

# **GESTÃO DE BACIAS**

**HIDROGRÁFICAS:**

**CRITÉRIOS PARA  
DEFINIÇÃO  
DE ÁREAS  
PRIORITÁRIAS PARA  
REVITALIZAÇÃO**

**Gestão de Bacias Hidrográficas:  
Critérios para definição de áreas  
prioritárias para revitalização**

## **ORGANIZAÇÃO**

Nádia Antônia Pinheiro Santos

Adriana de Fátima Teixeira Guimarães

Marília Carvalho de Melo

# **Gestão de Bacias Hidrográficas: Critérios para definição de áreas prioritárias para revitalização**

BELO HORIZONTE  
INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

2018

©2018 Instituto Mineiro de Gestão das Águas

**Governo do Estado de Minas Gerais**

Fernando Damata Pimentel  
Governador

**Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Semad**

Germano Luiz Gomes Vieira  
Secretário

**Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Igam**

Marília Carvalho de Melo  
Diretora Geral

**Fundação Estadual de Meio Ambiente - Feam**

Eduardo Pedercini Reis  
Presidente

**Instituto Estadual de Florestas - IEF**

Henri Dubois Collet  
Diretor Geral

I59g

Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

Gestão de bacias hidrográficas: critérios para definição de áreas prioritárias para revitalização / Organização Nádia Antônia Pinheiro Santos, Adriania de Fátima Teixeira Guimarães, Marília Carvalho de Melo. --- Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2018.

152 p.: il.

ISBN: 978-85-53054-02-2

Vários colaboradores.

1. Recursos hídricos. 2. Bacia hidrográfica – revitalização.  
3. Áreas prioritárias. I Santos, Nádia Antônia Pinheiro. II. Guimarães, Adriania de Fátima Teixeira. III. Melo, Marília Carvalho de.  
IV. Título.

CDU: 556.18:504.062.4

Ficha catalográfica elaborada por Márcia Beatriz Silva de Azevedo - CRB-1934  
Núcleo de Documentação Ambiental do Sisema.

IGAM – Rodovia João Paulo II, 4143, Serra Verde – Zip Code: 31.630-900

Belo Horizonte / Minas Gerais

[www.igam.mg.gov.br](http://www.igam.mg.gov.br) / +55(31) 3915-1297

## **COORDENAÇÃO GERAL**

Marília Carvalho de Melo

## **ORGANIZAÇÃO**

Nádia Antônia Pinheiro Santos

Adriana de Fátima Teixeira Guimarães

Marília Carvalho de Melo

## **EQUIPE TÉCNICA**

Adriana de Fátima Teixeira Guimarães

Caroline Matos da Cruz Correia

Marília Carvalho de Melo

Nádia Antônia Pinheiro Santos

## **COLABORADORES**

Allan de Oliveira Mota

Bruno Roberto Campos Soares

Felipe Gabriel Silva Alves

Heitor Soares Moreira

Juliana Maria Silveira

Sônia de Souza Lima

## **REVISÃO DE TEXTO**

Fabiana Monteiro de Moura Fernandes Campos

## **CAPA**

Daniela Giordano

# **NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA**

Márcia Beatriz Silva de Azevedo

Silvana de Almeida

# AGRADECIMENTOS

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Igam realizou o estudo de “Definição de critérios para seleção de áreas prioritárias para revitalização de bacias” que envolve a participação de diferentes especialistas da área ambiental com experiência na temática, sendo esta publicação resultado da consolidação das discussões, conhecimentos e experiências apresentadas.

Agradecemos a todos os autores que contribuíram com a elaboração da publicação, os membros do Subgrupo Governança que compõem o Grupo de Acompanhamento da Situação Hídrica do Estado de Minas Gerais, os especialistas que participaram da pesquisa Delphi e demais colaboradores do Instituto que se empenharam, direta ou indiretamente, para a realização desse trabalho.

Em especial, destacamos abaixo as instituições que compartilharam suas experiências nesse livro, juntamente com os órgãos que compõem o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais (Sisema/MG): Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad); Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam); Instituto Estadual de Florestas (IEF) e Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam).

- Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
- Universidade Federal de Viçosa – UFV
- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – Emater
- Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais - ARSAE-MG
- Companhia de Saneamento de Minas Gerais – Copasa
- Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Extrema-MG
- Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro – INEA
- The Nature Conservancy – TNC

A elaboração dos documentos que compõe esta publicação são de inteira responsabilidade de seus autores.

# SUMÁRIO

**PREFÁCIO.....10**

**APRESENTAÇÃO.....12**

**ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS  
ZEE/MG: CRITÉRIOS TÉCNICOS PARA A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS  
HÍDRICOS.....14**

Cássio Fernandes Araújo, Gabriela Cristina Barbosa de Brito, Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes, Gustavo Henrique Medeiros Resende, Antônio Henrique Noronha Ribeiro

**PROJETO ÁREAS PRIORITÁRIAS: ESTRATÉGIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA  
BIODIVERSIDADE E DOS ECOSSISTÊMICOS DE MINAS GERAIS.....29**

Ana Maria Silva Lima, Leandro Carmo Guimarães, Thamiris Lopes Chaves

**BACIAS HIDROGRÁFICAS RESILIENTES: DEFINIÇÃO DE ÁREAS  
PRIORITÁRIAS PARA REVITALIZAÇÃO BASEADA NA VULNERABILIDADE ÀS  
MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....35**

Alessandro Ribeiro Campos, Larissa Assunção Oliveira Santos, Morjana Moreira dos Anjos, Sarah Emanuelle Teixeira Gusmão

**CONTEXTOS DAS ÁREAS RURAIS NA GESTÃO DOS RECURSOS  
HÍDRICOS.....47**

Enio Resende de Souza

**PRO-MANANCIAIS - PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL DE PROTEÇÃO E  
RECUPERAÇÃO DE MANANCIAIS .....56**

Raphael Castanheira Brandão, João Bosco Senra

**PROJETO CONSERVADOR DAS ÁGUAS: A EXPERIÊNCIA DO MUNICÍPIO DE  
EXTREMA NA DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE SUB- BACIAS  
HIDROGRÁFICAS PARA REVITALIZAÇÃO.....66**

Paulo Henrique Pereira



**ÁREAS DE INTERESSE PARA PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DE MANANCIAIS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO.....75**

Silvia Marie Ikemoto, Patrícia Napoleão

**ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA AÇÕES AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO SERRA AZUL, EM UMA AVALIAÇÃO DE RECUPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL TENDO EM VISTA A CAPACIDADE DE USO DO SOLO.....86**

Vanessa Lucena Cançado, Nívia Carla Rodrigues, Talita F. G. Silva, Julian Cardoso Eleutério, Nilo de Oliveira Nascimento

**PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA INTERVENÇÕES DE INFRAESTRUTURA NATURAL NOS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS.....98**

Ricardo Aguilar Galeno, Marília Borgo, Eileen Andrea Acosta, Edenise Garcia, Gilberto Tiepolo, Samuel Roiphe Barrêto

**INSTRUMENTOS PARA A GESTÃO TERRITORIAL: INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM AGROECOSSISTEMAS, O ZONEAMENTO AMBIENTAL E PRODUTIVO E A PRIORIZAÇÃO DE OTTOBACIAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE INTERVENÇÕES CONSERVACIONISTAS.....110**

Adriana Monteiro da Costa, José Mário Lobo Ferreira, Hugo Henrique Cardoso de Salis, Antônio Henrique Noronha Ribeiro

**GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA REVITALIZAÇÃO.....127**

Nádia Antônia Pinheiro Santos, Adriana de Fátima Teixeira Guimarães, Marília Carvalho de Melo

# PREFÁCIO

A definição de critérios para seleção de áreas prioritárias constitui a primeira etapa para a elaboração do “Programa Estratégico de Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais”, que tem como objetivo definir áreas prioritárias para revitalização das bacias hidrográficas, indicando ações de conservação de água e solo, saneamento básico, levantamento de fontes alternativas de abastecimento, dentre outras medidas. Nesta publicação são apresentadas relevantes contribuições a fim de selecionar estas áreas.

Um seleto grupo interdisciplinar de especialistas cooperou para garantir a inclusão de conceitos, princípios e conhecimentos que devem ser analisados para este fim, envolvendo o zoneamento ecológico-econômico; a conservação do solo, da água e da biodiversidade; os instrumentos para a gestão de bacias hidrográficas e o efeito das condições climáticas nos sistemas ambientais e na sua susceptibilidade às mudanças no clima.

A consideração integrada destes conhecimentos é necessária para que se garanta tanto a revitalização de bacias hidrográficas, como, também, a sua sustentabilidade, garantindo não apenas a conservação do meio ambiente, mas também o uso adequado destas bacias a fim de assegurar o sustento das populações que as habitam. Este tipo de informação é essencial para garantir suporte às demandas associadas do aumento populacional e do crescimento da necessidade por água, alimentos, fibras e biocombustíveis, que acaba por impor uma intensificação do uso do solo e, conseqüentemente, a redução da capacidade de infiltração da água no solo e o aumento dos processos indutores da degradação ambiental.

Importantes experiências relativas a projetos que têm sido realizados visando a revitalização de bacias hidrográficas também são descritas. Estas, ao mesmo tempo que contemplam a vasta gama de conhecimentos que devem ser considerados, reforçam a necessidade de uma visão abrangente para a definição das áreas que devem ser priorizadas em programas de revitalização. Neste sentido são apresentadas experiências relativas aos programas associados à proteção e

recuperação de mananciais e ao programa conservador de água, experiências muito bem-sucedidas e realizadas visando a conservação ambiental e a garantia de suprimento de água para os seus múltiplos usos.

Importante destaque também deve ser dado ao fato do livro abordar a análise tanto de áreas rurais como urbanas e as particularidades associadas à influência específica de cada um destes tipos de uso e ocupação do solo no processo de circulação da água na bacia hidrográfica. Pela abordagem apresentada é possível evidenciar as diferenças de comportamento hidrológico existentes entre estes tipos de ocupação e as variações no tratamento que deve existir entre cada uma destas condições e, por consequência, nas ações para a sua mitigação.

Pelos aspectos mencionados constata-se que esta obra constitui uma relevante contribuição à geração de conhecimentos para dar suporte ao “Programa Estratégico de Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais”, que, indiscutivelmente, constituirá um marco para o aproveitamento mais racional da água, não só no que diz respeito ao seu papel ambiental, mas, também, para as importantes funções econômicas e sociais que desempenha.

Com base em todos estes aspectos só resta desejar uma boa leitura e lhe pedir o engajamento neste relevante esforço que visa a revitalização ambiental e, conseqüentemente, dos recursos hídricos no Estado de Minas Gerais.

Fernando Falco Pruski

Professor Titular da Universidade Federal de Viçosa

# APRESENTAÇÃO

O Estado de Minas Gerais, considerado a caixa d'água brasileira, tem em seu território nascentes dos principais rios de integração nacional: São Francisco, Paranaíba, Grande, Paraíba do Sul e Doce. Esta posição estratégica de Minas reforça a necessidade de eficácia na gestão das águas, seja para a garantia da Segurança Hídrica no território mineiro, seja pelo compartilhamento com outros estados da União. Neste sentido, foi instituído um grupo para planejamento de ações de curto, médio e longo prazo para promover a Segurança Hídrica em Minas Gerais.

O conceito de segurança hídrica se baseia em métricas relacionadas à redução dos riscos associados aos extremos hidrológicos e, portanto, no aumento da garantia de provimento de água em quantidade e qualidade para os usos múltiplos, incluindo àqueles necessários aos ecossistemas aquáticos.

Neste contexto da garantia da segurança hídrica que alicerça o desenvolvimento social e econômico do Estado que está proposto o Programa Estratégico de Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais. O objetivo do Programa é convergir ações de gestão da oferta e demanda de recursos hídricos no território da bacia para um objetivo comum: melhoria da disponibilidade e qualidade das águas. O programa é baseado em três grandes eixos de atuação: (1) Conservação, preservação e recuperação dos recursos naturais; (2) Produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos; e (3) Saneamento, controle da poluição e infraestrutura hídrica.

A presente publicação é resultado da primeira etapa prevista no Programa que é a definição de critérios técnicos para priorização de áreas para revitalização. A definição destes critérios é fundamental para o resultado efetivo do Programa, pois permitirá a avaliação das regiões mais sensíveis nas diversas vertentes relacionadas aos recursos hídricos e propiciará convergir ações e investimentos em áreas que resultem em maior resultado e impacto positivo para os cidadãos.

Os critérios foram construídos em uma perspectiva coletiva com envolvimento de diversos atores do sistema de gerenciamento de recursos hídricos e a academia, que ora são apresentados nesta publicação.

Boa leitura a todos!

Marília Carvalho de Melo

Diretora Geral do Igam

# ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS ZEE/MG: CRITÉRIOS TÉCNICOS PARA A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Cássio Fernandes Araújo<sup>1</sup>

Gabriela Cristina Barbosa de Brito<sup>2</sup>

Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes<sup>3</sup>

Gustavo Henrique Medeiros Resende<sup>4</sup>

Antônio Henrique Noronha Ribeiro<sup>5</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

O Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE é um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente, sendo essa um macrodiagnóstico territorial que subsidia a gestão pública e privada, tanto na esfera ambiental como na gestão dos demais processos. Consoante sua definição, no Decreto nº 4.297 de 10 de julho de 2002, é

“(…) um instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, estabelecendo medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população”.

Apoiado nessa premissa foi desenvolvido um Macrozoneamento Ecológico Econômico para todo o território nacional ficando a posteriori a obrigação de cada ente federado desenvolver seu próprio zoneamento, aumentando o nível de detalhes. Nesse cenário a constituição do ZEE-MG como política de Estado se deu a partir do ano de 2005 dentro do Plano Plurianual de Ação Governamental. Nele foram propostos 31 projetos estruturadores fundamentais sendo o de número 17 voltado à gestão ambiental para o século XXI a partir das ações da Secretaria de Estado de

---

<sup>1</sup> Bacharel em Ciências Biológicas, Gestor ambiental da Semad, cassio.araujo@meioambiente.mg.gov.br.

<sup>2</sup> Bacharel em Ciências Biológicas, Mestre em Meio Ambiente, Gestora Ambiental da Semad. Gabriela.brito@meioambiente.mg.gov.br.

<sup>3</sup> Bacharel em Geografia, Pós-graduado em Geoprocessamento, Mestrando em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Gestor Ambiental da Semad, gustavo.fernandes@meioambiente.mg.gov.br.

<sup>4</sup> Gestor Ambiental, Especialista em Estudos de Impacto e Licenciamento Ambiental, Mineração e Grandes Empreendimentos, Gestor Ambiental da Semad, gustavo.resende@meioambiente.mg.gov.br.

<sup>5</sup> Graduando em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais, estagiário da Semad, antonio.ribeiro@meioambiente.mg.gov.br.

Meio Ambiente, dentre elas a Ação P322 – Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais de modo a viabilizar parte da gestão territorial e ambiental do seu território.

Esse artigo tem por finalidade percorrer o debate sobre critérios, definição e a utilidade do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais, em especial a sua aplicação na governança e conservação dos recursos hídricos.

## **2 HISTÓRICO**

O ZEE-MG seguiu a metodologia proposta pelo Ministério do Meio Ambiente, prevista em diretrizes metodológicas emanadas do Programa de Zoneamento Ecológico Econômico do Ministério do Meio Ambiente - MMA, usando como área base as regionais do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais - COPAM. São áreas definidas politicamente para gestão ambiental, cada uma com uma regional e um conselho gestor. Conforme o Termo de Referência proposto, a metodologia para a realização do ZEE-MG contou com uma estrutura consultiva, elaborada em dois níveis complementares.

O primeiro nível refere-se aos trabalhos conjuntos com a sociedade no intercruzamento dos saberes e indagações e na criação de corresponsabilidades. Procedimentos neste sentido incluem o mapeamento e a articulação dos atores mais representativos. O segundo nível refere-se aos procedimentos técnicos dos estudos dos fenômenos e acontecimentos naturais, sociais e econômicos. As condições de vida das populações, sua organização territorial, estágio de desenvolvimento e outras situações consideradas importantes tiveram estudos particulares de modo a ampliar o conhecimento das realidades locais.

## **3 ZEE/MG - DEFINIÇÃO E OBJETIVOS**

Direcionando-se a partir das definições legais (Decreto nº 4.297/2002) o ZEE/MG desponta-se com um instrumento de definição de zonas de desenvolvimento segundo as peculiaridades regionais e áreas estratégicas para proteção e

conservação dos seus recursos naturais, da biodiversidade e para o desenvolvimento sustentável do Estado de Minas Gerais, orientando os investimentos do poder público e da sociedade civil.

Seguindo o sentido *stricto sensu* da sua definição, o zoneamento possui ainda objetivo específicos, sendo esses:

- Compor um banco de dados especializado, em linguagem acessível e de fácil uso, contendo a síntese das informações temáticas;
- Definir áreas prioritárias para desenvolvimento, conservação e preservação, subsidiando a elaboração de macropolíticas territoriais;
- Incentivar estudos qualitativos e quantitativos sobre os recursos para aumentar a capacidade de análise dos projetos;
- Elaborar bases para os modelos ambientais (naturais e antrópicos) e estudos de caso.

## **4 ZEE/MG – ABORDAGEM METODOLÓGICA**

### **4.1 Zonas Ecológico-Econômicas**

As diretrizes do Zoneamento Ecológico-Econômico articulam duas categorias conceituais abrangentes e distintas, a ecológica e a econômica, a partir de diagnósticos específicos que procuram identificar a Vulnerabilidade Natural e a Potencialidade Social de municípios e microrregiões do Estado de Minas Gerais. De acordo com a metodologia, o Zoneamento Ecológico-Econômico é o produto da integração da potencialidade social, que indica a possibilidade de um município em gerar desenvolvimento econômico, com a vulnerabilidade natural, que indica a fragilidade de um ecossistema e será detalhada a seguir nesse artigo.

Assente a informações sobre programas e iniciativas governamentais de delimitação de áreas institucionais, combinadas à associação entre potencialidade social/vulnerabilidade natural geraram o Índice Ecológico-Econômico – IEE e suas respectivas zonas apresentadas na Figura 1, descritas em seguida.



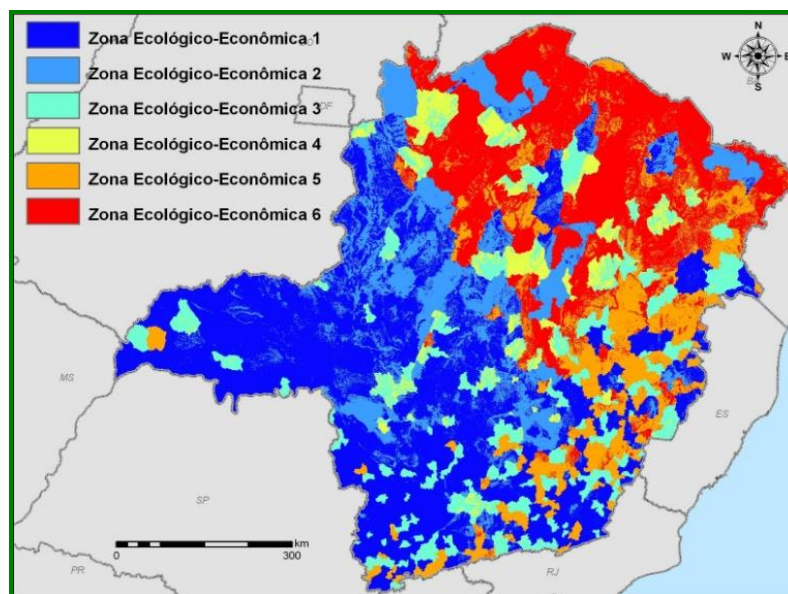


Figura 1 - Zonas Ecológico-Econômicas

Fonte: SCOLFORO; CARVALHO; OLIVEIRA, 2008.

- **Zona Ecológico-Econômica 1:** São áreas de elevado potencial social que pressupõem condições de gerenciar empreendimentos de maior porte e causadores de maiores impactos socioambientais. São caracterizadas por possuírem capacidades nos níveis estratégico, tático e operacional e de serem facilmente estimuladas para alavancar o desenvolvimento sustentável local. Nessa zona, os locais são menos vulneráveis ambientalmente e os empreendedores têm melhores condições para implantar ações preventivas e mitigadoras de impactos.
- **Zona Ecológico-Econômica 2:** São áreas de elevado potencial social que pressupõem condições de gerenciar empreendimentos de maior porte e causadores de maiores impactos socioambientais. São caracterizadas por possuírem capacidades nos níveis estratégico, tático e operacional e de serem facilmente estimuladas para alavancar o desenvolvimento sustentável local. Nessa zona, os locais são mais vulneráveis ambientalmente, e os empreendedores devem procurar estabelecer maior gama de ações preventivas e mitigadoras de impactos.
- **Zona Ecológico-Econômica 3:** São áreas de potencial social intermediário e baixa vulnerabilidade natural que demandam ações que incentivem o desenvolvimento,

considerando que o meio ambiente tem maior poder de resiliência, aumentando a efetividade das ações mitigadoras.

- **Zona Ecológico-Econômica 4:** São áreas de baixo potencial social e baixa vulnerabilidade natural, dependentes de assistência direta e constante do governo do estado ou do governo federal em áreas básicas de desenvolvimento, levando em conta que o meio natural fornece condições propícias para este desenvolvimento.
- **Zona Ecológico-Econômica 5:** São áreas de potencial social intermediário e alta vulnerabilidade natural que demandam ações que incentivem o desenvolvimento, considerando que o meio ambiente tem baixo poder de resiliência, diminuindo a efetividade ou inviabilizando ações mitigadoras.
- **Zona Ecológico-Econômica 6:** São áreas de baixo potencial social e alta vulnerabilidade natural, dependentes de assistência direta e constante do governo do Estado ou do governo federal em áreas básicas de desenvolvimento, levando em conta que o meio natural é um elemento limitante.

## 5. VULNERABILIDADE NATURAL

A aplicação do ZEE/MG na governança e conservação dos recursos hídricos advém da análise dos elementos geofísicos bióticos e abióticos, seus componentes e subcomponentes que, associados, compõem a Vulnerabilidade Natural de tal forma que a Potencialidade Social e os elementos que a compõem não serão aqui trabalhados.

Considerando então a vulnerabilidade natural como a incapacidade de uma unidade espacial resistir e/ou recuperar-se, após sofrer impactos decorrentes de atividades antrópicas consideradas normais assume-se que, se uma unidade espacial apresenta um dado nível de vulnerabilidade natural a uma atividade antrópica normal, ela também terá um nível igual ou superior para uma atividade econômica passível de licenciamento/mitigação, etc. Deve-se ressaltar que a vulnerabilidade natural é

referente à situação atual do local. Logicamente, áreas altamente antropizadas são menos vulneráveis a novas atividades humanas do que áreas ainda não antropizadas.

Segue abaixo os componentes, subcomponentes e a fonte dos dados utilizados para a composição da vulnerabilidade natural (QUADROS 1 e 2):

### I) Componente Abiótica:

Quadro 1- Vulnerabilidade Natural – Componente abiótica e subcomponentes

Carta	Componente	Fator Condicionante	Indicador
Vulnerabilidade Natural	Componente Abiótica	Índice de Umidade	Índice de Umidade de Thörntwaite
		Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos	Disponibilidade de água superficial Disponibilidade de água subterrânea Potencialidade de contaminação de aquíferos
		Vulnerabilidade do Solo à Erosão	Erodibilidade Risco potencial de erosão Exposição do solo Declividade Intensidade das chuvas
		Vulnerabilidade do Solo à Contaminação	Susceptibilidade à degradação estrutural do solo Probabilidade de contaminação ambiental Decomposição de matéria orgânica

Fonte: SCOLFORO; CARVALHO; OLIVEIRA, 2008.

### Fonte dos dados:

#### a) Solos, Relevo e Mineração:

- Susceptibilidade dos solos à contaminação: degradação estrutural; decomposição de matéria orgânica e contaminação ambiental.
- Susceptibilidade dos solos à erosão: risco potencial à erosão, erodibilidade, chuvas, cobertura vegetal e relevo<sup>6</sup>.

#### b) Recursos hídricos:

- Quantidade de água superficial, quantidade de água subterrânea e potencial de contaminação dos aquíferos.

<sup>6</sup> Para mais informações acessar <http://www.zee.mg.gov.br/>.

### c) Condições Climáticas

- Condições climáticas, evapotranspiração potencial e balanço hídrico climatológico<sup>7</sup>.

## II) Componente Biótica

Quadro 2 - Vulnerabilidade Natural – Componente biótica e subcomponentes

Carta	Componente	Fator Condicionante	Indicador
Vulnerabilidade Natural	Componente Biótica	Integridade da Flora	Graus de conservação da flora nativa Heterogeneidade da flora Prioridade de Conservação da flora Relevância regional: campo cerrado Relevância regional: campo Relevância regional: campo rupestre Relevância regional: cerradão Relevância regional: cerrado Relevância regional: floresta semidecídua Relevância regional: floresta decídua Relevância regional: floresta ombrófila Relevância regional: vereda
		Integridade da Fauna	Integridade da avifauna Integridade da herpetofauna Integridade da ictiofauna Integridade dos invertebrados Integridade da mastofauna

Fonte: SCOLFORO; CARVALHO; OLIVEIRA, 2008.

### Fonte dos dados:

#### a) Integridade da Flora:

- Relevância regional de sistemas herbáceo-arbustivos e relevância regional de sistemas florestais, grau de conservação da vegetação, heterogeneidade espacial de fitofisionomias e prioridade para conservação da flora.

#### b) Integridade da Fauna:

- Prioridade para conservação de mamíferos; prioridade para conservação de aves; prioridade para conservação de anfíbios e répteis e prioridade para conservação de invertebrados.

<sup>7</sup> Para mais informações acessar <http://www.zee.mg.gov.br/>.

## 6 CARTA DE VULNERABILIDADE NATURAL

Os resultados da vulnerabilidade natural indicam a possibilidade de ocorrência de problemas ambientais em razão da ocupação humana e permitem estabelecer as recomendações para um melhor aproveitamento dos recursos, bem como seu controle e proteção quanto a:

- ✓ Susceptibilidade à erosão, degradação e contaminação;
- ✓ Geologia;
- ✓ Aptidão climática;
- ✓ Fragmentação, heterogeneidade e relevância florística;
- ✓ Importância faunística;
- ✓ Disponibilidade quanti-qualitativa de água.

A carta de vulnerabilidade natural de Minas Gerais, elaborada com base nos aspectos bióticos e abióticos extraídos de levantamentos e estudos apontados anteriormente no item 5 sobre a flora, fauna, solos, relevo, geologia, clima e recursos hídricos é apresentada na Figura 2:

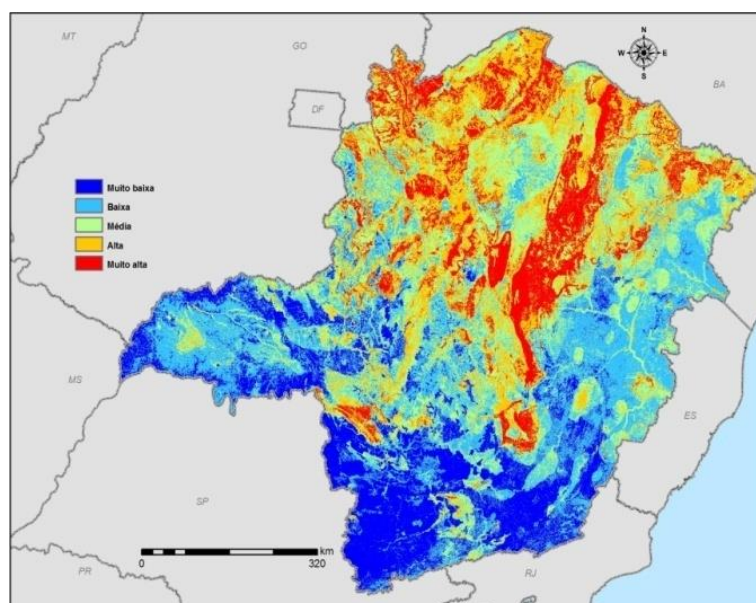


Figura 2 - Vulnerabilidade Natural

Fonte: SCOLFORO; CARVALHO; OLIVEIRA, 2008.

## **7 ANÁLISE DA VULNERABILIDADE NATURAL DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ZEE**

Considerando a Carta de Vulnerabilidade Natural anteriormente qualificada, a concepção da aplicação do ZEE/MG na governança e conservação dos recursos hídricos se dá por meio do detalhamento do componente abiótica – recursos hídricos. Sendo esse de ocorrência natural, assume papel de destaque no cenário atual de desenvolvimento, tornando-se essencial por apresentar oferta limitada, com elevada variabilidade espacial e temporal.

Para fins do ZEE/MG, a vulnerabilidade natural dos recursos hídricos é assumida como o reverso da sua disponibilidade natural. Na caracterização da disponibilidade natural foi adotada a vazão de referência para outorga do direito de uso da água superficial, para captações a fio d'água, com o objetivo de caracterizar a disponibilidade natural da água superficial. Já para a água subterrânea, o critério baseia-se na lâmina de reposição da reserva renovável dos aquíferos, cuja conceituação ainda não é bem acordada no contexto de sua gestão. Outra abordagem importante diz respeito à potencialidade de contaminação dos aquíferos, que integra a vulnerabilidade natural dos recursos hídricos, elencando, de forma qualitativa, as principais características hidrogeológicas direta ou indiretamente associadas à contaminação. A composição da Vulnerabilidade Natural dos Recursos Hídricos é descrita na Quadro 3 a seguir:

Quadro 3 - Critério para expressar a vulnerabilidade natural dos recursos hídricos

<b>Vulnerabilidade Natural dos Recursos Hídricos</b>	
<b>Variáveis</b>	<b>Peso</b>
Disponibilidade Natural de Água Superficial	50%
Disponibilidade Natural de Água Subterrânea	25%
Potencialidade de Contaminação de Aquíferos	25%

Fonte: SCOLFORO; CARVALHO; OLIVEIRA, 2008.

## 7.1 Disponibilidade natural de água superficial

Segue abaixo, na Figura 3, a distribuição espacial da disponibilidade natural de água superficial para o Estado de Minas Gerais, permitindo analisar as diferentes situações das regionais inseridas no contexto do Estado<sup>8</sup>.

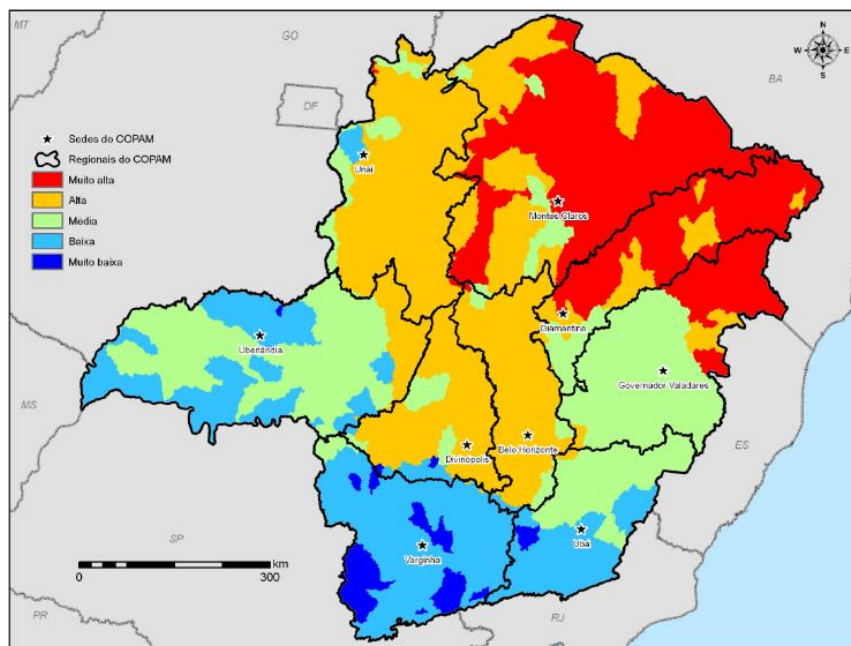


Figura 3 - Vulnerabilidade natural associada à disponibilidade natural de água superficial para o Estado

Fonte: SCOLFORO; CARVALHO; OLIVEIRA, 2008.

Fonte:

Rede Hidrográfica – Igam/2006, deflúvio Superficial de Minas Gerais – COPASA/1994 e banco de dados de Vazão e Precipitação Diária - ANA/HIDROWEB 2005.

## 7.2 Disponibilidade natural de água subterrânea

A vulnerabilidade natural associada à água subterrânea se caracteriza pela sua disponibilidade natural no Estado de Minas Gerais (Figura 4). As variáveis utilizadas foram a Lâmina de água explotável, considerando o conceito de que as reservas

<sup>8</sup> Os rendimentos específicos das sub-bacias foram definidos pelas variáveis  $Q_{7,10}$  se traduzindo por meio de  $RE_{7,10}$  (L/s.km<sup>2</sup>), divididos em 5 classes.

explotáveis não poderiam, jamais, exceder a valores efetivos das reservas renováveis ou reguladoras. Admitiu-se uma parcela de 25% das reservas renováveis.

A metodologia de cálculo das faixas de classificação levou em consideração a estimativa do volume (ou lâmina) de água da reserva explotável dos aquíferos. Foi realizada utilizando informações sobre os sistemas aquíferos do Estado de Minas Gerais e as Regiões Hidrológicamente Homogêneas, determinadas com base no regime pluvial médio anual, condições macro de declividade e infiltração de água nas zonas de recarga<sup>9</sup>.

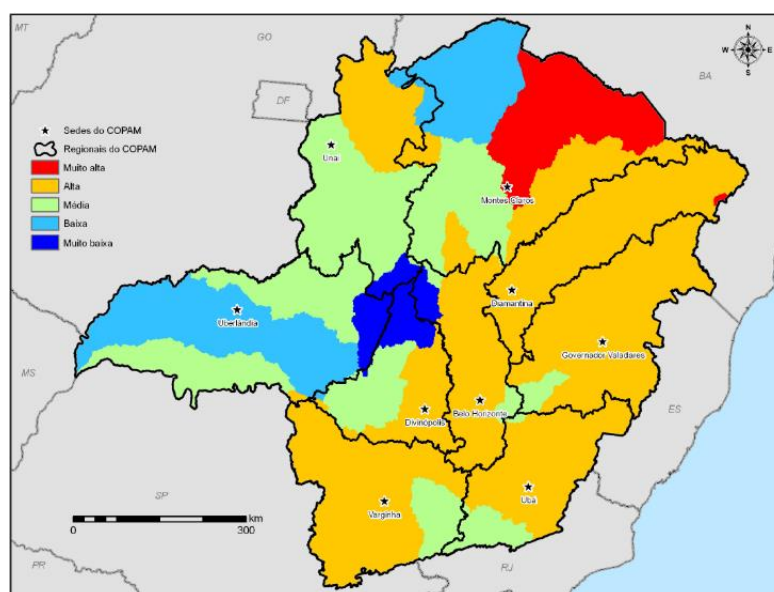


Figura 4 - Vulnerabilidade natural no contexto da disponibilidade natural de água subterrânea para o Estado de Minas Gerais

Fonte: SCOLFORO; CARVALHO; OLIVEIRA, 2008.

Fonte:

- Mapas hidrogeológicos e de tipologias hidrológicas homogêneas, informações hidráulicas sobre os aquíferos de Minas Gerais e modelo de regionalização hidrológica para lâmina de restituição: “Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Estado de Minas Gerais”/COPASA (Souza *et al.*, 1995).

<sup>9</sup> O estudo completo está disponível em: <http://www.zee.mg.gov.br/>.



### 7.3 Potencialidade de contaminação da água subterrânea

O mapa da Figura 5 abaixo apresenta a parcela de vulnerabilidade associada à contaminação dos aquíferos para o Estado de Minas Gerais. É possível observar uma faixa da parte leste do Estado na qual há vulnerabilidade baixa a muito baixa, ou seja, baixa potencialidade de contaminação, interpretada, basicamente, com base nas características do Sistema Aquífero Gnáissico-Granítico, o qual, apesar de sua baixa capacidade de produção de água, verifica-se maior proteção do aquífero no tocante à contaminação.

As variáveis para correlação das vulnerabilidades correspondentes foram obtidas com base na combinação qualitativa de fatores como, características litológicas, falhas geológicas, profundidade modal do aquífero, e condutividade elétrica da água subterrânea, além da presença de metais pesados em concentrações elevadas.

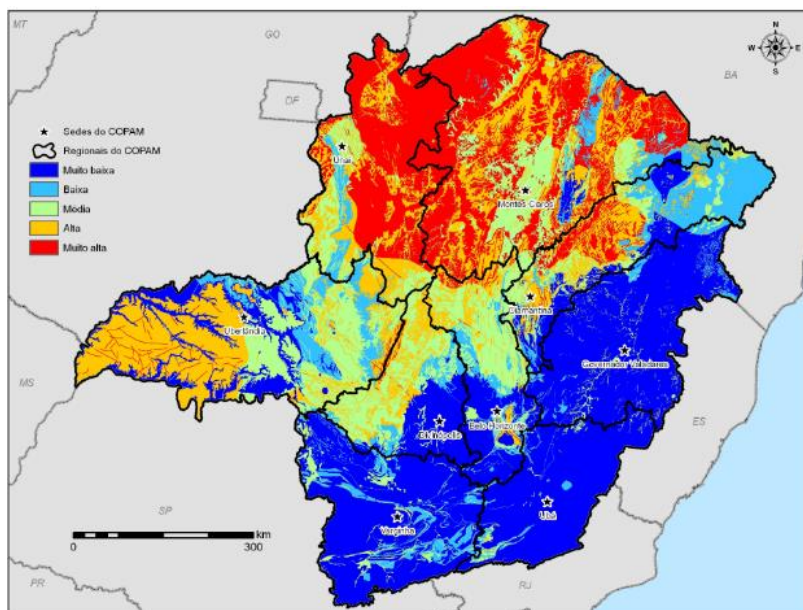


Figura 5 - Vulnerabilidade natural no contexto da potencialidade de contaminação da água subterrânea para o Estado de Minas Gerais

Fonte: SCOLFORO; CARVALHO; OLIVEIRA, 2008.

Fonte:

- Mapa hidrogeológico, informações hidráulicas sobre os aquíferos de Minas Gerais e informações de qualidade da água subterrânea (Condutividade Elétrica): “Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Estado de Minas Gerais”/COPASA (Souza *et al.*, 1995) e Mapa de ocorrências minerais na escala 1:1.000.000 CPRM 2004.

#### 7.4 Carta de Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos

Destarte, temos então no mapa da Figura 6 o comportamento da vulnerabilidade dos recursos hídricos para o Estado de Minas Gerais. É possível observar aumento desta vulnerabilidade à medida que se caminha em direção ao norte do Estado, começando com vulnerabilidade muito baixa próximo à Serra da Mantiqueira, baixa vulnerabilidade no Sul, parte da Zona da Mata e Paraíba do Sul e trechos do Triângulo Mineiro, vulnerabilidade média na regional Central, e alta e muito alta para as regionais Norte, Noroeste e Jequitinhonha.

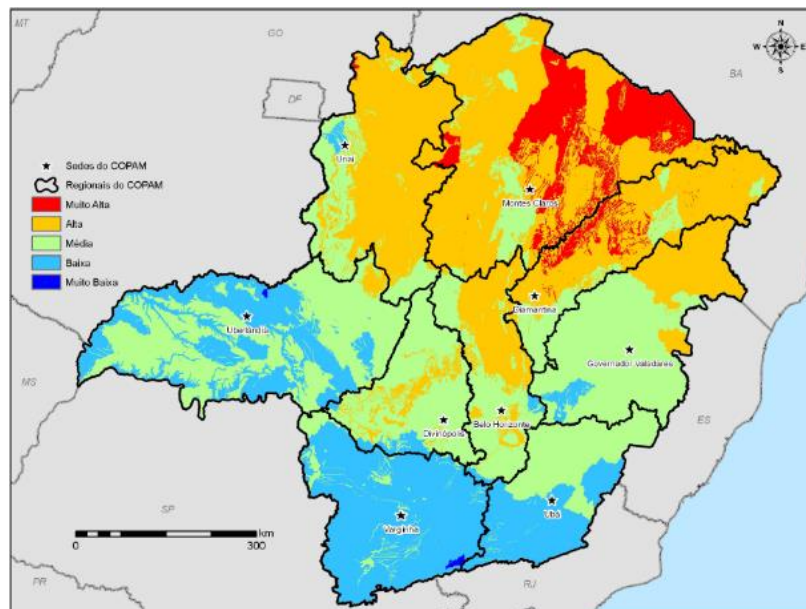


Figura 6 – Vulnerabilidade natural dos recursos hídricos para o Estado de Minas Gerais  
Fonte: SCOLFORO; CARVALHO; OLIVEIRA, 2008.

## 8 CONCLUSÃO

O conjunto de discussões que permeiam os objetivos e estratégias de implementação dos ZEEs no território brasileiro e seus entes federativos, principalmente o Estado de Minas Gerais deve ser entendida sobre o contexto de reorientação do poder público no seu papel de criar e assegurar um ambiente adequado ao desenvolvimento econômico sustentável, por meio de instrumentos legais, técnicos, e de regulação econômica (ANDRADE, 2002: 22 e 27). Nesse sentido o ZEE/MG se apresenta como um importante instrumento de orientação da ocupação do território mineiro, sendo um referencial para os diversos atores envolvidos em especial o poder público nas suas mais diferentes esferas.

Em suma, o ZEE/MG é uma síntese de conhecimento do território mineiro e deve ser utilizado para subsidiar políticas públicas de desenvolvimento sustentável, dentre elas, aquelas voltadas à preservação e conservação dos nossos recursos hídricos. Ao evidenciar as informações espacializadas como a vulnerabilidade natural dos recursos hídricos, o ZEE/MG apresenta grande potencial de aplicação, tais como a construção de critérios de restrição locacional em processos de regularização/licenciamento ambiental e/ou outorgas para derivação de águas superficiais e subterrâneas, enquadramento de cursos d'água, dentre várias outras aplicações.

Todavia, por se tratar de uma composição complexa de informações socioeconômicas e ambientais, sendo a maioria delas passíveis de atualização contínua, gera altos custos ao poder público. Somando-se a isso, os interesses diversos dos atores envolvidos nesse processo fazem com que a incorporação do ZEE/MG nas políticas públicas seja ainda motivo de questionamentos e necessite de um arranjo institucional por meio de uma ampla e permanente discussão onde o Estado de Minas Gerais, o meio ambiente e os recursos hídricos serão os maiores beneficiados.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. A. G. Desenvolvimento: missão de todos. In:\_\_\_\_\_. **Minas Gerais no Século XXI**: transformando o poder público, a busca da eficácia. Belo Horizonte: BDMG/ Rona Editora. 2002. p. 13-46.

BRASIL. **Decreto n. 4.297**, de 10 de Julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE, e dá outras providências. Disponível em: <[www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=3000](http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=3000)>. Acesso em: 20 dez. 2018.

SCOLFORO, J. R. S; CARVALHO, L. M. T. de; OLIVEIRA, A. D. (Ed.). **Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais**: componentes geofísico e biótico. Lavras: UFLA, 2008. 161 p.

SOUZA, S. M. T. **Deflúvios superficiais no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Hidrosistemas, 1993. 264 p.

SOUZA, S. M. T. **Disponibilidades hídricas subterrâneas no Estado de Minas Gerais**: informatização dos dados e interpretação temática. Belo Horizonte: Hidrosistemas, 1994. 264 p.

SOUZA, S.M.T. **Disponibilidades hídricas subterrâneas no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Hidrosistemas, 1995. 525p.

# PROJETO ÁREAS PRIORITÁRIAS: ESTRATÉGIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DOS ECOSISTEMAS DE MINAS GERAIS

Ana Maria Silva Lima<sup>1</sup>  
Leandro Carmo Guimarães<sup>2</sup>  
Thamiris Lopes Chaves<sup>3</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

A crise ambiental contemporânea impõe ao Estado e a toda a sociedade desafios de grande escala e imensa complexidade como a conservação da biodiversidade, o uso sustentável dos recursos naturais e a manutenção dos processos ecológicos necessários à sobrevivência da civilização. Infelizmente, os recursos humanos e financeiros disponíveis para tal empreitada são limitados, tanto na esfera pública quanto na privada, e cronicamente restam aquém do necessário. Soma-se a isso o desafio de se conciliar produção e proteção ambiental num território finito, o que exige a destinação de áreas para um fim em detrimento do outro. Tais limitações constituem um problema de alocação de recursos a áreas e ações que maximizem o retorno em qualidade ambiental por investimento, ou seja, aquelas cuja conservação ou recuperação é mais relevante e tem maiores chances de sucesso. A efetividade da gestão ambiental pública depende criticamente do desenho e adoção das melhores estratégias para tanto. Reconhecendo essa realidade, o Conselho de Política Estadual de Meio Ambiente – COPAM (Deliberação Normativa nº 55, de 13 de junho de 2002) e a legislação estadual de florestas e biodiversidade (Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013, Art. 53 e Art. 123) determinam a priorização de áreas para a conservação e recuperação em Minas Gerais.

Infelizmente, as ferramentas de que o Estado dispõe para esta missão se encontram, hoje, desatualizadas, imprecisas e incompletas, especialmente considerando-se os novos dados ecológicos e socioeconômicos produzidos nos últimos 10 anos e os avanços feitos nas áreas de geoprocessamento, modelagem e

---

<sup>1</sup> Bacharel em Geografia. Instituto Estadual de Florestas – IEF [ana.lima@meioambiente.mg.gov.br](mailto:ana.lima@meioambiente.mg.gov.br)

<sup>2</sup> Mestre em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Bacharel em Ciências Biológicas Instituto Estadual de Florestas – IEF [leandro.guimaraes@meioambiente.mg.gov.br](mailto:leandro.guimaraes@meioambiente.mg.gov.br)

<sup>3</sup> Bacharel em Geografia. Instituto Estadual de Florestas – IEF [thamiris.chaves@meioambiente.mg.gov.br](mailto:thamiris.chaves@meioambiente.mg.gov.br)

priorização de áreas no mesmo período. Faz-se, portanto, necessária a criação de novo instrumento capaz de atender às demandas da gestão ambiental pública no Estado. Com esse objetivo, o Instituto Estadual de Florestas empreendeu o Projeto Áreas Prioritárias: Estratégias para a Conservação da Biodiversidade e dos Ecossistemas de Minas Gerais. O Projeto, custeado pelo IEF e pela agência de cooperação internacional alemã KFW através do Promata II, está sendo executado por um consórcio entre WWF - Brasil, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG e Fundação Biodiversitas. Supervisionado por um arcabouço de gestão institucional integrado por todos os órgãos ambientais de Minas Gerais: IEF, Semad, Feam e Igam, ele conta ainda com participação da comunidade científica, setor produtivo, sociedade civil organizada e outros órgãos de governo.

## **2 O PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DA CONSERVAÇÃO**

A abordagem empregada no Projeto, Planejamento Sistemático da Conservação - PSC (MARGULLES e PRESSEY, 2000), oferece excelente resposta ao desafio de alocação de recursos na gestão ambiental do território. Prima por garantir a adequada representação das diversas feições ecologicamente relevantes do território nas áreas prioritárias, evitando vieses que distorçam sua efetividade e conflitos com atividades produtivas, reduzindo os custos sociais e econômicos da conservação e aumentando suas chances de sucesso. A metodologia é espacialmente explícita, permitindo análises espaciais sofisticadas; totalmente transparente, permitindo revisão crítica e aperfeiçoamento contínuos; quantitativa, trabalhando com metas claras de conservação, cujo cumprimento é conferível; flexível, oferecendo várias soluções ao mesmo problema e dando margem à negociação com interesses divergentes; e defensável diante de pressões por uso alternativo do solo, pois incorpora os fatores socioeconômicos que condicionam a degradação ambiental e o sucesso das medidas de conservação em suas análises. O método, amplamente recomendado pela literatura internacional, é adotado pela União para a definição de áreas prioritárias para a conservação em escala nacional e vem sendo empregado com sucesso também por iniciativas estaduais. Sucintamente, as seguintes etapas principais resumem as atividades que serão desenvolvidas para a priorização de áreas em Minas Gerais:

1. Seleção e mapeamento de alvos, ou seja, dos elementos do ecossistema que desejamos conservar. Alvos podem ser elementos da diversidade biológica, como espécies-chave ou ameaçadas, ou dos chamados bens ou serviços ecossistêmicos por ela fornecidos, como recursos hídricos, belezas cênicas e pescarias.
2. Definição de metas, ou seja, do quanto queremos conservar de cada alvo. A estipulação das metas se pauta pelo quanto é necessário conservar ou recuperar de um alvo para que ele realmente persista ao longo do tempo. Por exemplo, que percentual da área de vida de uma espécie deve ser preservado para que ela sobreviva ou que extensão de áreas florestais deve ser protegida para a efetiva manutenção de um manancial de abastecimento.
3. Identificação, ponderação e mapeamento de custos e oportunidades, ou seja, dos elementos que facilitam ou dificultam a implantação ou o sucesso das medidas de conservação. Custos incluem as atividades econômicas menos compatíveis com a conservação, como mineração ou agropecuária; as pressões que reduzem a efetividade de ações conservacionistas como barramentos em cascata que dificultam a conservação da ictiofauna e de pescarias; ou vetores de propagação dessas pressões como a abertura de estradas, que leva à expansão agrícola e imobiliária. Já oportunidades incluem atividades econômicas sinérgicas com a conservação ou que dela dependem, como o turismo, e a presença de instrumentos de gestão territorial preservacionistas como Reservas da Biosfera.
4. Modelagem espacial que integra todas as variáveis acima listadas e mapeia as menores áreas capazes de cumprir as metas de conservação enquanto simultaneamente evita os custos e busca as oportunidades.
5. Customização de mapas capazes de orientar as mais diversas políticas ambientais do Estado. Diferente de outros processos, que priorizam áreas para a conservação de determinado grupo de organismos vivos, inovamos em Minas Gerais, buscando a elaboração de mapas de áreas prioritárias que orientassem as diferentes políticas ambientais. Como exemplo, a seleção de áreas prioritárias para a implantação de Unidades de Conservação deve evitar

conflitos, enquanto a da fiscalização deve buscar seu enfrentamento; a gestão de recursos hídricos não pode se basear apenas num mapa de áreas críticas para a conservação da fauna e vice-versa. Assim, metodologias de árvore de decisão e de cruzamento de dados serão usadas para garantir que as particularidades das diferentes políticas sejam contempladas e que as áreas prioritizadas para cada uma delas reflitam os alvos e os custos pertinentes. Informações de caráter local, disponíveis apenas para regiões específicas, serão incorporadas nessa fase, contribuindo para a caracterização das áreas e qualificação dos resultados. Essa etapa incluirá ainda a identificação de áreas críticas para o incremento de conectividade e a restauração.

6. Elaboração de um Plano de Ação Estratégica que refinará a avaliação das áreas prioritárias, considerando sua vulnerabilidade (probabilidade de degradação no futuro próximo) e relevância. O Plano indicará ainda ações mais adequadas aos diferentes conjuntos de áreas e avaliará a capacidade instalada do Sisema para implantá-las, sugerindo melhorias e indicando possíveis fontes de recursos para sua execução.

Todas essas etapas contam com ampla participação da comunidade científica, órgãos de governo e sociedade. A etapa de customização dos mapas, em particular, envolverá um profundo alinhamento com os setores que os utilizarão, envolvendo técnicos e dirigentes no mapeamento de suas necessidades para a entrega de um produto capaz de atendê-los.

### **3 O PROJETO ÁREAS PRIORITÁRIAS E O PROGRAMA ESTRATÉGICO DE REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DE MINAS GERAIS – PERBH**

O Projeto Áreas Prioritárias e o PERBH convergem tematicamente, principalmente quanto à priorização e o planejamento da conservação ou restauração de áreas para a produção de recursos hídricos em quantidade e qualidade que atendam às crescentes demandas sociais e ambientais. Assim, a abordagem desses aspectos está sendo gestada conjuntamente pelo IEF e pelo Igam para a perfeita integração entre os dois Projetos que terão natureza complementar e fornecerão insumos e produtos um ao outro, evitando-se duplicação de esforços ou divergências



nos resultados. O Projeto Áreas Prioritárias, com o engajamento paritário do PERBH, fornecerá estratégias principalmente quanto à salvaguarda da produção de água, podendo também contribuir insumos significativos para o desenho de políticas de ordenamento do uso dos recursos hídricos ou de saneamento.

Critérios de priorização de áreas para conservação e revitalização de recursos hídricos atualmente em discussão no seio conjunto dos Projetos incluem biodiversidade aquática e habitats relevantes, pescarias, potencial de recarga do aquífero, output hídrico, intensidade do balanço hídrico, relevância para o abastecimento de populações humanas, ocorrência de conflitos por recursos hídricos, qualidade da água, enquadramento normativo do corpo d'água, uso para recreação de contato primário, vulnerabilidade à erosão e vulnerabilidade às mudanças climáticas. A adoção desses elementos, e de outros que vierem a ser identificados, seja como alvos de conservação, custos, oportunidades ou critérios de customização de mapas capazes de orientar a gestão dos recursos hídricos em Minas Gerais será definida conjuntamente pelos Projetos. O mesmo se dará com o desenho das recomendações de gestão de recursos hídricos do Plano de Ação Estratégica, garantindo o máximo aproveitamento de sinergias e a unificação do pensamento estratégico quanto a recursos hídricos no âmbito da administração estadual.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O sucesso da gestão territorial ambiental depende de muitos fatores críticos, que extrapolam a priorização de áreas e o desenho de estratégias de gestão, ou seja, a etapa de planejamento. O grande desafio da conservação não é planejar, mas concretizar os melhores planos (BEEVER *et al.* 2014). Isso exige a edição de normas que incorporem suas recomendações ou determinem sua execução, mas, tão importante quanto, exige o engajamento do Estado, do próprio funcionalismo público, pela criação de uma cultura organizacional de uso e de observância dos planos em suas rotinas de atividades e decisões. O sucesso de longo prazo de qualquer política ambiental depende ainda da mobilização de atores sociais externos ao Estado, como a sociedade civil e o setor produtivo, para a promoção de objetivos convergentes e a minimização de conflitos, pois mesmo a política mais bem desenhada pode fracassar

por resistência da sociedade. Finalmente, planejamento e gestão não são atividades estáticas e mesmo os melhores planos precisam ser revisados e ajustados conforme são implantados ou novas situações de fato se impõem.

O Projeto Áreas Prioritárias e o PERBH já estão, juntos, lançando as bases para a superação de tais desafios ao envolverem uma variedade de atores sociais relevantes em sua construção e ao agregarem as mais diversas demandas de priorização de áreas do Sistema Estadual de Meio Ambiente num instrumento integrado, com a mobilização e contribuição dos diversos setores da administração que os utilizarão no futuro.

## REFERÊNCIAS

BEEVER E.; MATTSON B., GERMINO M., VAN DER BURG M., BRADFORD J. E BRUNSON M. Successes and challenges from formation to implementation of eleven broad-extent conservation programs. **Conservation Biology**, v. 28, n.2, p.302–314 2014.

MARGULLES C.R. E PRESSEY R.L. Systematic conservation planning. **Nature**, v. 405, p. 243-253. 2000.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL- COPAM (Minas Geras) Deliberação Normativa nº 55, de 13 de junho de 2002. **Estabelece normas, diretrizes e critérios para nortear a conservação da Biodiversidade de Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG, 13 jun. 2002. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=137>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

MINAS GERAIS. Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013. **Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado**. Belo Horizonte, MG, 16 out. 2013. Disponível em: <<http://www.agenciapcj.org.br/docs/legislacoes/lei-mg-20922-13.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

# **BACIAS HIDROGRÁFICAS RESILIENTES: DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA REVITALIZAÇÃO BASEADA NA VULNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Alessandro Ribeiro Campos<sup>1</sup>  
Larissa Assunção Oliveira Santos<sup>2</sup>  
Morjana Moreira dos Anjos<sup>3</sup>  
Sarah Emanuelle Teixeira Gusmão<sup>4</sup>

## **1 INTRODUÇÃO**

A água é um dos meios pelo qual primeiro e mais fortemente a população deverá perceber os impactos sobre os sistemas naturais e humanos dos eventos climáticos e meteorológicos extremos, assim como das mudanças climáticas, considerando as prováveis alterações nos padrões de precipitação e no escoamento dos rios (ANA, 2016).

O aumento da intensidade da precipitação poderá conduzir a taxas mais altas de escoamento superficial, conseqüentemente um aumento de inundação e taxas reduzidas de recarga de água subterrânea (TRENBERTH, 2011). A elevação da temperatura acarretará a uma maior evapotranspiração que, por sua vez, pode influenciar em uma demanda ainda maior por água de irrigação.

A intensificação do ciclo hidrológico resultante das mudanças climáticas resulta no aumento dos fluxos de tempestades, na intensidade das secas e inundações e nas mudanças nos processos hidrológicos ecológicos dos sistemas de bacias hidrográficas (IPCC, 2013). Esses impactos conjuntamente resultam em mudanças nos sistemas sociais e ecológicos do território, criando mudanças transitórias ou permanentes nas bacias (RANDHIR, 2014).

---

<sup>1</sup> Geógrafo, mestre em análise e modelagem de sistemas ambientais, Fundação Estadual do Meio Ambiente, [alessandro.campos@meioambiente.mg.gov.br](mailto:alessandro.campos@meioambiente.mg.gov.br)

<sup>2</sup> Engenheira de energia, mestre em sistemas energéticos, Fundação Estadual do Meio Ambiente, Universidade Federal de Minas Gerais; [eng.larissaoliveira@gmail.com](mailto:eng.larissaoliveira@gmail.com)

<sup>3</sup> Engenheira de energia, mestre em ciências e técnicas nucleares, Fundação Estadual do Meio Ambiente, [morjana.anjos@meioambiente.mg.gov.br](mailto:morjana.anjos@meioambiente.mg.gov.br)

<sup>4</sup> Geógrafa, especialista em gestão ambiental, Fundação Estadual do Meio Ambiente, [sarah.gusmao@meioambiente.mg.gov.br](mailto:sarah.gusmao@meioambiente.mg.gov.br)

Como resultado para o contexto da bacia, essas mudanças podem representar o comprometimento do suprimento de água, aumento de desastres naturais, aumento da exposição a contaminantes transmitidos pela água, problemas na qualidade, na disponibilidade e na demanda de água, com intensificação da competição entre usos múltiplos e usuários, extinção de espécies, riscos para a infraestrutura e operação de água e esgoto, perda de biodiversidade, perdas econômicas e rápida exploração de recursos. Essas questões intensificarão os atuais desafios do gerenciamento dos recursos hídricos (IPCC, 2014).

Há um consenso muito bem fundamentado no meio científico no âmbito global de que os riscos relacionados ao clima para sistemas naturais e humanos são dependentes da magnitude e taxa de aquecimento, localização geográfica, níveis de desenvolvimento e vulnerabilidade (FEAM, 2011; RANDHIR, 2014; IPCC, 2018). Portanto, a resiliência das bacias hidrográficas reflete sua capacidade de absorver as perturbações climáticas e reorganizar-se para manter-se dentro do domínio atual ou transformar-se em outros novos domínios estáveis nas dimensões ecológica e social (FOLKE *et al.*, 2010).

Essa capacidade é resultante do balanço entre a ameaça potencial e a capacidade de um sistema socioecológico de mitigá-la, correspondendo a sua vulnerabilidade. Por conseguinte, essa é influenciada fortemente pelo Estado e pela dinâmica do sistema socioecológico de inserção, bem como dependente das escolhas e da implementação de opções de adaptação e mitigação às mudanças climáticas.

Existem várias formas de avaliar quantitativamente a vulnerabilidade através de índices. McCarthy *et al.* (2001) sugeriu analisar quantitativamente a vulnerabilidade com uma função de três parâmetros baseada nas três dimensões da vulnerabilidade, incluindo exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação.

A partir desse modelo conceitual, entende-se que seja possível reduzir a vulnerabilidade reduzindo a sensibilidade do sistema exposto e melhorando sua capacidade de se adaptar. Isso requer, além da compreensão, a intervenção do contexto social, institucional, econômico, político e ambiental do território.

O objetivo desse estudo é compreender o potencial de abordagens quantitativas da vulnerabilidade territorial às mudanças climáticas, como o Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática (IMVC), serem utilizadas como critério para a definição de áreas prioritárias para revitalização de bacias hidrográficas.

## **2 VULNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

As mudanças climáticas referem-se a uma mudança no estado do clima que pode ser identificada (por meio de testes estatísticos, por exemplo) por mudanças na média e/ou na variação das suas propriedades e que persistem durante um longo período de tempo. A mudança climática pode ocorrer tanto por meio de processos internos naturais ou forças externas, como modulações dos ciclos solares, erupções vulcânicas e as mudanças antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra. (IPCC, 2012).

A vulnerabilidade às mudanças climáticas é determinada por uma combinação de exposição física às variações hidrometeorológicas, às circunstâncias subjacentes do sistema socioambiental e ao grau em que o sistema de governança de um território é capaz de implementar uma adaptação efetiva. O conceito de vulnerabilidade reflete um equilíbrio entre uma ameaça potencial e a capacidade de um sistema de mitigar essa ameaça (CAF, 2014).

O Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC (IPCC, 2007) define a vulnerabilidade como a "medida na qual um sistema está suscetível aos - ou é incapaz de lidar com - efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo-se a variabilidade climática e os fenômenos extremos. Essa definição de vulnerabilidade foi empregada pela Lei Federal Nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009 que trata da Política Nacional sobre Mudança do Clima do Brasil, e que define a vulnerabilidade por meio de três componentes: a exposição, a sensibilidade e a capacidade de adaptação.

Segundo definições do IPCC (2007), sensibilidade é o "grau no qual um sistema é influenciado, positivamente ou negativamente, pela variabilidade climática ou pelas mudanças climáticas". Essa componente concentra-se na população humana e sua interação com os recursos naturais, bem como dos próprios ecossistemas. Envolve a presença de pessoas, os meios de subsistência, os serviços e recursos ambientais, a infraestrutura, os ativos econômicos, sociais e culturais em lugares que poderiam ser adversamente afetados pelos riscos climáticos (IPCC, 2012).

A capacidade de adaptação é a capacidade do sistema socioambiental de se adaptar às mudanças climáticas (especialmente à variabilidade climática e aos fenômenos extremos), a fim de atenuar os danos potenciais, de aproveitar as oportunidades ou enfrentar as suas consequências (IPCC, 2007). Por fim, a exposição é definida como a natureza, a amplitude e o ritmo da variação climática à qual o sistema considerado está exposto (IPCC, 2007).

Baseando-se nesses componentes temos uma diversidade de métodos de agregação de diferentes tipos de variáveis geográficas, ecológicas, climáticas, sociais, institucionais e econômicas para geração de um índice composto capaz de mensurar o nível de vulnerabilidade de uma região ou município (QUINTÃO *et al.*, 2017). Dong *et al.* (2015) propôs um modelo para quantificação da vulnerabilidade na forma de:

$$Vulnerabilidade = \frac{Sensibilidade \times Grau \ de \ Exposição}{Capacidade \ de \ Adaptação}$$

Relacionada ao conceito de vulnerabilidade encontra-se a capacidade de adaptação de um sistema socioecológico de se ajustar para responder rapidamente aos impactos provocados pelas mudanças climáticas. A adaptação, neste contexto, inclui as estratégias e políticas que podem tornar os sistemas humanos e naturais mais resilientes e capazes de suportar os impactos negativos das mudanças climáticas.

## **2.1 Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática - IMVC**

O Estado de Minas Gerais provavelmente sofrerá impactos multidimensionais como resultado aos efeitos negativos das mudanças climáticas, embora elas variem em natureza e extensão em todo o território (FEAM, 2011). Enquanto as condições climáticas regionais sofrem alterações, mudanças de maior magnitude são esperadas para as próximas décadas. Mudanças nos regimes regionais de temperatura e precipitação, incluindo mudanças na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, afetarão a saúde da população, meios de subsistência, economias, meio ambiente e disponibilidade de recursos naturais (NOBRE *et al.*, 2016).

Nesse contexto, compreender, monitorar e atuar de forma sistemática na vulnerabilidade do território estadual é fundamental para garantir desenvolvimento socioeconômico e qualidade de vida para gerações atuais e futuras. Entretanto, a vulnerabilidade associada a padrões climáticos é um fenômeno complexo, dinâmico e de difícil quantificação direta, por envolver aspectos ambientais, sociais e econômicos.

A Fundação Estadual do Meio Ambiente - Feam, buscando uma avaliação da vulnerabilidade às mudanças climáticas do Estado de Minas Gerais com base na definição de vulnerabilidade proposta pelo IPCC (2007), desenvolveu o Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática – IMVC (FEAM, 2015).

A vulnerabilidade estimada pelo IMVC pode ser entendida como a "medida na qual um município mineiro está suscetível aos - ou é incapaz de lidar com - efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo-se as alterações médias e eventos climáticos extremos como longas estiagens e chuvas intensas (FEAM, 2015). O índice avalia a vulnerabilidade à exposição climática, considerando a sensibilidade do sistema socioecológico local e a sua capacidade de se adaptar ou transformar em oportunidade os potenciais impactos causados pelas mudanças climáticas.

Assumindo as três componentes da vulnerabilidade, são analisados os principais fatores que permitem a avaliação do grau de exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação do território às mudanças climáticas. Para cada componente, um conjunto de indicadores é proposto.

A sensibilidade do território do Estado de Minas Gerais às mudanças climáticas foi estabelecida por seus atributos socioeconômicos e ambientais estruturais que, na ausência de adaptação, tornam esse território vulnerável aos impactos negativos das mudanças climáticas em sua integridade socioeconômica e ecossistêmica. Os fatores de sensibilidade às mudanças climáticas foram definidos por meio de um diagnóstico abrangente e aprofundado do território que relaciona aspectos econômicos, sociais, ambientais e climáticos, destacando os setores econômicos e recursos mais sensíveis às mudanças climáticas.

O componente relativo à exposição segue uma abordagem simplificada do conceito de exposição proposta pelo IPCC. Nesse sentido, um território é considerado

exposto caso um ou vários de seus componentes socioeconômicos ou ambientais sofram um ou vários impactos das mudanças climáticas.

A capacidade de adaptação é avaliada pelo IMVC a partir de indicadores que sugerem que a estrutura institucional, social e organizacional municipal é capaz de se adaptar a um impacto devido as mudanças climáticas representando fatores que facilitam a antecipação dos impactos e o ajuste às novas condições ambientais.

Para seleção dos indicadores do IMVC foi utilizada uma abordagem dedutiva (HINKEL, 2011) baseada nos conhecimentos atuais para deduzir o grau de vulnerabilidade do Estado de Minas Gerais às mudanças climáticas. Os indicadores utilizados são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Quadro de indicadores utilizados no IMVC

<b>Dimensão</b>	<b>Indicador</b>
Sensibilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participação média da agropecuária no valor adicionado (VA)</li> <li>• Razão de dependência</li> <li>• Indicador de saneamento (Fundação João Pinheiro)</li> <li>• Densidade populacional</li> <li>• Percentual de cobertura vegetal nativa</li> <li>• Balanço hídrico (demanda versus disponibilidade)</li> </ul>
Exposição	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de impactos socioeconômicos em desastres naturais</li> <li>• Índice de extremo climático CDD (Número médio anual de dias consecutivos sem chuva) Campos e Nunes (2018)</li> <li>• Índice de extremo climático Rx5day (Máxima precipitação acumulada média anual em 5 dias consecutivos) Campos e Nunes (2018)</li> </ul>
Capacidade Adaptativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renda per capita</li> <li>• Índice Mineiro de Responsabilidade Social – Educação</li> <li>• Índice de institucionalização de gestão de desastres</li> <li>• Gasto per capita com o meio ambiente e saneamento</li> </ul>

Os dados utilizados no IMVC são baseados em uma ampla revisão bibliográfica considerando os estudos disponíveis nos níveis internacional, federal e estadual. São privilegiados os dados locais mais recentes disponíveis. Os dados nacionais ou internacionais são utilizados apenas na ausência de dados específicos ou para completar a análise quando necessário.



O índice oferece uma avaliação quantificada comparável da vulnerabilidade aos efeitos das mudanças climáticas em municípios de Minas Gerais. Os indicadores e o índice final são apresentados em uma escala de 0 a 1, onde valores próximos de 0 representam menor vulnerabilidade e valores próximos a 1 representam maior vulnerabilidade. Os valores do índice são agrupados em cinco categorias de vulnerabilidade para auxiliar a interpretação: vulnerabilidade relativamente baixa (0 – 0,2); vulnerabilidade moderada (> 0,2 – 0,4); vulnerabilidade alta (> 0,4 – 0,6); vulnerabilidade muito alta (> 0,6 – 0,8); e vulnerabilidade extrema (> 0,8 - 1,0). O resultado do atual índice é apresentado na Figura 1.

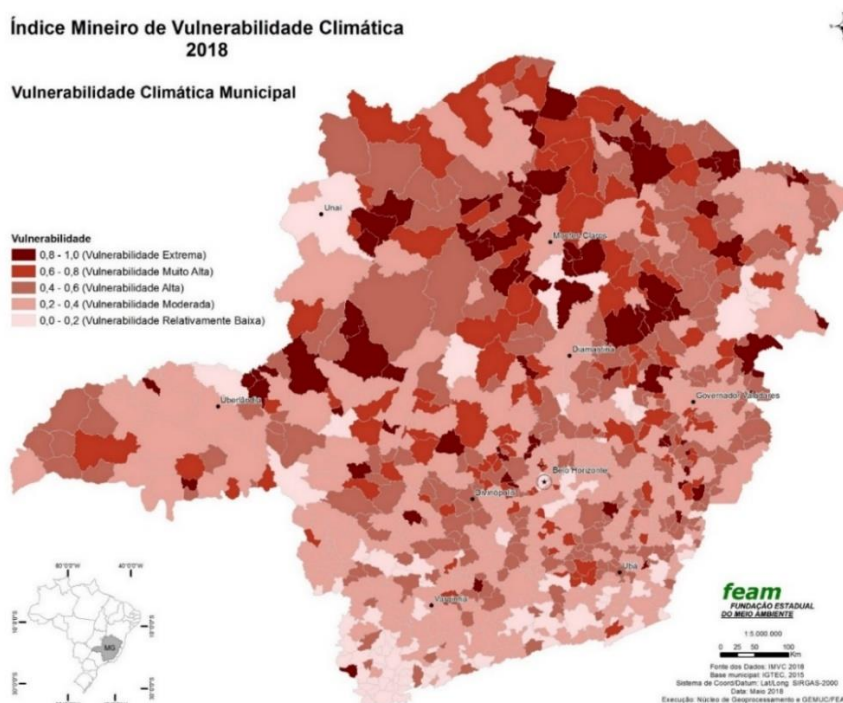


Figura 1 - Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática – 2018

Fonte: FEAM, 2018.

## 2.2 IMVC como critério de definição de áreas prioritárias para revitalização

Há um consenso de que a vulnerabilidade é um fenômeno complexo e dinâmico e que várias características de um dado sistema socioecológico contribuem para tornar os territórios mais ou menos vulneráveis. Logo, o ponto chave do gerenciamento de bacias hidrográficas para o enfrentamento às mudanças climáticas é a compreensão completa do estado e da dinâmica do sistema socioecológico de inserção, representado pelas presentes condições socioambientais da bacia.

Os programas de revitalização de bacias hidrográficas de grande impacto (BRASIL-MMA, 2011) atuam normalmente com o pressuposto básico de promover melhoria das condições socioambientais daquele recorte territorial, desenvolvendo ações que se relacionam diretamente com a recuperação e conservação hidroambiental.

O conjunto de ações que compõe tais programas envolve: conservação do solo e da água, recuperação da cobertura vegetal, unidades de conservação, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle da poluição, obras hídricas, conservação e uso da biodiversidade, agricultura sustentável, dentre outros.

Essas ações atuam diretamente nos componentes das bacias hidrográficas como mecanismos que reduzem a vulnerabilidade aos efeitos das mudanças climáticas, através da melhoria da condição de saúde do ecossistema e de aperfeiçoamento dos aspectos institucional, de gestão e de governança.

Considerando o modelo multidimensional de quantificação proposto pelo IPCC (IPCC, 2007) em que a vulnerabilidade é uma função da sensibilidade, exposição e capacidade adaptativa, o impacto das ações de revitalização de bacias hidrográficas na vulnerabilidade climática é possibilitado na medida em que atuam na dimensão sensibilidade, representada pelo presente contexto socioeconômico e ambiental. Como efeito, contribui para reduzir os efeitos da exposição, reduzindo, portanto, a vulnerabilidade.

O restabelecimento da composição, estrutura, padrão e processos ecológicos de ecossistemas aquáticos e ciliares degradados ou alterados proporcionado pela revitalização tornam o contexto territorial do município e da bacia, sustentável, resiliente e saudável, restaurando e preservando os benefícios ecológicos, sociais e econômicos que proporcionam. Desta forma, o contexto torna-se menos sensível e conseqüentemente menos vulnerável.

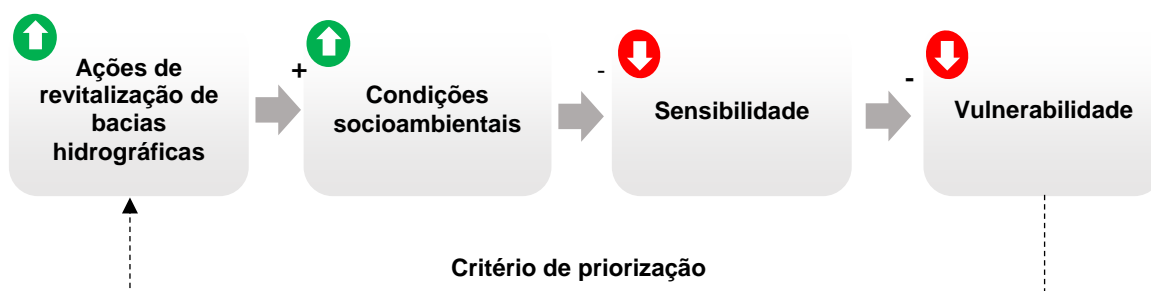


Figura 2 - Modelo conceitual da interação causal entre a revitalização e o IMVC  
Fonte: FEAM, 2018.

A partir desse modelo lógico e sob a perspectiva quantitativa da vulnerabilidade aos efeitos das mudanças climáticas, pode-se inferir que as ações de revitalização têm aderência ao IMVC de Minas Gerais, interagindo diretamente com o índice através de três de seus indicadores da dimensão de sensibilidade: saneamento; percentual de cobertura vegetal nativa; e balanço hídrico, caracterizado pela demanda em contraste com a disponibilidade.

A melhoria do nível das condições sanitárias do município impacta em sua sensibilidade na medida em que um esgotamento sanitário ineficiente ou inexistente afetaria a população e o meio ambiente de forma direta. A área com flora nativa protegida caracteriza ecossistemas saudáveis, portanto, o aumento percentual dessa área garante maior resiliência aos impactos negativos das mudanças climáticas, reduzindo a sensibilidade das comunidades. Por fim, as ações que influem na demanda ou disponibilidade hídrica têm potencial para reduzir a complexidade da gestão na bacia hidrográfica, repercutindo na redução da sensibilidade.

Considerando o IMVC como principal instrumento de avaliação da vulnerabilidade com abrangência estadual, bem como sua resposta às condições socioambientais locais, é viável que o índice possa ser utilizado como critério para definição de áreas prioritárias para receber ações de revitalização de bacias hidrográficas em Minas Gerais.

Esse direcionamento também permite que as ações estratégicas nas bacias hidrográficas possam ser medidas em termos de impacto na adaptação às mudanças climáticas, ao mesmo tempo em que pode garantir que tais ações sejam bem-sucedidas em longo prazo.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando que a magnitude dos efeitos sobre os sistemas naturais e humanos dos eventos climáticos e meteorológicos extremos e das mudanças climáticas é fortemente afetada pelo grau de resiliência desses sistemas, a vulnerabilidade territorial apresenta-se como um importante fator para garantir em longo prazo a manutenção dos processos hidrodinâmicos, ecológicos e sociais das bacias hidrográficas.

Considerando a urgência de direcionamento de esforços para influir positivamente nos fatores que afetam a vulnerabilidade climática em Minas Gerais, o IMVC pode ser considerado como um bom critério para direcionar as ações de revitalização de bacias hidrográficas no Estado. O principal fundamento dessa constatação é o padrão direto de resposta da sensibilidade do sistema socioecológico às melhorias das condições socioambientais locais. O que, de acordo com abordagem quantitativa utilizada no IMVC, reduz a vulnerabilidade da bacia hidrográfica.

Além disso, as ações de revitalização, vistas sob essa perspectiva, apresentam co-benefícios de longo prazo em múltiplas naturezas para as bacias, de aspectos econômicos, sociais e ambientais, e de mitigação de gases de efeito estufa, gestão sustentável da água, efeitos sobre a segurança alimentar e promoção de uma visão integrada do território.

Por fim, conjuntamente aos potenciais impactos que envolvem os efeitos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos (disponibilidade, acessibilidade e demanda), espera-se contribuir para o reconhecimento da necessidade do fortalecimento das instituições integradas de gestão de recursos hídricos e das ações direcionadas para melhoria das condições socioambientais locais.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil). **Mudanças climáticas e recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação**. Brasília: Agencia Nacional de Aguas /GGES. 2016.

BRASIL-Ministerio do Meio Ambiente. **Ações de revitalização na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. Brasília: MMA, 2011.

FOLKE, C., S. R. CARPENTER, B. WALKER, M. SCHEFFER, T. CHAPIN, AND J. ROCKSTRÖM. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. **Ecology and Society**, v.15, n.4, p. 20. 2010.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. **Avaliação de impactos de mudanças climáticas sobre a economia mineira: relatório resumo**. Belo Horizonte: 2011, 46 p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. **Plano de energia e mudanças climáticas de Minas Gerais**: Resumo Executivo. 2015. Disponível em: <<http://pemc.meioambiente.mg.gov.br/publicacoes>> Acesso em: 30 maio 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. **Vulnerabilidade às mudanças climáticas**. 2018. Disponível em: <<http://clima-gerais.meioambiente.mg.gov.br/vulnerabilidade-territorial>> Acesso em: 21 nov. 2018.

HINKEL, J. Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity. Towards a Clarification of the Science-Policy Interface. **Global Environment Change**, v.21, p.198-208. 2011.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- IPCC. **Climate Change 2013**: the physical science basis. In: STOCKER, T.F., D. QIN, G.-K. PLATTNER, M. TIGNOR, S.K. ALLEN, J. BOSCHUNG, A. NAUELS, Y. XIA, V. BEX AND P.M. MIDGLEY (Eds.). Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge: University Press, Cambridge/ New York, NY, USA -. Disponível em: <[http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_ALL\\_FINAL.pdf](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf)>. Acesso em: 30 maio 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- IPCC. **Summary for policymakers**. In: C.B. FIELD, V.R. BARROS, D.J. DOKKEN, K.J. MACH, M.D. MASTRANDREA, T.E. BILIR, M. CHATTERJEE, K.L. EBI, Y.O. ESTRADA, R.C. GENOVA, B. GIRMA, E.S. KISSEL, A.N. LEVY, S. MACCRACKEN, P.R. MASTRANDREA, L.L. WHITE (Eds.), Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014, p. 1-32.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- IPCC. **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (SREX)**. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2012.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- IPCC. **Climate change 2007**: the physical science basis. In: SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., CHEN, Z., MARQUIS, M., AVERYT, K.B., TIGNOR, M., MILLER, H.L. (Eds.), Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press United Kingdom; New York, NY, USA, 2007.

MCCARTHY, J.J., O.F. CANZIANI, N.A. LEARY, D.J. DOKKEN AND K.S. WHITE (Eds.) **Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001

NOBRE, C; MARENGO, J; SOARES, W; ASSAD, E; SCHAEFFER, R; SCARANO, F; HACON, S. **Riscos de mudanças climáticas no Brasil e limites à adaptação**. Brasília: Embaixada do Reino Unido no Brasil. 2016.

RANDHIR, T. O. Resilience of watershed systems to climate change. **Journal of Earth Science & Climatic Change**, v. 5, n.6. 2014.

TRENBERTH, K. E. Changes in precipitation with climate change. **Climate Res.** v. 47 p.123–138, 2011.

# CONTEXTOS DAS ÁREAS RURAIS NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Enio Resende de Souza<sup>1</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, especialmente nos anos de 2013, 2014 e 2015, muitas regiões brasileiras, como a região sudeste, vêm experimentando uma crise hídrica sem precedentes, com nascentes secando, cursos d'água apresentando baixas vazões e reservatórios, destinados ao abastecimento público de água e à geração de energia elétrica, “agonizando” em cotas de “volume morto”.

Além das baixas precipitações pluviométricas verificadas nesse período, sabe-se que outras questões ligadas a gestão dos recursos naturais e, em especial, à gestão dos recursos hídricos – ações que visam garantir os padrões de qualidade e quantidade da água dentro da sua unidade de conservação, a bacia hidrográfica – têm corroborado para intensificação dessa crise hídrica.

As perdas de água pelo excesso de escoamento superficial, principalmente em estradas vicinais (Figura 1) e em pastagens degradadas (Figura 2), decorrentes da ausência de procedimentos para uma adequada e eficaz “coleta” das águas de chuva, tanto no meio rural como no meio urbano, são exemplos de problemas ainda recorrentes nos procedimentos da gestão de recursos hídricos.

---

<sup>1</sup> Eng. Agr. M.Sc. Engenharia Florestal – Manejo Ambiental. Coordenador Técnico Estadual de Meio Ambiente da EMATER-MG.



Figura 1 - Enxurrada em estrada vicinal logo após ocorrência de chuva

Fonte: Acervo pessoal.

Ao considerar que a gestão de recursos hídricos compreende a adoção de ações que busquem a eficácia e o equilíbrio tanto da “gestão da oferta de água” como da “gestão da demanda ou do consumo de água”, verifica-se que pouco tem sido feito para a melhoria da oferta de água (muitas vezes, equivocadamente, entendida apenas como reservação de água por meio de reservatórios artificiais), haja visto que há uma maior preocupação e concentração de esforços na “gestão do consumo de água”.

Mas como atuar na melhoria da oferta de água?

Parte dessa atuação passa, necessariamente, pelo envolvimento e pela adequada gestão do espaço rural.

É principalmente do espaço rural que vem a água que abastece os centros urbanos. As águas que chegam às nossas residências e promovem também o abastecimento de indústrias, de estabelecimentos comerciais e a realização de atividades minerárias, de geração de energia elétrica e da própria atividade rural são provenientes de corpos d’água que “nascem” e iniciam seu curso natural em áreas rurais. Elas “brotam” do solo, por meio de nascentes, minas e “olhos d’água”, que



formam pequenos córregos, os quais vão se unindo a outros constituindo riachos, ribeirões e rios que, em alguns casos, são represados e utilizados para usos múltiplos.

No espaço urbano, cuja paisagem encontra-se bastante alterada em relação às condições ambientais naturais originalmente existentes, a generalizada impermeabilização do solo, provocada pelo uso excessivo de asfalto e de concreto, dificulta e em muitos casos impede a infiltração das águas de chuva no solo. Com isso, ocorre nas áreas urbanas um elevado volume de enxurradas, as quais contribuem para o agravamento dos problemas de assoreamentos de corpos d'água e de enchentes.

Já no espaço rural, onde predominam áreas ocupadas por agrossistemas (áreas com agricultura, pecuária e silvicultura) e por ecossistemas naturais (principalmente áreas de preservação permanente e de reserva legal), a paisagem é mais próxima daquela que conhecemos como paisagem natural. Por manterem uma cobertura vegetal do solo, as atividades agrossilvipastoris, em geral, não provocam a impermeabilização do solo e exercem importantes funções ambientais como no caso do ciclo hidrológico. Além disso, cerca de 75% do território do Estado é ocupado por áreas rurais, as quais constituem a maior área coletora e distribuidora de águas de chuvas e superficiais. Por esse fato e também por efeito de características intrínsecas, as áreas rurais e, em especial, os solos agrícolas atuam como um dos principais e mais importantes reservatórios naturais de água, pois absorvem, armazenam e distribuem, de forma regular, significativa parcela da água proveniente das chuvas.

Neste sentido, o espaço rural é considerado área estratégica para a implantação de programas e projetos que visem a coleta, o armazenamento, a conservação e a melhoria da oferta de águas. Uma vez que ações ambientais implantadas no meio rural refletem positiva e significativamente no meio urbano em setores vitais da economia como o do abastecimento público de água, o industrial e o hidroenergético.

A coleta de chuvas para melhoria da oferta de água consiste no emprego de métodos e técnicas que potencializem o aproveitamento efetivo das águas de chuva, considerando as bacias hidrográficas como compartimentos coletores deste recurso natural. Quanto maior o período de residência das águas pluviais em bacias

hidrográficas, maiores as possibilidades de infiltração e abastecimento dos aquíferos e regularização do fluxo das águas superficiais (córregos, riachos e rios).

Com a adequada infiltração da água de chuva no solo, o lençol d'água existente nas camadas subterrâneas, formado nos poros do solo, é recarregado, proporcionando o abastecimento de nascentes, córregos e rios e a manutenção do fluxo de suas vazões que abastecem os reservatórios de água. Por outro lado, a baixa infiltração das águas de chuva no solo implica em escoamento superficial excessivo.

O escoamento superficial excessivo deflagra problemas altamente negativos para o meio ambiente e para as comunidades rurais e urbanas, como as erosões do solo, o arraste de sedimentos e resíduos para os corpos d'água, os assoreamentos de rios e represas e as inundações. Por outro lado, o escoamento superficial excessivo implica em baixa infiltração das águas de chuva no solo.

Assim, a inserção do espaço rural nas políticas e programas de gestão das águas faz com que o meio rural não seja apenas um importante consumidor de água, mas sobretudo um estratégico “produtor” desse recurso. Não por acaso, a Agência Nacional de Águas - ANA focou nas propriedades rurais o seu Programa “Produtor de Água”, por meio do qual estimula e incentiva práticas conservacionistas que resultam na reservação da água no solo, na preservação dos corpos d'água e na melhoria da oferta de água em quantidade e qualidade. De forma semelhante, a Prefeitura da cidade de Nova York, nos EUA, remunera produtores rurais para que preservem e reflorestem áreas de recarga dos mananciais que a abastecem.

Para tanto, as abordagens de planejamento e gestão para tal finalidade devem utilizar a bacia hidrográfica e os imóveis rurais que a integram como unidade básica de trabalho. A adequação dos espaços rurais à necessidade de compatibilizar os aspectos produtivos, de preservação e de recuperação dos recursos naturais, em nível de propriedades rurais, constitui, portanto, a primeira etapa desse processo.

## **2 MAS O QUE PODE E DEVE SER FEITO NO ESPAÇO RURAL**

Tendo em vista que o espaço rural foi, nas últimas décadas, também bastante alterado, em decorrência de: desmatamentos e queimadas para uso alternativo do solo; exploração de áreas produtivas acima da sua capacidade de suporte; uso intensivo de mecanização; pisoteio excessivo de animais e uso de fogo em áreas de pastagens; abertura de estradas vicinais mal planejadas e/ou com sistemas de drenagem ineficientes ou incorretos; e também do uso excessivo e às vezes indiscriminado de insumos agrícolas, dentre eles a própria água; há urgente necessidade de adequação ambiental desses procedimentos e dessas áreas, com destaque para as áreas com pastagens degradadas.

Estudo realizado pelo Instituto Antônio Ernesto Salvo - INAES, apresentado no documento “Avaliação do Estado da Arte das Pastagens em Minas Gerais”, identificou que, cerca de 50% do território do Estado é constituído por áreas com pastagens e que 4,0% dessas áreas foram consideradas como pastagens não degradadas; 20,4%, como levemente degradadas; 30,3%, como moderadamente degradadas; e 45,3%, como fortemente degradadas.

De acordo com Dias-Filho, 1998, 2011b, uma pastagem pode ser considerada degradada dentro de um universo relativamente amplo de condições. Os extremos dessas condições são conceitualmente denominados “degradação agrícola” e “degradação biológica”. Na degradação agrícola, há um aumento na proporção de plantas daninhas na pastagem, diminuindo gradualmente a capacidade de suporte. Na degradação biológica, o solo perde a capacidade de sustentar a produção vegetal de maneira significativa, levando à substituição da pastagem por plantas pouco exigentes em fertilidade do solo, ou simplesmente ao aparecimento de áreas desprovidas de vegetação (solo descoberto).

Nas áreas com pastagens degradadas, geralmente, os solos se encontram expostos e compactados, o que dificulta a infiltração de águas pluviais e favorece o escoamento superficial (Figura 2) e a formação de enxurradas. Diante disso, as áreas com pastagens degradadas são consideradas estratégicas para implantação de procedimentos e medidas ambientais para a promoção da melhoria da oferta de água.



Figura 2 - Escoamento superficial de água em pastagem degradada após ocorrência de chuva

Fonte: FIEMG.

Dentre as medidas e os procedimentos para a adequação ambiental do espaço rural destacam-se:

- A preservação dos remanescentes de vegetação nativa existentes;
- A recomposição da vegetação nativa nas áreas de preservação permanente (especialmente nas áreas no entorno de nascentes e de veredas, nas margens de corpos d'água, nas encostas íngremes e nos topos de morro) e nas áreas de reserva legal, que se encontram degradadas;
- As demais áreas do imóvel rural devem ser utilizadas de acordo com a sua aptidão e capacidade de uso ou de suporte. Para tanto, deve-se selecionar as áreas mais aptas e adequadas para a implantação de lavouras anuais, de lavouras permanentes, de pastagens e de florestas. Além disso, técnicas agrônomicas devem ser empregadas, como: o plantio direto; a rotação de culturas; a implantação de terraços e de medidas de conservação de solo e água;
- Ênfase especial deve ser dada às áreas de pastagens, que ocupam aproximadamente 50% da área total do Estado e, em geral, se encontram em áreas de recarga de aquíferos. As pastagens degradadas devem ser recuperadas agronomicamente (Figura 3) e, quando o for o caso, serem

adequadas por meio da implantação de práticas mecânicas, como o terraceamento (Figura 4). Trabalhos científicos (BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. CONSERVAÇÃO DO SOLO. 1990) revelam que pastagens bem formadas - com boa cobertura vegetal - “perdem”, por escoamento superficial, apenas 1% das águas pluviais – valor próximo ao verificado em áreas cobertas por matas;

- Carreadores, estradas, diques e reservatórios devem ser planejados, considerando técnicas de conservação do solo e água. As estradas de terra, sobretudo, devem possuir adequado sistema de drenagem de águas pluviais, conjugados com Bacias de Captação de Enxurradas, também denominadas de “Barraginhas” (pesquisas revelam que 50% dos assoreamentos de corpos d'água são causados por sedimentos carregados por enxurradas provenientes de estradas não pavimentadas);
- Finalmente, já na abordagem da “gestão do consumo de água”, deve-se focar a redução do consumo de água pela agricultura (especialmente pela irrigação), que segundo a Agência Nacional de Águas – ANA, se encontra na linha média de consumo mundial e abaixo de alguns países desenvolvidos (no Brasil, apenas 8% da área plantada é irrigada, o equivalente a 5,8 milhões de hectares. Nos EUA, por exemplo, 26% da área plantada é irrigada). Por outro lado, é preciso considerar que parte da água utilizada na agricultura por meio da irrigação retorna à atmosfera pelo processo natural de evapotranspiração - evaporação da água presente nas camadas superficiais do solo e da transpiração das plantas, que ocorre nas folhas - além de outra parte da água aplicada que infiltra no solo e vai para o lençol freático, retornando posteriormente aos mananciais hídricos superficiais. Assim, grande parte da água “passa” pela planta e pelo solo e retorna ao ciclo hidrológico e ao meio ambiente.

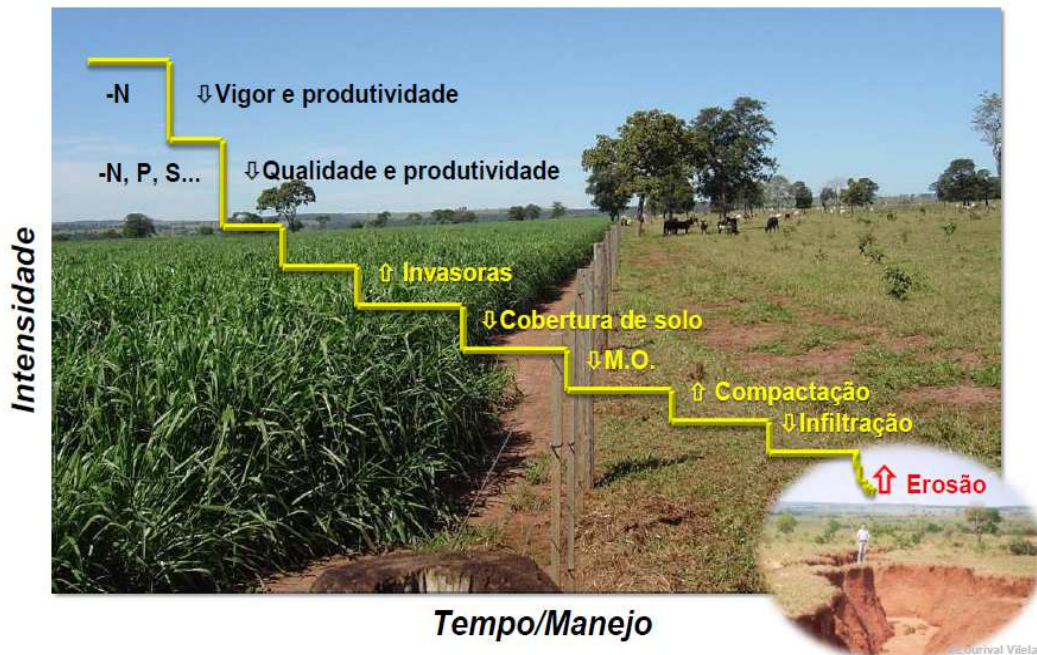


Figura 3 - Pastagens recuperada e degradada – processo de degradação de pastagens

Fonte: EMBRAPA.



Figura 4 - Conservação do solo e água em áreas com pastagens – Terraços em nível  
 Fonte: Acervo pessoal.

### 3 CONCLUSÕES

O relevo, associado ao tipo de cobertura vegetal, à natureza geológica e às condições pedológicas das paisagens, juntamente com o tipo de manejo adotado, determinam o volume de armazenamento da água no solo e conseqüentemente o período de residência das águas pluviais nas bacias hidrográficas.

Quanto maior o armazenamento e o período de residência das águas pluviais em áreas rurais (nos agrossistemas e nos ecossistemas naturais), maiores as possibilidades de infiltração e abastecimento dos aquíferos e de regularização do fluxo das águas superficiais (córregos, riachos e rios) das bacias hidrográficas.

Assim, a identificação de pastagens degradadas, especialmente em áreas de recarga de aquíferos e de trechos críticos de estradas vicinais, juntamente com a introdução de práticas de conservação de solo e água, sob os diferentes enfoques e possibilidades, devem constituir prioridade nos programas e projetos de melhoria da recarga e da oferta hídrica em bacias hidrográficas.

### REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) – ANA. **Programa Produtor de Água: manual operativo**. Brasília: ANA, 2008.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1990.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p.

INSTITUTO ANTÔNIO ERNESTO DE SALVO - INAES. **Estado da arte das pastagens em Minas Gerais**. Belo Horizonte: INAES; Brasília: Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento, 2015. 207 p.

# PRO-MANANCIAIS – PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL DE PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DE MANANCIAIS

Raphael Castanheira Brandão<sup>1</sup>

João Bosco Senra<sup>2</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

O Programa Pro-Mananciais tem como eixo estruturante a gestão socioambiental com abordagem integrada, sistêmica e ampla participação comunitária rumo à sustentabilidade. Ele surge a partir da necessidade de rever as práticas humanas degradadoras, que tem levado a perda de solo e água e contribuído com os efeitos das mudanças climáticas, gerando impactos nas atividades de abastecimento de água.

As mudanças climáticas, como já amplamente divulgado, agravam os eventos críticos promovendo secas mais intensas, enchentes mais frequentes, impactando as condições da vida humana, a biodiversidade e as águas, com reflexos nas atividades econômicas, sobretudo daquelas que dependem dos recursos hídricos.

Um fator determinante é a cultura predominante, que dissocia as pessoas da natureza e leva às práticas degradadoras, comprometendo a sustentabilidade ambiental, social, econômica e cultural. Por isto é essencial uma mudança cultural que possa refletir na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

Neste sentido o Pro-Mananciais tem em sua concepção: a cultura de sustentabilidade; ações de sensibilização, mobilização e de educação ambiental; valorização dos saberes e crenças das comunidades; estímulo à mudança de hábitos e costumes; a ética do cuidado; a construção coletiva do sentimento de pertencimento

---

<sup>1</sup> Mestre em Ciências Econômicas pela Faculdade de Ciências Econômicas da UFMG. Coordenador Técnico de Regulação e Fiscalização Econômico-Financeira da Agência Reguladora dos Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais, email: raphael.brandao@arsae.mg.gov.br.

<sup>2</sup> Dr. em Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento pela Escola de Engenharia da UFMG; Engenheiro da Assessoria Técnica da Presidência da Copasa, email: joao.senra@copasa.com.br



à microbacia hidrográfica; e a responsabilidade compartilhada. Trata de construir uma nova relação com o ambiente a partir de uma compreensão da relação de interdependência entre os seres e o meio e a importância do cuidado, facilitando as mudanças necessárias em direção à sustentabilidade e que promova junto aos envolvidos uma reflexão que leve a um novo modo de ser, sentir, viver, produzir e consumir.

Os últimos anos marcaram um período de estiagem atípico que gerou situação de escassez hídrica em inúmeras regiões do Estado, como nunca antes visto. Despertou para a necessidade de medidas urgentes e preventivas que possam assegurar a preservação das fontes de abastecimento de água para o consumo da população, e estas passam necessariamente pela preservação e recuperação das bacias hidrográficas. O Programa Pro-Mananciais trabalha a ideia da prevenção, do antecipar ações no cuidado, na proteção e recuperação das águas desde a sua nascente até seu ponto de captação.

A recuperação da vegetação, com apoio ao plantio e cercamento das áreas, é um dos pilares do Programa, contribuindo na ampliação de áreas de refúgios biológicos, no sequestro de gases de efeito estufa, minimizando os efeitos das mudanças climáticas e na melhoria da qualidade e quantidade da água gerando redução de custos de investimentos e manutenção dos sistemas. Outro pilar fundamental é o trabalho com o envolvimento e a participação das comunidades com o estabelecimento de parcerias, garantindo a sustentabilidade das ações e de seus resultados e gerando maior segurança em relação à água que é distribuída à população resultado da melhoria da qualidade da água captada nos mananciais trabalhados pelo Programa Pro-Mananciais.

O Pro-Mananciais estimula a proatividade, a responsabilidade social, a criatividade e o protagonismo a partir da formação de agentes locais transformadores, cujo trabalho integrado às políticas públicas locais ampliam os seus resultados. Seu objetivo geral é proteger e recuperar as microbacias hidrográficas e as áreas de recarga dos aquíferos cujos mananciais servem para a captação dos sistemas de abastecimento público de água operados pela COPASA, por meio de ações e estabelecimento de parcerias, que visem a melhoria da qualidade e quantidade das águas, favorecendo a sustentabilidade ambiental, econômica e social.

Vale, ainda, destacar alguns de seus objetivos específicos que visam, dentre outros: reforçar, a partir das ações de educação ambiental, a importância dos serviços de saneamento como atividades essenciais à saúde, à vida e ao ambiente; assegurar maior efetividade no plantio, manutenção e preservação da vegetação, em especial daquelas localizadas no entorno das áreas de proteção de mananciais; promover práticas agroecologia e de uso do solo sustentáveis; estruturar as ações e projetos, que visem preservar e recuperar a qualidade e quantidade das águas; ampliar o processo de monitoramento e avaliação das condições da bacia; propor parcerias com instituições públicas, privadas e com a sociedade civil organizada para implantação das atividades; proporcionar espaços e estimular a troca de saberes com vistas a uma cultura de sustentabilidade; e implementar e fortalecer, quando existente, iniciativas de vigilância e de prevenção e combate a incêndios, em cada microbacia, com a participação da comunidade.

Como diretrizes trabalha, dentre outras, com: o entendimento de que se trata de processo, permanente e contínuo; a adequação às especificidades socioculturais e ecológicas de cada bioma e bacia hidrográfica; a gestão intersetorial e interinstitucional; o estabelecimento de parcerias; a ênfase à referência da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão; a gestão participativa com responsabilidade compartilhada; e a utilização de experiências exitosas como referência para o aperfeiçoamento e desenvolvimento dos projetos e ações.

Em seu processo metodológico definiu como critérios para a priorização da escolha dos mananciais, a serem inicialmente trabalhados: a escassez hídrica do manancial sofrida em anos anteriores; a população abastecida pelo manancial; a existência de iniciativas de recuperação/proteção no município; a qualidade da água captada e o tipo de captação e a situação ambiental da bacia do manancial

A metodologia de implantação prevê inicialmente a apresentação do Programa ao Executivo Municipal. Após a aprovação e o comprometimento da Prefeitura em participar do Programa é feito um convite à comunidade geral para um encontro, onde o Pro-Mananciais é novamente apresentado e se efetua o convite a todas as entidades públicas e privadas a constituírem o Coletivo de Meio Ambiente – COLMEIA da cidade, que é o colegiado responsável, a partir de então, na condução da implementação do programa junto à comunidade. Na oportunidade é informado sobre um cardápio de

possíveis ações, aprovado pela Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais – Arsae-MG, que a Copasa pode contribuir junto com os demais parceiros para implementação do plano de ação. Na sequência é feito o processo de sensibilização e envolvimento da comunidade situada na área da bacia e com ela são construídos o diagnóstico e o plano de ação.

O programa tem como conceito que o uso e ocupação da bacia hidrográfica é definidor das condições da qualidade e quantidade da água. Se justifica como política pública, considerando que conforme prevê a legislação de recursos hídricos, em situação de escassez, a água para o consumo humano deve ser prioritária. Em seu processo de construção do diagnóstico participativo é feito o mapeamento das bacias com definição dos usos da bacia.

Vale destacar que o programa Pro-Mananciais ainda conta com o respaldo regulatório da Arsae-MG. Sendo a responsável pela definição das tarifas da prestação de serviços de água e de esgoto da Copasa, a Arsae-MG garantiu 0,5% da receita operacional do ano anterior, algo em torno de R\$ 20 milhões, para o Pro-Mananciais durante o processo de Revisão Tarifária de 2017 da companhia.

Além da garantia de recursos para o programa, a Arsae-MG estabeleceu um conjunto de mecanismos de transparência a serem executados pela Copasa para acompanhamento pela agência reguladora e para atribuir a maior visibilidade possível à arrecadação e destinação dos recursos dos usuários dos serviços da Copasa para o Pro-Mananciais.

Último aspecto regulatório associado ao Pro-Mananciais é o cálculo anual pela Arsae-MG de compensações financeiras caso os recursos arrecadados para o Programa não sejam destinados aos fins acordados.

Portanto, através do respaldo regulatório, a Copasa possui a garantia de recursos para ações de preservações dos seus mananciais de abastecimento de água e os usuários possuem instrumentos para acompanhar a arrecadação e a utilização desses recursos e a compensação, caso os objetivos do programa não sejam alcançados.

## 2 PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA

### 2.1 Macrorregiões e metodologia de disseminação

Como forma de organizar por grandes bacias, com vistas a buscar equilibrar o nível de investimento, foram definidas três regiões agrupando as 36 Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Minas Gerais - UPGRHs – em conformidade com o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRH. A Figura 1 apresenta o mapa com as três macrorregiões.

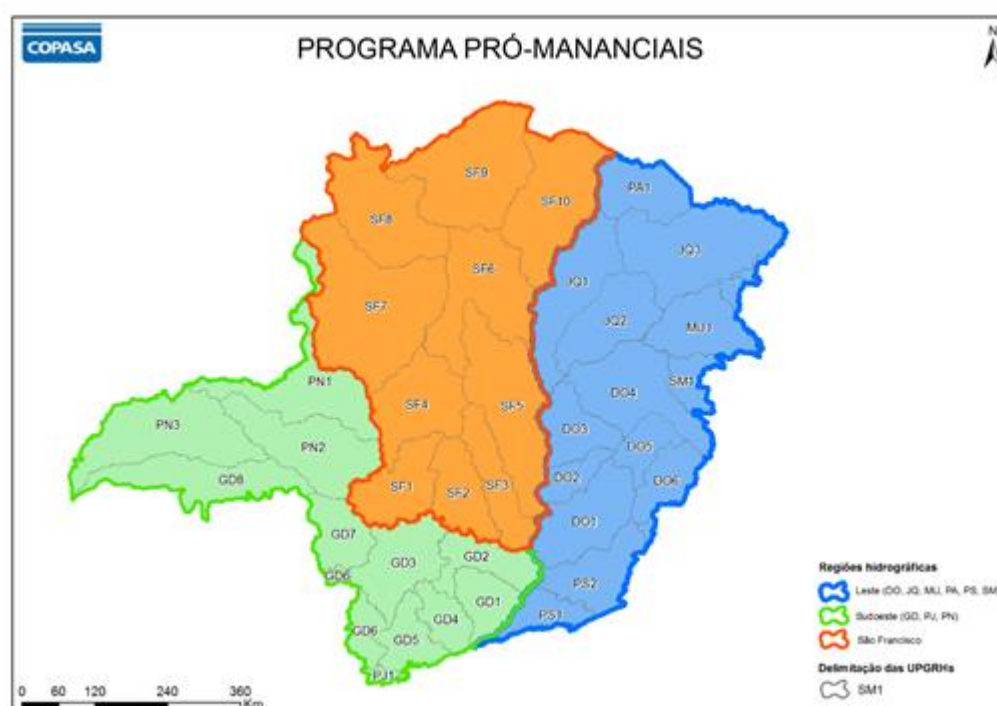


Figura 1 - Mapa com a divisão em três grandes macrorregiões hidrográficas

Fonte: COPASA, 2017.

A disseminação do Programa tem sido feita, interna e externamente, por meio de eventos informativos/formativos e de mobilização social intensa com o objetivo de apresentar e reforçar os valores e princípios do programa, porque é fundamental que sejam incorporados por todos envolvidos.

Após a apresentação ao executivo municipal é feita a identificação de entidades atuantes na cidade para a formação do COLMEIA que participará das etapas de diagnóstico, planejamento e construção e acompanhamento do plano de ações a serem desenvolvidas na microbacia escolhida, de maneira participativa e colaborativa

com a comunidade residente na bacia. Para tal utiliza-se a metodologia da Oficina do Futuro utilizada no Programa Cultivando Água Boa.

As ações são hierarquizadas, conforme priorização discutida e referendada no COLMEIA, dentro da disponibilidade de recursos e ações apresentadas pela COPASA na forma de um “cardápio de ações”. Ressalta-se que é previamente acordado com todos os integrantes do COLMEIA a importância da diretriz “A gestão participativa com responsabilidade compartilhada” de forma a assegurar a contribuição de todos os parceiros com ações/intervenções que colaborem para a implementação do plano de ação, seja com recursos materiais e/ou financeiros e/ou humanos. São, ainda, consideradas as contribuições possíveis da comunidade residente na microbacia. Portanto, além das ações a serem executadas pela COPASA, são incluídas no plano de ações da microbacia aquelas oferecidas pelos parceiros integrantes do COLMEIA, do poder público e da sociedade civil e comunidades, discutidas e negociadas pelo COLMEIA.

Uma vez definidas as ações, são elaborados os projetos de intervenção e o planejamento para sua execução que inclui, quando necessário, a contratação de empresas especializadas para a execução das ações previstas. Quando pertinente e possível, são estabelecidas parcerias através de contratos com entidades locais para execução das ações e projetos.

É desejável sempre o envolvimento/parceria das entidades de ensino superior e técnico, públicas e privadas, em todas as etapas de implementação do Programa, visando a disseminação e o desenvolvimento do conhecimento científico.

Trimestralmente são elaborados relatórios de acompanhamento do Programa, com registro fotográfico, contendo as ações realizadas no período e previstas no plano de ações de cada microbacia contemplada e sua avaliação de desenvolvimento. Finalizado o ano é elaborado o relatório anual do Programa Pro-Mananciais.

São realizados eventos anuais com diversos atores envolvidos nos COLMEIAS para troca de experiências sobre o andamento do Programa nas diversas localidades onde já foi iniciado.

## **2.2 Gestão do programa e atribuições**

A gestão interna do Programa na COPASA é conduzida por um Comitê Gestor Multissetorial, formado por representantes de todas as Diretorias da empresa e coordenado pelo Superintendente de meio ambiente da COPASA. Ressalta-se que a maior parte das etapas do Programa são realizadas no nível local, de forma descentralizada, com apoio do Comitê Gestor e da Superintendência de Meio Ambiente, quando necessário.

A gestão é estruturada a partir da adoção de projetos macro conceituais com objetivo de proporcionar difusão das diretrizes e metodologias do Programa junto àqueles que irão acompanhar e implementar as ações em nível regional e local.

A Diretoria Executiva da empresa aprova os mananciais/municípios escolhidos para implantação do Programa, após hierarquização elaborada em conjunto com os Distritos Operacionais.

O Comitê Gestor Multissetorial aprova os planos de trabalho; define quais macroprojetos deverão ser elaborados e como serão conduzidos; cria grupos de trabalho; acompanha a coerência de implantação do Programa com as suas diretrizes e valores; acompanha os relatórios trimestrais distritais e anual; aprova as adaptações locais de execução do Programa ou outros questionamentos que surgem e o relatório anual.

A Arsae-MG exerce um importante papel de monitoramento, transparência e avaliação do programa que é feito por meio dos relatórios trimestrais e anuais fornecidos pela Copasa à agência reguladora, instrumentos estabelecidos pela agência reguladora na Revisão Tarifária da Copasa de 2017.

## **2.3 Estágio de implementação do programa**

A diretoria executiva da Copasa, a partir da priorização feita pelos distritos operacionais, observados os critérios previstos no programa, aprovaram para 2017 e 2018 uma relação de 161 municípios para ser iniciado o programa. A distribuição espacial destes municípios está apresentada na Figura 2.

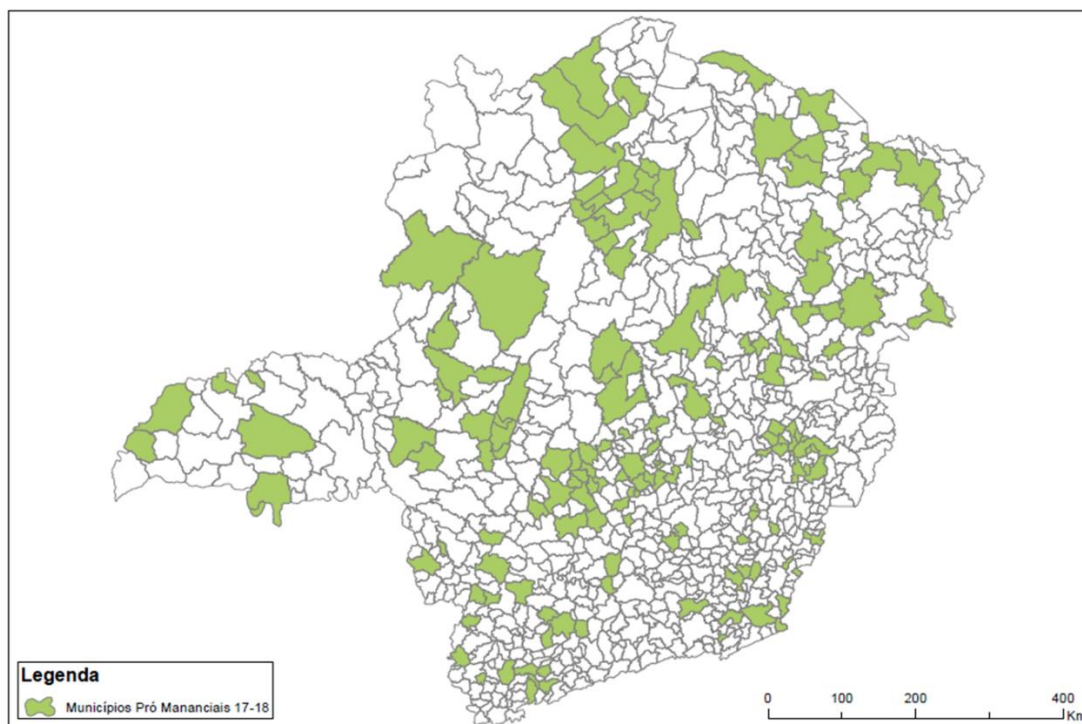


Figura 2 - Localização espacial dos municípios previstos no Pro-Mananciais para 2017/2018  
 Fonte: COPASA, 2018.

Destes, até setembro de 2018, já foram criados 140 coletivos de meio ambiente que estão em diferentes fases de implementação, desde aqueles que estão iniciando o processo de mobilização junto à comunidade local até aqueles que já estão em plena execução das ações previstas nos 105 planos de ação. Além dos 140 COLMEIAS tem-se também o desenvolvimento do Programa com a participação de alguns subcomitês da Bacia do Rio das Velhas, especialmente da Bacia do Rio Bicudo e do Alto do Rio das Velhas, que fazem a função dos COLMEIAS.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os primeiros resultados do Programa Pro-mananciais tem demonstrado que a metodologia adotada possibilitou um efetivo engajamento da comunidade local no desenvolvimento do Pro-Mananciais tornando o programa um instrumento eficaz para o alcance do objetivo de assegurar a melhoria da qualidade e quantidade de água dos mananciais operados pela Copasa de forma a garantir maior segurança hídrica aos sistemas de abastecimento de água.

A diretriz de construção de parcerias e de estabelecimento de uma gestão multissetorial tem possibilitado a articulação de ações da empresa e de demais parceiros, incluindo a efetiva participação da comunidade local no diagnóstico, planejamento e monitoramento do programa, corroborando com o princípio de responsabilidade compartilhada e promovendo um sentimento de pertencimento e comprometimento dos atores envolvidos na preservação e recuperação da bacia com consequente geração de uma cultura de sustentabilidade.

Pode-se concluir que os objetivos vêm sendo alcançados na medida em que já foram elaborados mais de 100 planos de ação participativos que vêm sendo implementados com a participação e monitoramento do COLMEIA e da comunidade local.

A compreensão da Arsae-MG da importância estratégica do Pro-Mananciais, destinando recurso específico para seu desenvolvimento, permitiu a consolidação de um arranjo inovador que gera um planejamento a curto e médio prazo assegurando a continuidade dos processos de recuperação e preservação das fontes de abastecimento de água.

O envolvimento dos diversos parceiros, em especial a Prefeitura e a Emater, que estão presentes em todos os municípios, e da comunidade local aponta que é possível construir uma nova sociedade fundada nos princípios da ética do cuidado, da responsabilidade compartilhada, da sustentabilidade e da solidariedade. Para tal a educação ambiental e a mobilização social são instrumentos importantes que agregam valores para além do financeiro ao programa.

Portanto o Pro-Mananciais pode com seu cardápio indicar ações de conservação de água e solo e com sua metodologia indicar arranjos institucionais favoráveis à execução e assim contribuir na definição de critérios para seleção das áreas prioritárias para o Programa Estratégico de Revitalização de Bacia Hidrográfica de Minas Gerais. Deverá também fazer a indicação de fontes de recursos financeiros para sua implementação.



## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – ARSAE-MG **Resolução nº 96, de 29 de junho de 2017**. Autoriza a revisão tarifária dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitários prestados pela Copasa Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais S/A – Copanor e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.copasa.com.br/media2/Copanor/Resolucao\\_98\\_RevisaoCopanor2017.pdf](http://www.copasa.com.br/media2/Copanor/Resolucao_98_RevisaoCopanor2017.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2018.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – ARSAE/MG. **Nota Técnica CRFEF 61/2017 – Programa de Proteção de Mananciais. Tratamento regulatório das ações do Programa “Pró-Mananciais”** - primeira revisão tarifária periódica da Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Disponível em: <[http://www.arsae.mg.gov.br/images/documentos/audiencia\\_publica/15/NTCRFEF\\_61\\_2017\\_ProtecaoMananciais.pdf](http://www.arsae.mg.gov.br/images/documentos/audiencia_publica/15/NTCRFEF_61_2017_ProtecaoMananciais.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2018.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. **Programa Pro-Mananciais**. Belo Horizonte: COPASA/EMATER. 2017. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/meio-ambiente/pro-mananciais>>. Acesso em: 23 nov. 2018.

# PROJETO CONSERVADOR DAS ÁGUAS: A EXPERIÊNCIA DO MUNICÍPIO DE EXTREMA NA DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS PARA REVITALIZAÇÃO<sup>1</sup>

Paulo Henrique Pereira<sup>2</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

O Projeto Conservador das Águas, idealizado e implantado no município de Extrema – Minas Gerais é pioneiro no Brasil no que se refere a Pagamento por Serviços Ambientais. Teve início com a publicação da Lei Municipal nº 2.100, de 21 de dezembro de 2005, que regulamentou o Pagamento por Serviços Ambientais relacionados à água. A referida Lei autoriza, de forma inovadora, o Poder Executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais que aderem ao Projeto. É um trabalho conjunto entre poder público, proprietários rurais, organizações não governamentais e sociedade.

Para ser beneficiário do projeto deve-se cumprir as metas estabelecidas, tendo direito ao recurso no início da implantação das ações, por um período de no mínimo quatro anos. As parcerias para viabilização dos projetos são autorizadas pela referida Lei, possibilitando que sejam firmados convênios com entidades governamentais e da sociedade civil, possibilitando tanto o apoio técnico quanto financeiro.

São objetivos desse projeto:

- Aumentar a cobertura florestal nas sub-bacias hidrográficas e implantar micro corredores ecológicos;
- Reduzir os níveis de poluição difusa rural;
- Difundir o conceito de manejo integrado de vegetação, solo e da água na bacia hidrográfica do Rio Jaguari;
- Garantir a sustentabilidade socioeconômica e ambiental dos manejos e práticas implantadas, por meio de incentivos financeiros aos proprietários rurais.

---

<sup>1</sup> Baseado no Livro Conservador das Águas – 12 anos.

<sup>2</sup> [meioambiente@extrema.mg.gov.br](mailto:meioambiente@extrema.mg.gov.br). Secretário de Meio Ambiente de Extrema / MG - Biólogo / Gestor Ambiental - Pesquisador Científico FUNDAG.

As diretrizes do projeto são centradas na adesão voluntária dos produtores rurais, na flexibilidade no que se refere as práticas e manejos, no pagamento baseado no cumprimento de metas e efetuado durante e após a implantação do projeto.

Pretende-se nesse artigo, apresentar a experiência do Projeto Conservador das Águas com o pagamento por serviços ambientais e os critérios utilizados para a definição das áreas beneficiadas.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Área de abrangência do Projeto**

Criado em 1901, o município de Extrema está localizado no Espigão Sul da Serra da Mantiqueira, extremo sul do Estado de Minas Gerais, tendo uma população de aproximadamente 35.000 habitantes (IBGE, 2018). As inúmeras nascentes localizadas na região contribuem para um dos principais mananciais de abastecimento do Brasil, denominado “Sistema Cantareira”, que é responsável por abastecer a Região Metropolitana de São Paulo, além de vários outros municípios integrantes da Bacia do Rio Piracicaba. A Figura 1 apresenta a área de abrangência do projeto.

Com relação a preservação da cobertura florestal, a sub-bacia hidrográfica do Ribeirão das Posses era a mais impactada do município e, por este motivo, foi escolhida para iniciar o projeto, seguindo a ordem das propriedades de montante para jusante do curso d’água. Desta forma, foram cadastradas e mapeadas 120 propriedades rurais na sub-bacia das Posses, cuja área totalizou aproximadamente 1.200 hectares. A atividade predominante nessas propriedades é a pecuária leiteira de baixa tecnificação.

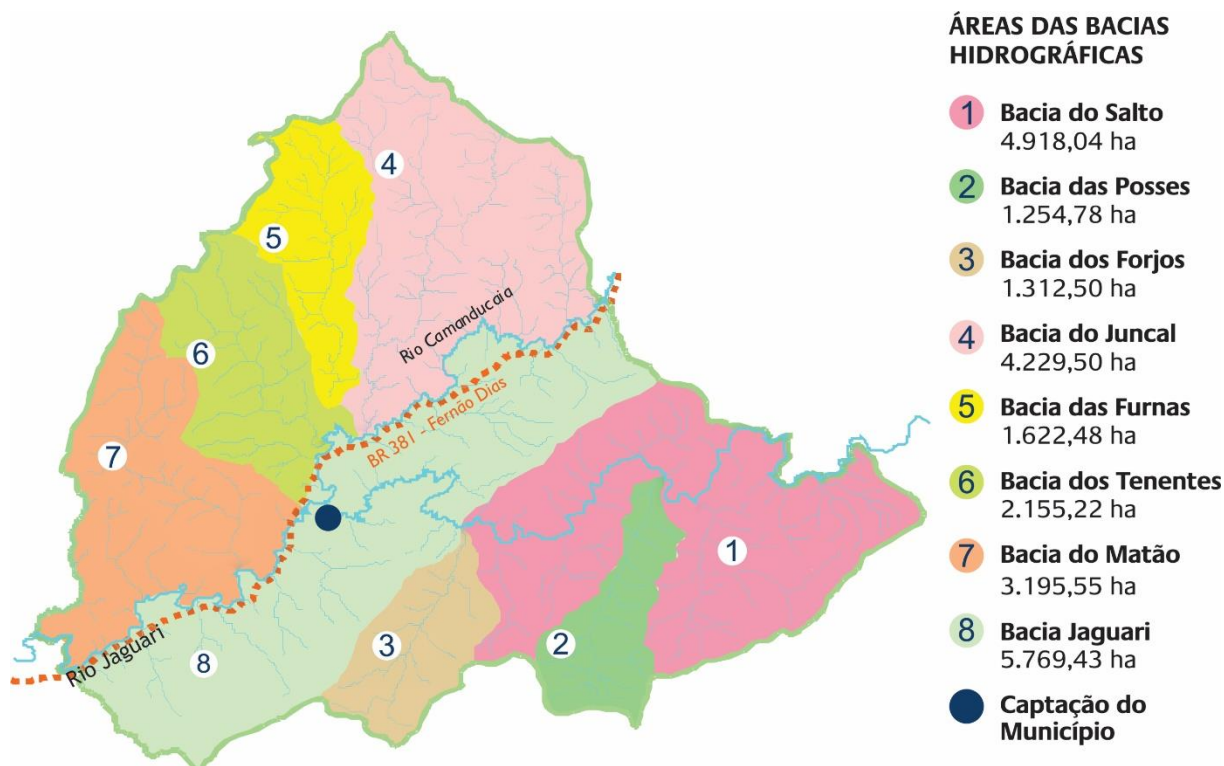


Figura 1 - Área de atuação do Projeto Conservador das Águas

Fonte: PEREIRA, 2017.

## 2.2 Definição de metas e valores de pagamento

Por meio dos Decretos nº 1.703/2006 e nº 1801/2010, unificados pelo Decreto 2.409/2010, que regulamentou a Lei Municipal nº 2.100/2005, estabeleceu-se critérios para o apoio financeiro aos proprietários rurais que aderissem ao Projeto Conservador das Águas e se daria a partir da assinatura do termo de compromisso, buscando atingir as seguintes metas:

- Meta 1: Adoção de práticas conservacionistas de solo, com finalidade de abatimento efetivo da erosão e da sedimentação;
- Meta 2: Implantação de sistema de saneamento ambiental rural;
- Meta 3: Implantação e manutenção de APP's;
- Meta 4: Implantação da Reserva Legal.

O projeto técnico definindo as ações a serem implementadas e as metas propostas, para cada propriedade (de acordo com suas características), foi elaborado pela Secretaria de Meio Ambiente – SMA. O Termo de Compromisso, com validade de 4 anos, foi celebrado entre o proprietário e o município de Extrema. O Conselho

Municipal de Desenvolvimento Ambiental – CODEMA tem a atribuição de analisar e deliberar sobre os projetos técnicos a serem implantados nas propriedades.

Com relação aos valores de pagamento, a Lei definiu também o valor de referência a ser pago, que foi fixado em 100 unidades Fiscais de Extrema — UFEX, equivalente em 2018 a R\$ 285,00 por hectare por ano. Os pagamentos foram iniciados em 10 de abril de 2007. Eles são realizados mensalmente, em doze parcelas iguais, caso a meta seja cumprida. O apoio financeiro é interrompido caso a meta não seja cumprida.

### **2.3 Critérios para definição das áreas prioritárias**

Os critérios para seleção dos produtores rurais com potencial beneficiário, e consequentemente, das áreas prioritárias, foram estabelecidos pelo Decreto nº 2.409/2010. Desta forma, devem-se ter os seguintes atributos:

- A) Regiões de mananciais de abastecimento público;
- B) Sub-bacias com menor cobertura vegetal;
- C) Propriedade rural inserida na sub-bacia hidrográfica trabalhada no projeto;
- D) Propriedade com área igual ou superior a dois hectares;
- E) Uso da água na propriedade rural regularizado.

### **2.4 Mobilização dos proprietários**

A mobilização dos proprietários foi fator primordial para o sucesso do Projeto. Técnicos do município realizaram reuniões com os produtores rurais, primeiramente da sub-bacia das Posses, para apresentar e explicar as diretrizes básicas do Projeto, bem como buscar a adesão para sua implementação. Paralelamente a esse processo, buscou-se o estabelecimento de parcerias que pudessem apoiar as ações de campo.

### 3 RESULTADOS

Foram celebrados 238 Termos de Compromisso até 2017, em propriedades rurais beneficiadas com o PSA, somando um valor total de mais de 5 milhões de reais pagos entre os anos 2007 a 2017 (TABELA 1).

Tabela 1 - Valores pagos pelo PSA

Ano	Nº de contratos	Área (hectares)	Valor PSA pago no ano (R\$)
2007	21	451	16.165,00
2008	14	306	106.858,00
2009	26	674	226.101,00
2010	15	894	340.529,00
2011	24	523	419.462,00
2012	44	2.356	557.106,00
2013	17	415	631.881,00
2014	12	177	707.512,18
2015	13	262	769.154,26
2016	38	243	690.184,36
2017	14	145	734.770,98
<b>Total</b>	<b>238</b>	<b>6523</b>	<b>5.199.724,78</b>

Fonte: PEREIRA, 2017.

Para o atendimento à meta de adoção de práticas conservacionistas de solo, foram realizadas de 2007 até 2018 a construção de terraços, bacias de captação e adequação de estradas vicinais, 1.000 bacias de contenção de águas pluviais e 40.000 metros de construção de terraços em 100 hectares.

O projeto beneficiou mais de 200 proprietários com 276.911 metros de cerca construída e mantida (Figura 2), 1.554.793 mudas plantadas nas sub-bacias das Posses, do Salto e Forjos (FIGURA 3).

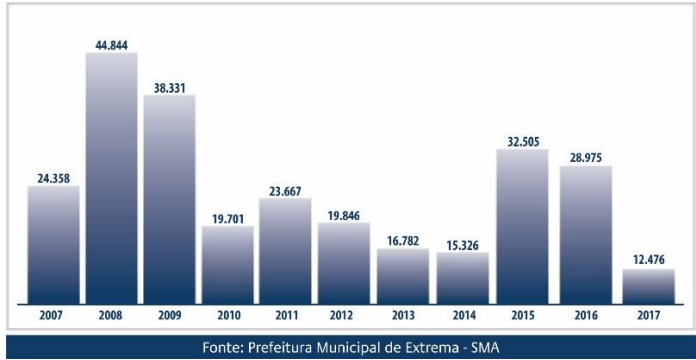


Figura 2 - Cercamento para proteção das APP's e reserva legal

Fonte: PEREIRA, 2017.

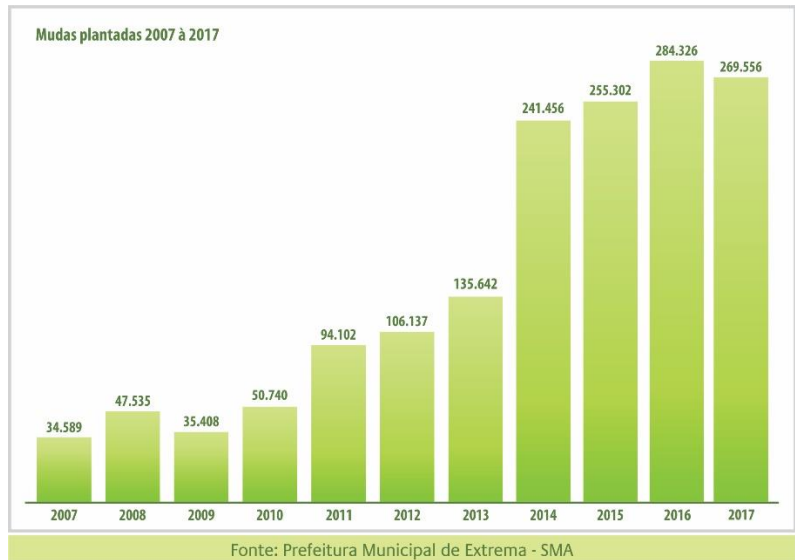


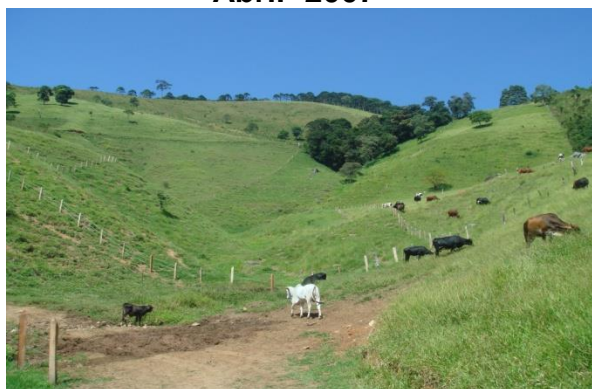
Figura 3 - Número de mudas plantadas

Fonte: PEREIRA, 2017.

Os resultados do Projeto também podem ser traduzidos em imagens (FIGURA 4).



**Abril -2007**



**Abril -2017**

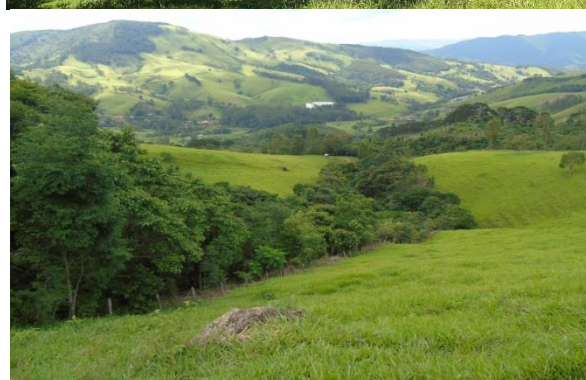
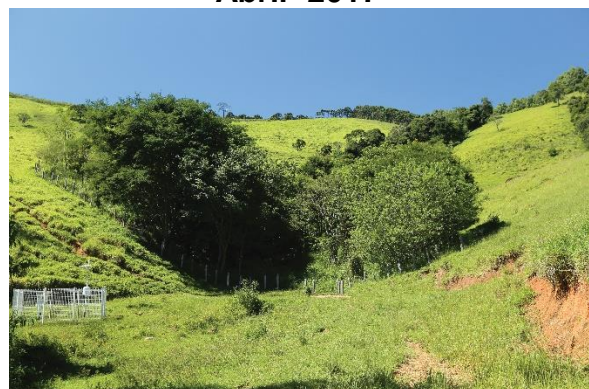


Figura 7 - Áreas com plantio de mudas

Fonte: PEREIRA,2017.

As pesquisas científicas realizadas no Projeto Conservador das Águas, por diversas Universidades e Centro de Pesquisa, também merecem destaque pela contribuição que dará em projeto desenvolvido em outros municípios. Já são diversas teses de dissertações publicadas.

A replicabilidade da política pública desenvolvida em Extrema tem se disseminado por diversos municípios do Sul de Minas como em Paraisópolis, Pouso Alegre, Conceição dos Ouros, Caldas, Campestre, Poços de Caldas, Machado, todos através do Plano Conservador da Mantiqueira e também na região metropolitana de Belo Horizonte como é o caso de Igarapé.

Os resultados positivos do projeto demonstram o quanto pode ser feito pela proteção da natureza quando se unem a vontade política e da população na construção de um futuro melhor.



## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Projeto Conservador das Águas é reconhecido nacional e internacionalmente. Oferece um exemplo para o enfrentamento da falta d'água em várias regiões do Brasil, e evidencia a importância de política pública de longo prazo.

Por isso, Extrema conquistou diversos prêmios de expressão como o Bom Exemplo - 2011<sup>3</sup>, 10º e 12º Prêmio Furnas Ouro Azul, Prêmio CAIXA Melhores Práticas em Gestão Local - 2011/2012, Prêmio Greenvana/Greenbest - 2012<sup>4</sup>, Prêmio Internacional de Dubai - 2012<sup>5</sup>, Prêmio Muriqui do Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica - Programa MAB-UNESCO – 2013, Prêmio Hugo Werneck 2016 e Prêmio Mineiro de Boas Práticas na Gestão Municipal 2018. Portanto, espera-se que a experiência de Extrema auxilie outros municípios a conquistar e promover a recuperação ambiental, que na atualidade deve ser a prioridade dos governos e dos cidadãos.

## REFERÊNCIAS

EXTREMA (MG). Prefeitura Municipal. **Lei n. 2.100, de 21 de dezembro de 2005**. Cria o Projeto Conservador das Águas, autoriza o poder executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.extrema.mg.gov.br/conservadordasaguas/lei-n-2100.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 2.482 de 13 de fevereiro de 2009**. Institui o Fundo Municipal para Pagamentos por Serviços Ambientais e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.extrema.mg.gov.br/conservadordasaguas/lei-n-2482-fmpsa.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei Municipal n. 3.829 de 29 de setembro de 2018**. Instituiu a Política Municipal de Combate as Mudanças Climáticas da cidade de Extrema, Minas Gerais: 2018.

---

<sup>3</sup> Iniciativa da TV Globo de Minas Gerais e Fundação Dom Cabral

<sup>4</sup> Categoria “Iniciativas Governamentais”

<sup>5</sup> Melhores Práticas para Melhoria das Condições de Vida. Promovido pelo Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (ONU/Habitat), em parceria com a Municipalidade de Dubai / Emirados Árabes. Reconheceu Extrema com o projeto “Conservador das Águas” como uma das melhores práticas mundiais de conservação.

\_\_\_\_\_. **Decreto n. 2.409 De 29 de dezembro de 2010.** Regulamenta a Lei n. 2.100/05 que cria o Projeto Conservador das Águas, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.extrema.mg.gov.br/conservadordasaguas/Decreto-2409.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

PEREIRA, P. H. *et al.* **Projeto Conservador das Águas.** Extrema: Prefeitura Municipal, 2017. Disponível em: Disponível em: <<https://www.extrema.mg.gov.br/conservadordasaguas/lei-n-2100.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

# ÁREAS DE INTERESSE PARA PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DE MANANCIAIS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO

Silvia Marie Ikemoto<sup>1</sup>

Patricia Rosa Martines Napoleão<sup>2</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

A proteção dos mananciais, ou seja, das águas interiores, subterrâneas ou superficiais, efetiva ou potencialmente utilizadas para o abastecimento público são estratégicos e prioritários para a sociedade e a disponibilidade deste recurso é um dos principais fatores limitantes do desenvolvimento, tornando necessário que as políticas territoriais sejam planejadas de forma a garantir a qualidade e a disponibilidade de água. Dentre os objetivos da Política de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro, destaca-se o de “assegurar para as atuais e futuras gerações, a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”, assegurando como prioritário o abastecimento da população humana e a dessedentação animal. As medidas para proteção e recuperação de mananciais envolvem diversas abordagens, tais como ações de saneamento, conservação do solo, restauração florestal, proteção física das captações, melhores práticas de gestão, conscientização e engajamento local, dentre outros.

Entre 2014 e 2015, o Estado do Rio de Janeiro viveu a pior crise hídrica de sua história, e os níveis de reservação de água atingiram valores inferiores a 10% no conjunto de reservatórios da bacia do Rio Paraíba do Sul, principal manancial de abastecimento da Região Metropolitana. Neste contexto, em 2015, o Governo do Estado do Rio de Janeiro lançou o Programa Pacto pelas Águas, com o objetivo de

---

<sup>1</sup> Bióloga (UFF/RJ), doutoranda em Meio Ambiente – PPGMA/UERJ, coordenadora de Gestão do Território e Informações Geoespaciais do INEA (COGET/DIBAPE/INEA). Contato: [ikemoto.inea@gmail.com](mailto:ikemoto.inea@gmail.com) / (21)2334-9601

<sup>2</sup> Geógrafa (UNESP - Rio Claro), mestre em Geografia: Análise da Informação Espacial (UNESP - Rio Claro); chefe do serviço de Gestão Ecossistêmica (SEGECO/COGET/DIBAPE) do INEA. Contato: [patricianapoleao.inea@gmail.com](mailto:patricianapoleao.inea@gmail.com) / (21)2334-9601

proteger os mananciais estratégicos de abastecimento público e aumentar a segurança hídrica em médio e longo prazos.

O Pacto pelas Águas foi concebido como um programa de integração e otimização de diversas iniciativas e projetos da Secretárias de Estado do Ambiente - SEA, Instituto Estadual do Ambiente - INEA e parceiros em torno da conservação e restauração florestal de áreas prioritárias (nascentes, margens de rios, áreas de recarga de mananciais e áreas úmidas) dos mananciais estratégicos para o abastecimento público no Estado do Rio de Janeiro. Com o objetivo de subsidiar o planejamento e as estratégias para a proteção e recuperação dos mananciais, foi desenvolvido o “Atlas dos Mananciais de Abastecimento Público do Estado do Rio de Janeiro” e o Portal dos Mananciais<sup>3</sup>, que consolidaram e disponibilizaram à sociedade os dados sobre as características dos pontos de captação de água e respectivas áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais – AIPMs.

O Pacto pelas Águas tem como diretrizes (i) a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão; (ii) as iniciativas e intervenções deverão ser implementadas em áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais de abastecimento público (AIPMs); (iii) todas as intervenções devem contribuir para a manutenção, recuperação ou aumento dos serviços ambientais associados à água (regulação do clima, controle do nível dos rios, etc.) e também para a conservação e recuperação dos recursos hídricos; (iv) as ações e políticas públicas devem ser integradas, complementando esforços e resultados entre os municípios, Estado e União; (v) os dados e informações sobre o programa devem ser disponibilizados e compartilhados à sociedade.

O Programa Pacto pelas Águas integra ações que vão desde a elaboração de estudos e subsídios ao planejamento e ordenamento territorial em áreas de mananciais; promoção e apoio às iniciativas de proteção e recuperação de mananciais, abrangendo medidas de conservação, restauração florestal, conversão produtiva, boas práticas agrícolas e conservação da água e do solo; desenvolvimento e ampliação de iniciativas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA); adequação

---

<sup>3</sup> Para conhecer o Portal Geoespacial do INEA e o Portal dos Mananciais, acesse: [www.inea.rj.gov.br/portageoinea](http://www.inea.rj.gov.br/portageoinea) e [www.inea.rj.gov.br/mananciais](http://www.inea.rj.gov.br/mananciais)

de propriedades rurais por meio da implementação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e Programa de Regularização Ambiental (PRA), além de apoiar, coordenar, executar, monitorar e/ou avaliar projetos de restauração florestal, provenientes de demandas voluntárias ou não.

## **2 CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA A DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INTERESSE PARA PROTEÇÃO DE MANANCIAIS**

A definição de critérios claros e objetivos para a hierarquização e priorização dos mananciais de abastecimento público do Estado do Rio de Janeiro é uma atividade integrante dos estudos e subsídios ao ordenamento territorial, permitindo a definição das estratégias e ações para recuperação e proteção dos mananciais.

Foram identificados 199 pontos de captação de água para abastecimento público das 92 sedes urbanas do Estado do Rio de Janeiro, coletados nos Planos Municipais de Saneamento e levantamento junto às Concessionárias de Serviços Públicos. A partir deste levantamento, as áreas de interesse para proteção de mananciais foram geradas, correspondendo a 68% do território do Estado (FIGURA 1). O Quadro 1 apresenta os principais conceitos utilizados para a definição dos critérios de seleção de bacias prioritárias.

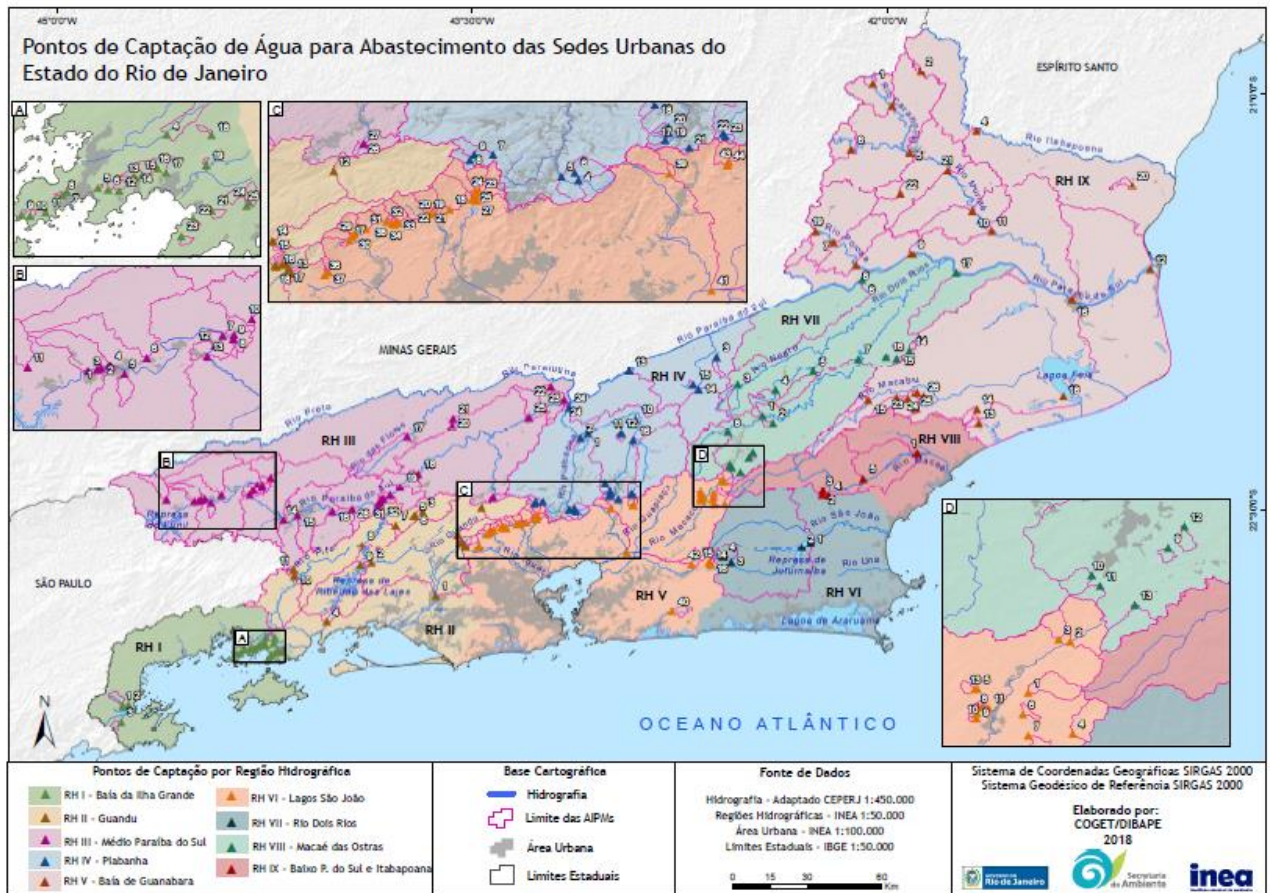
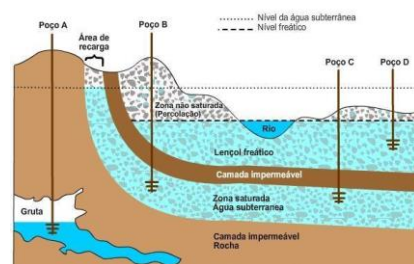


Figura 1 - Pontos de captação de água para abastecimento das sedes urbanas, por Regiões Hidrográficas no Estado do Rio de Janeiro, e respectivas áreas de interesse para proteção de mananciais – AIPMs

Quadro 1 - Conceitos adotados para definição de mananciais

**Manancial:** qualquer fonte hídrica, superficial ou subterrânea, que possa ser utilizada para atender às diversas demandas consuntivas e finalidades (BRASIL, 2015; TUCCI E MENDES, 2006).

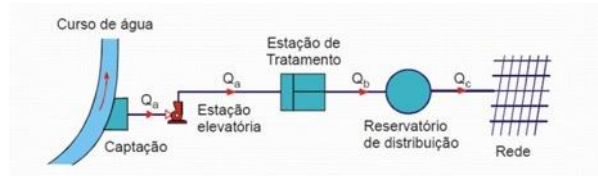


**Manancial de abastecimento público:** corpos hídricos subterrâneos ou superficiais, fluentes, emergentes ou em depósito, efetiva ou potencialmente utilizáveis para o abastecimento público. Constituem parte integrante dos sistemas de abastecimento de água para consumo, fornecendo água bruta a uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos e outros usos.

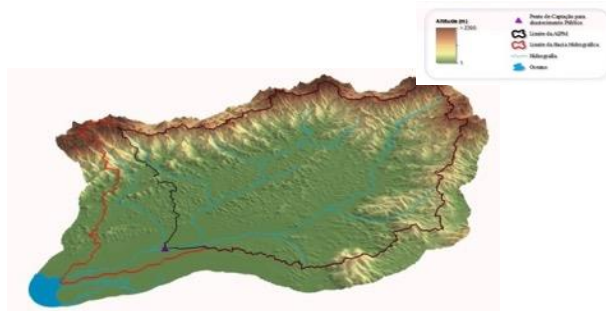




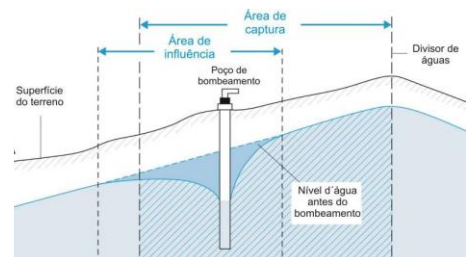
**Sistemas de abastecimento de água para consumo (SAA):** instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão (BRASIL, 2005).



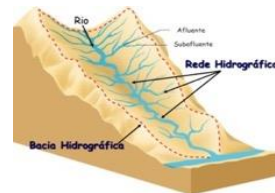
**Área de mananciais (superficiais):** constituem as áreas das bacias contribuintes situadas a montante dos pontos de captação, ou seja, as áreas drenantes para os pontos de captação de mananciais de abastecimento público.



**Área de mananciais (subterrâneos):** compreende a área total de captura de recarga, ou seja, é a área na qual toda a água de recarga do aquífero é captada pelo poço de abastecimento, provendo uma vazão de exploração do poço que é sustentável em longo prazo. A área de captura de recarga pode ser subdividida, criando perímetros de proteção com restrições de uso do solo diferenciados (WAHNFRIED & HIRATA, 2005).



**Bacia hidrográfica:** espaço geográfico delimitado pelo respectivo divisor de águas cujo escoamento superficial converge para seu interior sendo captado pela rede de drenagem que lhe concerne (BRASIL, 2015)<sup>4</sup>



Considerando a quantidade e a extensão territorial expressiva das áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais (AIPMs), foi necessária a definição de critérios para seleção e priorização das áreas, de modo a orientar a definição da área de abrangência de programas e projetos para proteção e recuperação de mananciais. Desse modo, as AIPMs foram classificadas de acordo com três critérios de análise: tamanho da bacia, relevância para o abastecimento

<sup>4</sup> Portaria Nº 149, de 26 de Março de 2015. Lista de Termos para “O Thesaurus de Recursos Hídricos” da Agência Nacional de Águas.

público e população atendida, padrão de uso do solo e cobertura vegetal e pressão sobre os mananciais.

## **2.1 Tamanho da área de manancial**

O **tamanho da área de manancial** é um fator determinante para análise quanto à viabilidade da aplicação de medidas de proteção de mananciais, uma vez que quanto menores forem as áreas das bacias de drenagem, maiores serão os potenciais de obtenção dos resultados oriundos de estratégias de conservação e restauração ambiental para preservação dos recursos hídricos, pois maior é a sensibilidade hidrológica dessas bacias. Áreas maiores implicam em um maior número de parcerias, extensas áreas de intervenção, elevado volume de investimentos, necessidade de envolvimento contínuo do poder público e um longo período de tempo para obtenção de resultados significativos. Além disso, de modo geral, áreas muito extensas implicam em múltiplas jurisdições, exigindo maior capacidade para articulação e mediação de conflitos e interesses distintos.

A favorabilidade e viabilidade de implementação de melhorias mensuráveis em curto e médio prazo seriam mais facilmente obtidas em bacias hidrográficas de pequeno porte. Para esta análise, considerou-se bacias de drenagem de até 20.000 hectares como áreas de maior prioridade para adoção de estratégias de proteção de mananciais, e recomenda-se priorizar a atuação em bacias de até 120.000 hectares (HOPPER & ERNST, 2005).





Figura 2 - Hierarquização das áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais por níveis de sobreposição

No Estado do Rio de Janeiro, 147 AIPMs, ou 74% do total, encontram-se na faixa de tamanho menor que 20.000 hectares, ou seja, de maior favorabilidade para adoção de estratégias de proteção de mananciais. As áreas das AIPMs menores de 20.000 hectares, sem sobreposições espaciais, representam 190.029,65 hectares do total de AIPMs, que corresponde a 2.958.547 ha ou 6,42 % das áreas de interesse.

## 2.2 Relevância para o abastecimento público

Na delimitação das áreas de contribuição dos pontos de captação em rios de maior extensão (ex. rio Paraíba do Sul, rio Pombo, rio Muriaé, rio Grande, rio Guandu, rio Santana) e com mais de um ponto de captação ao longo de seu curso foram geradas áreas drenantes que apresentaram entre si diferentes graus de sobreposição, associados ao número total de pontos de captação na bacia. As áreas mais a montante, nesse contexto, são responsáveis pela contribuição e influência na qualidade da água para um maior número de mananciais e, portanto, apresentam maior relevância para o abastecimento.

A **hierarquização das AIPMs por níveis de sobreposição** de áreas drenantes dos mananciais pode ser relacionado com o número total de pontos de captação para os quais aquele território drena, ou seja, quanto maior o nível, maior a relevância e contribuição para o abastecimento público.

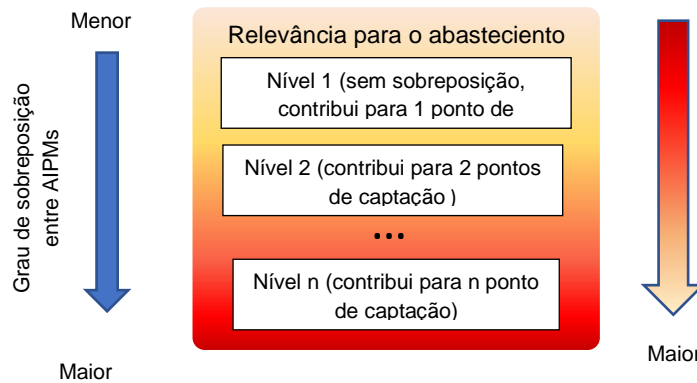


Figura 3 - Hierarquização das áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais por níveis de sobreposição

### 2.3 Representatividade da população atendida na AIPM

Outro critério relevante para análise das AIPMs é a **representatividade da população atendida**. A maior representatividade da população atendida é diretamente relacionada com o potencial impacto das intervenções e a capacidade de investimento e de pagamento pelos serviços ambientais relacionados à água.

No Rio de Janeiro, 56 AIPMs são responsáveis pelo atendimento de mais de 100 a 500 mil habitantes e 4 AIPMs pelo atendimento de mais de 500 mil habitantes, correspondente às áreas que contribuem para o Sistema Integrado Guandu e na RH VI, correspondente ao Sistema Prolagos, que abastece os municípios litorâneos da Região Lagos - São João.

### 2.4 Uso do solo e cobertura vegetal e fatores de pressão sobre os mananciais

As estratégias de proteção de recuperação de mananciais são aplicáveis e relevantes em bacias nas quais as principais pressões sobre os recursos hídricos estejam relacionadas à poluição difusa, degradação do solo, erosão e assoreamento dos corpos d'água, ou seja, deve-se priorizar AIPMs com predomínio de uso agropecuário e cobertura vegetal nativa, constituindo áreas pouco urbanizadas.

Bacias com predomínio de uso agropecuário apresentam alto potencial para conversão do uso da terra, para implementação de boas práticas agropecuárias e manejo conservacionista do solo. Além disso, unidades de paisagem com percentuais

significativos de cobertura florestal (igual ou superior a 20% da bacia) apresentam maior potencial para manutenção da funcionalidade ecológica e de efetividade das estratégias de conservação e restauração florestal, conforme apontado por Banks-Leite *et al.* (2014). As áreas com intensa urbanização e atividades industriais apresentam baixo potencial para conversão do uso da terra e para recuperação dos serviços ecossistêmicos de água, devendo-se considerar outras abordagens, tais como regulação, monitoramento, controle e/ou remoção das fontes pontuais de poluição e o esgotamento sanitário.


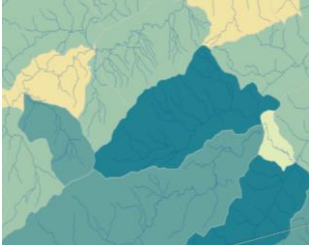

Considerando distribuição da cobertura florestal e das pastagens nas AIPMs, por Região Hidrográfica, observa-se que as Regiões Hidrográficas I (Baía de Ilha Grande), IV (Piabanha), V (Baía de Guanabara, nas captações no interior das Unidades de Conservação, como REBIO Tinguá e PETP), VII (Rio Dois Rios) e VIII (Macaé e das Ostras) apresentam o maior número de AIPMs com mais de 40% de cobertura florestal, o que aponta para a adoção de estratégias de proteção dos remanescentes florestais, bem como o emprego da restauração florestal via condução da regeneração natural, uma vez que a possibilidade de conectividade aumenta as chances de sucesso.

Em contrapartida, observa-se que as regiões que possuem grande relevância para os sistemas de abastecimento, como a RH II (Guandu) e III (Médio Paraíba do Sul) apresentam número representativo de AIPMs com mais de 20% do seu território sem cobertura florestal, ocupada por campos e pastagens, o que pode aumentar a pressão sobre o ambiente natural, como os baixos índices de conservação do solo e degradação de APP, por exemplo.

A ocupação urbana nas áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais sinaliza a necessidade de aplicação de estratégias que objetivem a melhoria da qualidade das águas, uma vez que muitos corpos hídricos recebem elevada carga de esgotos domésticos e industriais e sofrem com a falta de saneamento das cidades.

O Quadro 2 apresenta a síntese da seleção dos critérios adotados, associados às diversas escalas de mapeamentos e objetivos.

Quadro 2 - Quadro-síntese representativo da seleção de critérios de acordo com as escalas de mapeamento para os projetos nas AIPMs

Escala de análise	 <b>Escala estadual</b>	 <b>Escala regional</b>	 <b>Escala regional/local</b>	 <b>Escala local /imóvel rural</b>
<b>Objetivo da análise</b>	Definição da unidade territorial de planejamento para políticas de proteção e recuperação de mananciais no Estado	Seleção da área de abrangência de programas e projetos para proteção e recuperação de mananciais	Seleção de áreas prioritárias para intervenção	
<b>Metodologia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Levantamento e validação dos pontos de captação de água dos mananciais de abastecimento público estratégicos dos 92 municípios fluminenses</li> <li>Delimitação das áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais de Abastecimento Público – AIPM</li> </ul>	Seleção e priorização das AIPMs a partir dos seguintes critérios: <ul style="list-style-type: none"> <li>Tamanho da bacia</li> <li>Relevância para o abastecimento público</li> <li>Uso do solo e cobertura vegetal e pressões sobre os mananciais</li> <li>Outros critérios relevantes</li> </ul>	Delimitação das Áreas Prioritárias para Restauração Florestal a partir da análise multicritério, envolvendo a combinação de índices: <ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de Potencialidade Ambiental para restauração florestal</li> <li>Índice de Pressão sobre os Mananciais.</li> </ul>	O Atlas não contemplou esse tipo de análise e mapeamento, considerando a limitação das informações e bases disponíveis.
<b>Mapas temáticos elaborados</b>	Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais – AIPMs	Classificação das AIPMs	Áreas prioritárias para Restauração Florestal visando à proteção e recuperação de mananciais	
<b>Resultados</b>	199 áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais (AIPM) delimitadas para os 92 municípios fluminenses	Mapas, quadros e tabelas dos critérios de priorização e seleção de AIPMs para análise e apoio a tomada de decisão	Áreas prioritárias para restauração florestal delimitadas para as 199 AIPMs do Estado.	
<b>Recomendação de Aplicação e uso</b>	<p><b>Utilizar a AIPM como unidade territorial de planejamento de iniciativas para proteção e recuperação de mananciais.</b></p> <p>O estudo contemplou os mananciais de abastecimento das sedes urbanas dos 92 municípios fluminenses. Vale ressaltar que o conceito de delimitação de AIPMs pode ser aplicado também para mananciais de abastecimento público de distritos e comunidades, bem como complementar o presente estudo e orientar estratégias regionais/locais.</p>	<p><b>Selecionar a área de abrangência de programas e projetos considerando os critérios de classificação da AIPMs.</b></p> <p>Recomenda-se a seleção de AIPMs preferencialmente menores que 20.000 hectares, e cuja área total não seja superior a 120.000 hectares. A AIPM selecionada deve apresentar características de predomínio do uso agropecuário (cultura e pastagens), cobertura florestal igual ou superior a 20% e baixo grau de urbanização. Recomenda-se priorizar as AIPMs de maior representatividade para o abastecimento em sua região/localidade.</p>	<p><b>Identificar e dirigir os esforços de restauração florestal nas áreas prioritárias da AIPM selecionada</b></p> <p>Recomenda-se que as ações de restauração florestal sejam dirigidas para as porções da bacia com predomínio de áreas de alta e muito alta prioridade para restauração florestal na AIPM selecionada.</p> <p>Ressalta-se que, considerando a escala de elaboração do mapa (1:100.000), o mesmo não é adequado ou apresenta limitações para aplicação em escalas locais, como a definição de áreas de intervenção num imóvel rural, por exemplo.</p>	<p><b>Selecionar as áreas de intervenções privilegiando a adequação ambiental do imóvel rural e impactos positivos na paisagem</b></p> <p>Recomenda-se que as intervenções privilegiem a adequação ambiental do imóvel rural em atendimento a legislação vigente e busquem resultados mais efetivos na paisagem como um todo, contemplando as Áreas de Preservação Permanente e as áreas de uso restrito definidas na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.</p>

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seleção e priorização de áreas foram construídas em uma perspectiva multiescalar, adotando-se diferentes metodologias para cada escala de análise, a partir dos seguintes objetivos específicos: definição de unidade territorial de planejamento de políticas de proteção e recuperação de mananciais (escala estadual), seleção de área(s) de abrangência de programas e projetos (escala regional), definição de áreas prioritárias de intervenção (escala regional/local). Cabe destacar que os produtos e mapeamentos desta publicação devem ser interpretados e utilizados de acordo com o seu objetivo e escala de análise, considerando a limitação das informações e bases disponíveis, a delimitação das áreas de interesse para proteção de mananciais.

### REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS- ANA. **Portaria nº 149, de 26 de março de 2015.** Aprova o resultado final do Grupo de Trabalho Thesaurus e recomenda a utilização do documento “Lista de Termos para o Thesaurus de Recursos Hídricos” no subsídio da elaboração de notas e pareceres técnicos. Brasília: ANA, 2015.

Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/386747805/Dicionario-hidrologia-da-ANA-Portaria-149-2015-pdf>>. Acesso em: 25 out. 2018.

BANKS-LEITE, C. et al. Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of set-asides in a biodiversity hotspot. **American Association for the Advancement of Science** v. 345, n. 6200, p.1041-1045, ago. 2014.

HOPPER, K.; ERNST, C. **The Source Protection Handbook: using land conservation to protect drinking water supplies.** San Francisco; Denver: The Trust for Public Land, AWWA, 2005. 88 p.

TUCCI, C. E.M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de Bacia Hidrográfica.** Brasília: Ministério de Meio Ambiente/MMA, 2006. 302 p.

WAHNFRIED, I.; HIRATA, R. Perímetros de proteção de poços: uma importante ferramenta para a sustentabilidade de mananciais públicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 14., SIMPÓSIO DE HIDROGEOLOGIA DO SUDESTE, 2., 2005, Ribeirão Preto, 2005. **Anais...** São Paulo: ABAS, 2005.12 p.

# ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA AÇÕES AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO SERRA AZUL, EM UMA AVALIAÇÃO DE RECUPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL TENDO EM VISTA A CAPACIDADE DE USO DO SOLO

Vanessa Lucena Cançado<sup>1</sup>

Nívia Carla Rodrigues<sup>2</sup>

Talita F. G. Silva<sup>3</sup>

Julian Cardoso Eleutério<sup>4</sup>

Nilo de Oliveira Nascimento<sup>5</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

Medidas e indicadores para priorização de intervenções ambientais em bacias hidrográficas envolvem múltiplos critérios, usualmente associados a metodologias para quantificação ou qualificação de benefícios ecológicos, socioambientais ou dos serviços ecossistêmicos, associados ou não aos custos financeiros das medidas necessárias à sua provisão. Em uma análise de custo-benefício, o objetivo é maximizar os benefícios ambientais e minimizar os custos financeiros e econômicos associados. Portanto, a questão que se coloca em programas ambientais é onde implementar, em termos financeiros pela restrição orçamentária existente, mas também para direcionar esforços de ação em áreas onde as intervenções produzirão os maiores benefícios socioambientais.

Neste trabalho a priorização de áreas para recuperação ou conservação ambiental envolve basicamente três critérios: aspectos legais, seguindo as recomendações Lei de Proteção da Vegetação Nativa (“Novo Código Florestal”), Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012); conservação da biodiversidade, tendo em vista os benefícios ecológicos obtidos; e a capacidade de uso do solo como fator físico limitante. A definição das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e o uso e

---

<sup>1</sup> Pós-doutoranda, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: vanessa.cancado@gmail.com.

<sup>2</sup> Pós-doutoranda, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais.

<sup>3</sup> Professor, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais.

<sup>4</sup> Professor, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais.

<sup>5</sup> Professor, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais.

cobertura vegetal na bacia hidrográfica, confrontadas com a capacidade de uso do solo, foram os critérios essenciais de análise. Duas linhas de avaliação de prioridades são feitas: 1) recuperação e restauração florestal em áreas de atividade agropecuárias; e, 2) a conservação ou manutenção de cobertura vegetal nativa existente na bacia.

## **2 ÁREA DE ESTUDO: BACIA DO RIBEIRÃO SERRA AZUL**

O Reservatório de Serra Azul, localizado a aproximadamente 55 km de Belo Horizonte/MG, caracteriza-se como um dos principais mananciais de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Com estrutura para abastecer cerca de 20% da população da RMBH, o Sistema Serra Azul, gerenciado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais – Copasa, tem sofrido fortemente os impactos recentes da seca.

A bacia do ribeirão Serra Azul, maior contribuinte do reservatório, possui área de 263 km<sup>2</sup>, sendo que aproximadamente 30 km<sup>2</sup> compõem área de proteção sob responsabilidade da Copasa. A bacia, que cobre porções de quatro municípios, tem aproximadamente 60% de sua área situada em Mateus Leme e 27% em Igarapé.

A vegetação é característica do Cerrado, com variações da Mata de Galeria, Cerradão, Campo Sujo, Campo Limpo e Mata Estacional Semidecidual. Observa-se uso residencial e econômico, englobando atividades agropecuárias e industriais, o que reforça a necessidade do controle do uso e ocupação para evitar problemas de qualidade da água do reservatório ou até mesmo a diminuição de sua vida útil. A bacia é um grande fornecedor de hortifrutíferos para a RMBH. A atividade agrícola é realizada predominantemente em pequenas propriedades familiares de 5 a 8 hectares.

A produção pecuária, predominantemente bovinocultura de corte, ocorre em áreas maiores, de cerca de 15 hectares. A mineração está presente sobretudo nos limites da bacia ao sul, com a extração de ferro na Serra do Itatiaiuçu, um significativo divisor de águas para as bacias hidrográficas do rio Manso e do ribeirão Serra Azul. Áreas de expansão urbana de Igarapé, chácaras e condomínios de uso residencial

complementam o mosaico de usos antrópicos na bacia, que ainda assim possui percentual expressivo de áreas cobertas com vegetação nativa (66% da área).

### 3 NOTAS METODOLÓGICAS E ASPECTOS DE ANÁLISE

- Áreas de Preservação Permanente (APPs): segundo definido na Lei de Proteção da Vegetação Nativa, a APP é a área protegida com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. As APPs devem ser ocupadas pela vegetação nativa, mantidas pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante. Intervenções ou supressão de vegetação nativa em APP, previstas em Lei, ocorrem em situações restritas, nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental. Apesar da legislação, os usos alternativos em APPs são frequentes. Neste trabalho as APPs com interferência de usos antrópicos foram definidas como áreas de máxima prioridade à recuperação ou à conservação, tendo em vista suas funções ambientais e a legislação vigente. As Reservas Legais, embora se enquadrassem também como áreas prioritárias de intervenção, não foram consideradas no estudo devido à insuficiência de informações provenientes do Cadastro Ambiental Rural (CAR) para a bacia do Serra Azul.

- Fitofisionomias: as fitofisionomias foram avaliadas não como vegetação, mas como ecossistemas, onde fauna e flora interagem. Na análise foram consideradas as principais fitofisionomias presentes na bacia: florestas, campos, cerrados, campos cerrados. Estas foram classificadas em diferentes níveis de prioridade, considerando a legislação ambiental envolvida e a biodiversidade associada. Dois biomas principais estão presentes na Região Metropolitana de Belo Horizonte: o Bioma Mata Atlântica e o Bioma Cerrado. Ambos são considerados “*hotspots* de biodiversidade”. O primeiro possui legislação específica, a chamada Lei da Mata Atlântica (Lei 11.428 de 2006), que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Trata-se de um bioma com alta biodiversidade associada e presença de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Por estas características, as áreas de florestas em estágio médio e avançado e os campos de altitude no domínio da Mata



Atlântica são extremamente restritivos ao uso e ocupação. O Bioma Cerrado apresenta menor restrição legal à ocupação, apesar de sua alta biodiversidade. Há legislação específica para a restrição ao corte de espécies arbóreas aí presentes, como o pequi, o ipê-amarelo e outras espécies da flora brasileira ameaçada de extinção (aroeira, gonçalo-alves). As feições campestres do cerrado (vegetação herbácea) representam ecossistemas relevantes para a proteção da biodiversidade, porém apresentam menos diversidade florística e complexidade estrutural que as florestas e cerrados arbóreos, sendo, em uma perspectiva biológica, menos restritivos ao uso.

- Aspectos físicos: a maior causa da degradação dos solos está associada ao manejo inadequado dos recursos naturais, por isso, a capacidade de uso do solo foi utilizada como variável física. Foram classificadas como prioritárias aquelas áreas em que o uso atual indicava problemas potenciais de degradação e conservação do solo, se confrontado com a sua capacidade. A análise da capacidade, na medida em que permite indicar os possíveis usos sustentáveis em uma área, traz também elementos para a definição do custo de oportunidade (valor frequentemente utilizado como referência para os pagamentos ou compensações em um projeto de incentivo à provisão de serviços ecossistêmicos).

#### **4 ETAPAS METODOLÓGICAS**

Na elaboração da análise foram seguidas as etapas:

**1)** Levantamento do uso do solo na bacia do Serra Azul: informações para identificação do uso do solo na bacia foram obtidas por meio de estudo realizado por Matos *et al.* (2017). No mapeamento utilizaram-se imagens do ano de 2016 do satélite Sentinel 2, resolução de 10 m. Definiram-se sete classes de tipologias de uso do solo: arbórea densa, arbórea esparsa, vegetação herbácea, pastagens, agricultura, área urbana/instalações rurais e mineração.

**2)** Identificação e mapeamento das APPs na bacia do Serra Azul e sua classificação segundo os tipos de uso: as APPs foram identificadas e mapeadas na

bacia segundo critérios presentes na Lei nº 12.651/2012 e classificadas de acordo com o uso do solo presente.

**3) Avaliação da capacidade de uso e manejo do solo:** a avaliação da aptidão agrícola é realizada com base na comparação entre as condições oferecidas pelo solo e as exigências dos diversos tipos de usos (Pereira *et al*, 2006). Para determinação da capacidade de uso do solo utilizou-se a metodologia proposta pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e adaptada para as condições brasileiras pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo em conjunto com o Ministério da Agricultura (Lepsch, 1983) (QUADRO 1). De acordo com os fatores limitantes (profundidade efetiva, drenagem interna, declividade e erosão) a classe de capacidade é determinada (QUADRO 2). As classificações foram definidas conforme características gerais obtidas na literatura para cada tipo de solo presente na área. Para tanto, foram adotadas recomendações citadas por Lepsch (1983).

Quadro 1- Sistema de classificação adaptado de Lepsch (1983)

Sentido das limitações e das aptidões ao uso	Classe de capacidade de uso	Sentido do aumento da intensidade de uso →							
		GRUPO C Preservação fauna/flora	GRUPO B Pastagens ou reflorestamento			Culturas ocasionais (extensão limitada)	GRUPO A Culturas anuais		
			Problemas de conservação				Problemas de conservação		
			complexo	moderado	simples		complexo	moderado	simples
Aumento do grau de limitação e riscos de degradação ↓	I	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Preto
	II	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Preto	Vermelho
	III	Verde	Verde	Verde	Verde	Preto	Vermelho	Vermelho	Vermelho
	IV	Verde	Verde	Verde	Preto	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
	V	Verde	Verde	Preto	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
	VI	Verde	Preto	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
	VII	Verde	Preto	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
	VIII	Preto	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho

Abaixo do uso potencial     
  Máxima intensidade de uso     
  Acima do uso potencial

Fonte: RODRIGUES *et al.*, 2017. (Houve alteração no quadro, para melhor visualização).

Quadro 2 - Fatores limitantes da capacidade de uso

Profundidade Efetiva	Espessura da camada de solo estruturado (geralmente horizontes “A” e “B”)
Drenagem Interna	Velocidade com que a água infiltra e percorre o perfil do solo
Declividade	Inclinação do terreno em relação à linha do horizonte ou à uma curva de nível
Erosão	Avaliada em forma decrescente, pela espessura da camada restante de solo superficial.

Fonte: RODRIGUES *et al.*, 2017. (Com adaptações).

Quanto maior a classe de capacidade de uso, maior o grau de limitação ao uso e os riscos de degradação, por outro lado, menores classes, implicam em aumento da adaptabilidade e da liberdade de uso. Áreas situadas na classe VIII, por exemplo, devem ser utilizadas apenas para preservação de fauna e flora, sob pena de causar problemas complexos de conservação do solo. No outro extremo, na Classe I, há maior flexibilidade de uso, sendo possível aqueles mais intensos, como as culturas anuais.

O mapa de classes de capacidade de uso foi obtido por meio do resultado de uma álgebra de mapas, sendo realizada uma sobreposição dos mapas de declividade e solos. O resultado deste cruzamento foi julgado de acordo com os fatores limitantes e reclassificado em função das características físicas de cada unidade de solo e das limitações de uso. Por fim, foram definidas as classes de capacidade de uso do solo, de acordo com a aptidão, para cada parcela (Rodrigues *et al.*, 2017).

**4) Priorização das áreas de intervenção:** os níveis de prioridade foram classificados em três graus: sendo 1, prioridade máxima e 3, a menor prioridade. Com a interação “uso do solo e cobertura vegetal” x “presença de APP” x “capacidade de uso do solo”, definiu-se a amplitude de cada intervalo de classe de prioridade, seguindo uma lógica teórico-conceitual (QUADROS 3 e 4). Não foram consideradas na análise áreas de mineração, área sob responsabilidade da Copasa e áreas urbanas, pelas especificidades legais, técnicas e ambientais envolvidas.

Quadro 3 - Classes de priorização

Áreas para recuperação/restauração ambiental	Áreas de manutenção da cobertura vegetal
Prioridade 1: acima do uso potencial, risco de problemas complexos de degradação e/ou restrições legais	Prioridade 1: alta biodiversidade e/ou restrições legais. Restrição ao uso e ocupação.
Prioridade 2: intensidade do uso próxima à sua capacidade potencial máxima, risco de problemas moderados de conservação do solo	Prioridade 2: alta biodiversidade, menores restrições legais.
Prioridade 3: uso abaixo do potencial. Risco de problemas simples de conservação.	Prioridade 3: áreas com menor diversidade florística e complexidade estrutural. Usos econômicos são possíveis, desde que avaliada a capacidade de uso do solo e controlados os impactos ambientais.

Quadro 4 - Estratégia de priorização

Linha de atuação	Área para intervenção	Critério para definição da prioridade
Áreas para conservação/manutenção da vegetação nativa	APPs conservadas	Prioridade 1 (máxima)
	Outras áreas com vegetação nativa	Definição da prioridade segundo fitofionomia, independente da classe de uso do solo
Áreas para recuperação e restauração vegetal	APPs com uso agropecuário	Prioridade 1, independente da classe de uso do solo
	Outras áreas de uso agropecuário	Definição da prioridade segundo o tipo de uso (agrícola ou pastagem) e as classes de capacidade

## 5 RESULTADOS

A Figura 1 apresenta o mapa de uso do solo na bacia do Serra Azul. Um percentual expressivo da bacia é coberto por vegetação nativa (66%), as porções com vegetação arbórea densa alcançam 30% do total, um percentual importante dessa área se localiza no entorno do reservatório Serra Azul, em área sob responsabilidade da Copasa. Mais ao centro, distribuem-se áreas de cultivo agrícola permeadas por áreas de pastagem. Áreas urbanizadas a leste, em vetores de expansão urbana da cidade de Igarapé, e o distrito de Serro Azul, já em Mateus Leme, no centro-oeste.

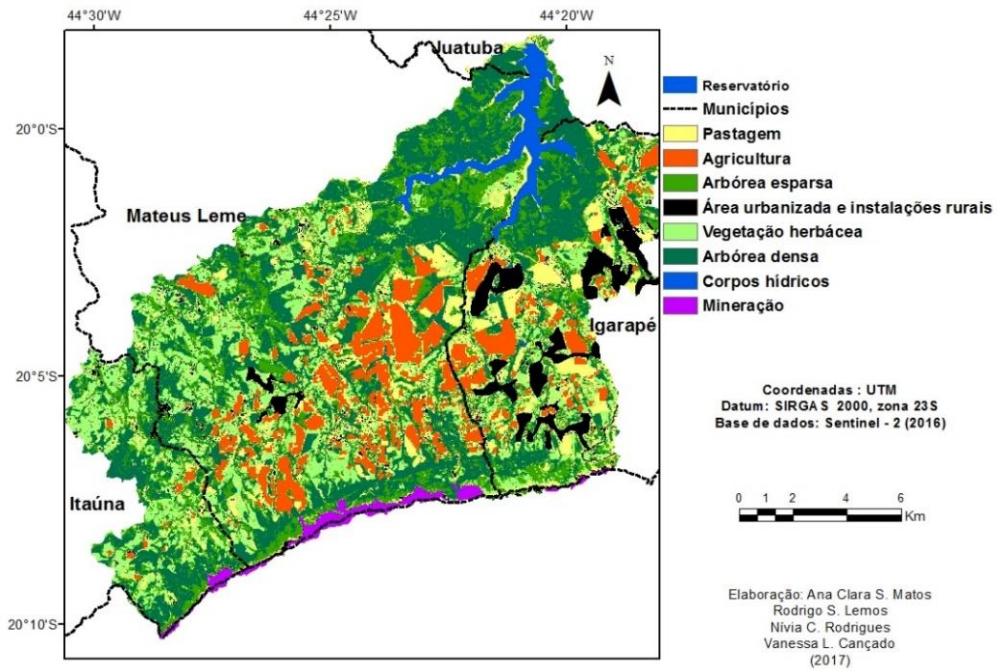


Figura 1 - Uso do solo e cobertura vegetal na Bacia do Serra Azul

Na Figura 2 são apresentadas as classes de capacidade de uso.

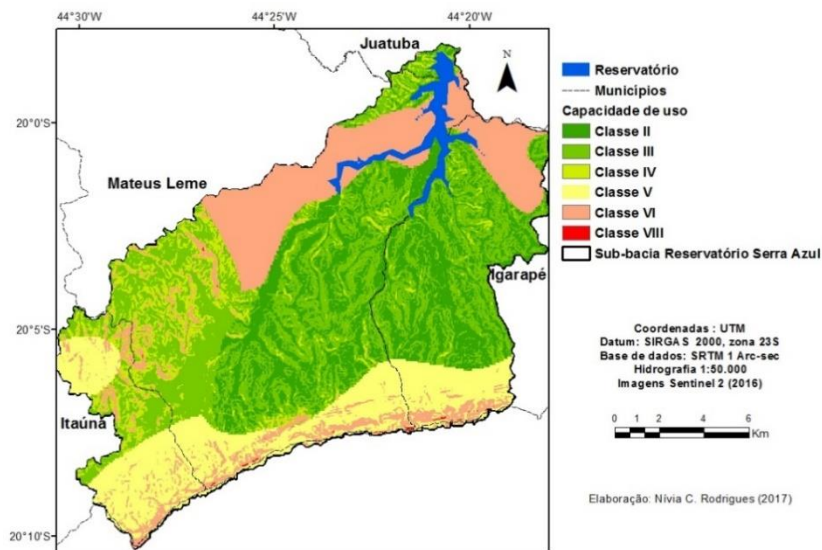


Figura 2 - Classes de Capacidade de Uso do Solo na Bacia do Serro Azul

As classes mais restritivas situam-se a nordeste, onde há predomínio de cambissolo, e ao sul, onde o neossolo é dominante. São tipos de solo que, por serem

rasos, são mais suscetíveis à erosão e contribuem para o assoreamento dos rios (Rodrigues *et al.*, 2017). No limite da bacia, ao sul, áreas de maior altitude e declividade são fatores agravantes à adaptabilidade e liberdade de uso. Há uma parcela significativa da bacia situada em classes com menor restrição ao uso, representadas em tons de verde. Nestas áreas, como mostrado no uso do solo, há presença relevante de atividades agropecuárias.

A Figura 3 representa espacialmente as áreas prioritárias para conservação e recuperação ambiental na bacia.

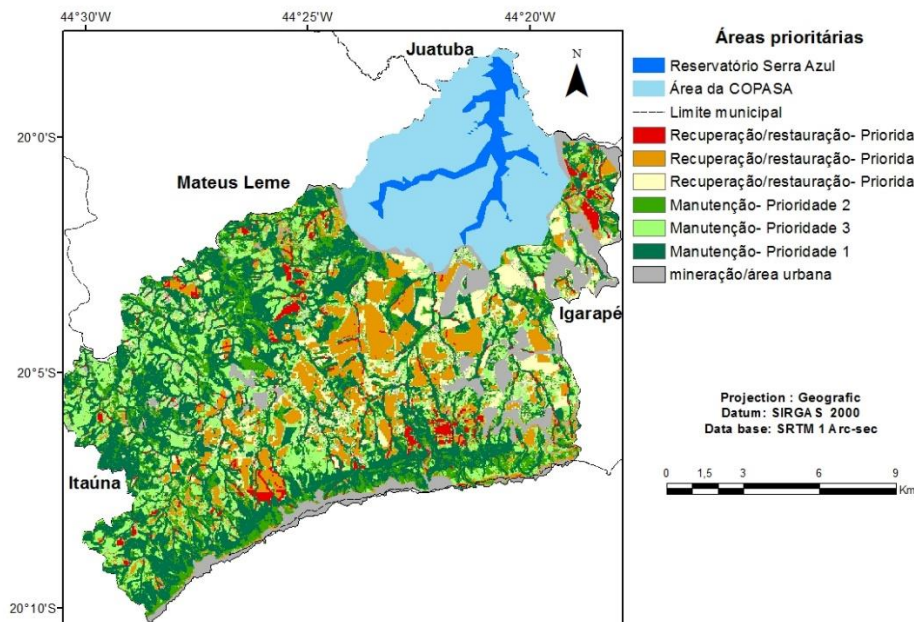


Figura 3 - Áreas prioritárias para intervenção – Bacia do Serra Azul

A área para ações de recuperação/restauração corresponde a 62,24 km<sup>2</sup>, a qual representa o uso agropecuário. Entretanto, áreas definidas como prioridade 3 (19,76 km<sup>2</sup>, ou 18% do total), não estão acima do uso potencial do solo e, neste caso, as medidas são direcionadas principalmente à educação ambiental.

A área coberta por vegetação nativa corresponde a 125,79 km<sup>2</sup> (Gráfico 1), o que indica a importância da cobertura vegetal na bacia. Como prioridade 1 estão APPs com vegetação nativa e remanescentes florestais de Floresta Estacional ou floresta de transição Mata Atlântica e Cerrado (56,38 km<sup>2</sup>). Na prioridade 3, embora

enquadradas na categoria “manutenção”, tem-se uma vegetação herbácea, com menor importância biológica, onde os usos alternativos do solo são possíveis.

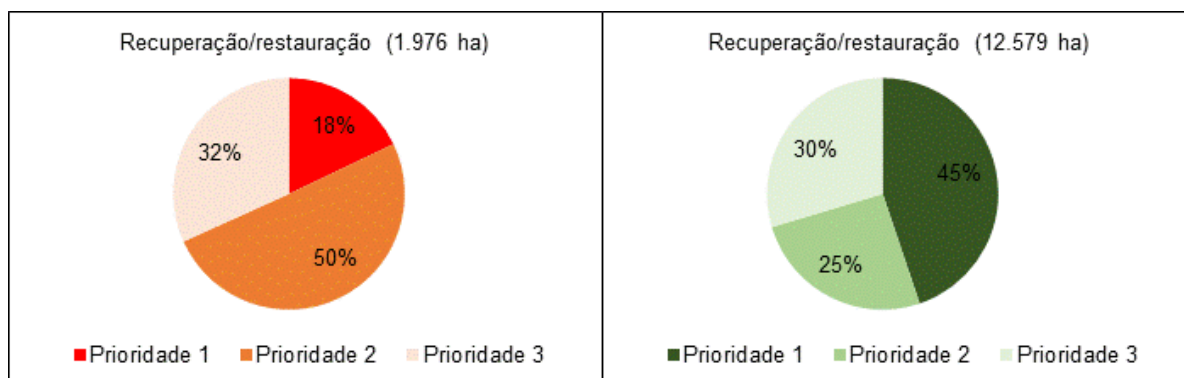


Gráfico 1 - Distribuição das áreas prioritárias na bacia

Nota: Não inclui área sob responsabilidade da Copasa, áreas urbanas e áreas de mineração.

No caso das áreas cobertas por vegetação nativa, representada em tons de verde na Figura 3, o critério de priorização central é a conservação da biodiversidade, com a premissa de que um eventual uso alternativo do solo implicaria em perda da qualidade ambiental e biológica da bacia. Especialmente nas áreas prioritárias 1 e 2, técnicas de comando e controle em áreas de APPs, Reserva Legal e/ou florestas, programas de educação ambiental ou o uso de instrumentos econômicos de incentivo às atividades de proteção ao meio ambiente são ações possíveis visando garantir a conservação destas áreas verdes. Na área prioritária 3, de vegetação herbácea, é possível um uso alternativo do solo, desde que consideradas as restrições legais e físicas do território e as técnicas de manejo adequada.

Já nas áreas de uso agropecuário definidas como de máxima prioridade (classe 1) deverão ser avaliadas com urgência novas alternativas de manejo, com o uso de técnicas de agricultura ecológica, medidas de conservação do solo e água, como terraços e plantio direto, e mesmo a conversão do uso do solo em parte da propriedade, conciliando objetivos econômicos e ambientais. Estas exigências decrescem na classe 2 e, na classe 3, as ações socioambientais estão associadas principalmente a ganhos de produtividade e eficiência econômica no uso do solo, integradas a medidas de controle de impactos ambientais.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia de priorização de áreas adotada para a bacia do Serra Azul procurou trazer subsídios para intervenção em áreas sensíveis. A estratégia pode ser tanto a execução de projetos de recuperação ou conservação ambiental, quanto a implantação de mecanismos de estímulo à provisão de serviços ecossistêmicos, tendo em vista o percentual expressivo de vegetação nativa existente e a importância da sua manutenção, especialmente em um manancial de abastecimento de água. A efetivação de técnicas de comando e controle, com maior fiscalização e controle da supressão vegetal na bacia, são também ações complementares.

As informações aqui apresentadas integram linha de pesquisa do projeto de pesquisa Moma-SE, de Modelagem de Mananciais Estratégicos como Insumo para Gestão de Água e Território em face à Mudança Climática, do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, financiado pela Agência Nacional de Águas e Capes.

Tratando-se de uma metodologia em construção, outras variáveis ou *layers* de análise estão sendo tratados para incorporação à análise, tendo em vista a escala de trabalho utilizada e os objetivos do estudo.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

LEPSCH, I. F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 2. ed. Campinas – SP: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.

MATOS, A. C.; LEMOS, R.; SILVA, T.; ELEUTÉRIO, J.; NASCIMENTO, N. **Evolução do uso e ocupação do solo em mananciais de abastecimento metropolitano na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais**. Projeto Modelagem de Mananciais Metropolitanos Estratégicos como Insumo para Gestão de



Água e Território em Face à Mudança Climática. Programa de Pós-Graduação em Saneamento Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, UFMG, 2017. Relatório.

PEREIRA, L. C., SILVEIRA, M. A., & LOMBARDI NETO, F. (**Agroecologia e aptidão agrícola das terras**: as bases científicas para uma agricultura sustentável. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2006. 5 p.

RODRIGUES, N. C. R.; ELEUTÉRIO J. C.; SILVA, T. F.; NASCIMENTO, N. O. **Adequabilidade quanto ao uso do solo na área de drenagem do Reservatório Serra Azul – MG**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12. , 2017, Florianópolis, **Anais...**Associação Brasileira de Recursos Hidricos , 2017.

RODRIGUES, N. **Uso do solo e adequabilidade da área de drenagem do ribeirão Serra Azul – MG**. Projeto Modelagem de Mananciais Metropolitanos Estratégicos como Insumo para Gestão de Água e Território em Face à Mudança Climática. Programa de Pós-Graduação em Saneamento Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, UFMG, 2017. Relatório.

# PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA INTERVENÇÕES DE INFRAESTRUTURA NATURAL NOS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS

Ricardo Aguilar Galeno<sup>1</sup>  
Marilia Borgo<sup>2</sup>  
Eileen Andrea Acosta<sup>3</sup>  
Edenise Garcia<sup>4</sup>  
Gilberto Tiepolo<sup>5</sup>  
Samuel Roiphe Barrêto<sup>6</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a população de centros urbanos brasileiros tem enfrentado eventos de crise de abastecimento hídrico. O desafio na atualidade é minimizar essa situação, focando-se não só na manutenção e melhoria da qualidade do volume corrente, como também no suprimento para o aumento da demanda. Projeções indicam que mais da metade da população mundial estará vivendo em áreas sob estresse hídrico em 2025 (WHO, 2017).

A gestão de recursos hídricos vem, aos poucos, integrando a conservação e recuperação das funções ecológicas das bacias hidrográficas à infraestrutura cinza. A conservação e/ou restauração da cobertura florestal e boas práticas de uso de solo, enquadradas dentro do conceito de infraestrutura verde ou natural, contribuem à manutenção da qualidade e da quantidade desses recursos.

Como parte de sua estratégia de ações voltadas à segurança hídrica, a The Nature Conservancy (TNC) atua na implantação e ganho de escala de infraestrutura natural, a fim de contribuir à proteção e recuperação dos ecossistemas das bacias hidrográficas. No Brasil, a meta é aumentar a segurança hídrica de 12 regiões metropolitanas, incluindo a de Belo Horizonte, selecionadas a partir de um estudo

---

<sup>1</sup> Eng. Florestal, Espec. em Gestão de Projetos e Manejo, Gestor de Conservação do Conservador da Mantiqueira TNC -, Pouso Alegre, MG, ricardo.galeno@tnc.org

<sup>2</sup> Bióloga, Dr., Estratégia de Segurança Hídrica TNC, Curitiba, PR, mborgo@tnc.org

<sup>3</sup> Eng. Agrônoma, M.Sc., Recursos Hídricos TNC, Curitiba, PR, eacosta@tnc.org

<sup>4</sup> Bióloga, Ph.D., Coord. Ciências TNC, Brasília, DF, egarcia@tnc.org

<sup>5</sup> Eng. Florestal, Me., Gerente Adjunto, TNC, gtiepolo@tnc.org

<sup>6</sup> Biólogo, Me., Gerente, TNC, sbarreto@tnc.org

realizado com cidades da América Latina em que se estima haver um retorno do investimento feito em infraestrutura natural (TNC, 2017).

Para se evidenciar e potencializar os benefícios que as intervenções em infraestrutura natural podem promover à manutenção/incremento do provimento de água, é importante estabelecer projeções de cenários que possibilitem a tomada de decisão, o estabelecimento de metas e seu monitoramento ao longo do tempo. A ferramenta Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVest), desenvolvida pela iniciativa Natural Capital Project (SHARP *et al.*, 2016), permite criar cenários que consideram a condição atual da bacia e tendências futuras com intervenções de infraestrutura natural. O programa gera previsões de ganhos na contenção de processos erosivos e na diminuição do carreamento de sedimentos, com estimativas dos benefícios gerados para o ambiente.

No entanto, aplicar essa modelagem em grandes extensões territoriais pode se tornar tarefa bastante complexa e demorada, considerando as informações requeridas e as variações e particularidades dentro do território. De forma a otimizar o processo, é importante, antes de tudo, determinar áreas chave em que a implantação de projetos de infraestrutura natural seja mais efetiva. E tal definição se pauta em análises realizadas por um conjunto representativo de atores locais que sejam afetados ou beneficiados pelas ações planejadas.

Tendo em mente que é importante otimizar destinação de recursos financeiros e os ganhos em termos de conservação e recursos hídricos, esses resultados possibilitam identificar trechos que sejam críticos em relação à capacidade de exportação de sedimentos, nos quais a implantação de atividades poderia trazer resultados mais efetivos. Procurando assim ter uma maior efetividade das ações de conservação e recuperação de mananciais que abastecem a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), o estudo aqui apresentado buscou elencar as áreas prioritárias para ações de infraestrutura natural que possam contribuir de maneira mais contundente ao incremento da segurança hídrica para os habitantes dessa região.

## **2 MÉTODO**

Para a priorização, foram feitas as seguintes etapas: a) seleção das sub-bacias prioritárias ao abastecimento da RMBH, nas bacias do rio das Velhas e do rio Paraopeba; b) estimativa de exportação de sedimentos nas sub-bacias selecionadas; c) criação de cenários hipotéticos de intervenção nas sub-bacias prioritárias, com as respectivas estimativas da redução potencial de aporte de sedimentos mínima e máxima que seriam proporcionadas pela implementação das intervenções nessas áreas.

### **2.1 Seleção das sub-bacias prioritárias**

Foi realizada uma análise participativa multicritério, subsidiada pelo mapeamento detalhado dos atores que poderiam ter relação direta ou indireta com a conservação de recursos hídricos na região abrangida pela iniciativa, incluindo lideranças locais, empresas, instituições de pesquisa, extensão e educação, comitês de bacia e órgãos governamentais, focando-se na articulação com aqueles que poderiam impactar ou serem impactados de forma mais direta pelas ações do projeto.

O diagnóstico das sub-bacias incluiu peculiaridades referentes a: ocupação/distribuição de aglomerados urbanos e da zona rural; vazão outorgada para diferentes usos (abastecimento público, agropecuário, industrial, categorias especiais), para captação superficial e subterrânea; sub-bacias consideradas para abastecimento futuro; dados de densidade demográfica; rede e volume de coleta e tratamento de esgoto; condição atual e dinâmica recente do uso e cobertura do solo; zoneamento de áreas estratégicas para conservação e restauração; atuação de parceiros em potencial; extensão da área da sub-bacia com potencial para implantação de atividades de infraestrutura natural (áreas não urbanizadas); áreas prioritárias para recarga hídrica, nascentes; estrutura rodoviária e ferroviária atual e futura.

Esses parâmetros foram apresentados e discutidos com os atores locais em oficina voltada à definição das sub-bacias prioritárias. A classificação e atribuição de

valores seguiu o proposto por Acosta *et al.* (2018). Com a somatória final dos valores, gerou-se uma classificação ordenada das sub-bacias.

## **2.2 Estimativa de exportação de sedimento e definição das áreas prioritárias de intervenção em infraestrutura natural dentro das sub-bacias selecionadas**

A modelagem InVest focou na conservação de florestas e campos naturais, restauração de áreas de floresta (em APP e fora dela), melhores práticas de conservação e uso de solo (não só práticas de cultivo, mas ações para contenção de erosão e voçorocas) e adequação de estradas não pavimentadas. Para as sub-bacias definidas foi utilizado o módulo de exportação de sedimentos (SDR) do InVest, que permite estimar as mudanças decorrentes da implantação hipotética de atividades de infraestrutura natural listadas acima. A abordagem e aplicação da ferramenta seguiu os passos descritos por Acosta *et al.* (2018), que utilizaram o mesmo procedimento de priorização para a Região Metropolitana de Curitiba.

Os dados de entrada do mapeamento de uso de solo da bacia hidrográfica do rio Paraopeba, imagens Landsat (ano de 2008), foram cedidos por Durrães (2010). Para o rio das Velhas, as imagens Landsat TM 5, de 2011, foram cedidas pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. O modelo digital de elevação de 30m, é oriundo do Projeto TOPODATA (INPE, 2017).

Os valores de erosividade da chuva foram calculados utilizando os dados de 15 estações de monitoramento de pluviometria, obtidos no Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas – HIDROWEB (ANA, 2018). Foram selecionados os registros pluviométricos das estações que possuem uma série histórica de no mínimo 20 anos, no período entre 1995 e 2015. Foi então calculada a precipitação média mensal da série histórica para cada uma das localidades.

Os índices de erosividade mensal (EI) de cada estação foram calculados na forma do índice EI30 através das formulações matemáticas ajustadas para as regiões de Sete Lagoas (MARQUES *et al.*, 1997) e Lavras (VAL, 1985).

Para a determinação da erodibilidade do solo, primeiramente foi necessário identificar os tipos de solos presentes em cada bacia de manancial, a partir dos mapas

de solo e geologia do Estado de Minas Gerais (1:500.000) (UFV *et al.*, 2010), do mapa do Projeto do Zoneamento da APA SUL da RMBH (1:50.000), e dos mapas da geodiversidade e hidrogeologia de Minas Gerais (MACHADO & SILVA, 2010).

Para os fatores C e P foram utilizadas as seguintes referências: Stein *et al.* (1987), Marques *et al.* (1997), Toy & Foster (1998), Costa *et al.* (2005), Ditt (2008) Lino *et al.* (2010), Martins *et al.* (2010), ANA (2012), Chaves (2012), Garcia (2012), Xavier *et al.* (2013).

### **2.3 Cenários de uso de solo**

A criação de cenários de áreas de intervenção focou na identificação daqueles trechos com maior impacto relativo na redução da exportação de sedimentos (maior benefício por menor extensão de área de intervenção). Para tanto, foram considerados: a condição de base de cada sub-bacia, sem intervenção; a definição das APPs degradadas que poderão passar por restauração florestal; os remanescentes florestais identificados no mapeamento de uso e cobertura do solo, os quais estarão sob conservação ou então sob a influência de ações específicas que evitem seu desmatamento e degradação; estradas não pavimentadas, agricultura, pastagem e solo exposto e que possuíam os maiores valores de aporte de sedimentos aos cursos fluviais. Essas áreas foram identificadas a partir da sobreposição do mapa de exportação de sedimentos (produção potencial de sedimento indicada na escala de pixel) ao mapa de uso e cobertura do solo, e assim foram criados os seguintes cenários:

a) Base: representa a situação sem intervenção com os valores atuais resultantes de compilação e análise de dados bibliográficos.

b) Restauração Florestal de APP: a partir da hidrografia das sub-bacias do Velhas e do Paraopeba (IGAM, 2010), foi delimitada a APP com 10 m de largura. As APPs delimitadas seriam submetidas a restauração florestal, quando o uso atual for agricultura, pastagem, solo exposto ou vegetação secundária em estágio inicial (APPs degradadas).

b) Restauração Florestal em APP de reservatórios: a partir da hidrografia das sub-bacias do Paraopeba (IGAM, 2010), foi delimitada a APP com 100 m de largura. As APPs delimitadas seriam submetidas à restauração florestal, para todos os usos disponíveis, exceto a cobertura vegetal nativa (APPs degradadas).

c) Restauração fora de APP: selecionadas com base na maximização dos valores de exportação de sedimentos. Neste cenário foram selecionadas as áreas fora de APP com alto potencial de exportação;

d) Boas Práticas: são incluídas intervenções que promovam a conservação e manejo do solo e de estradas não pavimentadas, com especial atenção aos trechos com altos valores de exportação de sedimentos.

### **3 RESULTADOS**

As informações referentes ao reconhecimento geral e diagnóstico das sub-bacias do Velhas e do Paraopeba foram apresentadas no evento de priorização, e os atores locais procederam à análise multicritérios. Esse processo participativo foi importante à promoção do engajamento e aproximação dos atores locais perante a necessidade de integração de ações voltadas à conservação dos mananciais que abastecem a RMBH.

Durante esse processo também foram levantadas outras potenciais fontes de risco à conservação de recursos hídricos, dentre as quais, citam-se: pressão de expansão urbana e de aglomerados residenciais de baixa densidade (condomínios) sobre recursos hídricos, falta de bases de dados sobre situação de uso de água, classificação das bacias segundo a aptidão do solo, qualidade da água bruta e classificação de curso fluviais, entre outros.

Posteriormente à oficina, foram enviados questionários aos participantes. No total, 17 pessoas responderam aos questionários *on-line*. Das 101 sub-bacias apresentadas inicialmente ao grupo, foram pré-selecionadas 73: 10 na Unidade Territorial Estratégica (UTE) Rio Itabirito, 09 na UTE Gandarela, 11 na UTE Moeda, 16 na UTE Nascentes do Rio das Velhas e 27 no Paraopeba. Em seguida, definiu-se

as 05 prioritárias no Velhas e 04 no Paraopeba (Figura 1), distribuídas por 04 e 10 municípios, respectivamente (Tabela 1), destacando-se no Velhas os municípios de Ouro Preto e Itabirito, que respondem por 97% da água dessa bacia que abastece a RMBH.

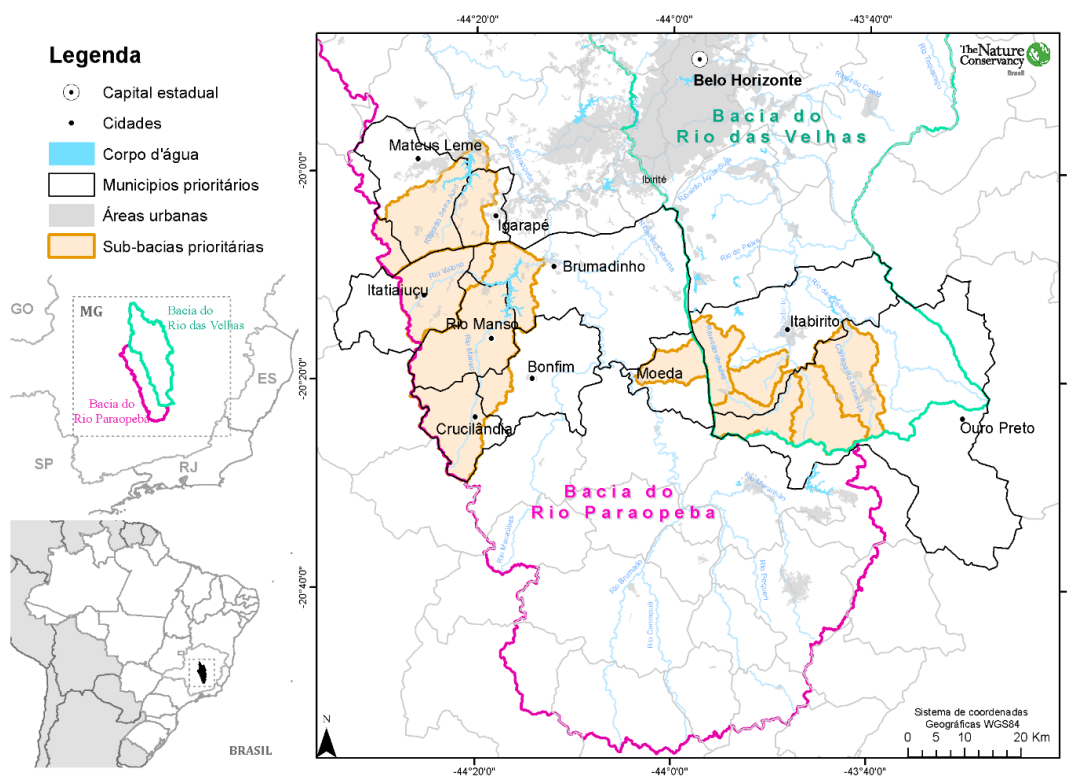


Figura 1 - Sub-bacias prioritárias para ações de infraestrutura natural nos mananciais que abastecem a RMBH

Vale ressaltar que essa seleção de sub-bacias representa o entendimento conjunto dos atores locais quanto à maior necessidade e efeito de ações voltadas à manutenção e recursos hídricos, seja pelos esforços já existentes ou por potenciais riscos iminentes, mas isso não limita ou exclui ações nas demais sub-bacias.

Quadro 1 - Municípios prioritários para intervenções com infraestrutura natural nos mananciais que abastecem a RMBH

Municípios prioritários		
Paraopeba		Velhas
1. Rio Manso	6. Brumadinho	1. Itabirito
2. Mateus Leme	7. Bonfim	2. Nova Lima
3. Crucilândia	8. Congonhas	3. Ouro Preto
4. Itatiaiuçu	9. Conselheiro Lafaiete	4. Rio Acima
5. Igarapé	10. Moeda	



A partir dessas premissas acordadas e da execução da modelagem com InVest, foi possível estimar a quantidade de sedimentos exportados nessas bacias, bem como os locais com maior capacidade de exportação, ou seja, onde intervenções de infraestrutura natural poderiam gerar melhores resultados. Com essas informações, foi possível estabelecer intervalos de eficiência dessas intervenções, uma vez que, em ambiente natural, o cenário de máxima eficiência de resultado depende de inúmeros fatores que não são plenamente controláveis. Apresentamos a seguir dois exemplos dessa análise (TABELA 1).

Tabela 1 - Potencial de redução de sedimentação por implantação de infraestrutura natural em duas sub bacias de abastecimento da RMBH

	Rio Maracujá	Rio Manso
<b>ÁREA DA SUB BACIA (ha)</b>	<b>10.446</b>	<b>47.695</b>
<b>SEDIMENTAÇÃO TOTAL LINHA DE BASE (t)</b>	<b>21.294</b>	<b>75.126</b>
Área de APP de rios (ha)	820	2.947
Sedimentação de APP de rios (t)	1.401	7.117
Área disponível de APP de rios para restauração (ha)	63	1.882
Potencial redução na sedimentação na sub-bacia decorrente das intervenções em 30% da área disponível (%)	Entre 17 e 43	Entre 3 e 79
Área fora de APP (ha)	9.627	44.227
Sedimentação fora de APP (t)	19.893	68.007
Área fora de APP disponível para restauração (ha)	1.373	26.052
Área fora de APP disponível para boas práticas (ha)	8.054	27.192
Potencial redução na sedimentação na sub-bacia decorrente das intervenções de restauração em 30% da área disponível (%)	Entre 1 e 93	Entre 4 e 63
Potencial redução na sedimentação na sub-bacia decorrente das intervenções de boas práticas em 30% da área disponível (%)	Entre 1 e 82	Entre 3 e 72

Segundo os dados da tabela acima, para o Rio Maracujá, em um cenário em que se tenha recursos financeiros para execução de intervenções em 30% das áreas de APP dessa sub-bacia, pode-se alcançar uma redução de sedimentação que varia de 17 a 43% em relação à condição base. Ou seja, pode-se ter uma redução mínima de 17%, quando as intervenções forem executadas somente em trechos com menor potencial de exportação de sedimentos, e a redução máxima de 43%, considerando o

cenário em que as intervenções ocorrem em segmentos da paisagem com maiores taxas de exportação de sedimentos. É importante reforçar que qualquer modelagem está associada a grau de incerteza, e por isso trabalhar com intervalos é mais prudente. Ademais, a estimativa mais aproximada do montante de sedimentos que poderá deixar de ser transferido/carreado dependerá do mapeamento das intervenções e o cruzamento dessas informações com os mapas gerados pelo InVest. Ainda assim, essa lógica de raciocínio fornece a gestores e instituições de planejamento uma amplitude estimada dos resultados que podem ser alcançados, servindo como elemento balizador ou de indicativo de efetividade.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As estimativas de redução da exportação de sedimentos apresentadas neste estudo refletem as variações de sedimentação dentro de um mesmo cenário possível, considerando que, por vezes, uma área sob intervenção pode ter várias classes de exportação de sedimentos em seus limites.

Apesar de as práticas conservacionistas e implantação de infraestrutura natural gerarem benefícios diretos ao produtor rural e aos proprietários de terras, estas não são sempre espontaneamente adotadas. Neste sentido é de fundamental importância o cadastro de todas as propriedades inseridas dentro das áreas prioritárias, pois nem sempre as áreas de maior relevância em exportação de sedimentos serão cedidas pelos proprietários das terras, e dessa forma, teremos que atuar nas áreas disponíveis, que podem ser aquelas com as menores taxas de exportação. As áreas apontadas pelo InVest são indicativas de onde teremos um melhor resultado das intervenções em campo.

A aplicação de método participativo para seleção de critérios e sub-bacias voltados à ampliação da segurança hídrica demonstra ser o mais efetivo, pois além de buscar o conhecimento local na definição de áreas, é um agente inicial para se estabelecer engajamento, alinhamento entre os atores locais, além de contribuir para a definição de políticas públicas e instrumentos de gestão para os recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS

ACOSTA, E.A., AZEVEDO, L.M., BORGIO, M.; GARCIA, E. Seleção participativa de sub-bacias e priorização de áreas de intervenção em infraestrutura verde utilizando a ferramenta Invest. **Informe Agropecuário** v.38, n.300, p.92-103. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) - ANA. **Hidro Web**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 15 de mar.2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) - ANA. **Manual Operativo do Programa Produtor de Água**. 2. ed. Brasília: ANA, 2012. 84p. Disponível em: <[http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Manual%20Operativo%20Vers%C3%A3o%202012%20%2001\\_10\\_12.pdf](http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Manual%20Operativo%20Vers%C3%A3o%202012%20%2001_10_12.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2018.

CHAVES, H.M.L. **Avaliação econômica e socioambiental do retorno do investimento da implantação do Projeto Produtor de Água na Bacia do Ribeirão Pipiripau (DF/ GO)**. Brasília: UnB, 2012.

COSTA, T.C.; LUMBRERAS, J.F.; GUIMARÃES, S.P.; UZEDA, M.C. **Estimativas de perdas de solo para microbacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 44p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 78).

DITT, E.H. **Integration of ecosystem services and policy to manage forest and water resources around the Atibainha Reservoir in Brazil**. 2008. 196f. Thesis (Doctor of Philosophy) – Centre for Environmental Policy Imperial College London, University of London, London. 2008.

DURRÃES, M.F. **Caracterização e avaliação do estresse hidrológico da bacia do rio Paraopeba por meio de simulação chuva-vazão de cenários atuais e prospectivos de ocupação e uso do solo utilizando um modelo hidrológico distribuído**. 2010, 168f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Meio Ambiente e Recursos Hídricos). UFMG, Belo Horizonte. 2010.

LINO, J.S.; BARRETO A.G.O.P.; KLUG, I.L.F.; ASSUNÇÃO, A.L. C; ANCHIETA, L.; SPAROVEK G. **Distribuição geográfica do risco de erosão do estado de São Paulo**. Piracicaba: ESALQ, 2010. 6p.

MACHADO, M.F.; SILVA, S.F. (Orgs.) **Geodiversidade do Estado de Minas Gerais: programa geologia do Brasil.** Belo Horizonte: CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2010. 131 p.

MARQUES, J. J. G. S. M.; ALVARENGA, R. C.; CURI, N. Erosividade das chuvas da região de Sete Lagoas MG. *In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 13. , 1998 Aguas de Lindóia, São Paulo. **Anais...** Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44680/1/EROSIVIDADE-DAS-CHUVAS.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2018.

MARQUES, J.J.G.S. M; CURI, N; FERREIRA, M M; LIMA, J M; SILVA, M; SÁ, C. Adequação de métodos indiretos para estimativa da erodibilidade de solos com horizonte textural no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 1. 1997. p. 447–456.

MARTINS, S.G.; SILVA, M.L.N.; AVANZI, J.C.; CURI, N.; FONSECA, S. Fator cobertura e manejo do solo e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em Mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros do estado do Espírito Santo. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 517-526. 2010.

MAPA de solos do Estado de Minas Gerais. Universidade Federal de Viçosa; Fundação Estadual do Meio Ambiente; Universidade Federal de Lavras; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Belo Horizonte: FEAM, 2010. 49 p. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>> Acesso em: 27 jan. 2018.

SHARP, R.; KRAMER-CHAPLIN, R.; WOOD, S.; GUERRY, A.; TALLIS, H.; RICKETTS, T. (Ed.). **InVEST+version+ user's guide**. The Natural Capital Project. Palo Alto: Stanford University: WWF: TNC: University of Minnesota, 2016. 330p. Disponível em: <<https://naturalcapitalproject.stanford.edu/invest/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

STEIN, D. P.; DONZELI, A. F.; GIMENEZ, A. F.; PONÇANO, W. L.; LOMBARDI NETO, F. Potencial de erosão laminar, natural e antrópico na bacia do Peixe Paranapanema. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO*, 4., 1987 São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABGE/DAEE. 1987. p. 105-136.

TNC-THE NATURE CONSERVANCY. **Beyond the Source: the environmental, economic and community benefits of source water protection**. Disponível em: <<https://thought-leadership-production.s3.amazonaws.com/2017/08/15/13/08/06/94ed694b-95aa-457d-a9d0->

4d8695cfaddc/Beyond\_The\_Source\_Full\_Report\_FinalV4.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2018.

TOY, T.J.; FOSTER, G.R. **Guidelines for the use of the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) version 1.06 on mined lands, construction sites and reclaimed lands**. Denver: Office of Surface Mining, 1998. Disponível em: <<http://profilelibrary.info/Files/RUSLE%20Guidelines%20-%201998.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Drinking-water**. Home/News/Fact sheets/Detail/Drinking-water. Disponível em: <<http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

XAVIER, A. P.; SILVA, A. M.; SILVA, R. M. Mudanças espaço-temporais da variabilidade da precipitação e perdas de solo na bacia do rio Mamuaba, Brasil. **Cader. Logepa**, v. 8, n.12, p. 79-102. 2013.

# **INSTRUMENTOS PARA A GESTÃO TERRITORIAL: INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM AGROECOSSISTEMAS, O ZONEAMENTO AMBIENTAL E PRODUTIVO E A PRIORIZAÇÃO DE OTTOBACIAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE INTERVENÇÕES CONSERVACIONISTAS**

Adriana Monteiro da Costa<sup>1</sup>

José Mário Lobo Ferreira<sup>2</sup>

Hugo Henrique Cardoso de Salis<sup>3</sup>

Antônio Henrique Noronha Ribeiro<sup>4</sup>

## **1 INTRODUÇÃO**

A paisagem rural consiste de um arranjo contendo vários sistemas que se interagem, envolvendo diversos componentes: organismos vivos e o meio físico, constituído por solos, rochas, nutrientes e fatores climáticos (radiação solar, temperatura, precipitação, umidade do ar, vento, entre outros). Ela é formada pela composição e inter-relação destes diversos componentes, indissociável aos fatores socioeconômicos. Cada unidade de produção, estabelecimento rural ou sub-bacia hidrográfica possui especificidades locais, pois estão inseridos em um ambiente distinto. Na prática, esta caracterização é de extrema importância para o planejamento das atividades agrossilvipastoris. Estas informações poderão auxiliar no processo de tomadas de decisão durante o planejamento e execução das atividades rurais, como também, na gestão de um determinado território, a partir da identificação e priorização de ações conjuntas que podem promover melhorias na gestão de recursos naturais, sobretudo os recursos hídricos.

Esta abordagem sistêmica demanda um grau de complexidade maior de gestão, para tanto, são necessários instrumentos que possam auxiliar produtores, técnicos, gestores e todos os demais atores envolvidos direta ou indiretamente com os sistemas de produção. O setor agropecuário já dispõe de instrumentos institucionalizados para este propósito: o Cadastro Ambiental Rural (CAR); os

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais, Prof<sup>a</sup>. Associada do Departamento de Geografia. drimonteiroc@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Pesquisador EPAMIG

<sup>3</sup> Pesquisador Núcleo ISZA/IGC-UFMG

<sup>4</sup> Graduando em Geografia/IGC-UFMG

Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA) e o Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP): o CAR e o ISA na escala de um estabelecimento rural, e o ZAP na de sub-bacia hidrográfica.

O uso integrado desses instrumentos pode subsidiar a elaboração, execução e monitoramento de planos e projetos, como, por exemplo, ações de conservação do solo e água, revitalização e recarga de mananciais, regularização das vazões de cursos d'água, e, em especial, propiciar melhor aproveitamento das águas pluviais, a partir da maximização da infiltração e, por consequência, redução do escoamento superficial.

## **2 ISA**

O produtor rural é o principal agente de mudança da paisagem rural. O desempenho ambiental e socioeconômico do seu estabelecimento rural pode ser aferido a partir de métricas e parâmetros que formam um conjunto de indicadores de sustentabilidade, servindo de auxílio para a realização de um diagnóstico, para o planejamento e para o processo de tomada de decisões. Esse sistema também auxilia o gestor público na formulação de políticas, planos e programas para a indução da adoção de boas práticas nos sistemas de produção, contrapondo medidas de caráter normativo e coercitivo no manejo dos recursos naturais denominadas como medidas de comando e controle (Ferreira *et al.*, 2018).

O ISA é constituído por um questionário e diversos parâmetros que compõem um conjunto de 21 indicadores, distribuídos em 7 sub-itens (FIGURA 1). Tem como objetivo, a partir dos dados gerados pela sua aplicação, detectar pontos críticos, propor medidas de correção do manejo produtivo que podem promover impactos negativos sobre o meio ambiente, e identificar oportunidades de geração de renda e de melhoria no desempenho ambiental, social e econômico. Seu preenchimento é realizado a partir de uma entrevista com o produtor, do levantamento de dados gerados no CAR, e da verificação, no campo, dos sistemas de produção, habitats naturais, e outros usos e ocupações, podendo ser elaborado, no próprio sistema um plano de adequação ambiental e socioeconômico, com metas de execução (Ferreira *et al.*, 2018).

Foram estabelecidas matrizes de avaliação, de forma a ponderar, automaticamente, os indicadores e seus atributos (cada parâmetro, utilizado nos indicadores, contém ao lado um fator de ponderação). Elas transformam o índice em uma função de valor, que o relaciona com o desempenho ambiental ou socioeconômico em uma escala de utilidade que varia de 0 a 1, calculado automaticamente a partir de fatores de ponderação, expressando três situações:

- Situação ideal (valor 1,0);
- Situação referente a linha de base ou limiar de sustentabilidade<sup>5</sup> (valor 0,7);
- Situação em que se encontra o produtor.

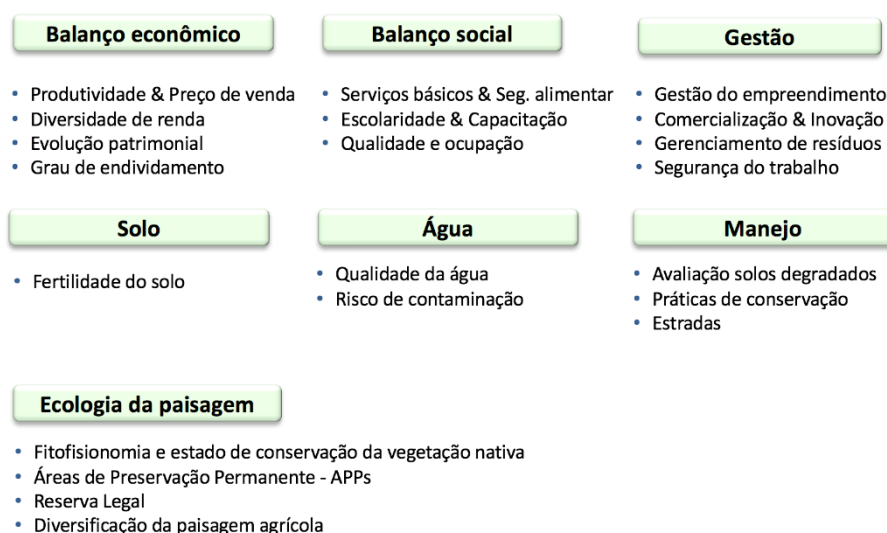


Figura 1 – Indicadores

### 3 ZAP

A ferramenta ZAP tem como objetivo geral delimitar e caracterizar potenciais usos conservacionistas num determinado espaço geográfico. A partir de dados secundários, e por meio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), são levantados o uso múltiplo da água e a sua efetiva disponibilidade neste espaço, o uso e ocupação do solo e o mapeamento do potencial de uso conservacionista, tendo

<sup>5</sup> Abaixo do valor geral 0,7 a propriedade estaria em uma situação indesejável ou inadequada.



como base os elementos fornecidos pela litologia, solos e relevo. O ZAP consiste em um conjunto de informações do meio natural e produtivo que podem contribuir significativamente para as diretrizes de ordenamento do uso do solo no âmbito das bacias hidrográficas

O levantamento aborda o uso e ocupação do solo em uma sub-bacia hidrográfica, identificando todos os cursos d'água, a disponibilidade hídrica e outorgas, as áreas mais propensas aos processos erosivos, as mais relevantes para a proteção ou uso racional dos recursos naturais, e aquelas com maior potencial para a exploração agropecuária e florestal. A manutenção da qualidade e do volume de água disponível para o desenvolvimento das atividades humanas é um dos maiores problemas da sociedade contemporânea. A bacia hidrográfica é a unidade territorial que possui limites naturais de escoamento e distribuição das águas, onde os fluxos de recarga, armazenamento e captação deste recurso natural ocorrem. Neste contexto, é cada vez mais imperativo a necessidade de se desenvolver métodos que possibilitem a correta gestão deste espaço para garantir que ela cumpra sua função de estocagem deste recurso (Costa, 2018). A seguir, será apresentado um exemplo da aplicação do ZAP em uma sub-bacia do rio das Velhas.

### **3.1 Priorização de Ottobacias para implementação de intervenções conservacionistas na bacia hidrográfica do Ribeirão Jequitibá - MG**

As Ottobacias são áreas naturalmente delimitadas com base na topografia do terreno e que correspondem às áreas de contribuição dos trechos de cursos d'água, codificadas segundo o método de Pfafstetter (1989). Esse método permite um detalhamento do sistema hídrico e facilita a gestão dos recursos hídricos, principalmente em áreas com escassez hídrica e constante atividade humana, como é o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão Jequitibá, localizada na porção central de Minas Gerais.

O déficit hídrico nesta área ocorre devido ao número de habitantes e ao número de atividades que são desempenhadas na região como a indústria, a agroindústria, a pecuária e a agricultura. O acúmulo dessas atividades em determinadas porções de

área pode revelar a presença de sobrecarga em Ottobacias pontuais, cujas características físicas, principalmente, de solo, relevo e litologia, naturalmente não a suportam. Fato que leva a necessidade de ponderação, com base na capacidade do sistema, para que seja possível estabelecer indicativos para o uso conservacionista na referida área (COSTA *et al.*, 2017a). Para tanto foi elaborado um método de priorização de Ottobacias para implementação de intervenções conservacionistas, apresentando-se como exemplo a bacia hidrográfica do Ribeirão Jequitibá.

#### **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

A área de estudo abrange a bacia hidrográfica do Ribeirão Jequitibá (BHRJ), com uma área de 57.141,9 ha, localiza-se na porção central do Estado de Minas Gerais, entre os municípios de Prudente de Moraes, Jequitibá e Sete Lagoas (FIGURA 2). Os principais afluentes do Ribeirão Jequitibá são os ribeirões do Paiol e da Mata, bem como os córregos do Macuco, Vargem do Tropeiro, Marinheiro, do Machado, entre outros (IGAM, 2010). A topografia da região é caracterizada pelo relevo ondulado a forte ondulado e pelas classes de solos dos Latossolos, dos Argissolos, dos Cambissolos e dos Neossolos (UFV *et al.*, 2010). Em relação as litologias, verifica-se a presença, principalmente, de Calcários, Sedimentos Clásticos, Ortognaisses e os Argilitos (CPRM, 2014).

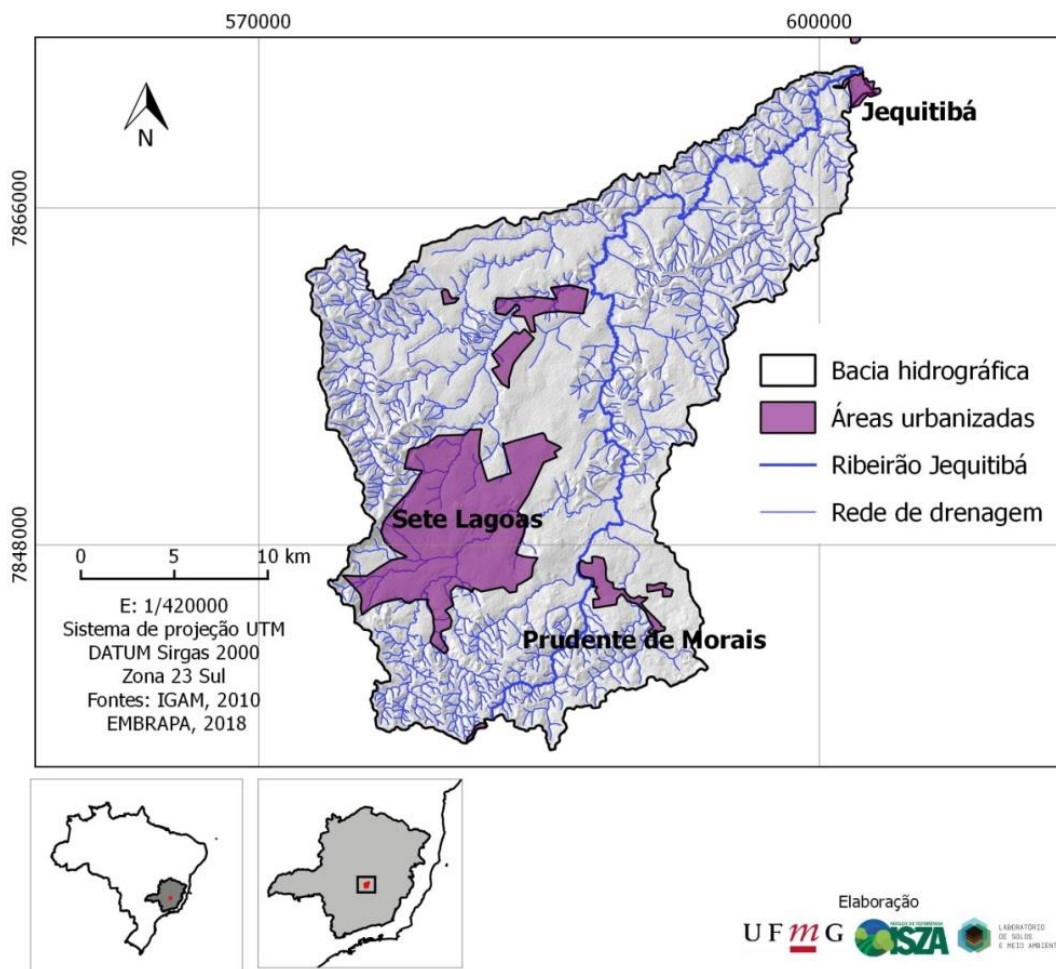


Figura 2 - Localização da área de estudo

Os materiais utilizados no estudo foram: a) Rede hidrográfica regionalizada do Estado de Minas Gerais, com escala de 1:100.000 (IGAM, 2010); b) Bacias otocodificadas do Estado de Minas Gerais, com escala de 1:100.000 (IGAM, 2010); c) Mapeamento de uso e cobertura do solo, com escala de 1:25.000 (FBDS, 2018); d) Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais, com escala de 1:650.000 (UFV *et al.*, 2010); e) Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, com escala de 1:1000.000; f) Modelo Digital de Elevação ALOS PALSAR com resolução espacial de 12,5 metros (JAXA/METI, 2010); e g) Software QGIS, versão 2.18.4.

A metodologia foi realizada em 4 etapas principais: Na primeira etapa, foram compiladas as captações de água superficial vigente da área e as vazões de referência ( $Q_{7,10e}$  e  $Q_{mld}$ ), utilizadas para fornecimento de outorgas no Estado. Na segunda etapa, foi feita a análise e mensuração da abrangência espacial dos principais tipos de uso e cobertura do solo presente na bacia. Na terceira etapa, foi

realizada a álgebra de mapas utilizando as classes de declividade, solos e relevo para caracterizar as regiões de Potencial de Uso Conservacionista (PUC). Determinou-se assim as áreas homogêneas que apresentam maior ou menor favorabilidade à recarga hídrica, resistência à processos erosivos e ao uso agropecuário (Costa *et al.*, 2017b). Na quarta etapa, foi realizada a priorização das Ottobacias, baseando-se nos diagnósticos realizados e nas relações de importância e de urgência em que as características predominantes das mesmas apresentavam, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Níveis de prioridade, critérios para priorização e a natureza da intervenção demandada de acordo com a característica da Ottobacia

Prioridade	Característica predominante da ottobacia	Importância	Urgência	Natureza da intervenção
1	Áreas com déficit hídrico Áreas antropizadas Áreas com PUC variando de médio a muito alto	Muito alta	Muito alta	Imediata
2	Áreas antropizadas Com PUC variando de Médio a Muito baixo	Muito alta	Alta	Mitigatória
3	Áreas antropizadas PUC variando de alto a muito alto	Alta	Alta	Conservacionista
4	Áreas preservadas PUC Baixo e Muito baixo	Alta	Intermediária	Necessária

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagnóstico hídrico da área revelou a presença de 34 Ottobacias nas quais apresentam captação de água superficial, com outorgas vigentes e que, por sua vez, totalizam 90 usuários (TABELA 1).

Tabela 1 - Diagnóstico hídrico da BHRJ

Descrição	Valor	Unidade
Ottobacias com captações	34	-
Número de captações	90	-
Q <sub>710</sub> média	0,0360	m <sup>3</sup> /s
Q <sub>710</sub> demandada	0,1902	m <sup>3</sup> /s
Déficit médio	0,0040	m <sup>3</sup> /s
Déficit mínimo	0,0001	m <sup>3</sup> /s
Déficit máximo	0,0758	m <sup>3</sup> /s

Devido a vazão demandada ser maior do que a  $Q_{7,10}$  dos cursos d'água e, conseqüentemente, maior do que o seu valor outorgável (30% da  $Q_{7,10}$  -Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548), verificou-se a ocorrência de um déficit hídrico que chega ao valor máximo de 0,076  $m^3/s$ , ou seja, em algumas Ottobacias há superexploração dos recursos hídricos, levando ao comprometimento da disponibilidade hídrica, da manutenção dos ecossistemas fluviais e do desenvolvimento socioeconômico da área. Nesse sentido, em relação às finalidades das captações, observou-se um maior volume destinado para a irrigação (0,139  $m^3/s$ ), seguido dos usos diversos (0,012  $m^3/s$ ) e dessedentação de animais (0,009  $m^3/s$ ) (GRÁFICO 1).

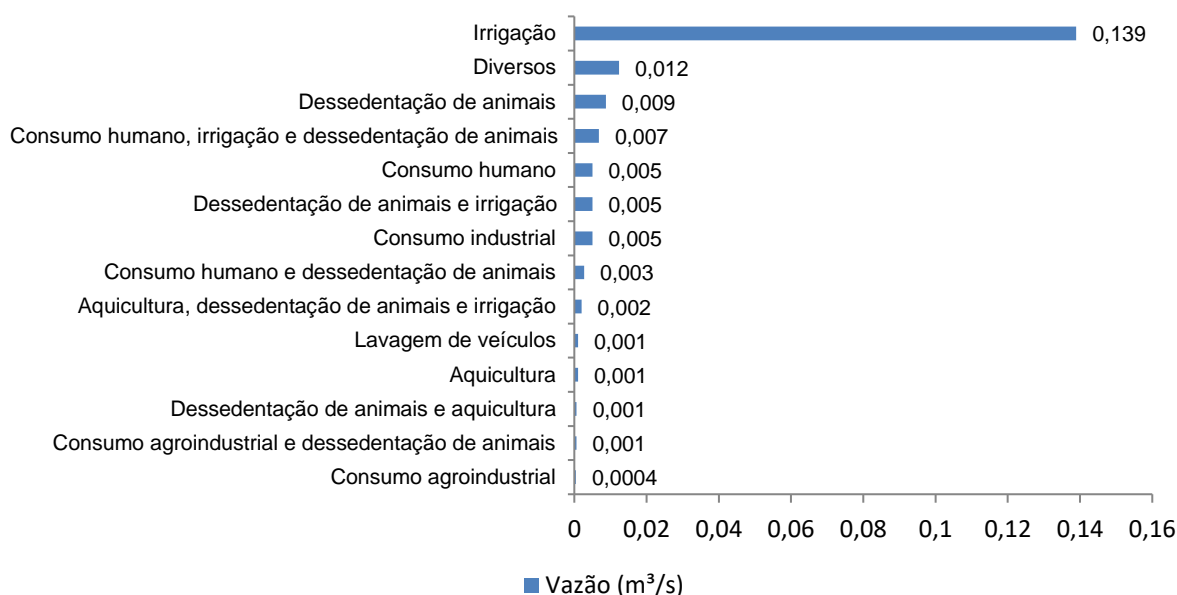


Gráfico 1 - Finalidades das captações de água superficial na BHRJ

Destaca-se que destes volumes, 0,060  $m^3/s$  são destinados a 81 usuários caracterizados por serem de uso insignificante, ou seja, aqueles que fazem captações de água superficial com valores de vazões inferiores a 0,001  $m^3/s$ , cada.

Ao observar os valores captados e as finalidades é possível verificar sua relação direta com a antropização da área, pois atividades como as de irrigação são importantes fontes de água para abastecimento de práticas como agricultura e pecuária na região. Essa questão ilustra o fato das áreas antropizadas serem as que

possuem maior representatividade espacial na área de estudo, abrangendo 38.856,5 ha (68%), conforme é possível observar na Figura 3.

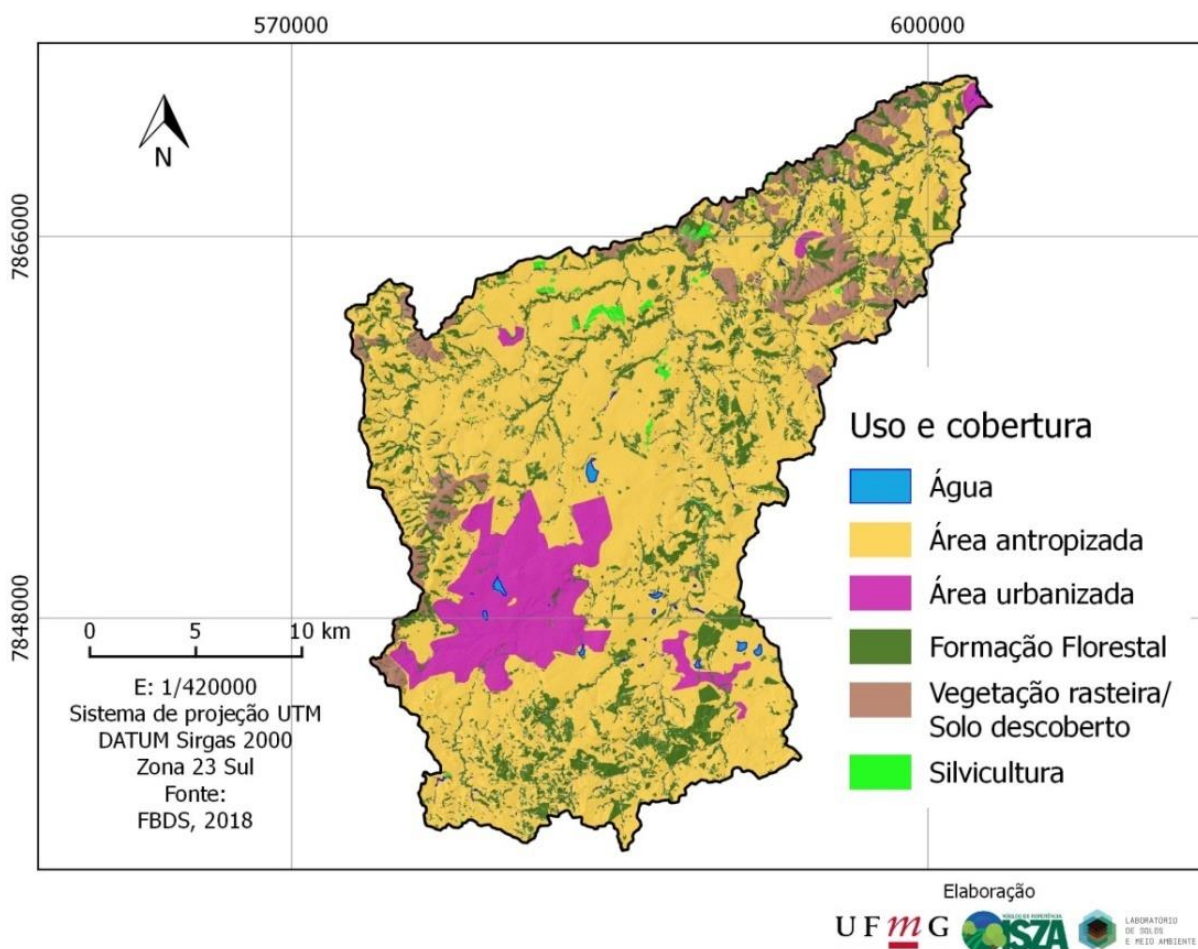


Figura 3 - Mapa de uso e cobertura do solo da BHRJ

A segunda classe de uso e cobertura mais abrangente na BHRJ é a de formação florestal, com 16% da área, seguida das áreas urbanizadas (9%) (GRÁFICO 2).

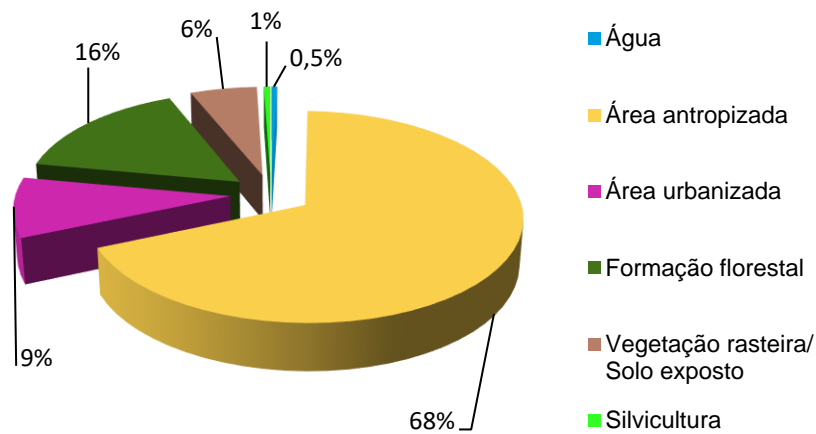
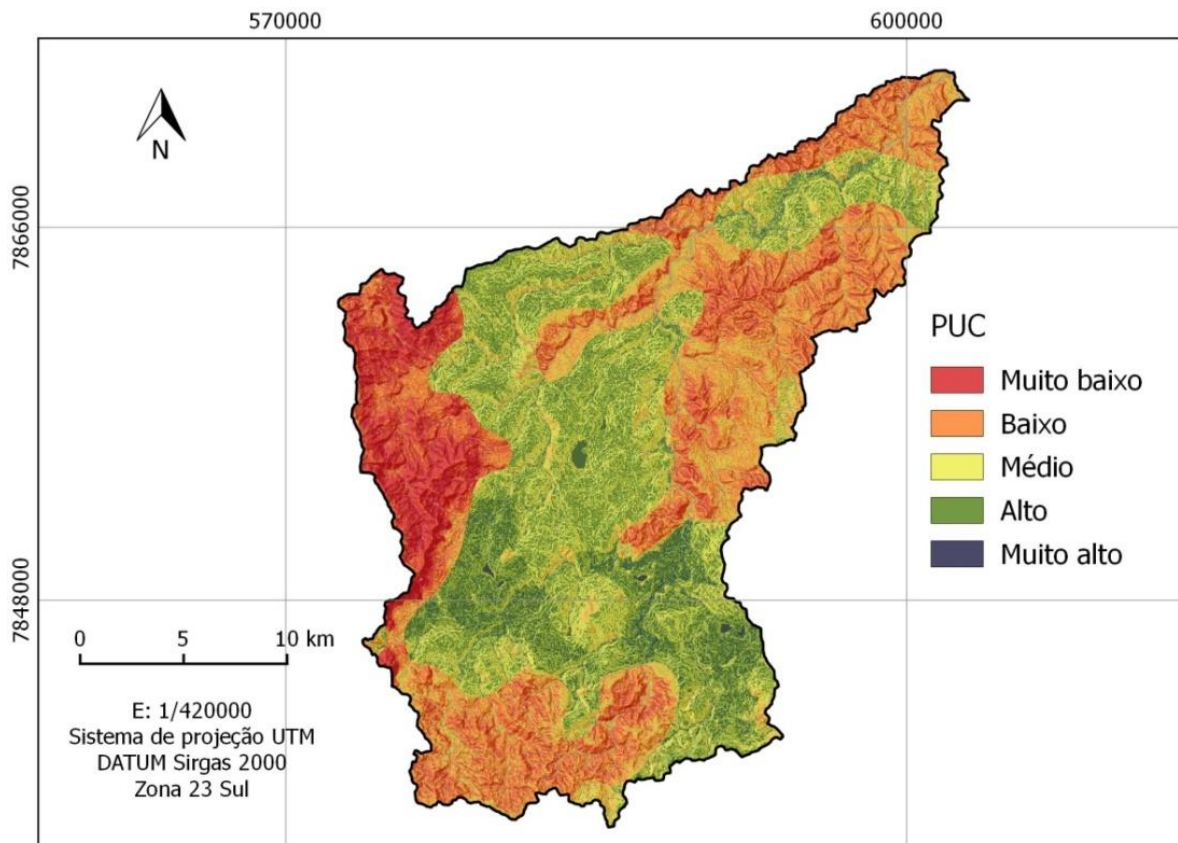


Gráfico 2 - Representatividade espacial de cada classe de uso e cobertura do solo na BHRJ

Essas proporções revelam que as pressões antrópicas tanto nos recursos hídricos, quanto nos recursos florestais, devem ser ponderadas criteriosamente por gestores ambientais e autoridades locais. Os quais devem conhecer o meio físico e suas respectivas fragilidades e potencialidades. Em relação as fragilidades, foi possível observar a presença de áreas de PUC muito baixo e baixo por todo o domínio da bacia, mas concentrados, principalmente, nas regiões próximos aos divisores da BHRJ, cujo os solos são mais rasos, menos desenvolvidos e o relevo forte ondulado a montanhoso (FIGURA 4).



Elaboração  
 UFMG LABORATÓRIO DE SOLOS E MEIO AMBIENTE

Figura 4 - Potencial de Uso Conservacionista da BHRJ

As regiões caracterizadas por apresentarem PUC alto e muito alto estão localizadas principalmente nas porções centrais da bacia e apresentam solos bem desenvolvidos em relevo suave ondulado a ondulado. Em relação à representatividade espacial, observou-se que a classe de PUC Médio (Gráfico 3) chega a 31%, sendo a segunda mais abrangente na área e, caracterizada por apresentar as classes de solos dos Cambissolos e Latossolos e relevo ondulado.



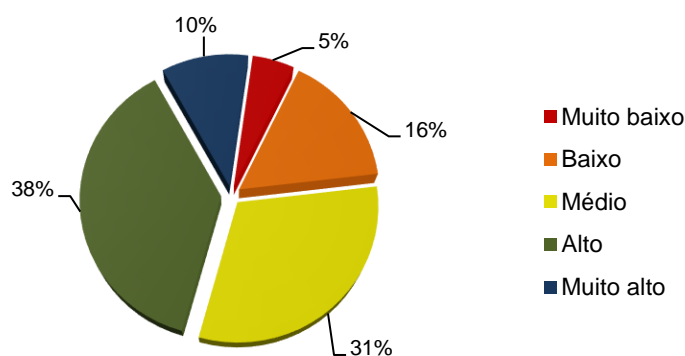


Gráfico 3 - Representatividade espacial de cada classe de Potencial de Uso Conservacionista na BHRJ

Ao relacionar as classes de uso e cobertura do solo com a respectiva característica do meio físico, representada pelo PUC em que estão inseridas, é possível obter um mosaico que permite identificar possíveis divergências entre o uso atual do sistema e o seu potencial natural (Gráfico 4).

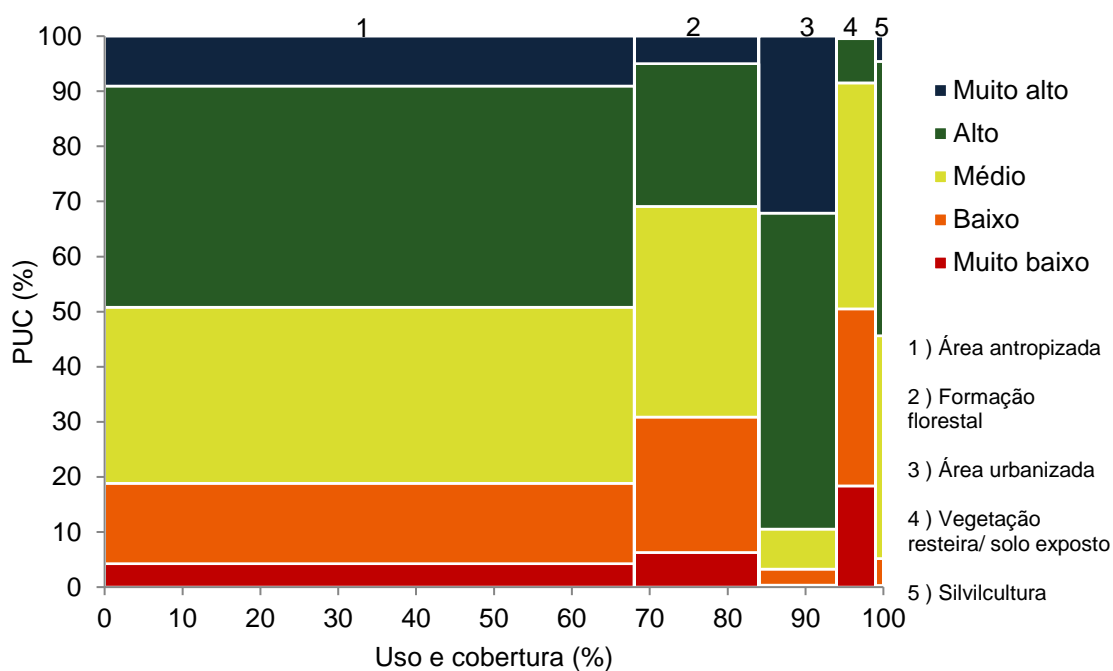


Gráfico 4 - Mosaico da relação entre o Potencial de Uso Conservacionista e as classes de uso e cobertura do solo na BHRJ

O Gráfico 4 mostra que o eixo das abscissas apresenta a escala de percentual relativo a cada classe de uso e cobertura do solo, excetuando os corpos hídricos, por representarem menos de 1% da área de estudo. Já o eixo das ordenadas apresenta a escala de percentual relativo a cada classe de PUC.

Analisando a classe de uso e cobertura do tipo área antropizada, que corresponde à maior área da bacia, observa-se que quase 50% dela está inserida nas classes de PUC alto e muito alto, ou seja, áreas com grande potencial para recarga hídrica, uso agropecuário e resistência a processos erosivos. A segunda classe predominante é de PUC médio, que, se bem manejada apresenta potencial para os diferentes usos. As classes de PUC baixo a muito baixo representam 20% desta área e, representam as áreas de maior fragilidade. Nestes locais, a necessidade de critérios ambientais para implementação de práticas antrópicas deve ser ainda mais rigorosa, de forma a evitar que perdas de solos, escoamento superficial, processos erosivos, secamento de nascentes e assoreamento de cursos d'água, por exemplo, comprometam os recursos hídricos locais.

Quando se avalia a classe de uso do tipo urbanização observa-se que quase 90% da área urbanizada está sob PUC alto e muito alto. Pensando em recarga hídrica, grande área com este potencial, encontra-se impermeabilizada o que demonstra a premente necessidade de uma gestão integrada neste território que permita um planejamento adequado do seu uso e ocupação, de forma a garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Tendo em vista os resultados do diagnóstico hídrico, que apresentou a ocorrência de déficit, e os resultados do meio antrópico e do físico que, por sua vez, apresentaram divergências entre o potencial natural da área e a classe de uso do solo, foi possível classificar as Ottobacias da BHRJ de acordo com a sua priorização para intervenção conservacionista, conforme os critérios já mencionados (FIGURA 5).

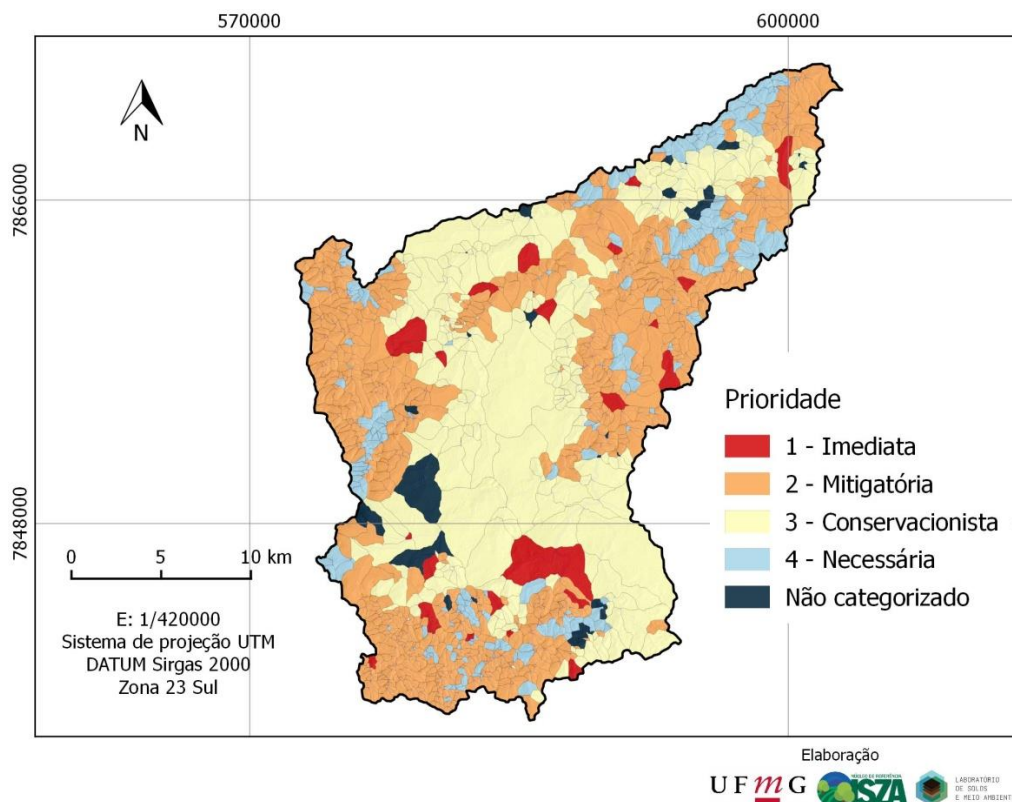


Figura 5 - Priorização das Ottobacias para implementação de ações conservacionistas na BHRJ

É importante destacar que as Ottobacias de prioridade 1 apresentam necessidades de intervenções imediatas, pois estão sujeitas a falta de abastecimento hídrico, com predominância de áreas antropizadas e, também, com o PUC variando de médio a muito baixo. Essas questões podem comprometer o abastecimento hídrico dos usuários do trecho de curso d'água em destaque e afetar toda a ecologia fluvial do local, gerando um efeito em todas as demais Ottobacias da bacia hidrográfica. Em termos de mensuração, as Ottobacias nestas condições somam uma área de mais de 2.600 ha e correspondem a 4,6% da área (TABELA 2).

Tabela 2 - Priorização das Ottobacias da BHRJ para implementação de ações conservacionistas

Prioridade das Ottobacias	Quantidade	Área	Área (%)
1	28	2.608,5	4,6
2	890	23.128,9	40,5
3	276	24.348,8	42,6
4	263	5.462,0	9,6
Não categorizadas	44	1.593,7	2,8
<b>Total</b>	<b>1501</b>	<b>57.141,9</b>	<b>100</b>

Ressalta-se que as ottobacias com prioridade imediata estão presentes nas bacias dos córregos do Machado, Diogo, Marinheiro, Primeiro, Pinhões e da Mata. Já, no outro extremo, estão as Ottobacias com prioridades 4, que estão preservadas e dizem respeito a locais onde podem ocorrer nascentes (PUC muito baixo), cuja intervenção conservacionista se faz necessária para garantir a sustentabilidade hídrica local. As Ottobacias não categorizadas dizem respeito a áreas urbanizadas ou que não têm déficit, nem pressão antrópica.

De acordo com os resultados foi possível observar que o déficit hídrico estabelecido na área ocasiona a necessidade de intervenções imediatas em 28 Ottobacias, com destaque para as que estão sob atividades de irrigação. Pois, são as atividades que demandam um maior volume de água, quando comparadas com as demais destinações. Além disso, é necessário verificar a eficiência dos métodos de irrigação para evitar perdas e reavaliar a quantidade de água captada para não comprometer a vazão ecológica dos trechos de cursos d'água.

A antropização em áreas com predominância de fragilidades ambientais, como as de PUC variando de médio a muito baixo, precisariam de incentivos para manejos adequados e para possível realocação em áreas com maiores aptidões, como áreas específicas de PUC alto e muito alto.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O gestor público, a partir dos dados gerados por estes instrumentos, pode elaborar políticas, planos e programas, atuando como indutor para estimular, capacitar e premiar produtores que adotem boas práticas de conservação do solo, água e biodiversidade. O Zoneamento Ambiental Produtivo permite uma estratificação do território com a identificação das vulnerabilidades, potencialidades e aptidões nos diversos usos e ocupações do solo, auxiliando na identificação das áreas prioritárias para possíveis ações concertadas entre os diversos atores de um determinado território. Ao mesmo tempo, o ISA serve de instrumento de monitoramento, para verificar a eficácia das políticas públicas em execução em um determinado território, auxiliando também o produtor rural, um agente importante na gestão do território, como uma ferramenta de gestão de seu estabelecimento rural.

## REFERÊNCIAS

COSTA, A.M.; SALIS, H.H.C.; VIANA, J.H.M.; AQUINO, J. N.; ROCHA, M. P. P. Zoneamento Ambiental e Produtivo: uso de modelagem para identificação de potencialidades e limitações no uso do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.38, n. 300. p. 81-91, 2017.

COSTA, A.M.; HORTA, I.F.H.; SALIS, H.H.C.; VIANA, J.H.M.; CARVALHO, D.C.F. Zoneamento do potencial do uso conservacionista como alternativa às unidades de paisagem para a confecção do ZAP. In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, 6., 2017. Uberlândia. **Anais...** Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

COSTA, A. M. C.; VIANA, J. H. M.; EVANGELISTA, L. P.; CARVALHO, D. C.; PEDRAS, K. C.; HORTA, I. M. F.; SALIS, H. C.; PEREIRA, M. P. R.; SAMPAIO, J.D.L. Ponderação de variáveis ambientais para a determinação do potencial de uso conservacionista para o estado de Minas Gerais. **Geografias**, Belo Horizonte, IGC/UFMG v. 14. n.1, 2017b. p. 118-134.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS/ COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS. CPRM/CODEMIG. Portal da Geologia: **Mapa geológico do Estado de Minas Gerais**. 2014. Disponível em: <[www.portaldageologia.com.br](http://www.portaldageologia.com.br)>. Acesso em: 13 set. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Áreas urbanas no Brasil em 2015**. Campinas/SP. Embrapa-Gestão Territorial. Disponível em:<[http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Aareas\\_urbanas\\_br\\_15/meta\\_data\\_read](http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Aareas_urbanas_br_15/meta_data_read)>. Acesso em: Out. 2018.

FERREIRA, J. M. L.; FERNANDES, M. R.; SOUZA, E. R.; MAURY, P. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas – Introdução- Modulo 1**. Curso de Gestão Territorial . Viçosa, MG: UFV, CEAD, 2018. (Apostila)

FERREIRA, J. M. L.; MARTINS, CABRAL, L. L. F. B.; TERRA, J. O. L.; Gestão ambiental: o papel protagonista do produtor rural. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte,v..35. p. 26-38, 2014, Edição especial.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL- FBDS. **Mapeamento em alta resolução dos Biomas Brasileiros**. Disponível em: <<http://geo.fbds.org.br/>>. Acesso em: out. 2018.

GOMES, J. V. P.; BARROS, R. S. D. A importância das Ottobacias para gestão de recursos hídricos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba,. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p.1287-1294.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **InfoHidro**. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/mapas-e-bases-cartograficas/bases-cartograficas/ottocodificada/7739-hidrografia>>. Acesso em: Out. 2018.

JAXA/METI. ALOS PALSAR WBI, 2010. Disponível em: <<https://www.asf.alaska.edu>>. Acesso em 26 set. 2017.

MAPA de solos do Estado de Minas Gerais: Mapa col. 1: 650.000 (Folha 4). Projeção Policônica, 2010. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV; UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS - UFLA; FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS Disponível em: <[http://www.dps.ufv.br/?page\\_id=742](http://www.dps.ufv.br/?page_id=742)>. Acesso em: out. 2018.

PFAFSTETTER, Otto. **Classificação de bacias hidrográficas**: metodologia de codificação. Rio de Janeiro, RJ: Departamento Nacional de Obras de Saneamento DNOS, 1989. p. 19,

QUANTUM GIS Development Team, 2017. QGIS Geographic Information System: Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <[www.qgis.org](http://www.qgis.org)>. Acesso em: 10 set. 2017.

# GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA REVITALIZAÇÃO

Nádia Antônia Pinheiro Santos<sup>1</sup>

Adriana de Fátima Teixeira Guimarães<sup>2</sup>

Marília Carvalho de Melo<sup>3</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

A revitalização de bacias hidrográficas é um tema bastante discutido no cenário nacional devido aos problemas ambientais enfrentados na atualidade. Em Minas Gerais, a degradação ambiental em algumas bacias, como nas dos Rio das Velhas e Rio Paraopeba, traz consequências para a população, uma vez que afeta a disponibilidade hídrica e a qualidade das águas (MINAS GERAIS, 1977).

Apesar das ações do poder público, instituições privadas, organizações não-governamentais para a recuperação ambiental, muitas vezes, estas são dispersas espacialmente e pulverizam os recursos financeiros, sem apresentar resultados com impactos significativos à sociedade. Por isso, a promoção de políticas públicas voltadas à integração das políticas públicas setoriais que se complementam; de esforços entre as instituições, com o objetivo de otimizar recursos financeiros, potencializar resultados e evitar sobreposição de ações, é essencial. Este é um processo complexo que precisa de base técnica robusta para atender a múltiplos anseios de diferentes atores.

Neste cenário, a visão de futuro, atenção às especificidades e limitações locais e a concepção de ações de curto, médio e longo prazo requerem um planejamento estratégico. Compreendendo esse desafio, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Igam, órgão executor da Política Estadual de Gestão de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais<sup>4</sup>, tem buscado promover ações que garantam a oferta de água em

---

<sup>1</sup> Geógrafa, Mestre em Análise Ambiental, Gestora Ambiental do Igam, [nadia.santos@meioambiente.mg.gov.br](mailto:nadia.santos@meioambiente.mg.gov.br).

<sup>2</sup> Mestre em Tecnologias, Comunicação e Educação, Especialista em Marketing e Comunicação, Analista Ambiental do Igam. E-mail: [adriana.guimaraes@meioambiente.mg.gov.br](mailto:adriana.guimaraes@meioambiente.mg.gov.br).

<sup>3</sup> Engenheira Civil, Doutora em Recursos Hídricos, Analista Ambiental e Diretora Geral do Igam, [marilia.melo@meioambiente.mg.gov.br](mailto:marilia.melo@meioambiente.mg.gov.br).

<sup>4</sup> Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999 - Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.

quantidade e qualidade, com soluções que levem à redução dos riscos associados a eventos críticos (secas e cheias) e à proteção dos ecossistemas aquáticos.

Em 2017, em resposta a crise hídrica no Estado, o Igam instituiu o Grupo de Acompanhamento da Situação Hídrica<sup>5</sup>, com quatro linhas de ação, a saber: governança, enfrentamento do período crítico, segurança hídrica, eficiência e sustentabilidade. No contexto da Governança compreende-se que o setor público precisa de mecanismos de liderança, estratégia e controle para avaliar, direcionar e monitorar a atuação da gestão dos recursos hídricos, com vistas à condução de políticas públicas e à prestação de serviços de interesse da sociedade (TCU, 2018).

É no âmbito da Governança, que se insere o Programa Estratégico de Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais, cujo objetivo é propor áreas prioritárias para revitalização, indicando ações de conservação de água e solo, saneamento básico, dentre outras medidas.

A definição dos critérios técnicos que norteiam a seleção dessas áreas é uma importante etapa para a elaboração desse Programa. Estes critérios precisam ser claros, objetivos e incorporar todos os aspectos relevantes à revitalização de bacias. A escolha dos mesmos é um processo complexo devido à natureza das ações, dos múltiplos atores sociais envolvidos e das diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais de uma bacia hidrográfica, bem como do próprio Estado de Minas Gerais.

Considerando essas premissas, o objetivo deste artigo é apresentar critérios técnicos para a definição de áreas prioritárias para a revitalização de bacias hidrográficas no Estado de Minas Gerais. A metodologia utilizada para definição dos critérios foi o Método Delphi, que consiste em consultar especialistas em busca de consenso sobre o tema proposto (MARIOTTONI E CANADA, 2017). O resultado será apresentado ao Conselho Estadual de Recurso Hídrico de Minas Gerais – CERH/MG<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Resolução Conjunta SEMAD/IEF/FEAM/IGAM nº 2548: Institui, no âmbito do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, o Grupo de Acompanhamento da Situação Hídrica.

<sup>6</sup> Órgão colegiado, deliberativo e normativo central do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH-MG



na forma de Deliberação Normativa e, posteriormente, utilizado para a elaboração do Programa Estratégico de Revitalização das Bacias Hidrográficas de Minas Gerais.

## **2 CRITÉRIOS TÉCNICOS PARA A REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Define-se a revitalização de bacia hidrográfica como o conjunto de ações visando à conservação, preservação e recuperação dos recursos naturais, considerando às peculiaridades e diversidades de uma bacia, como os aspectos físicos, bióticos, demográficos, econômicos, sociais e culturais. Essas ações buscam a manutenção da quantidade e qualidade da água; o controle da poluição; o uso racional e a provisão dos serviços ecossistêmicos associados à água (MACHADO, 2008, BRASIL- MMA, 2018).

Entende-se por critérios, os atributos que deverão ser considerados na definição dessas áreas. A escolha depende do objetivo do trabalho (conservação e/ou recuperação e/ou indicação de áreas sensíveis), da área escolhida (extensão, localização) e da disponibilidade de dados (bases cartográficas de qualidade e de escala compatível) (IBAMA, 2010).

Segundo o BRASIL- MMA (2018) a revitalização de bacia tem como diretrizes básicas para a sua execução o planejamento estratégico e participativo, a gestão sistêmica e integrada e a atuação nas causas da degradação. Ações de revitalização devem ser acompanhadas de metas e indicadores. A meta é a condição final a ser alcançada, considerando o tempo e os meios que serão utilizados para atingi-la, sendo possível quantificá-la. Refere-se ao quanto se pretende melhorar em cada situação. São temporais e estritamente ligadas a prazo. Os indicadores consistem em variáveis que medem a efetividade de uma determinada atividade ou de um plano de ação (MOTA, 2018).

Vários projetos buscam a revitalização e ou a priorização de áreas, cada um com foco em um determinado alvo<sup>7</sup>, como por exemplo, mananciais destinados ao abastecimento público, conservação da biodiversidade, entre outros. O Quadro 1 apresenta a síntese dos critérios utilizados nos artigos desse livro e em outros trabalhos sobre o tema.

Essas experiências evidenciam que a revitalização de bacias hidrográficas envolve governo (federal, estadual e municipal), atores não-governamentais (usuários da água - companhias de saneamento, hidroelétricas, pescadores, produtores rurais, grandes irrigantes e outros) e sociedade civil organizada (MACHADO2008). O desafio é a articulação entre esses diferentes atores, desenvolvimento do arranjo institucional necessário à internalização do projeto, execução e continuidade dos programas.

As demandas da sociedade por uma gestão pública racional, equilibrada e ágil perpassa por arranjos institucionais que favoreçam a condução de políticas públicas necessários à prestação dos serviços ao cidadão. Nessa perspectiva acredita-se que a boa governança na gestão dos recursos hídricos deva compreender esses anseios sociais, incentivando a gestão participativa e integrada dos recursos hídricos.

---

<sup>7</sup> É todo e qualquer elemento que se deseja conservar em determinada região, incluindo espécies, populações, comunidades, ecossistemas, fitofisionomias, serviços ecossistêmicos e processos ecológicos (IBAMA, 2010).

Quadro 1 - Estudos com utilização de critérios para definição de áreas prioritárias

TEMA	OBJETIVOS	CRITÉRIOS	REFERÊNCIA
<b>Zoneamento ecológico econômico do Estado de Minas Geras – ZEE MG: Critérios técnicos para a conservação dos recursos hídricos</b>	Definição de áreas estratégicas para proteção e conservação dos seus recursos naturais e de zonas de desenvolvimento do Estado de Minas Gerais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vulnerabilidade natural: componentes abióticos (índice de umidade, vulnerabilidade dos recursos hídricos, vulnerabilidade do solo a erosão, vulnerabilidade do solo a contaminação) e bióticos (integridade da flora e fauna)</li> <li>• Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos (disponibilidade natural da água superficial, disponibilidade natural de água subterrânea e potencialidade de contaminação de aquíferos).</li> </ul>	ARAÚJO <i>et al.</i> (2018)
<b>Projeto áreas prioritárias: estratégias para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas de Minas Gerais</b>	A priorização de áreas para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas do Sistema Estadual de Meio Ambiente é um instrumento que propõe atender às demandas da gestão ambiental pública do Estado de forma integrada e com participação social.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiversidade aquática;</li> <li>• Habitats relevantes;</li> <li>• Pescarias;</li> <li>• Potencial de recarga do aquífero;</li> <li>• Output hídrico;</li> <li>• Intensidade do balanço hídrico;</li> <li>• Relevância para o abastecimento de populações humanas;</li> <li>• Ocorrência de conflitos por recursos hídricos;</li> <li>• Qualidade da água;</li> <li>• Enquadramento normativo do corpo d'água;</li> <li>• Uso para recreação de contato primário;</li> <li>• Vulnerabilidade à erosão;</li> <li>• Vulnerabilidade às mudanças climáticas.</li> </ul>	LIMA <i>et al.</i> (2018)
<b>Bacias hidrográficas resilientes: definição de áreas prioritárias para revitalização baseada na vulnerabilidade às mudanças climáticas</b>	Avaliação do Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática como critério para a definição de áreas prioritárias para a revitalização de bacias hidrográficas.	Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática que é composto por três componentes principais: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grau de exposição (impactos socioeconômicos em desastres naturais e extremo climático);</li> <li>• Grau de Sensibilidade (como saneamento, densidade populacional, percentual de cobertura vegetal nativa entre outros);</li> <li>• Grau de capacidade de adaptação (como a renda per capita, o índice de responsabilidade social e o gasto per capita com o meio ambiente e saneamento)</li> </ul>	CAMPOS <i>et al.</i> (2018)
<b>Contexto das áreas rurais na gestão dos recursos Hídricos</b>	Discutir o planejamento e utilização das áreas rurais compatibilizando os aspectos produtivos com a preservação e recuperação dos recursos naturais.	Pastagens degradadas	SOUZA (2018)
<b>Pro-mananciais – programa socioambiental de proteção e recuperação de mananciais</b>	Proteger e recuperar as microbacias hidrográficas e as áreas de recarga dos aquíferos cujos mananciais servem para a captação dos sistemas de abastecimento público de água operados pela COPASA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escassez hídrica do manancial sofrida em anos anteriores;</li> <li>• População abastecida pelo manancial;</li> <li>• Existência de iniciativas de recuperação/proteção no município;</li> <li>• Qualidade da água captada;</li> </ul>	BRANDÃO E SENRA (2018)

TEMA	OBJETIVOS	CRITÉRIOS	REFERÊNCIA
<b>Projeto conservador das águas: a experiência do município de Extrema na definição de critérios para seleção de sub-bacias hidrográficas para revitalização</b>	Apresenta a experiência do município de Extrema no Projeto Conservador das Águas com o pagamento de serviços ambientais e os critérios para definição de áreas prioritárias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de captação; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Situação ambiental da bacia do manancial.</li> </ul> </li> <li>• Regiões de mananciais de abastecimento público.</li> <li>• Sub-bacias com menor cobertura vegetal;</li> <li>• Propriedade rural inserida na sub-bacia hidrográfica trabalhada no projeto;</li> <li>• Propriedade com área igual ou superior a dois hectares;</li> <li>• Uso da água na propriedade rural regularizado;</li> </ul>	PEREIRA (2018)
<b>Áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais no Estado do Rio de Janeiro: definição de critérios para priorização e hierarquização.</b>	Apresenta as ações no âmbito do Pacto das Águas, promovidos pela Secretaria de Estado do Ambiente e Instituto Estadual do Ambiente, de conservação e restauração de áreas prioritárias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamanho da bacia</li> <li>• Relevância para o abastecimento público</li> <li>• População atendida</li> <li>• Padrão do uso e ocupação do solo</li> <li>• Cobertura vegetal</li> <li>• Pressão sobre os mananciais</li> </ul>	IKEMOTO E NAPOLEÃO (2018)
<b>Áreas prioritárias para ações ambientais na bacia hidrográfica do Serra Azul, em uma avaliação de recuperação e conservação ambiental tendo em vista a capacidade de uso do solo</b>	Priorização de áreas para recuperação ou conservação ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas de Preservação Permanentes</li> <li>• Fitofisionomias</li> <li>• Aspectos físicos</li> </ul>	CANÇADO (2018)
<b>Priorização de áreas para intervenções de infraestrutura natural nos mananciais de abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais</b>	No âmbito da segurança hídrica, apresenta as áreas prioritárias para ações de infraestrutura natural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocupação/distribuição de aglomerados urbanos e da zona rural;</li> <li>• Vazão outorgada para diferentes usos (abastecimento público, agropecuário, industrial, categorias especiais);</li> <li>• Sub-bacias consideradas para abastecimento futuro;</li> <li>• Dados de densidade demográfica;</li> <li>• Rede e volume de coleta e tratamento de esgoto;</li> <li>• Condição atual e dinâmica recente do uso e cobertura do solo;</li> <li>• Zoneamento de áreas estratégicas para conservação e restauração;</li> <li>• Atuação de parceiros em potencial;</li> <li>• Extensão da área da sub-bacia com potencial para implantação de atividades de infraestrutura natural (áreas não urbanizadas);</li> <li>• Áreas prioritárias para recarga hídrica,</li> <li>• Nascentes;</li> <li>• Estrutura rodoviária e ferroviária atual e futura.</li> </ul>	GALENO <i>et al.</i> (2018)
<b>Instrumentos para a gestão territorial: indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas, o zoneamento ambiental e produtivo e a priorização de</b>	Discorre sobre instrumentos para a gestão territorial como suporte para o planejamento e elaboração de políticas, planos e programas no meio rural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualidade da água;</li> <li>• Risco de contaminação;</li> <li>• Áreas propensas a processos erosivos;</li> <li>• Áreas com potencial para exploração agropecuária e florestal;</li> <li>• Áreas com escassez hídrica e intensa atividade humana;</li> <li>• Áreas com déficit hídrico</li> </ul>	COSTA <i>et al.</i> (2018)

TEMA	OBJETIVOS	CRITÉRIOS	REFERÊNCIA
<b>ottobacias para implementação de intervenções conservacionistas</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas com pressões antrópicas</li> <li>• Áreas preservadas</li> <li>• Áreas com potencial de recarga hídrica</li> </ul>	
<b>Conservação e Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco</b>	Promover a melhoria das condições de oferta de água da bacia, por meio da despoluição da água de esgotos e agrotóxicos, conservação de solos, convivência com a seca, reflorestamento e recomposição de matas ciliares, gestão e monitoramento da bacia, gestão integrada dos resíduos sólidos, educação ambiental, criação e manejo de unidades de conservação e preservação da biodiversidade.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualidade e quantidade de água superficial e subterrânea</li> <li>• Biodiversidade</li> </ul>	MACHADO (2008)
<b>Rio das Velhas, Brasil</b>	Revitalização de trechos do rio das Velhas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura Vegetal</li> <li>• Áreas propensas a processos erosivos;</li> <li>• Qualidade da água;</li> <li>•</li> </ul>	MUZZI E BAPTISTA (2016)
<b>Planejamento sistemático da conservação</b>	Definir prioridades de conservação da biodiversidade e mensurar níveis de proteção, baseada no estabelecimento de alvos e metas explícitas, de acordo com os seguintes princípios: Insubstituibilidade, complementaridade, flexibilidade, vulnerabilidade, representatividade, persistência ou funcionalidade. A interação desses aspectos tem como resultado a identificação das áreas que precisam de ações de conservação urgentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas protegidas</li> <li>• Áreas importantes para a conservação da Biodiversidade</li> </ul>	IBAMA, 2010

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Definição dos eixos de atuação do Programa Estratégico de Revitalização

Para definição dos eixos estratégicos foi realizada revisão bibliográfica focando nos projetos de revitalização existentes. Foram definidos três eixos principais e suas respectivas linhas de atuação, que orientaram a definição dos critérios, como apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Eixos de atuação e suas respectivas linhas de ação

EIXOS DE ATUAÇÃO	LINHAS DE AÇÃO
<b>Conservação, preservação e recuperação dos recursos naturais (água, solo e diversidade)</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Conservação, recuperação e reabilitação ambiental de áreas degradadas</li><li>2. Práticas conservacionistas, controle de erosão e de assoreamento</li><li>3. Criação de áreas com restrição de uso e proteção ambiental</li><li>4. Áreas vocacionadas ao uso e proteção ambiental</li></ol>
<b>Produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Eficiência de uso e reuso das águas</li><li>2. Fontes alternativas para abastecimento</li></ol>
<b>Saneamento, controle da poluição e obra hídricas</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Esgotamento sanitário, drenagem e gerenciamento de resíduos sólidos</li><li>2. Controle da poluição</li><li>3. Infraestrutura hídrica</li></ol>

#### 3.2 Reunião de discussão dos critérios

Foi realizada no âmbito do subgrupo Governança, em setembro de 2018, reunião de trabalho, envolvendo órgãos públicos e instituições parceiras, para a apresentação das experiências em revitalização de bacias hidrográficas e seus respectivos critérios de priorização de áreas. Essas apresentações embasaram a dinâmica com enfoque participativo que resultou<sup>8</sup> na indicação dos critérios que estão sistematizados no Quadro 3.

<sup>8</sup> Relatório da Reunião de Trabalho no Enfoque Participativo: Definição de critérios para priorização de áreas de revitalização de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/>

Quadro 3 - Critérios para definição de áreas prioritárias para revitalização de bacias hidrográficas propostos na reunião de trabalho

*CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA REVITALIZAÇÃO DAS BACIAS*

1.	Áreas de potencial de recarga
2.	Áreas degradadas
3.	Áreas estratégicas para abastecimento
4.	Áreas relevantes para a biodiversidade
5.	Atividade pesqueira
6.	Balço hídrico
7.	Biodiversidade aquática
8.	Capacidade institucional (outros atores, projetos / ações no local)
9.	Cobertura vegetal natural / nativa
10.	Conflito por recurso hídrico
11.	Conformidade ao enquadramento
12.	Densidade de nascentes
13.	Frequência e danos de inundações
14.	IDH
15.	Integridade das APPs
16.	Intensidade de uso (oferta e demanda) superficial e subterrânea
17.	População beneficiada (em números relativos)
18.	Posição da área na Bacia
19.	Qualidade do recurso hídrico
20.	Saneamento
21.	Susceptibilidade à erosão

Eles foram reorganizados observando as lacunas de informações e a necessidade de incorporação e exclusão, em um primeiro momento, daqueles que não se enquadram nos eixos propostos. O resultado desse processo é apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Adequação dos critérios para definição de áreas prioritárias para revitalização de bacias hidrográficas

CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA REVITALIZAÇÃO DAS BACIAS		ADEQUAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA REVITALIZAÇÃO DAS BACIAS	JUSTIFICATIVA
1	População beneficiada (em números relativos)	População beneficiada	
2	Índice de desenvolvimento Humano – IDH	Índice de desenvolvimento Humano – IDH	
3	Posição da área na bacia	Área de cabeceira da bacia hidrográfica	As áreas de cabeceiras, nascentes, tem grande relevância na garantia da vazão e perenização dos corpos de água. Ações de recuperação e conservação de nascentes contribuem para preservação de toda a bacia hidrográfica.
4	Capacidade institucional (outros atores, projetos / ações no local)	-	Será avaliado na elaboração do plano de ação.
5	Áreas relevantes para a biodiversidade	Proteção da biodiversidade dos ecossistemas	
6	Biodiversidade aquática	Relevância da biodiversidade dos ecossistemas aquáticos	
7	Cobertura vegetal natural / nativa	Áreas com baixo grau de preservação da cobertura vegetal	
8	Integridade das APPs	-	
9	Áreas de potencial de recarga	Área potencial para recarga de aquíferos	
10	Balanço hídrico	Alta demanda de água superficial	Regiões com concentração populacional ou com alta demanda de água para processos produtivos requerem prioridade para garantia da sustentabilidade do uso. As demandas por recursos hídricos superficiais devem ser monitoradas e avaliadas conforme a disponibilidade hídrica com vistas a garantir os usos múltiplos.
11	Conflito por recurso hídrico	Alta demanda de água subterrânea	Regiões com concentração populacional ou com alta demanda de água para processos produtivos requerem prioridade para garantia da sustentabilidade do uso. As demandas por recursos hídricos subterrâneos devem ser avaliadas em um contexto da reserva do aquífero e da gestão integrada de águas superficiais e subterrâneas.
12	Intensidade de uso (oferta e demanda) superficial e subterrânea		
13	Áreas estratégicas para abastecimento	Mananciais estratégicos para o abastecimento público	
14	Densidade de nascentes		



	CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA REVITALIZAÇÃO DAS BACIAS	ADEQUAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA REVITALIZAÇÃO DAS BACIAS	JUSTIFICATIVA
15	Áreas degradadas	Áreas de pastagens degradadas	As pastagens degradadas em decorrência do uso inadequado do solo em áreas rurais e trechos críticos de estradas vicinais contribuem com significativos aportes de sólidos para os corpos de água e o consequente assoreamento. A priorização da restauração destas áreas pode propiciar melhoria da qualidade das águas nos corpos de água.
16	Susceptibilidade à erosão	Susceptibilidade à erosão	
17		Áreas com solo contaminado	Áreas contaminadas causam danos à saúde humana, ao meio ambiente e à produção. A contaminação do solo gera riscos às águas subterrâneas e superficiais na bacia hidrográfica. A priorização dessas áreas para programas de revitalização de bacias permite a recomposição do uso do solo e a redução de risco de contaminação dos recursos hídricos.
18	Frequência e danos de inundações	Área com vulnerabilidade à inundação	Áreas vulneráveis à inundação devem ser priorizadas, como vistas a minimizar os riscos à população exposta. Ações nestas áreas são estratégias de prevenção, controle e gestão.
19	Conformidade ao enquadramento	Porção da bacia a montante de trechos de cursos de águas enquadrados na Classe Especial e Classe I	A proteção dessas áreas significa assegurar qualidade de água compatível com os usos mais exigentes e diminuir os custos de combate à poluição da água, mediante ações preventivas permanentes. Ações de revitalização a montante de trechos enquadrados como Classes 1 ou Especial garantem o alcance das metas de enquadramento e consequentemente os usos.
20		Áreas de balneabilidades e pontos turísticos de contato primário e secundário	O uso recreacional é um dos usos mais nobres de utilização das águas e cada vez mais ameaçado pela degradação ambiental. Em função da importância social desses ambientes, deve-se assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário, sendo essencial a implementação de políticas públicas com ações permanentes e preventivas.
21	Qualidade do recurso hídrico	Áreas de contaminação da água subterrânea ou vulneráveis à contaminação	A proteção dessas áreas significa assegurar qualidade de água compatível com os usos mais exigentes e diminuir os custos de combate à poluição da água, mediante ações

CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA REVITALIZAÇÃO DAS BACIAS		ADEQUAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA REVITALIZAÇÃO DAS BACIAS	JUSTIFICATIVA
			preventivas permanentes. Ações de revitalização a montante de trechos enquadrados como Classes 1 ou Especial garantem o alcance das metas de enquadramento e conseqüentemente os usos.
20	Saneamento	Baixo índice de tratamento de esgoto	
23	Atividade pesqueira	Áreas de vocação econômica no qual a água é fator prioritário	Engloba todas as atividades econômicas na qual a água é insumo.

Com base nesses novos critérios foi elaborado o formulário para consulta a especialistas com o objetivo de validá-los.

### 3.3 Método Delphi - definição e validação dos critérios

O Método Delphi consiste em sucessivas rodadas de consulta a especialistas em busca do consenso sobre um determinado tema. As etapas desse processo estão apresentadas na Figura 1 (MARIOTTONI E CANADA, 2017).

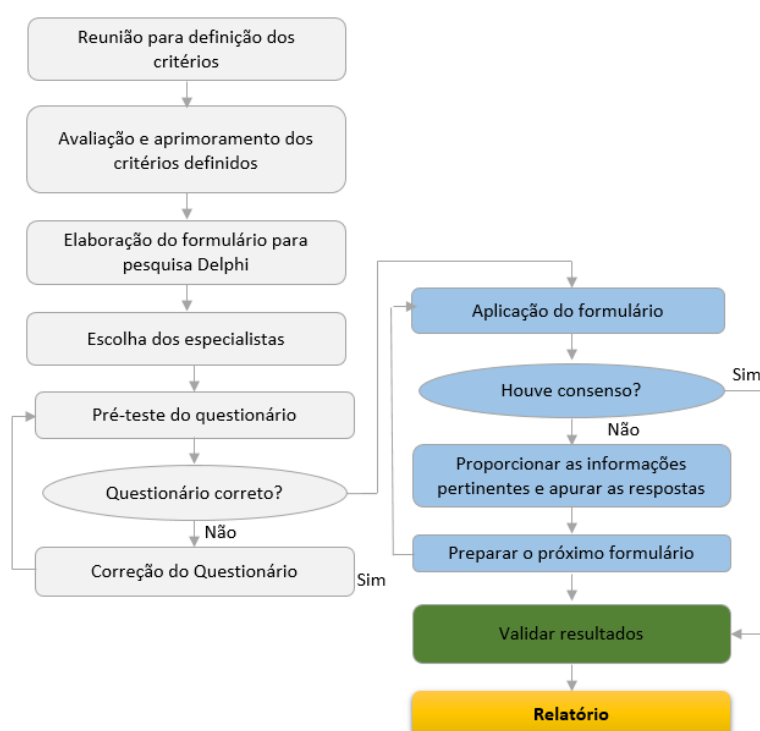


Figura 1 - Etapas do Método Delphi para definição de áreas prioritárias

Fonte: Adaptado de MARIOTTONI; CANADA, 2017.

#### 3.3.1 Aplicação da pesquisa Delphi

##### A. Escolha dos especialistas

Foram selecionados profissionais com experiência em revitalização de bacias hidrográficas de diferentes instituições e que desenvolvem projetos nesta área, entre elas poder público federal, estadual e municipal, comitês de bacias hidrográficas,

agências de bacias, universidades, usuários de recursos hídricos e organizações não governamentais.

## B. Consultas

Com o objetivo de obter o consenso, os critérios propostos foram categorizados em uma das quatro classes a seguir, considerando a sua importância para a revitalização de bacias, sendo elas:

- Muito relevante.
- Relevante.
- Pouco relevante.
- Irrelevante.

Para a análise das respostas foi considerado como consenso os critérios: Muito relevante (MR) e Relevante (R), cujo o valor individual seja superior a 70% ou que o somatório de ambos seja superior a 80%.

Foram realizadas três rodadas de consultas. O Quadro 5 sintetiza as informações de cada rodada realizada.

Quadro 5 - Adequação dos critérios para definição de áreas prioritárias para revitalização de bacias hidrográficas

ETAPAS DA PESQUISA DELPHI								
Rodada	Objetivo	Data de início	Prazo	nº Especialistas	Resposta		Critérios	
					nº	%	Propostos	Validos
1º	Avaliar e validar	13/11	7	75	51	68	18	18
2º	Avaliar e validar	06/12	5	75	39	52	2	1
3º	Apresentar resultados	21/12	4	75	-	-	-	-

Fonte: IGAM, 2018.

## 4 RESULTADOS

O Programa Estratégico deverá ser uma ferramenta de conexão entre as políticas ambiental e de recursos hídricos, convergindo ações de diferentes instituições em prol da melhoria da qualidade e quantidade de água disponível para múltiplos usos. Entende-se que a água, como elemento essencial à sobrevivência das espécies e insumo ao desenvolvimento de diversas atividades, também é o elo entre as gestões eficientes por perpassar por diferentes áreas.

Participaram da pesquisa especialistas de diferentes áreas de atuação da gestão de recursos hídricos (GRÁFICO 1 2).

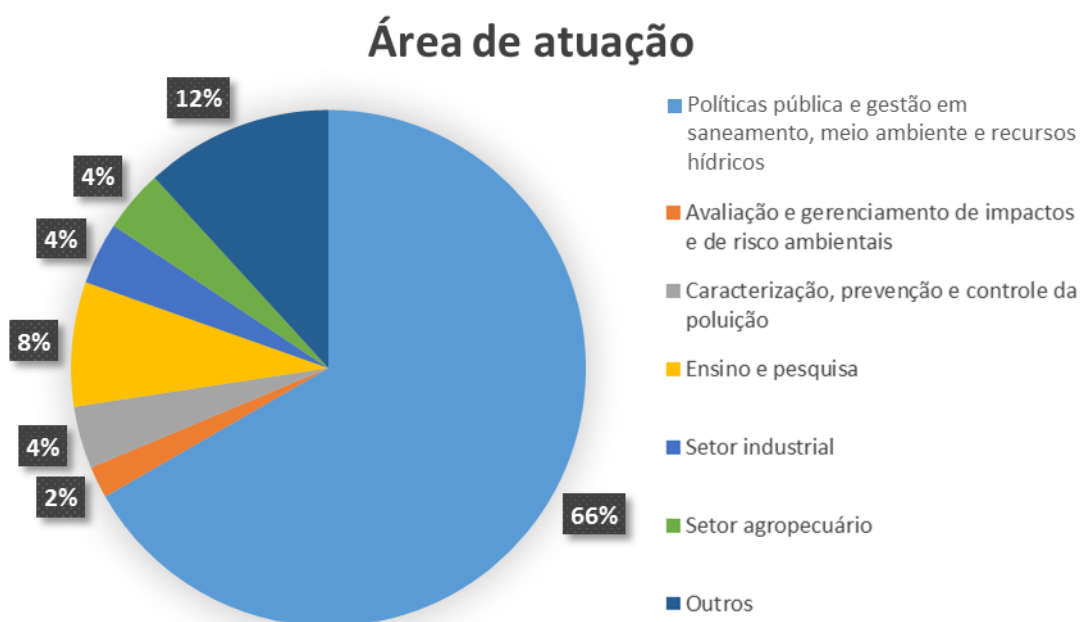


Gráfico 1 - Área de atuação dos especialistas que participaram da pesquisa

Fonte: IGAM, 2018

Os resultados da primeira e segunda rodadas estão sistematizados, respectivamente, nas Tabelas 1 e 2. Dos 20 critérios propostos para priorização de áreas apenas o critério **Vulnerabilidade climáticas dos municípios** não foi validado. O resultado consolidado está apresentado na Tabela 3.

Tabela 1 - Primeira rodada da pesquisa Delphi

Nº	Crítérios	% Muito Relevante (MR)	% Relevante (R)	% Pouco relevante (PR)	% Irrelevante (I)	% Total (MR+R)
1	População Beneficiada	68,6	29,4	2	0	98
2	IDH	27,7	62,7	9,8	0	90,2
3	Áreas com baixo grau de preservação da cobertura vegetal	86,3	13,7	0	0	100
4	Áreas de cabeceira da bacia hidrográfica	84,3	13,7	2	0	98
5	Relevância da biodiversidade dos ecossistemas aquáticos	39,2	51	9,8	0	90,2
6	Áreas de pastagens degradadas	43,1	47,1	9,8	0	90,2
7	Susceptibilidade à erosão	70,6	27,2	2	0	98,1
8	Área potencial para recarga de aquíferos	80,4	17,2	2	0	98
9	Mananciais estratégicos para o abastecimento público	86,3	13,7	0	0	100
10	Alta demanda de água superficial	56,9	37,3	5,9	0	94,2
11	Alta demanda de água subterrânea	37,3	51	11,8	0	88,3
12	Vocação econômica no qual a água é o fator prioritário	51	33,3	15,7	0	84,3
13	Área com vulnerabilidade à inundação	31,4	52,9	11,8	3,9	84,3
14	Área com solo contaminado	25,5	54,9	19,6	0	80,4
15	Área de contaminação da água subterrânea ou vulneráveis à contaminação	41,2	43,1	15,7	0	84,3
16	Baixo Índice de tratamento de esgoto	66,7	23,5	9,8	0	90,2
17	Porção da bacia a montante de trecho de curso de água classificado em classe especial e Classe 1	51	45,1	2	2	96,1
18	Áreas de balneabilidade e pontos turísticos de contato primário e secundários	29,4	56,9	13,7	0	86,3
	Muito relevante > 70%					
	Somatório Muito relevante + Relevante > 80%					
	Critério validado - Total > 80%					

Fonte: Igam, 2018.

Tabela 2 - Segunda rodada da pesquisa Delphi

Nº	Validação	% Sim	% Não <sup>9</sup>	% Total
1	Considerações em relação a 1ª rodada da pesquisa	87,2	12,8	87,2

Nº	Crítérios	Alteração de nome	% Sim	% Não	% Total
1	Baixo índice de tratamento de esgoto	Baixo índice de tratamento de efluentes	92,3	7,7	92,3

Nº	Crítérios	% Muito Relevante (MR)	% Relevante (R)	% Pouco relevante (PR)	% Irrelevante (I)	% Total (MR+R)
1	Vulnerabilidade Climática dos municípios	33,3	43,6	20,5	2,6	76,9
2	Área com vulnerabilidade à seca	56,4	41	0	2,6	97,4

	Muito relevante > 70%
	Somatório Muito relevante + Relevante > 80%
	Crítério validado - Total > 80%
	Crítério NÃO validado - Total < 80%

Fonte: Igam, 2018.

<sup>9</sup> Discussão apresentada no Relatório: Análise dos resultados de definição de critérios para revitalização de bacias hidrográficas. Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/>.

Tabela 3 - Resultado consolidado da pesquisa Delphi

Nº	CRITÉRIOS	ANÁLISE	ALTERAÇÃO	RESULTADO
1	População Beneficiada	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
2	IDH	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
3	Áreas com baixo grau de preservação da cobertura vegetal	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
4	Áreas de cabeceira da bacia hidrográfica	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
5	Relevância da biodiversidade dos ecossistemas aquáticos	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
6	Áreas de pastagens degradadas	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
7	Susceptibilidade à erosão	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
8	Área potencial para recarga de aquíferos	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
9	Mananciais estratégicos para o abastecimento público	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
10	Alta demanda de água superficial	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
11	Alta demanda de água subterrânea	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
12	Vocação econômica no qual a água é o fator prioritário	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
13	Área com vulnerabilidade à inundação	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
14	Área com solo contaminado	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
15	Área de contaminação da água subterrânea ou vulneráveis à contaminação	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
16	Baixo Índice de tratamento de esgoto	MODIFICADO	Baixo Índice de tratamento de efluentes	VALIDADO
17	Porção da bacia a montante de trecho de curso de água classificado em classe especial e Classe 1	SEM MODIFICAÇÃO	-	VALIDADO
18	Áreas de balneabilidade e pontos turísticos de contato primário e secundários	SEM MODIFICAÇÃO		VALIDADO



Nº	CRITÉRIOS	ANÁLISE	ALTERAÇÃO	RESULTADO
19	Vulnerabilidade Climática dos municípios	EXCLUÍDO		NÃO VALIDADO
20	Área com vulnerabilidade à seca	SEM MODIFICAÇÃO		VALIDADO

Fonte: Igam, 2018.

Os critérios considerados mais relevantes foram: áreas com baixo grau de preservação da cobertura vegetal, mananciais estratégicos para o abastecimento humano, áreas de cabeceira da bacia hidrográfica, áreas com potencial para recarga de aquíferos e susceptibilidade à erosão. De fato, esses são fatores que estão diretamente relacionados à disponibilização das águas tanto em quantidade quanto em qualidade. A ausência de vegetação dificulta a infiltração da água no solo reduzindo a capacidade de abastecimento nos aquíferos e deixando-os mais vulneráveis a processo erosivos e, conseqüentemente, devido ao aumento do escoamento superficial, susceptíveis à disponibilização de sedimentos para os cursos de água. Por outro lado, a execução de ações quando realizadas nas áreas de cabeceiras das bacias contribuem para potencializar os resultados esperados. No entanto, as demais porções da bacia não podem ser negligenciadas e deverão ser contempladas, com outros níveis de prioridade.

Deve-se considerar que cada critério poderá gerar vários subtemas que serão apresentados em mapas temáticos. Por exemplo, o critério **Áreas com baixo grau de preservação da cobertura vegetal** poderá ser desdobrado em: áreas de preservação permanentes degradadas, áreas para recuperação, restauração e conservação da cobertura vegetal. E o critério Mananciais estratégico para o abastecimento público em: fontes alternativas para abastecimento, mananciais para conservação e recuperação. Esse exercício será realizado para todos os critérios estabelecidos neste trabalho, quando, na etapa subsequente, os critérios forem especializados no território.

Nesta mesma ótica, podemos analisar a Figura 2. Destaca-se que cada eixo de atuação estará ligado a mais de um critério, que serão utilizados de acordo com as características ambientais da bacia hidrográfica foco da proposta de revitalização.

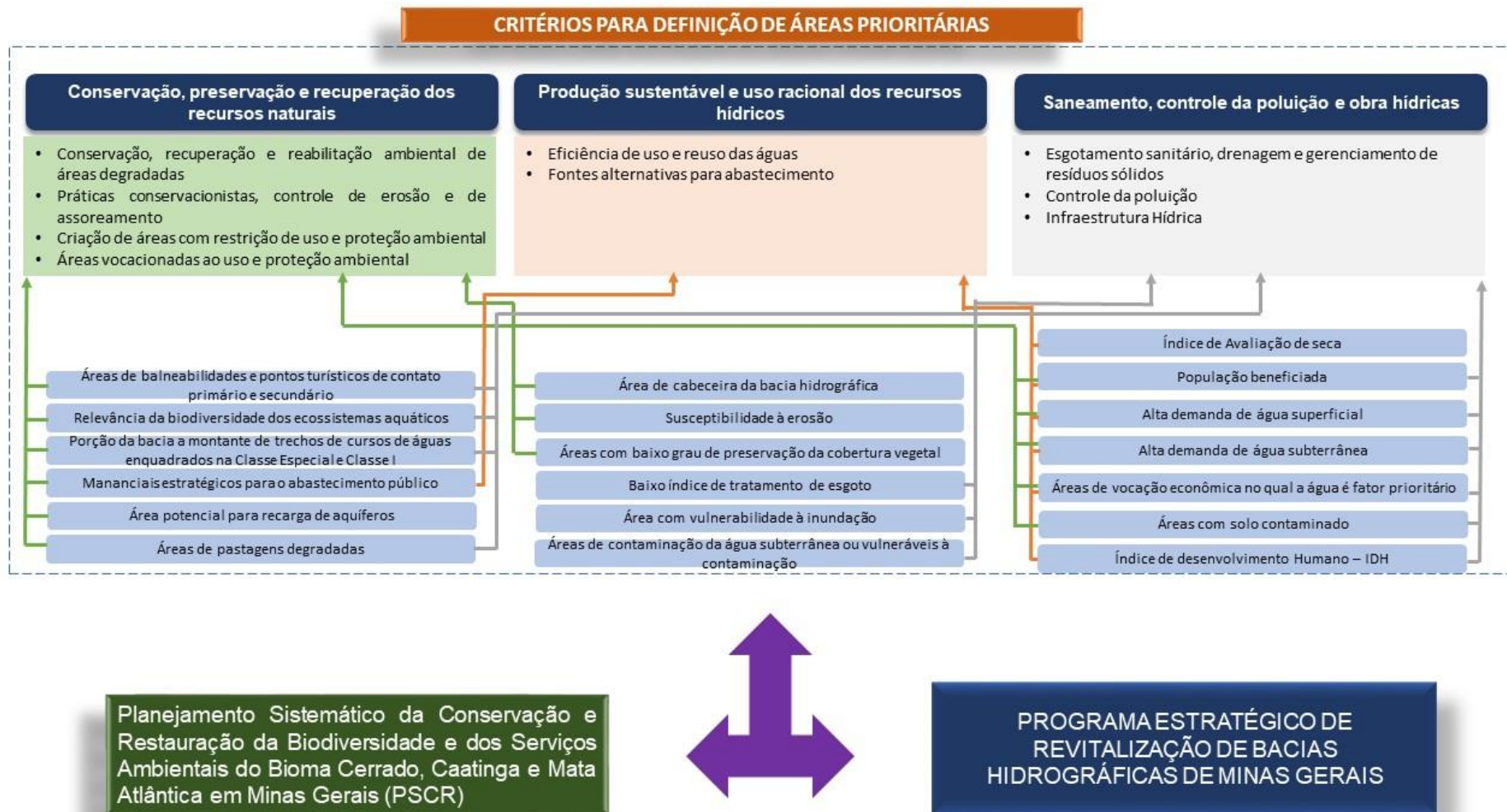


Figura 2 - Alinhamento dos eixos de atuação com os critérios estabelecidos

Destaca-se a iniciativa do Instituto Estadual de Florestas no desenvolvimento do Projeto áreas prioritárias: estratégias para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas de Minas Gerais, cuja a interlocução com o Programa Estratégico de Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais ocorre em momento oportuno, visando ampliar as ações de Estado, alinhando ações de conservação e recuperação da cobertura vegetal, ordenamento territorial e gestão eficiente dos recursos hídricos (FIGURA 3).



Figura 3 - Alinhamento entre projetos do Governo Estadual e iniciativa privada

O mesmo pode-se dizer em relação aos Planos Diretores de bacias hidrográficas, que, além do diagnóstico, apresentam ações e metas para a melhoria ambiental. O Programa Estratégico indicará em qual área essas ações serão mais efetivas e trarão resultados expressivos à sociedade, priorizando ações que tenham maior capacidade de resposta, ou seja, onde os investimentos darão maior impacto na resposta pretendida.

O Programa Estratégico avaliará os arranjos institucionais (Federal, Estadual e Municipal) necessários para que as áreas prioritárias sejam consideradas pelas diversas instituições (públicas e privadas) na implementação convergente dos seus planos de ação em um único elemento norteador que será o próprio Programa. Portanto, as ações não serão realizadas apenas pelo Igam, mas por várias instituições

parceiras, que de forma integrada otimizarão os recursos financeiros, muitas vezes escassos, potencializando a sua utilização em prol de um maior retorno à sociedade.

A internalização do Programa Estratégico é etapa fundamental e depende de mobilização e transparência das ações propostas. Destaca-se uma vez mais a importância do envolvimento de diferentes atores com vistas a sensibilização e compartilhamento dos resultados para toda a sociedade. Cabe ao Estado fornecer os meios necessários para a divulgação do Programa, estimulando sua utilização para a melhoria da gestão das águas de Minas Gerais.

Este processo possibilitou também estabelecer recomendações para a execução do Programa Estratégico, sendo elas:

- Estabelecer a hierarquização dos critérios definindo pesos para sua aplicação;
- Definir metas a curto, médio e longo prazo;
- Reconhecer as especificidades locais;
- Avaliar relação de custo/benefício na definição das áreas prioritárias;
- Promover o alinhamento entre os atores locais;
- Promover ações vinculadas à diversas instituições;
- Estabelecer plano de comunicação social;
- Propor programa de educação ambiental;
- Realizar pagamento por serviços ambientais; e
- Convergir recursos financeiros para as áreas prioritárias.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Tendo definidos os critérios de priorização de áreas, o próximo passo é o seu encaminhamento para a apreciação do subgrupo Governança. O resultado será apresentado ao CERH-MG na forma de Deliberação Normativa. Caso aprovado será iniciado o Programa Estratégico de Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais.

O Programa está alinhado ao planejamento estratégico institucional de propor um conjunto de ações e soluções em recursos hídricos, direcionando para a

otimização dos recursos financeiros e a tomada de decisão objetiva e transparente. Cria um planejamento em longo prazo, evitando a descontinuidade da gestão pública estadual, que contribui na desestruturação das ações planejadas e implantadas. Nesse processo será fundamental o estabelecimento de parcerias com diversos atores, explicitando as aptidões, oportunidades e potenciais conflitos.

Este Programa será elaborado priorizando a articulação com projetos e planejamentos existentes (Planos Diretores de Bacias Hidrográficas, Projeto áreas prioritárias: estratégias para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas de Minas Gerais – IEF, Emater, TNC, das Agências de Bacias Hidrográficas e etc), somando ações e evitando sobreposições e otimizando recursos, como por exemplo do Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais – FHIDRO e os proventos da Lei nº 12.503/1997 de 30/05/1997, que estabelece o Programa Estadual de Conservação de Água, com o objetivo de proteger e preservar os recursos naturais das bacias hidrográficas sujeitas a exploração com a finalidade de abastecimento público ou de geração de energia elétrica. Busca sobretudo superar a desarticulação entre os órgãos e instituições do Estado.

Deverá indicar também arranjos institucionais favoráveis à execução e indicação de fontes de recursos financeiros para sua implementação, orientando os investimentos do Governo e da sociedade.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. F.; BRITO, G. C. B.; FERNANDES, G. L. G. F. Zoneamento ecológico-econômico. In: SANTOS, N. A. P.; GUIMARÃES, A. F. T.; MELO, M. C (Org.). **Gestão de Bacias Hidrográficas**: critério para definição de áreas prioritárias para revitalização. Belo Horizonte: Igam, 2018. p. 14–28.

BRANDÃO, R. C.; SENRA, J. B. Pro-mananciais – programa socioambiental de proteção e recuperação de mananciais. In: SANTOS, N. A. P.; GUIMARÃES, A. F. T.; MELO, M. C (Org.). **Gestão de Bacias Hidrográficas**: critério para definição de áreas prioritárias para revitalização. Belo Horizonte: Igam, 2018. p. 56–65.

CAMPOS, A. R.; SANTOS, L. A. O.; ANJOS, M. M.; GUSMÃO, S. E. T. Bacias hidrográficas resilientes: definição de áreas prioritárias para revitalização baseada na

vulnerabilidade às mudanças climáticas. In: SANTOS, N. A. P; GUIMARÃES, A. F. T; MELO, M. C (Org.). **Gestão de Bacias Hidrográficas**: critério para definição de áreas prioritárias para revitalização. Belo Horizonte: Igam, 2018. p. 35–46.

COSTA, A. M.; FERREIRA, J. M. L.; SALIS, H. H. C.; RIBEIRO, A. H. N. Instrumento para a gestão territorial: indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas, o zoneamento ambiental e produtivo e a priorização de ottobacias para implementação de intervenções conservacionistas. In: SANTOS, N. A. P; GUIMARÃES, A. F. T; MELO, M. C (Org.). **Gestão de Bacias Hidrográficas**: critério para definição de áreas prioritárias para revitalização. Belo Horizonte: Igam, 2018. p. 111–127.

GALENO, R. A.; BORGIO, M.; ACOSTA, E. A.; GARCIA, E.; TIEPOLO, G. BARRÊTO, S. R. Priorização de áreas para intervenções de infraestrutura natural nos mananciais de abastecimento da região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. In: SANTOS, N. A. P; GUIMARÃES, A. F. T; MELO, M. C (Org.). **Gestão de Bacias Hidrográficas**: critério para definição de áreas prioritárias para revitalização. Belo Horizonte: Igam, 2018. p. 99–110.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS- IBAMA. **Planejamento sistemático da conservação**: material didático. Coordenação de Zoneamento Ambiental. Brasília: IBAMA2010. 64p.

IKEMOTO, S. M.; NAPOLEÃO, P. R. Áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais no Estado do Rio de Janeiro: Definição de critérios para priorização e hierarquização. In: SANTOS, N. A. P; GUIMARÃES, A. F. T; MELO, M. C (Org.). **Gestão de Bacias Hidrográficas**: critério para definição de áreas prioritárias para revitalização. Belo Horizonte: Igam, 2018. p. 75–86.

LIMA, A. M. S; GUIMARÃES, L. C; CHAVES, T. L. Projeto Áreas Prioritárias: estratégias para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas de Minas Gerais. In: SANTOS, N. A. P; GUIMARÃES, A. F. T; MELO, M. C (Org.). **Gestão de Bacias Hidrográficas**: critério para definição de áreas prioritárias para revitalização. Belo Horizonte: Igam, 2018. p. 29–34.

MACHADO, A. T DA M., A construção de um programa de revitalização na bacia do Rio São Francisco. **Estudos Avançados**,v. 22 ,n63, 2008.

MARIOTTONI, C. A, CANADA, C. B. S. Aplicação do método Delphi na prática de serviços ambientais em mananciais. **Revista DAE**, n.209, v.. 66, 2018.

MINAS GERAIS. Decreto nº 18.782, de 3 de novembro de 1977. Dispõe sobre medidas de proteção às bacias dos rios das Velhas e Paraopeba. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 4.nov.1977.

BRASIL- Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas**. Brasília. 2018 Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/reunioes-plenarias/cnrh-2018/reuniao-1-de-2018/apresentacoes-3/2312-item-7-3-programa-nacional-de-revitalizacao-de-bacias-cnrh-junho-2018/file> .

MOTA, A O. **Proposição metodológica para avaliação da implementação de planos diretores de recursos hídricos**. 2018,197f. Dissertação (Mestrado em Saneamento,Meio Ambiente e Recursos Hidricos) - Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2018.

MUZZI, M. R. S. BAPTISTA, M. Rio das Velhas, Brasil. In: BAPTISTA, M. B; PÁDUA, V. L. **Restauração de Sistemas Fluviais**. Bauri, SP: Manole, 2016.

PEREIRA, P. H. Projeto Conservador das Águas: a experiência do município de Extrema na definição de critérios para seleção de sub-bacias hidrográficas para revitalização. In: SANTOS, N. A. P; GUIMARÃES, A. F. T; MELO, M. C (Org.). **Gestão de Bacias Hidrográficas**: critério para definição de áreas prioritárias para revitalização. Belo Horizonte: Igam, 2018. p. 66–74.

SANTOS, A.; VIDOTTO L. S; GIUBLIN, C. R. A utilização do método Delphi em pesquisas na área da gestão da construção. Ambiente construídos, Porto Alegre, v.5, n. 2, p 51-59, 2005. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/277222386\\_A\\_utilizacao\\_do\\_metodo\\_Delphi\\_em\\_pesquisas\\_na\\_area\\_da\\_gestao\\_da\\_construcao](https://www.researchgate.net/publication/277222386_A_utilizacao_do_metodo_Delphi_em_pesquisas_na_area_da_gestao_da_construcao)>. Acesso em: 23 nov. 2018.

SILVA. A. P E SILVA C. M. Planejamento Ambiental para Bacias Hidrográficas: convergência e desafios da bacia do Rio Capibaribe, em Pernambuco – Brasil. **HOLOS**, n.30,v.. 1. 2014.

SOUZA, E. R. Contexto das áreas rurais na gestão dos recursos hídricos. In: SANTOS, N. A. P; GUIMARÃES, A. F. T; MELO, M. C (Org.). **Gestão de Bacias Hidrográficas**: critério para definição de áreas prioritárias para revitalização. Belo Horizonte: Igam, 2018. p. 47–55.



