dados das Concessões – Projetos concluídos, em andamento e em licitação, 2008.
- COPASA – COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS. Manual – Cuidado – Cianobactérias (algas azuis) O que você precisa saber. 2005
- CORDEIRO, J. C. Gerenciamento de Resíduos Gerados em Estações Tradicionais de Tratamento de Águas de Abastecimento. São Carlos, SP agosto 2008.
- COSTA, C.M.R.; HERRMANN, G.; MARTINS, C.S.; LINS, L.V.; LAMAS, I.R. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, 1998.
- CPRM - Mapa de Domínios/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil (BOMFIM et al. 2006).
- CPRM/ SIAGAS - Banco de Dados do Sistema de informações das Águas Subterrâneas – 2008.
- CPRM. Sistema de Alerta contra Enchentes da Bacia do Rio Doce – Relatório Técnico da Operação do Sistema de Alerta – Dezembro de 1998 a Março de 1999. Belo Horizonte, 1999.

- CPRM. Sistema de Alerta contra Enchentes da Bacia do Rio Doce – Relatório Técnico da Operação do Sistema de Alerta – Dezembro de 1999 a Março de 2000. Belo Horizonte, 2000.
- CPRM. Sistema de Alerta contra Enchentes da Bacia do Rio Doce – Relatório Técnico da Operação do Sistema de Alerta – Dezembro de 2001 a Março de 2002. Belo Horizonte, 2002.
- CPRM. Sistema de Alerta contra Enchentes da Bacia do Rio Doce – Relatório Técnico da Operação do Sistema de Alerta – Dezembro de 2002 a Março de 2003. Belo Horizonte, 2003.
- CPRM. Sistema de Alerta contra Enchentes da Bacia do Rio Doce – Relatório Técnico da Operação do Sistema de Alerta – Dezembro de 2003 a Março de 2004. Belo Horizonte, 2004.
- CPRM. Definição da Planície de Inundação da Cidade de Governador Valadares – Relatório Técnico Final. Belo Horizonte, 2004.
- CPRM. Sistema de Alerta contra Enchentes da Bacia do Rio Doce – Relatório Técnico da Operação do Sistema de Alerta – Dezembro de 2004 a Março de 2005. Belo Horizonte, 2005.
- CPRM. Sistema de Alerta contra Enchentes da Bacia do Rio Doce – Relatório Técnico da Operação do Sistema de Alerta – Dezembro de 2008 a Março de 2009. Belo Horizonte, 2009.
- CUSTÓDIO, E.; LLAMAS, M. R. Hidrologia Subterrânea. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, Espanha, 2359p. 2v, 1976.
- Darlington, P.J. Zoogeography: the geographical distribution of animals. New York, Wiley, 1957.
- Dergam, J. A. ; Paiva, S. R. ; Shaeffer, C. E. ; Godinho, A. L. & VIEIRA, F.. Phylogeography and RAPD-PCR variation in *Hoplias malabaricus* (Bloch,1794) (Pisces, Teleostei) in southeastern Brazil. Genetics and Molecular Biology, Ribeirão Preto, v. 25, n. 4, p. 379-387, 2002.
- DIAS, L. S. O.; ROCHA, G. A.; BARROS, E. U. A.; MAIA, P. H. P. Utilização do radar interferométrico para delimitação automática de bacias hidrográficas. Bahia Análise & Dados, 14(2):265-271, 2004.
- DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Base de Dados SIGMINE. Disponível em <<http://www.dnpm.gov.br>>. Acesso em 09 set 2008.
- DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Anuário Mineral Brasileiro, 2007.
- DNOS. Prevenção e Controle das Enchentes do Rio Doce. Rio de Janeiro, 1982.
- DRUMMOND, G.M.; SOARES, C.S.; MACHADO, A.B.M.; SEBAIO, F.A.; ANTONINI, Y. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. 2ª ed, Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. 222 p, 2005.
- Eigenmann, C. H. & EIGENMANN, R. S. Preliminary notes on South American Nematognathi. II. Proc. Calif. Acad. Sci. (Ser. 2) v. 2: 28-56,1889.
- Eigenmann, C. H. & EIGENMANN, R. S. Steindachneridion. Science, 50 (1301): 525-526,1919.
- Eigenmann, C. H., Pimelodella and Typhlobagrus. Mem. Carnegie Mus., 7 (4):229-258, pls. 29-35,1917.

- Eigenmann, C.H. & Myers, G.S., The American Characidae. Mem. Mus. Comp. Zool., 43 (5): 429-458, 11 pls, 1929.
- Eigenmann, C.H.. The American Characidae. Mem. Mus. Comp. Zool., 43 (1-4): 1-428, 90 pls, 1917-1927.
- Eigenmann, C.H. The Pygidiidae, a family of south American catfishes. Mem. Carnegie Mus. 7 (5): 259-398, 1918.
- EITEN, G.(1994) Vegetação. In: PINTO, M. N (Org.). Cerrado: caracterização, ocupação e perspectiva. Brasília, Editora da UNB. p. 17-73.
- EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Avaliação ambiental integrada (aai) dos aproveitamentos hidrelétricos da bacia do rio doce. Sondotécnica, 287 P., 2007.
- ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Diagnóstico das Condições sedimentológicas dos principais rios brasileiros. Rio de Janeiro: ELETROBRAS.1991.
- ELETROBRÁS. Mapa do potencial hidrelétrico brasileiro: usinas acima de 10 MW. Ministério das Minas e Energia. escala 1:2.620.000,1999.
- Espíndola, E. L. G., Branco, M. B. C., Fracácio, R., Guntzel, A. M., Moretto, E. M., Pereira, R. H. G., Rietzler, A. C., Rocha, O., Rodgher, S., Smith, W. S. & Tavares, K. S. 2005. Organismos aquáticos. pp.: 202- 238, In.: Rambaldi, D.M. & Oliveira, D.A.S. (Orgs.) Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília, 2ª. Ed., MMA/SBF
- Espindola, H. S.. Sertão do rio Doce. EDUSC, Bauru, SP, 485 p. 2005.
- Fausch, K. D.; Lyons, J.; Karr, J. R. & Angermeier, P. L. 1990. Fish communities as indicator of environmental degradation. American Fisheries Society Symposium, 8: 123-144.
- Farley, M.; Trow, S. Losses in Water Distribution Networks. IWA Publishing, 2003.
- FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS. Programa Minas Sem Lixões. Disponível no site www.siam.mg.gov.br.
- FEITOSA, F.A.C.; MANOEL FILHO, J. Hidrogeologia, Conceitos e Aplicações. CPRM, LABHID-UFPE, Fortaleza, CE, 389 p, 1997.
- FEREGUETTI, A.C.; SANTANA, R.C. Quantificação dos resíduos sólidos urbanos e sua relação com um indicador sócio-econômico do Município de Linhares – ES. V SESMA – Seminário Estadual sobre saneamento e meio ambiente – Vitória, ES – agosto de 2003.
- Figueiredo, J. L. & Menezes, N. A.. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. II. Teleostei (1), São Paulo, MZUSP, 1978.110 p.
- Figueiredo, J. L. & Menezes, N. A.. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. III. Teleostei (2), São Paulo, MZUSP, 1980.90 p.
- FOLHA DE SÃO PAULO. Editorial - Desvio de Função do FGTS - 23/07/2008.
- FONSECA, G. A.B., PINTO, L.P; RYLANDS, A.B. Biodiversidade e unidades de conservação. In: Anais do I Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação – Conferências e Palestras. Curitiba: Universidade Livre do Meio Ambiente, Rede Pró-Unidades de Conservação e Instituto Ambiental do Paraná, p 189-209, 1997.
- Fowler, H.W. Os peixes de água doce do Brasil. Arq. Zool. São Paulo, 6 (1ª, 2ª e 3ª entrega): 1948, 1950, 1951.1-625.

- Fowler, H.W. Os peixes de água doce do Brasil. Arq. Zool. São Paulo, 9 (4ª entrega): 1954.1-400
- Fraser, T.H. Centropomidae. In W. Fischer (ed.) FAO species identification sheets for fishery purposes. West Atlantic (Fishing Area 31). FAO, Rome, 1978. Vol. 1-2. pag.v
- FROESE, R. & D. PAULY. (eds). 2008. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2008).
- FUNARBE, Avaliação da eficiência da escada de peixes da usina hidrelétrica da Brecha, Guaraciaba, MG. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Animal, Museu de Zoologia, Relatório técnico final, submetido a ALCAN Alumínio do Brasil S.A. 1996.63 p.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Perfil Demográfico do Estado de Minas Gerais 2000e 2002, Belo Horizonte.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Vale do Aço 2020: uma agenda de desenvolvimento integrado-perfil/diagnóstico/propostas. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2007. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br>>.
- Garavello, J. C. Revision of genus *Steindachneridion* (Siluriformes: Pimelodidae). Neotropical Ichthyology, 2005.3(4): 607-623.
- Garavello, J.C. & Britski, H.A. *Leporinus macrocephalus* sp. n. da bacia do rio Paraguai (Ostariophysi, Anostomidae). Naturalia, 1988.13: 67-74.
- Garavello, J.C. Systematics and geographical distribution of the genus *Parotocinclus* Eigenmann & Eigenmann, 1889 (Ostariophysi, Loricariidae). Arq. Zool., 1977.28(4):1-37
- Garavello, J.C. Revisão taxonômica do gênero *Leporinus* Spix, 1829 (Ostariophysi, Anostomidae). 1979. São Paulo, IBUSP, 451 p. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- GASTON, K.J., PRESSEY, R.L.; MARGULES, C.R. Persistence and vulnerability: retaining biodiversity in the landscape and in protected áreas. J. Biosci. 27(4): 361-384, 2002.
- GELUNDA, L.; YOUNG, C.E.F. Financiando o Éden: Potencial econômico e limitações da compensação ambiental prevista na Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. In: IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza v. 1. p. 641-651, 2004.
- Géry, J.. The Freshwater Fishes of South America. 1969.pp. 828-848. In. Fittkau, E. J., Illies, J., Klinge, H., Schwabe, G. H., Sioli, H. (eds.) Biogeography and Ecology in South America, Vol. 2. Kluwer Academic Publishers, The Hague
- Géry, J.. Characoids of the world. Neptune: New Jersey, TFH Publications, 1977.672p.
- GODINHO, A. L.. Peixes do Parque Estadual do Rio Doce. Belo Horizonte: Instituto Estadual de Florestas/Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.32 pp.
- GODINHO, A. L., M. T. Fonseca, & L. M. Araújo. The ecology of predator fish introductions: the case of Rio Doce valley lakes. In: R. M. Pinto-Coelho, A. Giani, and E. von Sperling (eds.), Ecology and Human Impact on Lakes and Reservoirs in Minas Gerais with Special Reference to Future Development and Management Strategies. SEGRAC, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. . 1994. Pp. 77-83.

- Godinho, A.L. & Vieira, F. Ictiofauna. In: C. Costa et al. (eds.) Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, 1998. pp. 44-46
- Godinho, A.L., & P.S. Formagio.. Efeitos da introdução de *Cichla ocellaris* e *Pygocentrus* sp. sobre a comunidade de peixes da Lagoa Dom Helvécio, Minas Gerais. In: Associação Mineira de Aquicultura, Belo Horizonte (eds.), Resumos do Encontro da Associação Mineira de Aquicultura, 1992. Outubro 8-9. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. Pp. 93-102.
- GONÇALVES, V.G.; GIAMPÁ, C.E.Q. Águas Subterrâneas e Poços Tubulares – editora Signus 1ª edição 2006.
- Google. Google Earth. 3D Earth Browser. Disponível para download em <<http://3dearth.googlepages.com/cntl>>. Acesso em mar. 2008.
- Gosline, W. A., 1947. Contributions to the classification of the Loricariidae catfishes. Arq. Mus. Nac. Rio de Janeiro, 41:79-134, pls.1-9.
- PREFEITURA DE COLATINA. Resíduos sólidos no município de Colatina. Disponível em: <www.colatina.es.gov.br>. Acesso em: 12 de fev. de 2009.
- Guerra, C. Impactos ambientais na bacia do rio Piracicaba. Monografia. Instituto de Engenharia Ambiental, Holanda, 1993. 77 p.
- HIDROSISTEMAS/COPASA MG - Deflúvios Superficiais do Estado de Minas Gerais. - 1993.
- HIDROSISTEMAS/COPASA MG - Disponibilidades Hídricas Subterrâneas do Estado de Minas Gerais. - 1995.
- Hilsdorff, A. W. ; Lima, F. C. T. ; Vieira, F. 2008 . *Brycon opalinus* (Cuvier 1819) (no prelo. In: MACHADO, A.B. M.; DRUMMOND, G. M.; Paglia, A. P. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2008.
- HOLOS, Plano de Controle Ambiental (PCA). Programa de Conservação da Ictiofauna. Subprograma estudos para subsidiar a execução do mecanismo de transposição para peixes. Relatório técnico final, Belo Horizonte, 2003. 28p + anexos.
- HOWES, G. Review of the genus *Brycon* (Teleostei: Characoidei). In: Bull. Br.Mus. nat. Hist. (Zool.), 1982. 43(1):1-47.
- IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. GEO Brazil 2002: Environmental Outlooks in Brazil. Santos, T.C.C. ; Câmara, J. B. D. (Org.). Brasília: Edições IBAMA, 2002. 447 p. Horizonte, 1982.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 92p, 1992.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico de 2000 – Agregado por Setores Censitários dos Resultados do Universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censos Demográficos 1970. Rio de Janeiro: IBGE, 1970. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estatisticas/população>>.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censos Demográficos 1980. Rio de Janeiro: IBGE, 1980. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estatisticas/população>>.

- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censos Demográficos 1991. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estatisticas/população>>.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censos Demográficos 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estatisticas/população>>.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Contagem de População 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/estatisticas/população>>.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores Socio demográficos -prospectivas para o Brasil 1991-2030. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estatisticas/população/projecoes>>.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA banco de dados. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores Socio demograficos - prospectivas para o Brasil 1991-2030. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/estatisticas/população/projecoes>>.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico -2000. Rio de Janeiro, 2000.
- IESA, UHE Aimorés - estudos de viabilidade – ictiofauna. Relatório Técnico, Belo Horizonte, 1997.66p.
- IGA – INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADA. Mapa geomorfológico 1: 500.000. SECT/MG Projeto RADAR MG, 1977.
- IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Monitoramento da qualidade das águas superficiais na Bacia do Rio Doce em 2006. --- Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2007. 159p. : mapas
- IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Monitoramento da qualidade das águas superficiais na Bacia do Rio Doce. Resultados analíticos. Período: 1997, 1988, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008.
- IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Relatório de monitoramento das águas superficiais na Bacia do Rio Doce em 2004. Belo Horizonte, 2005.233p.
- IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Banco de Dados Hidrogeológicos do Instituto Mineiro de Gestão das Águas do Estado de Minas Gerais - 2008.
- Ihering, R. von, 1931. Cyprinodontes brasileiros (peixes “guarus”). Sistemática e informações biológicas. Arq. Inst. Biol., 4:243-280, pls. 26-29
- INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Disponível. Dados sobre estrutura fundiária de 2003. Disponível em: www.incra.gov.br.
- IPEADATA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA. Informações econômicas e sociais. Rio de Janeiro: IPEA, 2008. Disponível em <<http://www.ipeadata.gov.br>>.
- IPEMA - INSTITUTO DE PERMACULTURA E ECOVILAS DA MATA ATLÂNTICA. Conservação da Mata Atlântica no Estado do Espírito Santo: Cobertura florestal e Unidades de Conservação. Vitória: IPEMA. 142p, 2005.
- IWA - INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION. The Blue Pages – October/2000.

- GONÇALVES, J.A.C.; SCUDINO, P.C.B.; SOBREIRA, F.G. Domínios hidrogeológicos no meio fissural do Leste da Zona da Mata-MG e extremo Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. *Rev. Águas Subterrâneas* no 17/ Maio 2003.
- JORDÃO, E.; e PESSOA, C. A. Tratamento de Esgotos Sanitários. Editora ABES – Rio de Janeiro 4ª. Edição – 2005.
- LAMA, I. et al. Fundo de parceria para ecossistemas críticos – CEPF – na Mata Atlântica. Belo Horizonte: Conservação Internacional – São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2007.
- Lambert, A. Non revenue Water and Water Losses – Salvador Seminar March/2002
- Langeani, F. Revisão do gênero *Neoplecostomus* Eigenmann & Eigenmann, 1888, com a descrição de quatro novas espécies do sudeste brasileiro (Ostariophysi, Siluriformes, Loricariidae). *Comunicações do Museu de Ciências PUCRS, série zoologia* 1990.3:3-31.
- Latini, A. O. & Petrele, Jr., M. Reduction of a native fish fauna by alien species: an example from Brazilian freshwater tropical lakes. *Fisheries Management and Ecology*, 2004.11: 71–79
- Liemberger, R. Gerenciamento Integral de Perdas de Água Através da Terceirização Via Contratos de Risco na Malásia – Seminário do PNCDA – Recife -2002.
- Lima, F.C.T. & Britski, H.A. Revisão das espécies do gênero *Brycon* Muller & Troschel dos rios do sudeste da América do Sul (Characiformes, Characidae). In: Resumos do XII Encontro Brasileiro de Ictiologia, Instituto Oceanográfico da USP, São Paulo. 1997.pg. 89
- LOWE-McCONNELL, R. H. *Fish Communities in Tropical Freshwater; Their Distribution, Ecology and Evolution*. Longman Inc., London.1975. 337 p.
- Lucinda, P. H. F. Systematics and biogeography of the genus *Phalloceros* Eigenmann, 1907 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae: Poeciliinae), with the description of twenty-one new species. *Neotropical Ichthyology*. 2008. v.6 (2), p.113 – 158.
- MACHADO, J.N.A. – Water Supply and Sewage Services: Current Situation and Perspectives in Brazil. Yearbook 2002 - IWA – International Water Association.
- MACHADO, R.B.; RAMOS NETO, M.B.; PEREIRA, P.G.P.; CALDAS, E.F.; GONÇALVES, D.A.; SANTOS, N.S.; TABOR K.; STEININGER M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico. Brasília, DF: Conservação Internacional, 2004.
- MACIEL JR., P. Zoneamento das Águas. Belo Horizonte: RC Editora, 112 p, 2000.
- Marques, M. M. & Barbosa, F. A. R. Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade aquática no trecho médio da bacia do rio Doce, MG. *Naturalia*, 2002 27: 211-229.
- McAllister, D.E.; Hamilton, A.L. & Harvey, P. Global freshwater biodiversity: striving for the integrity of freshwater ecosystems. *Sea Wind*, 1997.11(3), 140 p.
- MEIS, M.R.M. As unidades neoquartenárias do Médio Vale do rio Doce. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 49 (3): 443-459, 1977.
- Menezes, N. A. 1972. Distribuição e origem da fauna de peixes de água-doce das grandes bacias fluviais do Brasil. pp. 79-108. In: Comissão internacional da bacia Paraná-Uruguai. *Poluição e piscicultura*. São Paulo, Faculdade de Saúde Pública da USP/Instituto de Pesca

- Menezes, N. A. 1988. Implications of the distribution patterns of the species of *Oligosarcus* (Teleostei Characidae) from Central and Southern South America. pp. 295-304 In: Vanzolini, P E & Heyer, W R (Eds) Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- Menezes, N.A.; Buckup, P.A.; Figueiredo, J.L.; Moura, R.L. (eds.) Catálogo das Espécies de Peixes Marinhos do Brasil. São Paulo, Museu de Zoologia USP, 2003.160 p.
- MI. – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO. Proposta de Um Plano de Controle de Cheias na Bacia do Rio Caratinga. Apresentação realizada na ANA em Brasília em 08/06/09.
- MI. – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO. Obras de Contenção de cheias na região de Caratinga apresentam resultados. In <http://www.integracao.gov.br/comunicacao/noticias/impresao.asp?id=2194>, acesso 10/07/09.
- MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. 1a ed.. Belo Horizonte. Editora UFMG, 2004.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES – SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2006 disponível no site www.snis.gov.br
- MINISTÉRIO DAS CIDADES – SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Resíduos Sólidos - 2005 disponível no site www.snis.gov.br
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Sudeste. Brasília: MMA, 2006.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. Lista nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçadas de extinção. Instrução Normativa no. 5, de 21 de maio de 2004, Brasília, 2004.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca: PAN BRASIL. Brasília: MMA, 213p., 2005.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. O Bioma Cerrado. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=201&idConteudo=8447&idMenu=8981>. Acesso em agosto de 2008.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL E FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. O Corredor central da Mata Atlântica: uma nova escala de conservação da biodiversidade. Brasília: ministério do Meio Ambiente:Conservação Internacional, 46p., 2006.
- Moraes, C. Geografia do Espírito Santo. Fundação Cultural do Espírito Santo - FCES, Vitória, 1974.231p.
- MOTA, S. Introdução à engenharia ambiental. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 2000.
- MOURA, O.J.M. Gemas de Minas Gerais. Belo Horizonte: METAMIG, 1981.
- NETO, A.F.S, BERTACHINI, A.C., GIRODO,A.C., ALMEIDA,D.C. Hydrogeological Model of the Itabira Iron ore District.
- NETTO, C ET AL. Projeto Leste – Província Pegmatítica Oriental, escala 1:250.000 SEME/COMIG/MME/CPRM, 2000 (reimpressão).
- OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Água e Saúde – Publicação de junho de 1998.

- Oyakawa, O. T.; Akama, A.; Mautari, K. C. & Nolasco, J. C. Peixes de riachos da Mata Atlântica nas unidades de conservação do vale do rio Ribeira de Iguape no estado de São Paulo. São Paulo, Editora Neotrópica, 2006.201 p.
- Paiva, M. P.. Rios e peixes de águas interiores do estado do Espírito Santo (Brasil). Vitória, Instituto Histórico e Geográfico do Espírito Santo, 2004.81 p.
- Paiva, M.P.. Grandes represas do Brasil. Editerra, Brasília, 1982.292p.
- Pereira, E. H. L., Vieira, F., Reis, R. E. A new species of sexually dimorphic Pareiorhaphis Miranda Ribeiro, 1918 (Siluriformes, Loricariidae) from the rio Doce basin, Brazil. Neotropical Ichthyology. , 2007.v.5 (4), p.443 – 448.
- PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo – 2007.
- PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais – Relatório Final de Consolidação da 1ª Etapa Dezembro de 2006.
- PETROBRAS. Plano de Manejo do Parque Estadual de Itaúnas - Encarte 04 – Meio Físico 2004.
- Petts, G. E. Long-term consequences of upstream impoundment. Environmental Conservation, 7: 325-332, 1984.
- Pompeu, P.S. & Vieira, F. Estudos ictiofaunísticos na área de influência da UHE Porto Estrela, rio Santo Antônio, bacia do rio Doce, MG. Relatório Técnico, Sete Soluções e Tecnologia Ambiental, Belo Horizonte, 2000. 44 p.
- Power, M.E.; Dietrich, W. E.; Finlay, J. C. Dams and downstream aquatic biodiversity: potential food web consequences of hydrologic and geomorphic change. Environmental Management, 20(6): 887-895, 1996.
- PNUD et al. Atlas de desenvolvimento humano no Brasil. Belo Horizonte, 2003.
Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br>>.
- PINTO, M. N. Introdução. In: PINTO, M. N (Org.). Cerrado: caracterização, ocupação e perspectiva. Brasília, Editora da UNB. p. 11-13, 1994.
- PROBIO/MMA/UFRJ/IESB/UFF. Mapeamento da Cobertura Vegetal Nativa dos Biomas Brasileiros – Bioma Mata Atlântica. Mapa digital escala 1:250.000. Ano base 2002. Brasília-DF, 2006.
- RADAM. Projeto Levantamento de Recursos Naturais – Geomorfologia. Folha SE.24 Rio Doce, 1987.
- RECH, A.L. Água, micromedição e perdas – 2ª edição – Editora Scorteci – São Paulo – 1.999
- Reis, R. E. & Pereira E. H. L. Three new species of the loricariid catfish genus Loricariichthys (Teleostei: Siluriformes) from southern South America. Copeia 2000:1029-1047.
- Reis, R. E., Kullander, S. O. & Ferraris Jr., C. J. (orgs.) Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2003.729p.
- Ringuelet, R. A. Zoogeografia y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. Ecosur, 1975.2: 1–122
- RIVA, A.V. Qualidade para os serviços de saneamento – AMAE – Agência Reguladora de Joinville – SC – Disponível em www.aguasdejoinville.com.br

- Rosa, R.S. & Menezes, N.A. Relação preliminar das espécies de peixes (Pisces, Elasmobranchii, Actinopterygii) ameaçadas no Brasil. *Revista Bras. Zool*, 1996. 13(3): 647-667.
- ROSS, J.L S. e SPÖRL, C. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. *Espaço e Tempo*, n. 15, GEOUSP, 2004.
- Ruschi, A. Lista dos tubarões, raias e peixes de água doce e salgada do estado do Espírito Santo e uma observação sobre a introdução do dourado no rio Doce. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão*, 1965. 25A: 1-23
- RYLANDS, A. e BRANDON, K. Unidades de conservação brasileiras. *Megadiversidade*, 1(21):27-35, 2005.
- SAADI, A. e PEDROSA-SOARES, A.C. Um graben cenozóico no Médio Jequitinhonha, Minas Gerais. In: *Workshop Neotectônica e Sedimentação Cont. Cenozóica no SE Brasileiro*, Belo Horizonte, 1991.
- SANTOS, P.R. A.; GABOARDI, C.; OLIVEIRA, L.C. Avaliação da precisão vertical dos modelos SRTM para a Amazônia. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v.58, n.01, p.101-107, 2006.
- Sale, M. J. Aquatic ecosystem response to flow modification: an overview of the issues. *Proceedings of the Symposium on small hydropower and fisheries*. 25-31, 1985.
- Silfvergrip, A. M. C. A systematic revision of the Neotropical catfish genus *Rhamdia* (Teleostei, Pimelodidae). *Swedish Museum of Natural History*, Stockholm, Sweden, 1996. 156 p.
- SCOLFORO, J.R. e CARVALHO, L.M.T. Mapeamento e inventário da flora nativas dos reflorestamentos de Minas Gerais. *Lavras: UFLA*, 288 p, 2006.
- SEDURU – SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL E URBANO DE MINAS GERAIS. Relatórios de Saneamento em 18 cidades mineiras - 2008-07-31.
- SEDE – SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SEMAD - SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Avaliação ambiental estratégica: programa de geração hidrelétrica em Minas Gerais – 2007. Belo Horizonte: SEDE/SEMAD, 139 p., 2007.
- SEDURB - SECRETARIA DE SANEAMENTO, HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESPÍRITO SANTO. Política de resíduos sólidos no Estado do Espírito Santo. Disponível em: <>. Acesso em 12 de dez. de 2008.
- Silva, A.B., Neto, A.F.S., Bertachini, A.C. Potencial das Águas Subterrâneas no Quadrilátero Ferrífero. In: *CONG. BRAS. ÁGUA SUBTERRÂNEA*, 8, 1994, Recife. Anais: ABAS, 1994, p264-273.
- SILVEIRA, A.L.L. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. Porto Alegre: Ed. Universidade UFRGS, ABRH, 2ª edição, pg 35-52, 2001.
- SILVÉRIO, S. Publicação no *Jornal ABES* informa número 89 de 20/08/2008.
- SIMGE – SISTEMA DE METEOROLOGIA E RECURSOS HIDRICOS DE MINAS GERAIS. Sistema de Alerta de Enchentes da Bacia do Rio Doce. Disponível em: http://www.simge.mg.gov.br/Transferir/alerta_doce/index.html. Acessado em 19 de fevereiro de 2009.
- SINAN-MS - Sistema de Informações de Agravos de Notificação do Ministério da Saúde.

- Disponível no site www.saude.gov.br/sinanweb. Acesso em: novembro de 2008.
- SOS MATA ATLÂNTICA/INPE. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, período 1995-2000. São Paulo: INPE, 2001.
- Sunaga T. & Verani J.R. The fish communities of the lakes in Rio Doce Valley, Northeast, Brazil. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 1991.24, 2563–2566.
- STRAHLER, A. N. Physical geography. New York: John Wiley, 1951. 442p
- TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental. *Revista Uniar*, 20:137-156, 2007.
- TORRES, T. G.; PANHOS FILHO, A. C.; TERUYA JR., H.; CORRÊA, L. C.; GARCEZ, A. J. S.; COPATTI, A. Utilização dos dados SRTM na geração dos limites da bacia hidrográfica do rio Formoso (Bonito, MS). In: *Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal*. Campo Grande, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 145-154pp, 2006.
- Travassos, H. Contribuição ao estudo da família Characidae Gill, 1893. II. *Characidium timbuiensis* n. sp. (Classe Actinopterygii--Ordem Ostareophysii). *Summa Brasil. Biol*, 1946 .v. 1 (no. 5): 1-50, figs. 1-23.
- Tsutiya, M.T. Redução do custo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água -2001
- Tsutiya, M.. Abastecimento de Água – 2004.
- UNESCO-WWAP. Water for People. Water for Life: The United Nations World Water Development Report. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris and Berghahn Books, Oxford and New York, NY, 2006.
- Vale. Disponível em: <http://www.vale.com.br/>, acessado em 15/02/2009.
- Vannote, R. L.; Minshall, G. W.; Cummins, K. W.; Sedell, J. R. & Cushing, C. E. 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 130-137.
- Vari, R. P. The Curimatidae, a lowland neotropical fish family (Pisces: Characiformes): distribution, endemism, and phylogenetic biogeography. pp. 343-377 In: Vanzolini, P. E. & Heyer, W. R. (eds.) *Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 1988.
- VELOSO, H. P.; A. L. R. RANGEL FILHO; LIMA, C. A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.
- Vieira, F. & ALVES, C. B. M. Threatened fishes of the world: *Henochilus wheatlandii* Garman, 1890 (Characidae). *Environmental Biology of Fishes*, 2001.62 (4): 414
- Vieira, F. & Pompeu, P. S. Peixamentos: uma alternativa eficiente? *Ciência Hoje*.30 (175): 28-33, 2001.
- Vieira, F.; Alves, C. B. M. ; Santos, G. B.. Rediscovery and first record of *Henochilus wheatlandii* (Teleostei: Characiformes) a rare neotropical fish, in rio Doce basin of southeastern Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, Munchen, v. 11, n. 3, p. 201-206, 2000.
- Vieira, F.; Birindelli, J. L. *Leporinus thayeri* Borodin 1929. In: Machado A.B.M.; Drummond, G. M.; Paglia, A.P.; (Org.). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2008.
- Vieira, F.; Castro, R. M. C. ; Alves, C. B. M. *Henochilus wheatlandii* Garman 1890. In: Machado A.B.M.; Drummond, G. M.; Paglia, A.P.; (Org.). *Livro Vermelho da*

- Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2008.
- Vieira, F.; Gasparini, J. L. Os Peixes Ameaçados de Extinção no Estado do Espírito Santo. In: Passamani, M.; Mendes S. L.. (Org.). Espécies da fauna ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo. 1a. ed. Vitória , 2007. v. , p. 87-104.
- Vieira, F.; Pompeu, P. S.; Garavello, J. C. Steindachneridion doceanum (Eigenmann & Eigenmann 1889). In: Machado A.B.M.; Drummond, G. M.; Paglia. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2008.
- Vieira, F.; Pompeu, P. S. & Baumgratz, S. S. Os peixes e a pesca no rio Piracicaba – MG. Ecodinâmica/Belgo Mineira/Samarco - Belo Horizonte, 2000.
- Vieira, F.; Santos, G. B. ; Alves, C. B. M. A ictiofauna do Parque Nacional da Serra do Cipó e áreas adjacentes. Lundiana, Belo Horizonte, 2005.v. 6, p. 77-87.
- Vieira, F.; Vono, V.; Lima, F. C. T. Brycon devillei (Castelnau 1855). In: Machado A.B.M.; Drummond, G. M.; Paglia.. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2008.
- Vieira, F. Estrutura de comunidades e aspectos da alimentação e reprodução dos peixes em dois lagos do médio rio Doce, MG. Dissertação Mestrado, Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre. UFMG, Belo Horizonte. 64p, 1994.
- Vieira, F. A ictiofauna do rio Santo Antônio, bacia do rio Doce, MG: proposta de conservação. Tese de Doutorado, Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre. UFMG, Belo Horizonte. 101p, 2006.
- Vieira, F. Sobre a ocorrência de piranhas (*Pygocentrus nattereri*) na área do reservatório do AHE Aimorés, bacia do rio Doce, MG. Acqua Consultoria e Recuperação de Ambientes Aquáticos Ltda, Parecer Técnico, Belo Horizonte, 2006.8p.
- Vieira, F.; Pompeu, P. S. & Baumgratz, S. S. Os peixes e a pesca no rio Piracicaba – MG. Ecodinâmica/Belgo Mineira/Samarco - Belo Horizonte, 2000.
- VIOLA, Z.G.G. (2008). Avaliação da qualidade das águas da bacia do rio Doce/MG: caracterização da matéria orgânica e seus impactos ambientais. Tese de doutorado, Instituto de Ciências Biológicas. UFMG.
- Vono, V. & Barbosa, F. A. R. Habitats and littoral zone fish community structure of two natural lakes in southeast Brazil. Environmental Biology of Fishes, 61 (4): 2001. 371 – 379.
- VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: DESA-UFMG,1996.
- Weitzman, S. H. Redescription and relationships of *Corydoras triseriatus* von Ihering from the rio Doce, Brazil. The Wasmann Journal of Biology, 1955.13:101-106.
- Welcome, R. L. International introductions of Inland aquatic species. FAO Fisheries Technical Papers, 1988.294: 318 p.



PIRH

BACIA DO RIO DOCE

PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE E PLANOS DE AÇÕES PARA AS UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA BACIA DO RIO DOCE



CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA