

DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CLARO



**AGOSTO
2012**



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM
GERÊNCIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS - GPDRH**

DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CLARO

**AGOSTO
2012**

Governo do Estado de Minas Gerais
Antônio Augusto Junho Anastasia - Governador

Sistema Estadual de Meio Ambiente - SISEMA
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD
Adriano Magalhães Chaves - Secretário

Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM
Marília Carvalho de Melo - Diretora Geral

Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Monitoramento das Águas - DPMA
Jeane Dantas de Carvalho - Diretora

Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento de Recursos Hídricos - GPDRH
Thiago Figueiredo Santana - Gerente

Elaboração

Cíntia Marina Assis Igídio - Engenheira Ambiental
Cynthia Franco Andrade - Engenheira Ambiental
Hiram Jacques Alves de Rezende - Geólogo
Teresa Eistrup Santos - Engenheira Ambiental

Colaboradores

Adimildo Avelino Gualberto - GPDRH
Bruna Carolina Gonçalves Souto - GPDRH
Patricia Gaspar Costa - GPDRH

Ficha catalográfica elaborada pelo Núcleo de Documentação do Sisema.

I59o Instituto Mineiro de Gestão das Águas.
Outorga de lançamento de efluentes na Bacia do Ribeirão da Mata /
Instituto Mineiro de Gestão das Águas. --- Belo Horizonte: IGAM, 2013.
120 p; il.

1. Recursos hídricos - gerenciamento. 2. Outorga. 3. Qualidade da água.
4. Efluentes – lançamento em cursos d'água. 5. Carga poluidora. 6. Bacia
Hidrográfica Ribeirão da Mata. I. Título.

CDU: 556.18:628.3

Rodovia Prefeito Américo Gianetti, s/nº – Serra Verde – Belo Horizonte/MG
CEP: 31630-900 (31) 3915-1000
www.meioambiente.mg.gov.br

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da bacia do rio Claro.....	7
Figura 2 – Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio Araguari	9
Figura 3 – Mapa de uso e ocupação do solo	13
Figura 4 – Mapa Climático de precipitação do período chuvoso e do período seco (1961-1990). 15	
Figura 5 – Mapa Climático de precipitação anual (1961-1990).....	16
Figura 6 – Mapa Climático de temperatura anual (1961-1990)	17
Figura 7 – IQA na bacia do rio Claro.....	19
Figura 8 – IET na bacia do rio Claro.....	20
Figura 9 – IQA e CT na bacia do rio Paranaíba, no detalhe, rio Claro	21
Figura 10 – Localização dos processos de outorga e divisões da bacia do rio Claro.....	23
Figura 11 – Disponibilidade e demanda da calha do alto rio Claro	24
Figura 12 – Disponibilidade e demanda dos afluentes com demanda do alto rio Claro	24
Figura 13 – Cursos d’água com demanda superior a 50% da $Q_{7,10}$ no alto rio Claro	26
Figura 14 – Finalidades de uso nos afluentes do alto rio claro	26
Figura 15 – Disponibilidade hídrica da calha principal na região do médio rio Claro	27
Figura 16 – Disponibilidade hídrica dos afluentes com demanda do médio rio Claro	28
Figura 17 – Cursos d’água com demanda superior a 50% da $Q_{7,10}$ no médio rio Claro	30
Figura 18 – Finalidades de uso nos trechos do médio rio claro	31
Figura 19 – Disponibilidade e demanda da calha do baixo rio Claro	32
Figura 20 – Disponibilidade e demanda dos afluentes com demanda do baixo rio Claro	32
Figura 21 – Cursos d’água com demanda superior a 50% da $Q_{7,10}$ no baixo rio Claro	34
Figura 22 – Finalidades de uso nos afluentes do baixo rio claro	35
Figura 23 – Localização da área de conflito	36

LSITA DE TABELAS

Tabela 1 – Cultivos agrícolas municipais	12
Tabela 2 – Faixas de IQA.....	18
Tabela 3 – Faixas de IET.....	19

Tabela 4 – Faixas de CT.....	20
Tabela 5 - Cursos d'água com disponibilidade hídrica negativa no alto rio Claro	25
Tabela 6 – Curso d'água da calha principal com disponibilidade hídrica negativa no médio rio Claro	29
Tabela 7 – Cursos d'água com disponibilidade hídrica negativa no baixo rio Claro.....	33
Tabela 8 – Potencial de regularização do alto rio Claro	37
Tabela 9 – Potencial de regularização do médio rio Claro	38
Tabela 10 – Potencial de regularização do baixo rio Claro.....	39
Tabela 11 – Viabilidade da regularização de vazão	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA.....	6
2.1. Geologia.....	7
2.2. Hidrogeologia	10
2.3. Uso e ocupação do solo	11
2.4. Clima	13
2.5. Qualidade das águas	18
3. DISPONIBILIDADE HÍDRICA	22
3.1. Alto	23
3.2. Médio.....	27
3.3. Baixo.....	31
3.4. Área de conflito	35
4. REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
6. REFERÊNCIAS.....	46

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo foi elaborado pela Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento de Recursos Hídricos (GPDRH) do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) visando à caracterização da bacia hidrográfica do rio Claro, localizada no Estado de Minas Gerais. Este contempla a geologia, hidrogeologia, uso e ocupação do solo, clima e qualidade das águas da bacia como um todo.

Além disso, apresenta os dados sobre a disponibilidade hídrica e o potencial de regularização de cada um dos trechos mapeados na bacia do rio Claro, bem como as finalidades dos usos da água.

A finalidade do estudo é subsidiar as tomadas de decisões assegurando a oferta adequada da água da bacia do rio Claro, em qualidade e quantidade, visando o desenvolvimento sustentável.

2. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA

O rio Claro está localizado no Estado de Minas Gerais e é um importante afluente do rio Araguari, que deságua no rio Paranaíba. Sua bacia hidrográfica compreende uma área de 1.106,16 km² pertencente aos municípios de Uberaba, Nova Ponte e Sacramento (CBH ARAGUARI, 2012). A Figura 1 apresenta a localização da área de drenagem da bacia do rio Claro.

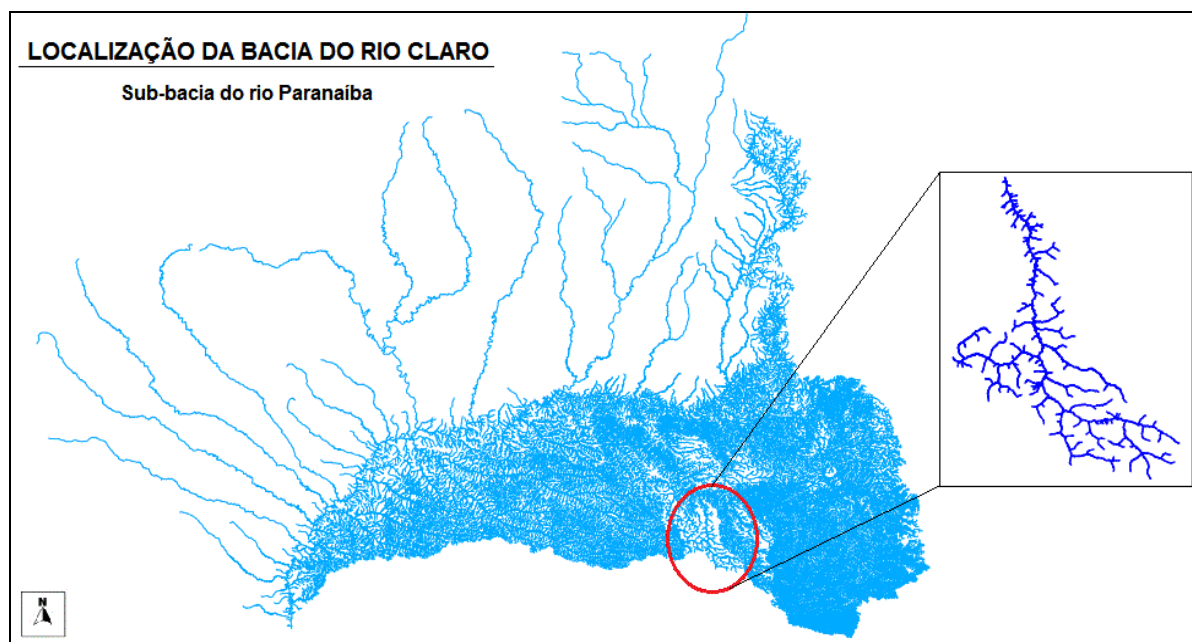


Figura 1 – Localização da bacia do rio Claro

Segundo o CBH Araguari (2012), as nascentes do rio Claro e seus formadores constituem importante manancial para abastecimento da população de Uberaba. Este rio também tem importantes funções na manutenção da biodiversidade, bem como é utilizado como fonte de turismo para o município de Nova Ponte.

A bacia do rio Claro, em sua totalidade apresenta características de conflito. Em alguns trechos, esse conflito já foi declarado pelo IGAM. Porém, nas demais regiões, a concentração da demanda, associada à condição topográfica de grande parte da bacia, apta ao uso agrícola, tornam a região de grande potencial ao conflito (CBH ARAGUARI, 2012).

2.1. Geologia

O rio Claro, tributário do rio Araguari está inserido na bacia hidrográfica do rio Paranaíba, este que ocupa quase toda região do triângulo mineiro, com exceção da faixa sul. Esta ocupada pela bacia do rio Grande (IGAM, 2012).

A geologia desta região é separada por dois contextos estruturais. A porção leste é marcada por eventos do Pré-Cambriano, representado principalmente pelo Grupo Araxá, parte do setor

meridional da Faixa Brasília. O restante do Triângulo Mineiro, na margem oeste da Faixa Brasília, é representado por rochas da Bacia Sedimentar do Paraná.

A Faixa Brasileira é um orógeno colisional do Neoproterozóico, formado por cavalgamentos vergentes para o Cráton São Francisco (VALERIANO *et al.*, 1995). O resultado deste evento é um cinturão de dobras e cisalhamento que formam uma faixa com direção preferencial no sentido Norte-Sul. Na bacia hidrográfica do rio Paranaíba essa faixa é composta por metamórficas hidratadas diversas (xistos) e corpos anfibolíticos pertencentes ao Grupo Araxá. Em Minas, na borda oeste da Faixa Brasília, afloram granitóides do Complexo Rio dos Mangues e Suíte Graníticas Ipameri.

O restante da bacia hidrográfica do rio Paranaíba, no contexto do Triângulo Mineiro, é representado por rochas da Bacia Sedimentar do Paraná. Longas faixas de rochas vulcânicas em escalas regionais compõem a geologia da região. Estas rochas com idade correspondente ao Cretáceo Inferior correspondem à Formação Serra Geral. Sobreposto a Formação Serra Geral está o Grupo Bauru, com idades do Cretáceo Superior. Posterior aos derrames basálticos que deram origem à Formação Serra Geral, eventos tectônicos formaram bacias que acomodaram sedimentos do Grupo Bauru (BATEZELLI, 2010). Da base para o topo, este Grupo é composto pelas Formações: Vale do Rio do Peixe, Uberaba e Marília. O arcabouço rochoso é basicamente composto por arenitos, arenitos eólicos, conglomerados, rochas vulcanoclásticas e pelitos. Coberturas detrito-lateríticas completam a estratigrafia da região.

Em relação à geologia local, quase toda a extensão do rio Claro, incluindo seus tributários, corre pela Formação Marília, topo estratigráfico da Bacia Sedimentar do Paraná. A jusante do Rio Claro, próximo à sua foz no rio Araguari, o curso d'água coincide com o contato entre a Formação Serra Geral e a Formação Marília. Normalmente a Formação Serra Geral é descrita nas bibliografias como sendo um derrame basáltico, com intercalações de arenito e diques diabásio. Já a Formação Marília é constituída por arenitos maciços e conglomerados subordinados, cimentados por carbonato de cálcio (CaCO₃) (BATEZELLI, 2010).

O leito do rio Araguari, a montante da junção com o rio Claro, está sobre rochas correspondentes a uma unidade do Grupo Araxá, composta por muscovita-biotita-clorita-quartzo xisto, granada-muscovita-clorita-xisto, quartzito com hematita xisto, hematita-sericita xisto e lentes de anfibolito. Próximo a foz com o rio Claro afloram granitóides e rochas sieníticas do Complexo Rio dos Mangues. A jusante, a calha do rio Araguari é alternada por rochas do Grupo Araxá e da Formação Serra Geral (HEINECK *et al.*, 2003).

A Figura 2 apresenta o mapa geológico da bacia hidrográfica do rio Araguari, que compreende seu afluente, rio Claro.

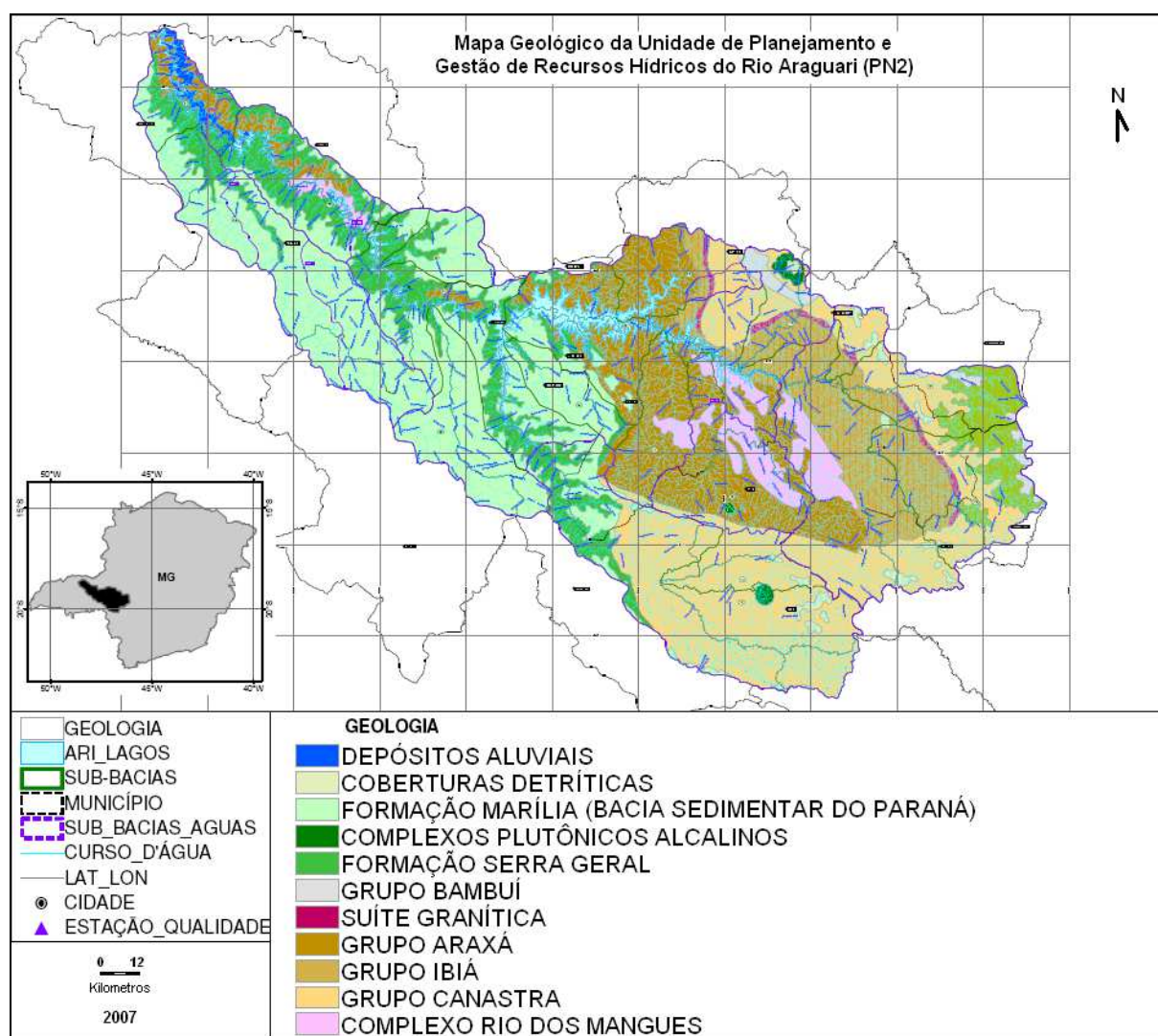


Figura 2 – Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio Araguari
Fonte: PDRH, abril de 2007. Legenda adaptada pelo autor.

2.2. Hidrogeologia

A hidrogeologia é o ramo da ciência que analisa e levanta informações quanto ao volume, qualidade, distribuição e vazão de água subterrânea, assim como o tipo de rocha que recebe e armazena essa água. Estudos hidrogeológicos regionais geraram o conceito de Domínio Hidrogeológico definido por Bomfim (2002) como sendo um “grupo de unidades geológicas com afinidades hidrogeológicas, tendo como base principal as características litológicas das rochas”. A Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Rio Araguari (PN2) apresenta cinco tipos de Domínios Hidrogeológicos: Formações Cenozóicas, Bacias Sedimentares, Poroso/Fissural, Metassedimentos/Metavulcânicas e Vulcânicas.

As Formações Cenozóicas Indiferenciadas, de pouca importância hidrogeológica, estão distribuídas ao longo das margens do Rio Araguari a montante do Rio Claro. Caracterizam por terem pouca espessura e continuidade. São compostos por depósitos de areia, colúvios e fragmentos lateríticos (PEIXINHO, 2002).

O Domínio Sedimentar tem como subdomínio a Bacia Sedimentar do Paraná. Ele inclui unidades aquíferas importantes representadas pelas formações: Botucatu, Bauru, Furnas, etc. Este Domínio abrange quase todo o Triângulo Mineiro e na unidade PN2 ocorre concomitante à Formação Marília.

A montante da foz do Rio Claro, o Domínio Poroso/Fissural ocorre no leito do Rio Araguari. Este Domínio é caracterizado por ter uma baixa a média favorabilidade hidrogeológica. Os aquíferos são formados por rochas fortemente compactadas e fraturadas (porosidade secundária) (PEIXINHO, 2002). Este Domínio é representado por rochas do Grupo Araxá.

O Domínio Metassedimentos/Metavulcânicas corresponde aos grupos Araxá, Ibiá e Canastra, a leste do Rio Araguari, jusante a foz do Rio Quebra Anzol. Este Domínio apresenta baixa favorabilidade hidrogeológica com aquíferos predominantemente fissurais, formados por rochas metamórficas da Faixa Brasília.

O domínio formado por rochas vulcânicas corresponde a Formação Serra Geral. Os aquíferos presentes neste tipo de rocha têm importância variável, apesar de serem favorecidos pela presença de alguma porosidade primária, atribuída à textura das rochas vulcânicas (estruturas vesiculares), e pelo desenvolvimento de porosidade secundária, conferida às fraturas (PEIXINHO, 2002).

No Triângulo Mineiro três aquíferos são explorados para abastecimento público: Bauru, Guarani e Serra Geral. O Aquífero Serra Geral está condicionado às estruturas características do resfriamento do derrame basáltico (estruturas vesiculares), pelas intercalações de arenitos e brechas, e por famílias de diáclases (juntas e fraturas) presentes na Formação Serra Geral. Por causa dessas características, a produtividade hídrica neste Aquífero é variável. Raramente as vazões nos poços de abastecimento ultrapassam 10 l/s, podendo chegar a 25 l/s (MELO, 2002). Em contra partida, no Aquífero Guarani, as vazões são da ordem de 40 a 90 l/s. Estes valores é o resultado de uma experiência da COPASA no Triângulo Mineiro que motivou a construção de dois poços de abastecimento público, que atingiram o Aquífero Guarani nas profundidades de 602,0 metros, no Município de Uberaba e 1163 metros, no município de Frutal (MELO, 2002). Nesta mesma região é adotado um sistema de “Controle Sazonal de Poços”, principalmente nos municípios que utilizam as águas do Aquífero Serra Geral, visando maior controle operacional dos poços e na recarga dos aquíferos.

2.3. Uso e ocupação do solo

A bacia do rio Claro, afluente da margem esquerda do rio Araguari, passou por intensas transformações relativas ao uso e a ocupação do solo nas últimas décadas.

Segundo o Grupo de Trabalho GT-Chapada (2011), até a década de 70, a atividade econômica que se destacava na região era a pecuária extensiva que utiliza a vegetação natural dos chapadões como área de pastagem. A predominância dessa atividade se deu pelas restrições agrícolas para a correção do solo ácido do cerrado para a plantação de diversos cultivos.

Após a década de 70, devido à chegada da silvicultura e da monocultura, a introdução de técnicas de agricultura moderna para melhorar a forma de manejo das culturas e para a alteração das características da cobertura do solo, como a acidez, foi necessária para acabar com as restrições para os cultivos a serem exploradas na região.

Com o incremento das novas tecnologias de agricultura, a importância da produção agrícola no cenário nacional e mundial proveniente desta região se tornou um aspecto inegável (GRUPO DE TRABALHO GT-CHAPADA, 2011).

A Tabela 1 apresenta valores da área plantada por hectare e a quantidade produzida por tonelada de produção agrícola de leguminosas e cereais para os municípios pertencentes à bacia do rio Claro.

Tabela 1 – Cultivos agrícolas municipais

Cultivo	NOVA PONTE		SACRAMENTO		UBERABA	
	Área plantada (ha)	Produção (ton)	Área plantada (ha)	Produção (ton)	Área plantada (ha)	Produção (ton)
Soja	22.000	66.000	25.000	76.500	90.000	270.000
Milho	18.000	118.800	25.000	165.000	57.000	385.000
Feijão	980	2.124	660	1.320	700	1.380
Arroz	220	330	1.200	2.160	543	842

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal (2007), 2012

De acordo com Grupo de Trabalho GT-chapada (2011), o município de Uberaba é o maior produtor de soja do estado de Minas Gerais. Na tabela anterior, esta afirmação é evidenciada pelo alto valor de produção de soja quanto comparado com os outros municípios pertencentes à bacia, já que Uberaba produz um valor três vezes maior que Sacramento.

Os municípios de Nova Ponte e Sacramento possuem maior produção de milho e em segundo lugar, o de soja, quando confrontado com os valores de produção dos outros cultivos agrícolas.

A grande produção agrícola da bacia do rio claro pode ser observada na Figura 3, onde as áreas destinadas a agricultura ocupam a maior parte da região da bacia.

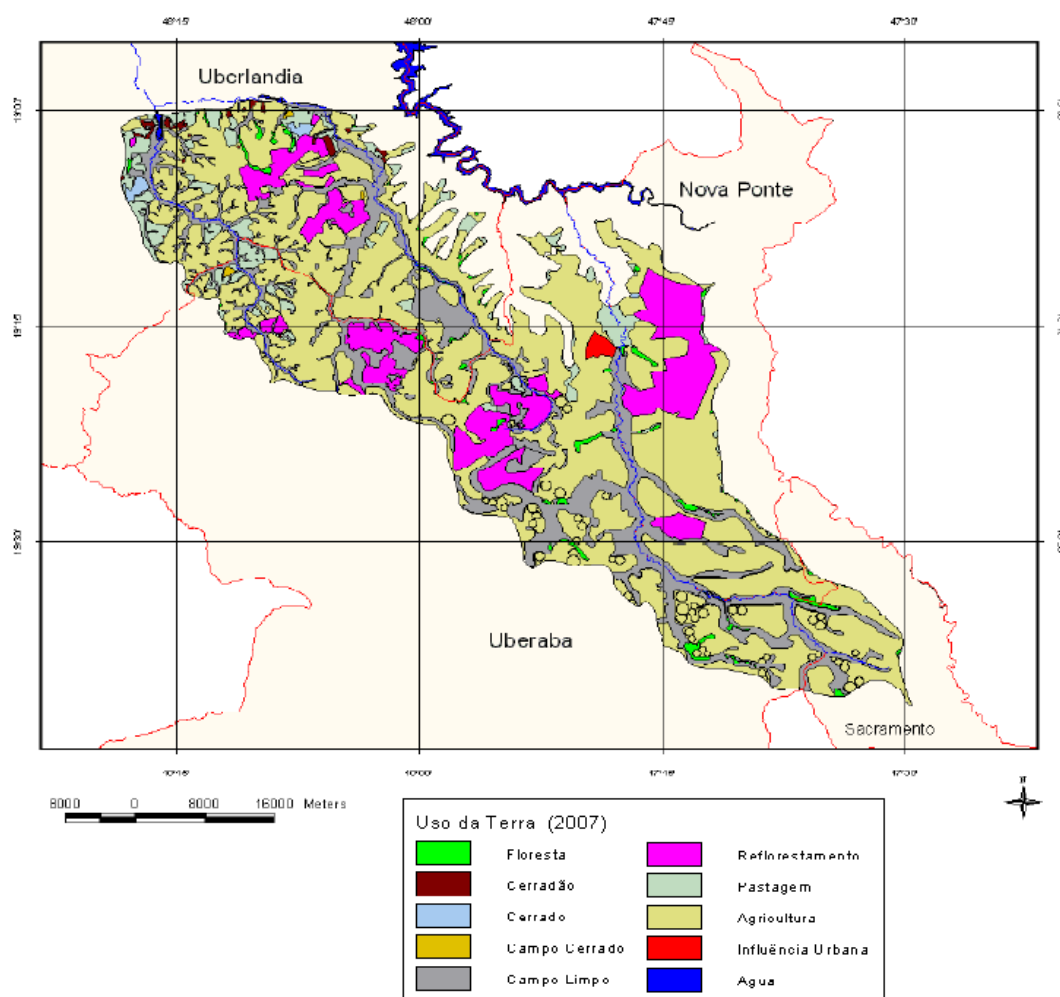


Figura 3 – Mapa de uso e ocupação do solo
Modificado de: GRUPO DE TRABALHO GT-CHAPADA, 2011

Os impactos ambientais negativos que podem ocorrer com o uso de forma inadequada dos recursos hídricos e/ou uma possível contaminação por uso de produtos químicos utilizados na agricultura devem ser objetos de atenção, pois as águas da bacia do rio Claro abastecem populações de alguns dos municípios da região do triângulo mineiro.

2.4. Clima

O clima tropical da região da bacia do rio Araguari, a qual a bacia do rio Claro está inserida, apresenta duas estações climáticas bem definidas, uma seca e uma úmida, que são derivadas da atuação das massas de ar Continentais (equatorial e tropical) e Atlânticas (polar e tropical). O

efeito do deslocamento dessas duas massas de ar gera uma marcante alternância das estações úmidas e secas e, implica de forma direta e indireta nas condições climáticas na região (GRUPO DE TRABALHO GT-CHAPADA, 2011).

A estação seca abrange os meses de abril a setembro e a estabilidade do ar notada neste período é proveniente da instalação da massa de ar atlântica polar que se tropicaliza e se estabiliza sobre a região do planalto central brasileiro obstruindo o fluxo de umidade proveniente da massa de ar continental equatorial. O ar neste período além de seco torna-se mais frio, principalmente durante as madrugadas, mesmo com a insolação contínua durante o período diurno (ROSA *et al.*, 2004).

Segundo Rosa *et al.*, (2004), a estação úmida, compreendida nos meses de outubro a novembro, é caracterizada pelo início do período chuvoso e por ser do ponto de vista térmico mais agradável, mesmo apresentando dias com elevada nebulosidade alternado por horas de insolação com pancadas de chuva. Estas características são advindas do enfraquecimento dos sistemas de circulação da massa de ar atlântica polar e a acomodação dos sistemas tropicais de baixa pressão, que atraem a umidade da massa de ar continental equatorial, proveniente da Amazônia, para a região do centro sul do Brasil (ROSENDO, 1980).

A dinâmica dos sistemas de circulação das massas de ar, atuantes em diferentes períodos do ano, são responsáveis pelo comportamento do clima no decorrer do ano (ROSENDO, 1980).

A precipitação pluviométrica ou chuva é um dos principais elementos ou variáveis climáticas que está relacionado com os fenômenos meteorológicos. Além da chuva, podemos citar outras variáveis existentes na atmosfera, como a temperatura, a pressão atmosférica e a umidade do ar.

Os mapas climáticos de precipitação do estado de Minas Gerais, Figura 4, apresentam as médias obtidas na análise pluviométrica do período de 1961 e 1990 para o período chuvoso e para o período seco. Analisando o mapa nota-se a região do triângulo mineiro, onde está inserida a bacia do rio Claro, teve uma variação de aproximadamente 1200 a 1400 mm para o período chuvoso e de 225 a 300 mm para o período seco.

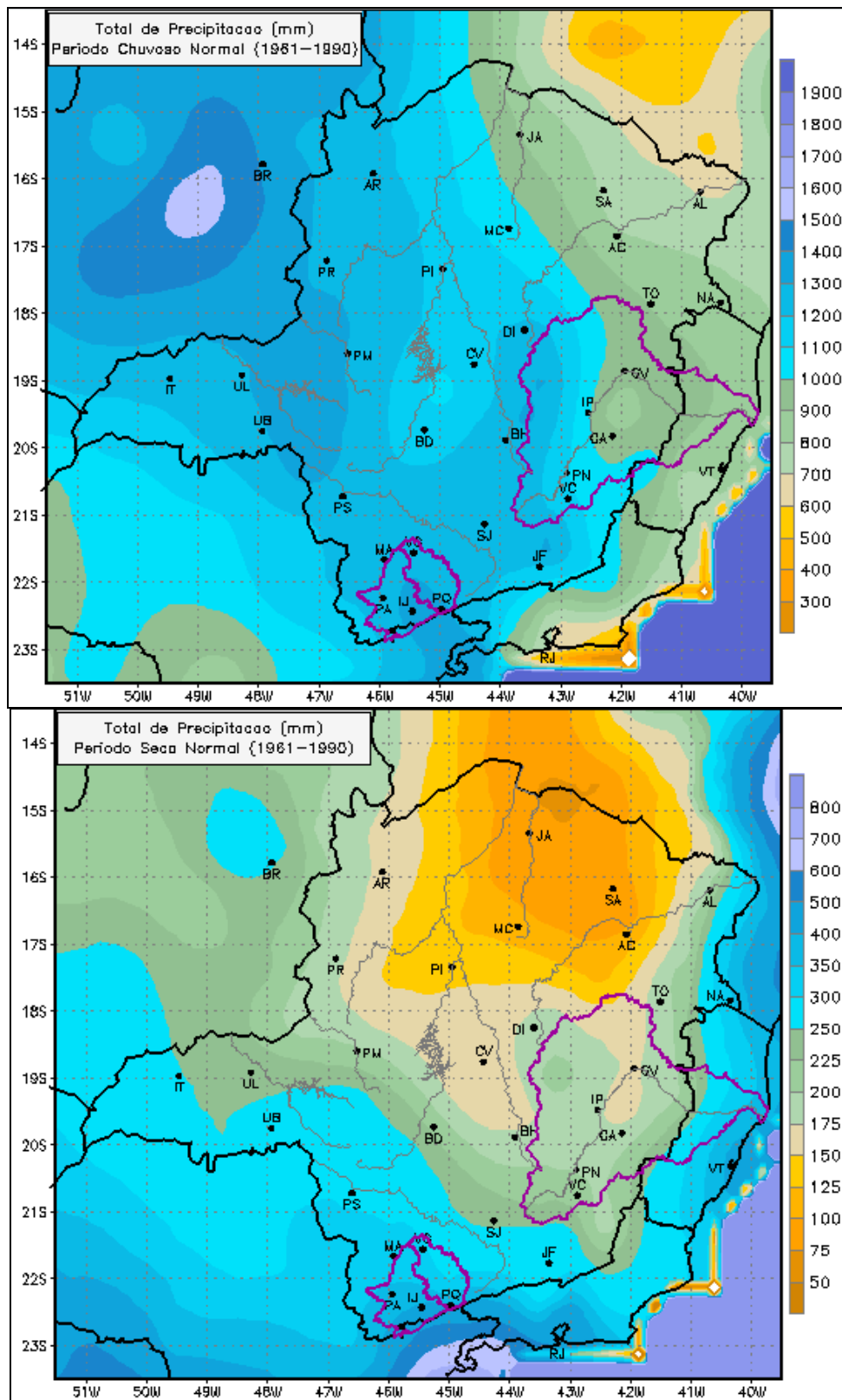


Figura 4 – Mapa Climático de precipitação do período chuvoso e do período seco (1961-1990)
Fonte: SIMGE, 2011

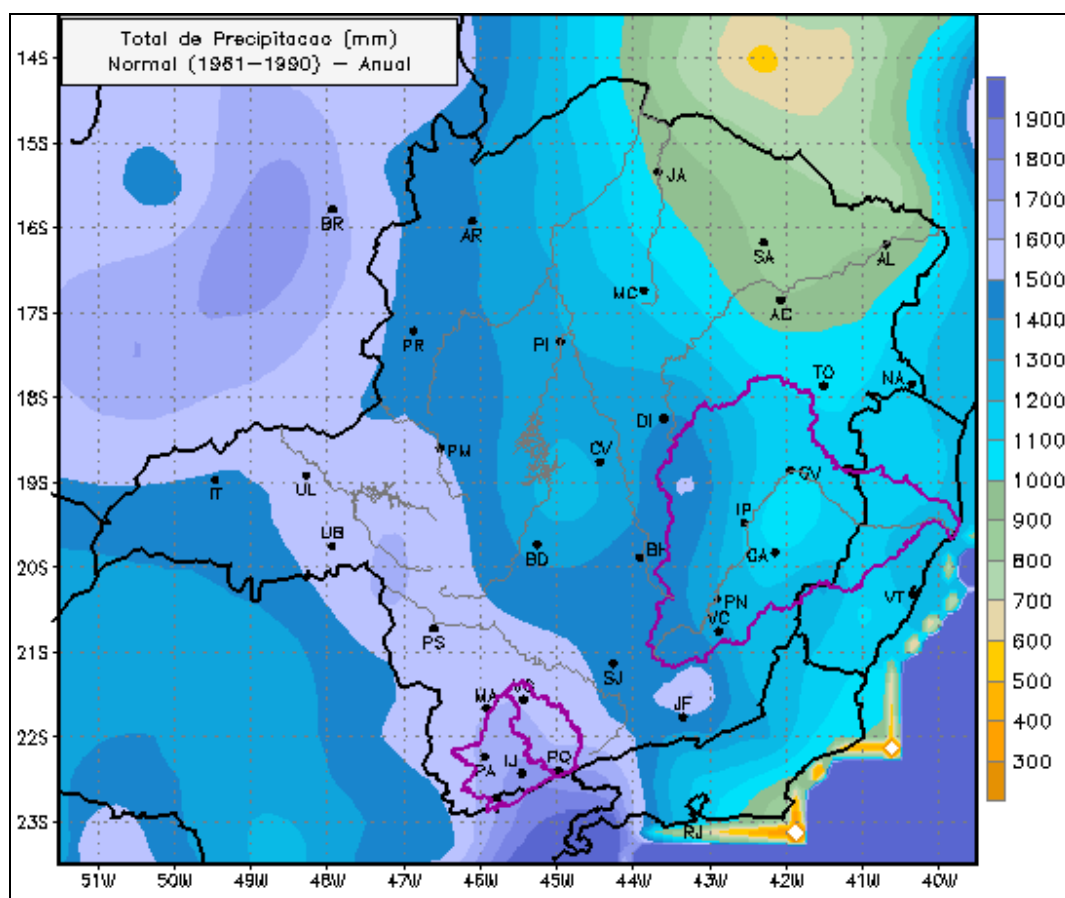


Figura 5 – Mapa Climático de precipitação anual (1961-1990)

Fonte: SIMGE, 2011

Observando o mapa com a média pluviométrica anual do Estado (Figura 5) verifica-se que a região do triângulo mineiro alcançou uma média entre 1500 a 1700 mm/ano, para os anos de 1961 a 1990 analisados.

As variações pluviométricas consideráveis geram uma condição climática favorável ao alto potencial agrícola para a bacia do rio Araguari, tendo como base o período de crescimento necessário as culturas obterem o seu pleno desenvolvimento (ROSENDO, 1980).

A temperatura, assim como a precipitação pluviométrica é uma variável ou elemento meteorológico, a qual deve ser considerado as suas variações médias ao longo das estações do ano num determinado período de tempo.

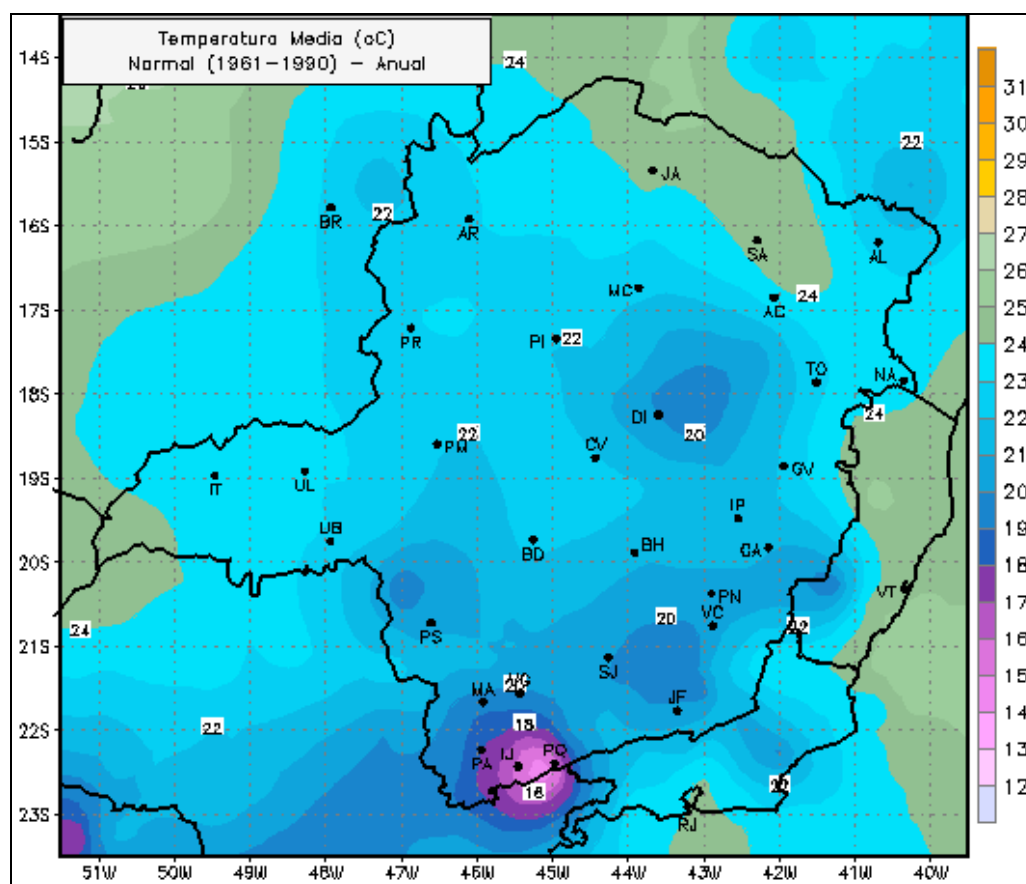


Figura 6 – Mapa Climático de temperatura anual (1961-1990)

Fonte: SIMGE, 2011

De acordo com a Figura 6, a região do triângulo mineiro possui uma variação média de temperatura compreendida entre 23 e 25°C obtida na análise dos anos de 1961 a 1990.

O ZEE realizou a classificação climática do estado de Minas Gerais utilizando o critério preconizado de classes climáticas por Thornthwaite e a região do triângulo mineiro e do alto Paranaíba foi classificada da forma descrita a seguir:

“Regional do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba: Nesta regional, em extensão territorial um pouco superior, há a ocorrência do clima caracterizado como B1 (Úmido). Em segundo na ordem de extensão territorial, aparece o tipo climático classificado como B2 (Úmido), concentrando-se mais ao centro desta regional delimitando-se com as regionais do Alto São Francisco e Sul. Há a ocorrência também do tipo climático C2 (Subúmido) em estreita faixa a nordeste desta regional e ainda uma pequena área do clima tipo B3 (Úmido) ao extremo sudeste desta regional.” (ZEE, 2008, p.99).

2.5. Qualidade das águas

Desde abril de 2010, a bacia do rio Claro possui uma estação de monitoramento da qualidade das águas, que integra o Projeto Águas de Minas do IGAM. A estação, PB044, está localizada em um trecho do rio Claro, enquadrado como Classe 2, nas coordenadas -19,2375 e -47,8013, no município de Uberaba.

Cada campanha de amostragem resulta em uma série de ensaios, englobando de 18 a 50 parâmetros (o número de parâmetros varia de acordo com o período do ano), o que possibilita a realização de diversas análises sobre a qualidade das águas.

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) é o principal índice utilizado no Brasil, no que se refere à qualidade de água. Os parâmetros utilizados para a sua determinação, de maneira geral, são aqueles mais representativos, são eles: OD, coliformes termotolerantes, pH, DBO, temperatura, nitrogênio, fósforo, turbidez e resíduo. Seu valor varia de 0 a 100 e é classificado em faixas de qualidade de água, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Faixas de IQA

Faixas de IQA	Qualidade da Água
91-100	Ótima
71-90	Boa
51-70	Razoável
26-50	Ruim
0-25	Péssima

Fonte: Adaptado de ANA, 2012

Na bacia do rio Claro, as amostragens realizadas resultaram em faixas de IQA que variaram entre Razoável e Boa, conforme a Figura 7. Considerando a média dos valores, o IQA do rio Claro é Razoável. Tal resultado pode ser associado ao lançamento de esgoto sanitário, já que os coliformes termotolerantes possuem grande relevância no cálculo do IQA e seus valores violaram os limites legais da DN nº 01/2008 em mais de uma amostra.

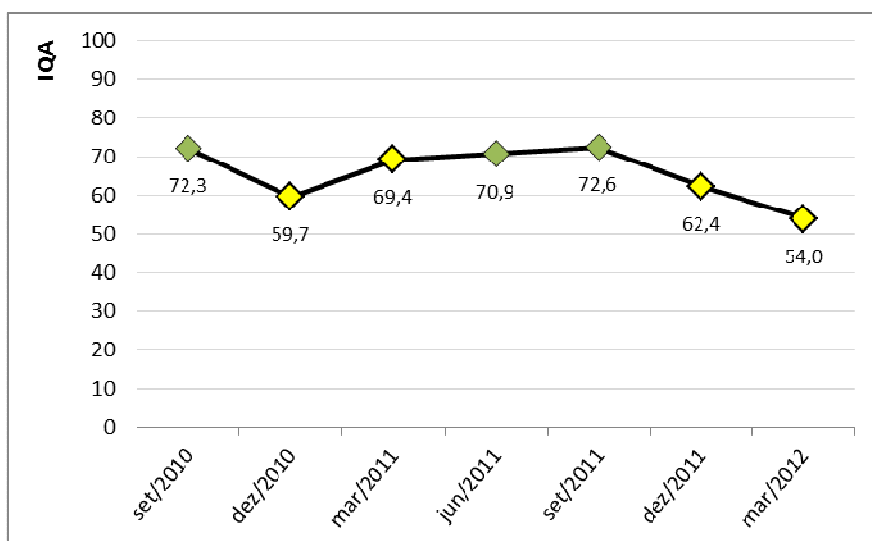


Figura 7 – IQA na bacia do rio Claro

Outro índice bastante utilizado é o Índice de Estado Trófico (IET), que tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas (ANA, 2012).

Os resultados do índice são calculados a partir dos valores de fósforo e devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A classificação do estado trófico varia de acordo com o valor do IET, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Faixas de IET

Valor do IET	Classes de Estado Trófico
< 48	Ultraoligotrófico
48-52	Oligotrófico
53-59	Mesotrófico
60-63	Eutrófico
64-67	Supereutrófico
> 67	Hipereutrófico

Fonte: Adaptado de ANA, 2012

Na bacia do rio Claro, os resultados do IET variam entre as classes de ultraoligotrófico e mesotrófico. A classificação de ultraoligotrófico corresponde a corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em

prejuízos aos usos da água. Já a classe de mesotrófico está relacionada a cursos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos. A Figura 8 apresenta os resultados em cada campanha de amostragem.

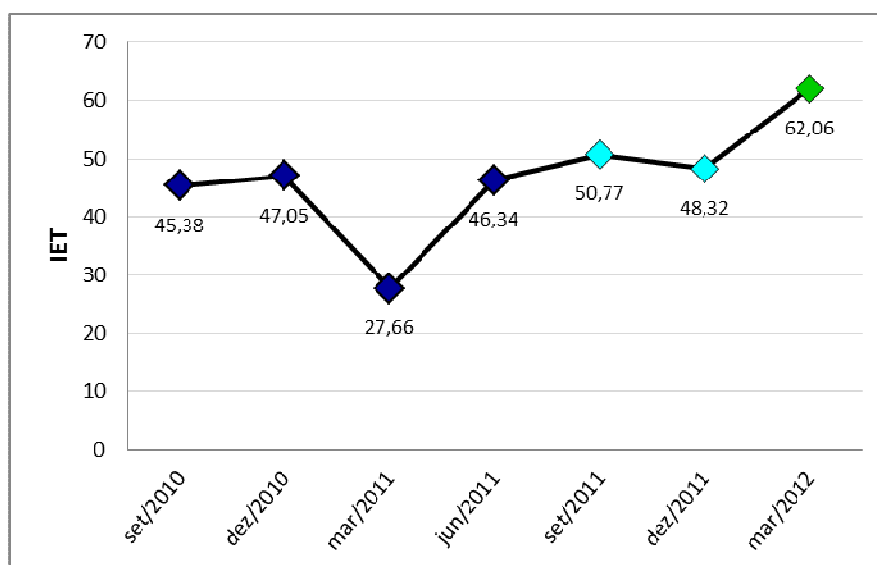


Figura 8 – IET na bacia do rio Claro

O Índice de Contaminação por Tóxicos (CT) classifica os corpos d'água em função das concentrações observadas dos seguintes parâmetros: Amônia, Arsênio total, Bário total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livres, Cobre total, Cobre dissolvido, Cromo hexavalente, Cromo total, Fenóis totais, Mercúrio total, Nitritos, Nitratos e Zinco total.

As concentrações destes parâmetros são comparadas aos limites estabelecidos para as classes de enquadramento dos corpos de água determinadas pela Resolução CONAMA nº 357/05 ou pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008. Os valores do CT são classificados em faixas, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Faixas de CT

Concentração em relação à classe de enquadramento	Classe de contaminação
$\leq 1,2.P$	Baixa
$1,2.P < \text{concentração} \leq 2.P$	Média
Concentração $> 2.P$	Alta

P = Limites legais de classe.

Na bacia do rio Claro o resultado da contaminação por tóxicos é igual a 1 em todas as campanhas de amostragem, sendo classificada como Baixa. Tal classe significa que as substâncias tóxicas apresentam concentrações iguais ou inferiores a 20% dos limites de classe de enquadramento do trecho do corpo de água onde se localiza o ponto de amostragem.

Verificando os resultados das estações de monitoramento de cursos d'água de bacias próximas ao rio Claro, observa-se que os resultados para IQA e CT são semelhantes, conforme a Figura 9.

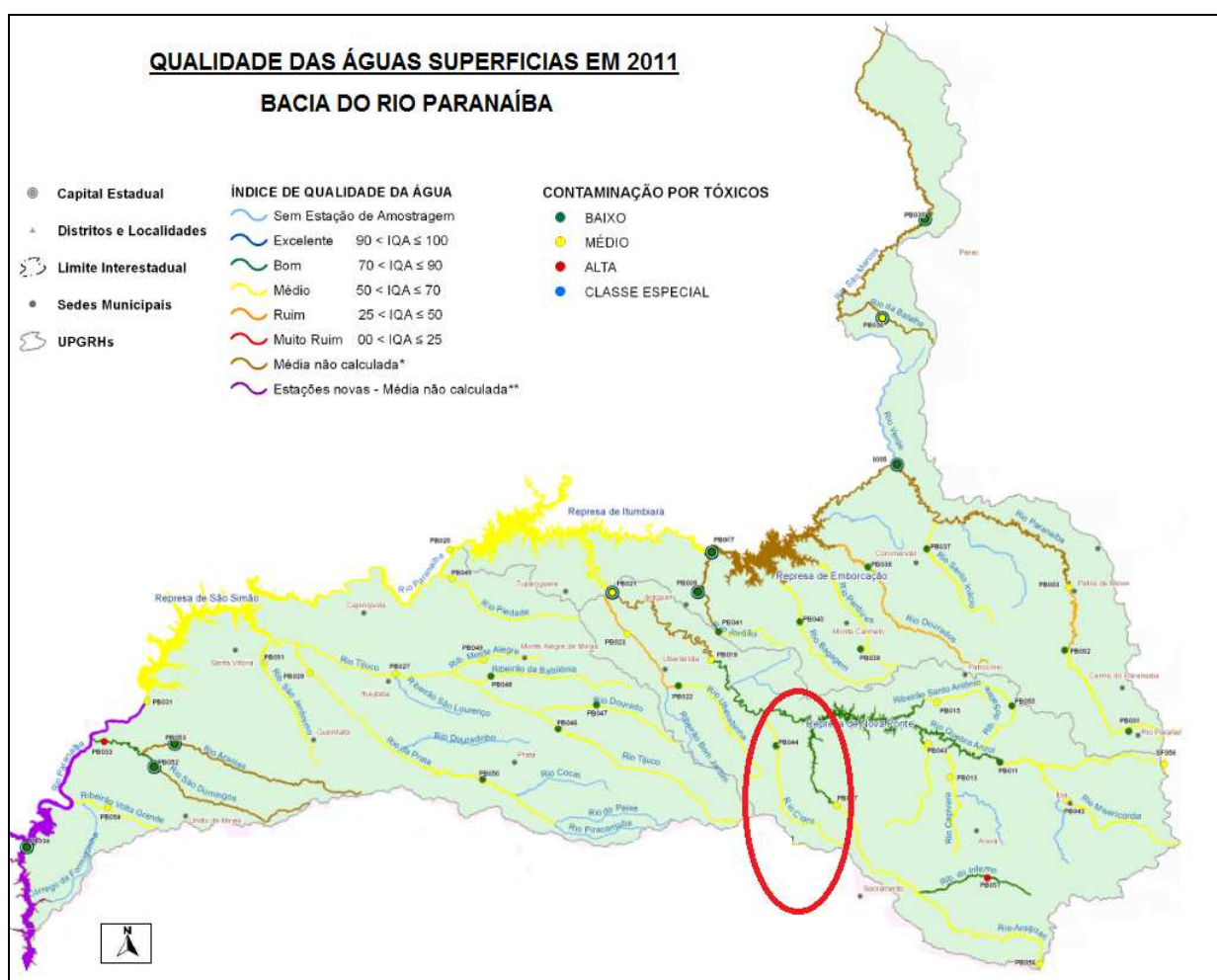


Figura 9 – IQA e CT na bacia do rio Paranaíba, no detalhe, rio Claro
Fonte: Adaptado do Projeto Águas de Minas – IGAM, 2012

A infraestrutura de saneamento básico dos municípios de uma bacia hidrográfica está diretamente associada à qualidade de suas águas. Como mencionado anteriormente, a bacia do rio Claro compreende os municípios de Nova Ponte, Sacramento e Uberaba.

Em Uberaba, o Centro Operacional de Desenvolvimento e Saneamento de Uberaba (CODAU) é o responsável pelos serviços de água e esgoto, atendendo a 97,26% e 96,28% da população total, respectivamente. No município de Sacramento os serviços de abastecimento de água atendem a 93,89% da população total e os de esgotamento sanitário 91,43%. Ambos são prestados pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Sacramento (SAAE) (SNIS, 2009).

No município de Nova Ponte os serviços de água e esgoto são prestados pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto de Nova Ponte (DMAE) e atendem 80% da população em ambos os serviços (DATASUS, 2000).

Altos índices de atendimento à população, em relação ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, podem contribuir significativamente para a melhoria da qualidade das águas.

3. DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Para a análise da disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Claro foram avaliados os processos de outorga pelo uso da água que ocorrem na bacia. Foram identificadas as diferentes finalidades de uso, sendo 7 barramentos com regularização de vazão. Além disso, foram utilizadas as informações do ‘Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais’ realizado pela UFV & IGAM (2012).

Para a caracterização da disponibilidade e da demanda de cada trecho mapeado na bacia, foi realizada a divisão do rio Claro em três regiões, sendo alto, médio e baixo curso, conforme a Figura 10.

A nomenclatura para cada trecho do rio foi de acordo com o nome (ou Afluente, no caso de cursos d’água sem nome) seguido do ottocódigo correspondente ao trecho. O ottocódigo da bacia do rio Claro como um todo é 849838.

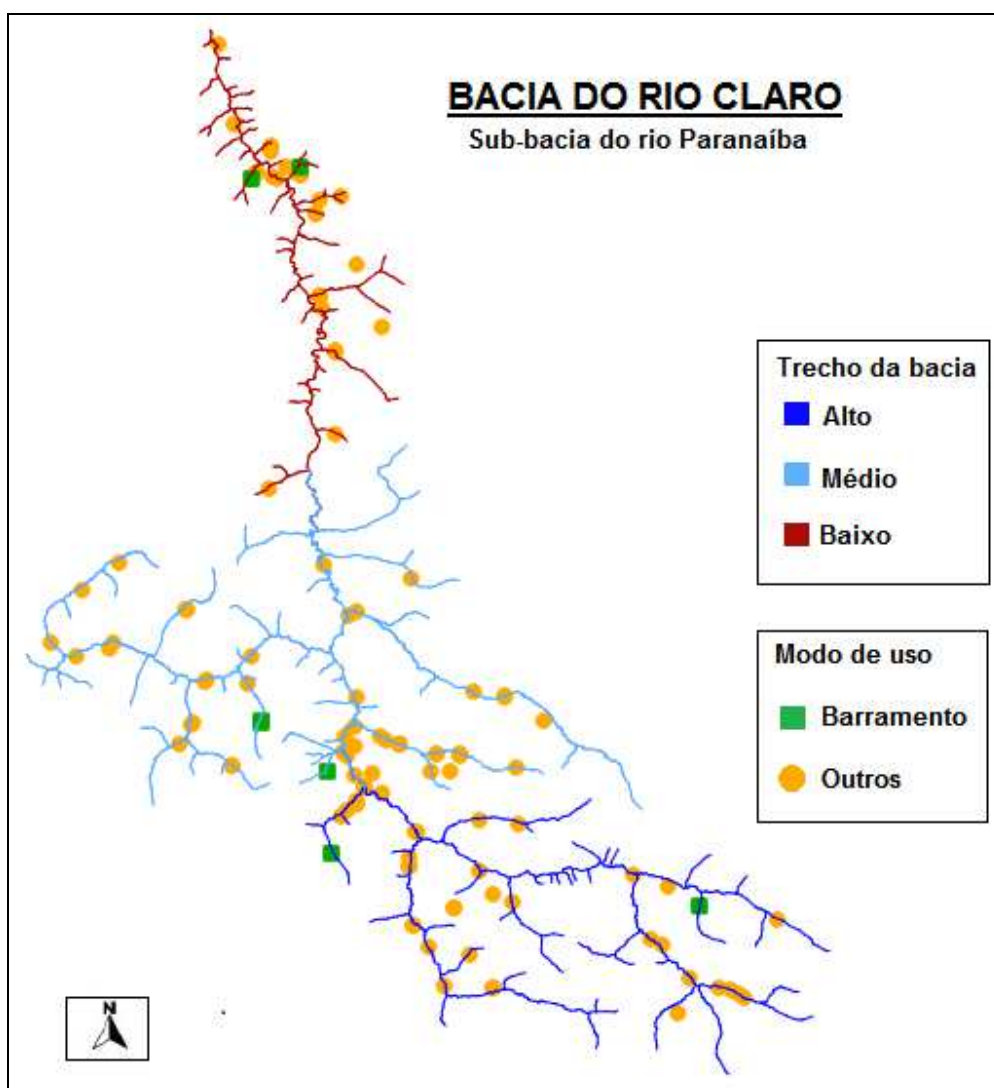


Figura 10 – Localização dos processos de outorga e divisões da bacia do rio Claro

3.1. Alto

A porção da bacia hidrográfica denominada alto rio Claro está situada a montante do ponto de coordenadas geográficas -19,7798 e -47,7798.

Considerando somente a calha do alto rio Claro, a Figura 11 demonstra que em todos os trechos do rio a disponibilidade hídrica é menor que a demanda.

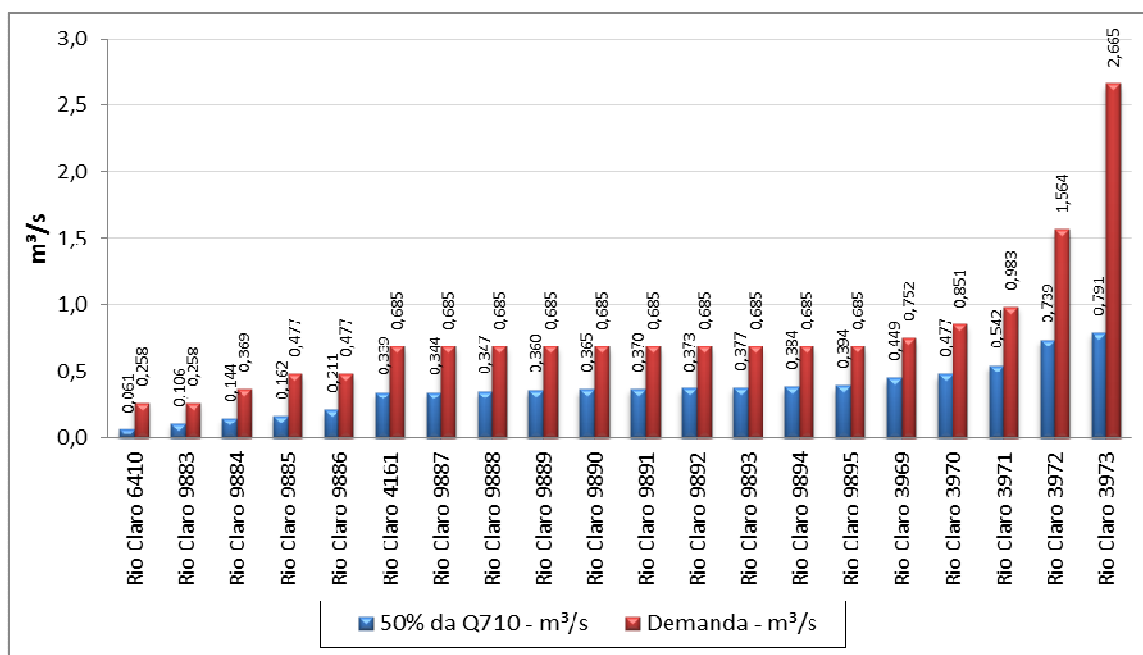


Figura 11 – Disponibilidade e demanda da calha do alto rio Claro

Analisando os afluentes do alto rio Claro, observa-se que somente os trechos da microbacia do Córrego das Estacas não possuem uma demanda por água superior ao percentual outorgável, conforme a Figura 12.

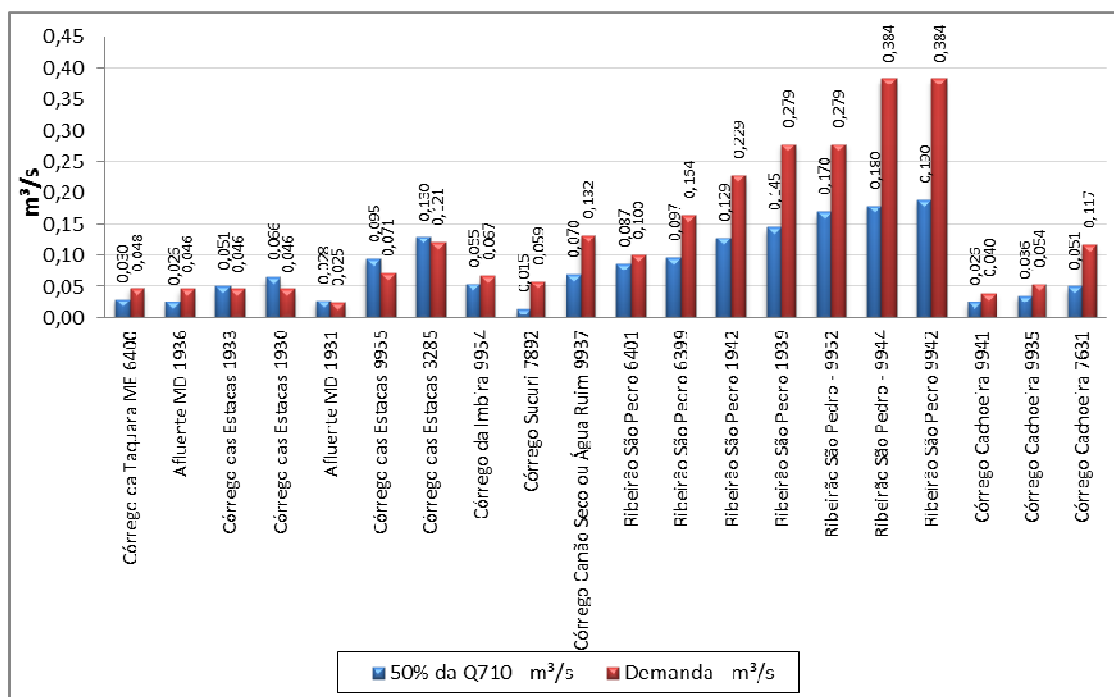


Figura 12 – Disponibilidade e demanda dos afluentes com demanda do alto rio Claro

Os trechos onde a demanda é superior à disponibilidade caracterizam áreas de conflito no uso das águas. A Tabela 5 e Figura 13 apresentam os cursos d'água ao longo do alto rio Claro onde 50% da $Q_{7,10}$ menos a demanda no trecho resulta em um valor negativo.

Tabela 5 - Cursos d'água com disponibilidade hídrica negativa no alto rio Claro

Nome do curso d'água	Disponibilidade Hídrica - m³/s	Nome do curso d'água	Disponibilidade Hídrica - m³/s
Rio Claro 6410	-0,197	Rio Claro 3969	-0,302
Rio Claro 9883	-0,152	Córrego Sucuri 7892	-0,044
Córrego da Taquara ME 6400	-0,018	Rio Claro 3970	-0,374
Rio Claro 9884	-0,225	Córrego Canão Seco ou Água Ruim 9937	-0,062
Rio Claro 9885	-0,315	Rio Claro 3971	-0,441
Rio Claro 9886	-0,266	Ribeirão São Pedro 6401	-0,013
Afluente MD 1936	-0,020	Ribeirão São Pedro 6399	-0,067
Rio Claro 4161	-0,346	Ribeirão São Pedro 1942	-0,100
Rio Claro 9887	-0,340	Ribeirão São Pedro 1939	-0,133
Rio Claro 9888	-0,338	Ribeirão São Pedro - 9952	-0,109
Rio Claro 9889	-0,325	Ribeirão São Pedro - 9944	-0,204
Rio Claro 9890	-0,319	Ribeirão São Pedro 9942	-0,194
Rio Claro 9891	-0,315	Rio Claro 3972	-0,825
Rio Claro 9892	-0,312	Córrego Cachoeira 9941	-0,014
Rio Claro 9893	-0,307	Córrego Cachoeira 9935	-0,019
Rio Claro 9894	-0,301	Córrego Cachoeira 7631	-0,066
Rio Claro 9895	-0,291	Rio Claro 3973	-1,874
Córrego da Imbira 9954	-0,012		

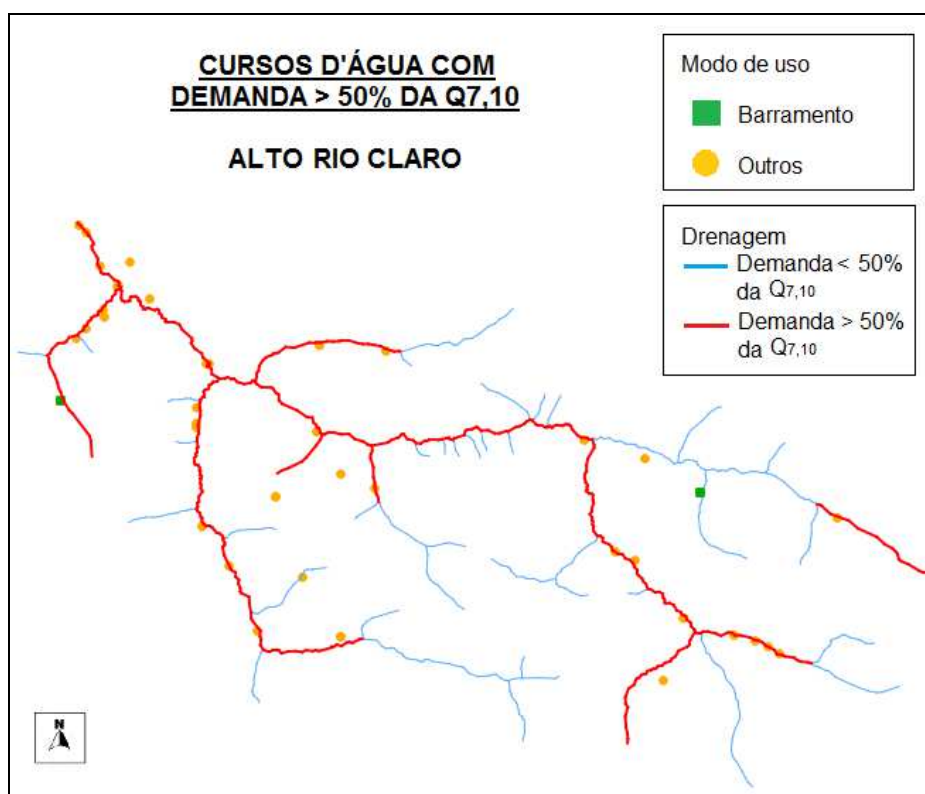


Figura 13 – Cursos d'água com demanda superior a 50% da Q_{7,10} no alto rio Claro

Ao longo do alto rio Claro percebe-se 38 pontos de intervenção, de acordo com a Figura 14. Vários usuários estão inseridos no processo único de outorga que renova a portaria 1592/2007. Dos 38 usuários, somente um, o CODAU, promove o abastecimento público, os demais destinam água para irrigação.



Figura 14 – Finalidades de uso nos afluentes do alto rio claro

3.2. Médio

O trecho do médio rio Claro limita-se entre o ponto de coordenadas -19,5166 e -47,7661, no encontro do córrego da Cachoeira com o rio Claro, e o ponto de coordenadas -19,3387 e -47,7981, após a junção do córrego dos Poções com o rio Claro.

Analisando a Figura 15, com os dados apenas da calha principal do rio, verifica-se que os valores, correspondentes aos 50% da $Q_{7,10}$, em todos os trechos do rio Claro são inferiores ao valor da demanda por água.

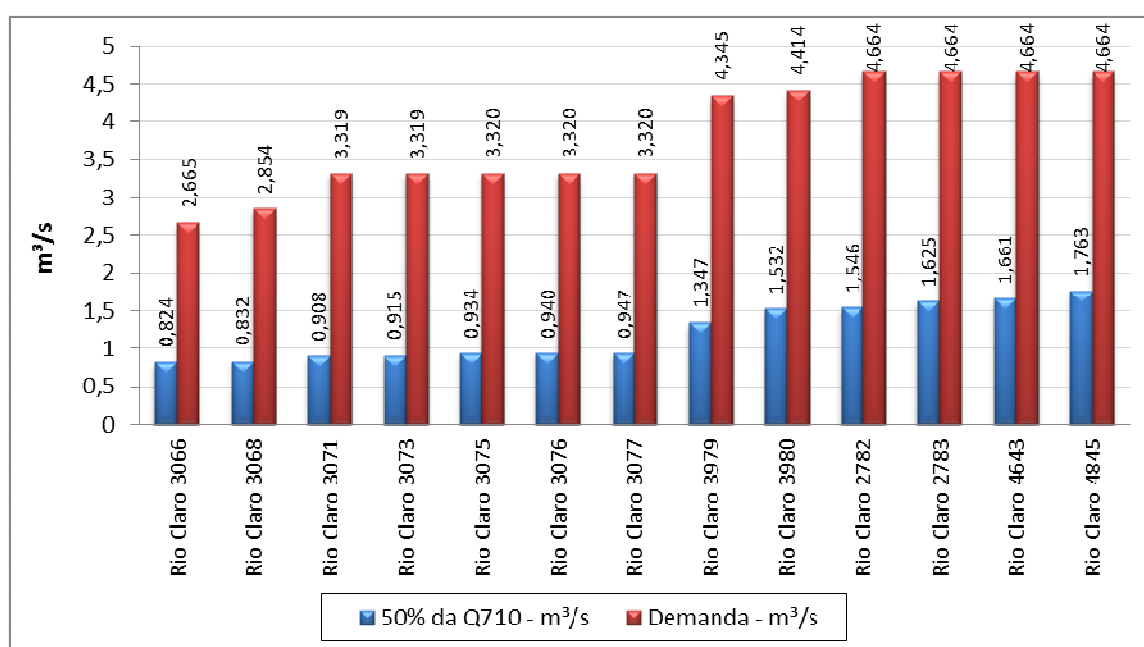


Figura 15 – Disponibilidade hídrica da calha principal na região do médio rio Claro

Considerando apenas os afluentes do médio rio Claro, tanto do lado esquerdo da calha principal quanto do lado direito, foram lançados os valores dos 50% da $Q_{7,10}$ e da demanda hídrica de cada trecho (Figura 16). A maioria dos trechos apresenta demanda superior à disponibilidade.

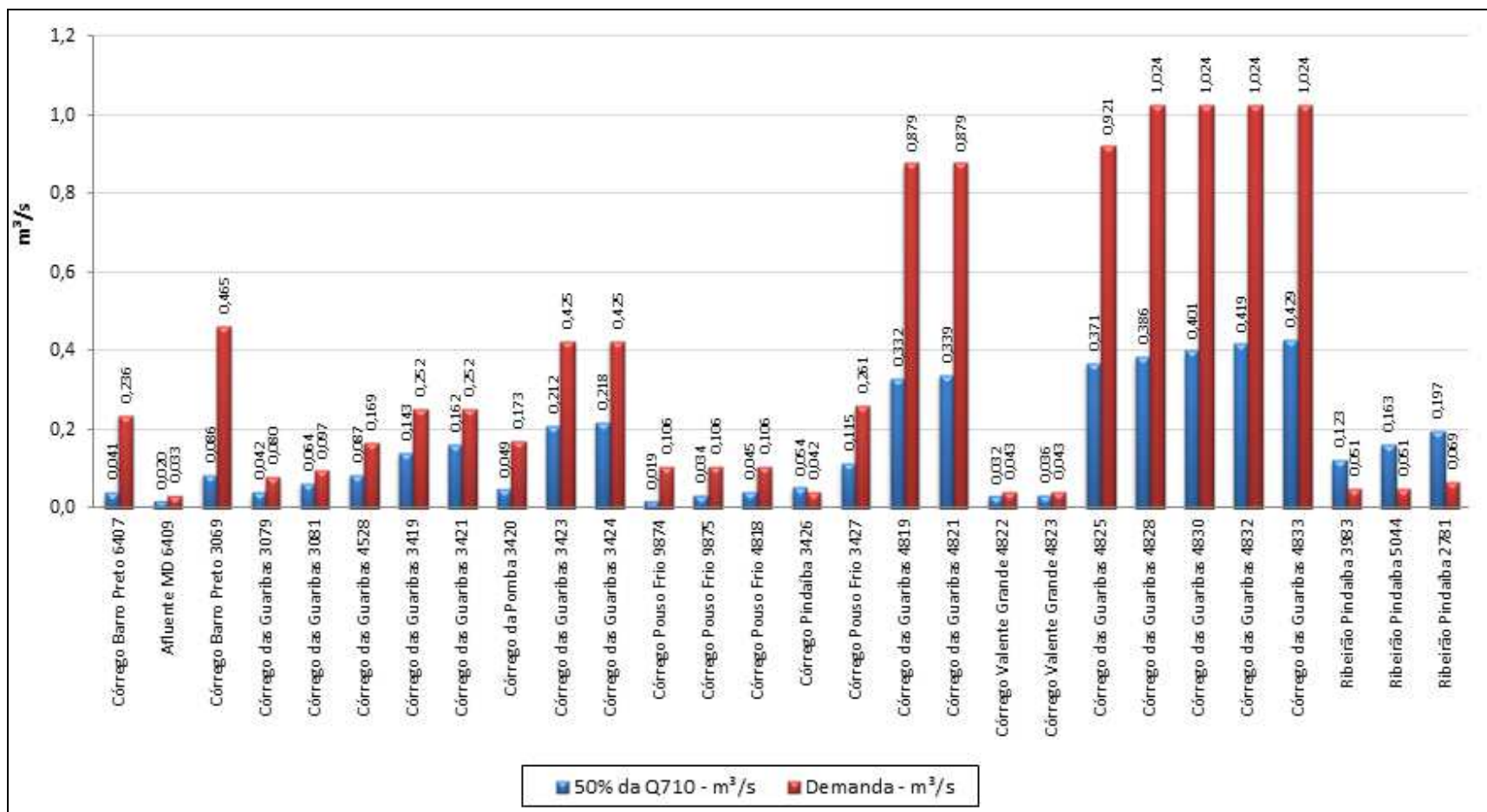


Figura 16 – Disponibilidade hídrica dos afluentes com demanda do médio rio Claro

Tendo como base os processos de outorga calculou-se a demanda hídrica por trecho na bacia. Diante dos resultados obtidos, é possível notar a existência de diversos trechos onde a demanda ultrapassa o valor da disponibilidade hídrica (50% da $Q_{7,10}$), resultando em um valor negativo. Os trechos e seu respectivos valores são descritos na Tabela 6 e Figura 17.

Tabela 6 – Curso d'água da calha principal com disponibilidade hídrica negativa no médio rio Claro

Nome do curso d'água	Disponibilidade Hídrica - m³/s	Nome do curso d'água	Disponibilidade Hídrica - m³/s
Rio Claro 3066	-1,841	Córrego Pouso Frio 9875	-0,072
Rio Claro 3068	-2,022	Córrego Pouso Frio 4818	-0,061
Córrego Barro Preto 6407	-0,195	Córrego Pouso Frio 3427	-0,145
Afluente MD 6409	-0,013	Córrego das Guaribas 4819	-0,547
Córrego Barro Preto 3069	-0,379	Córrego das Guaribas 4821	-0,539
Rio Claro 3071	-2,411	Córrego Valente Grande 4822	-0,011
Rio Claro 3073	-2,404	Córrego Valente Grande 4823	-0,007
Rio Claro 3075	-2,386	Córrego das Guaribas 4825	-0,550
Rio Claro 3076	-2,380	Córrego das Guaribas 4828	-0,638
Rio Claro 3077	-2,374	Córrego das Guaribas 4830	-0,623
Córrego das Guaribas 3079	-0,038	Córrego das Guaribas 4832	-0,606
Córrego das Guaribas 3081	-0,033	Córrego das Guaribas 4833	-0,595
Córrego das Guaribas 4528	-0,082	Rio Claro 3979	-2,997
Córrego das Guaribas 3419	-0,110	Rio Claro 3980	-2,882
Córrego das Guaribas 3421	-0,090	Rio Claro 2782	-3,118
Córrego da Pomba 3420	-0,124	Rio Claro 2783	-3,039
Córrego das Guaribas 3423	-0,213	Rio Claro 4643	-3,003
Córrego das Guaribas 3424	-0,207	Rio Claro 4845	-2,900
Córrego Pouso Frio 9874	-0,087		

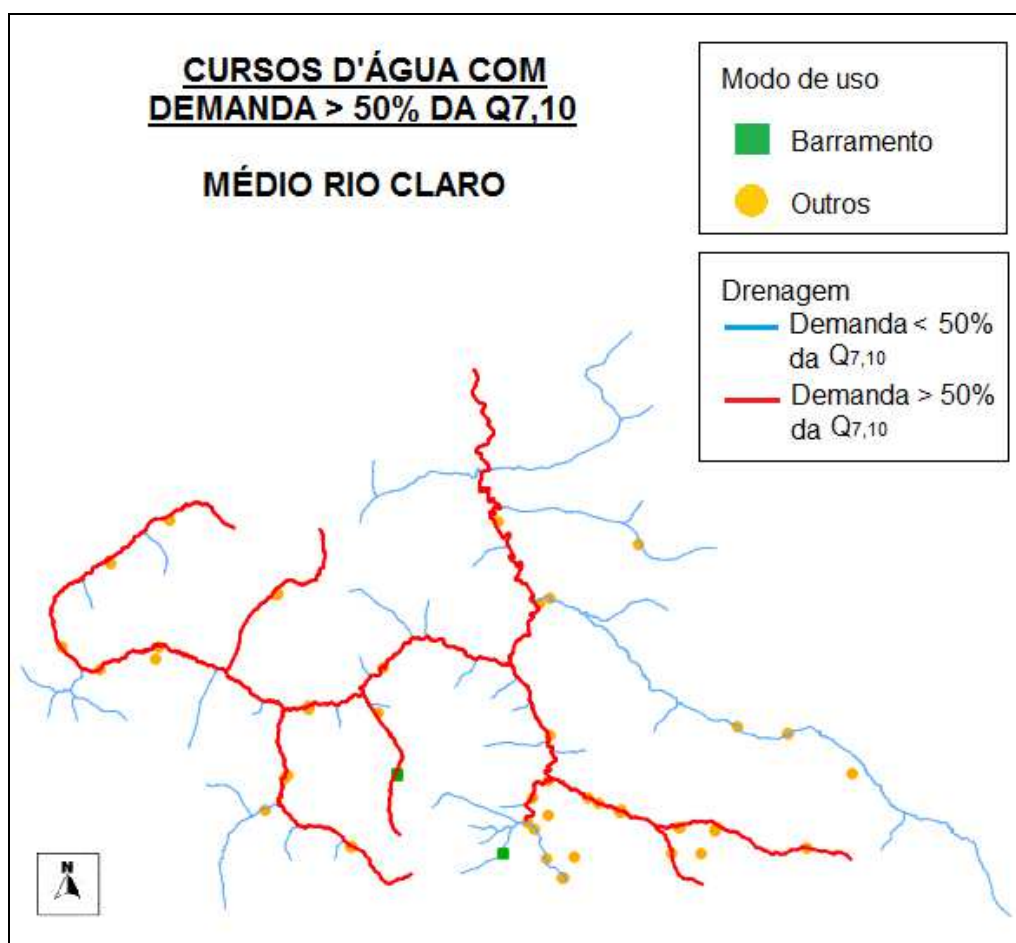


Figura 17 – Cursos d'água com demanda superior a 50% da $Q_{7,10}$ no médio rio Claro

Na região do médio rio Claro foram levantados 52 usuários com diferentes finalidades de uso da água, conforme a Figura 18. Analisando a figura, verifica-se que 50% dos usuários levantados tem como finalidade o uso para a irrigação, ou seja, a metade dos usuários.

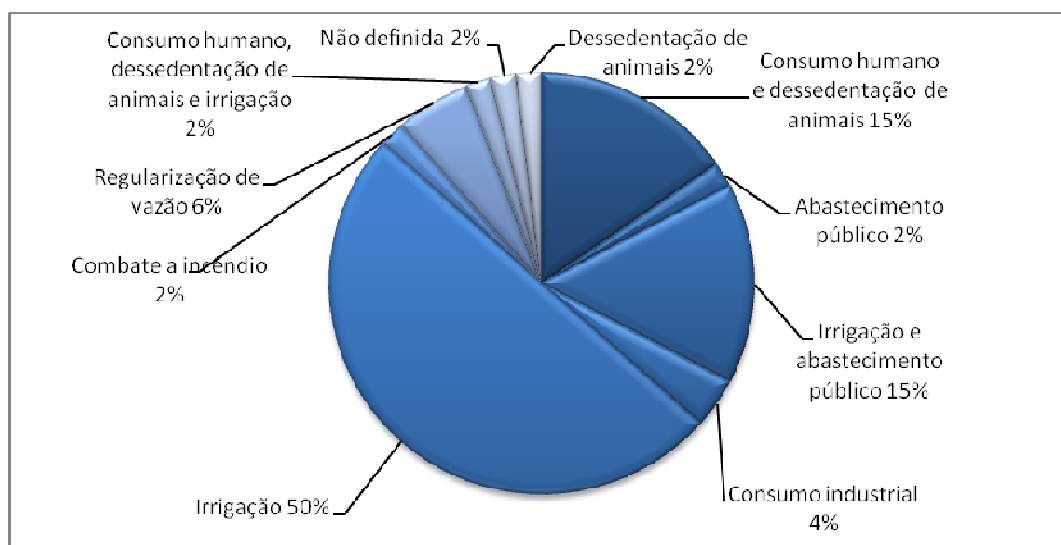


Figura 18 – Finalidades de uso nos trechos do médio rio Claro

3.3. Baixo

O trecho denominado baixo rio Claro tem início nas coordenadas -19,3387 e -47,7981, após a confluência entre o rio Claro e o Córrego dos poções, e limite final em sua foz, no rio Araguari, nas coordenadas -19,0937 e -47,8527.

Considerando somente a calha do rio, a Figura 19 demonstra que a disponibilidade do baixo rio Claro é crescente até a foz no rio Araguari. A demanda, levantada a partir dos processos de outorga, é superior à disponibilidade em todos os trechos.

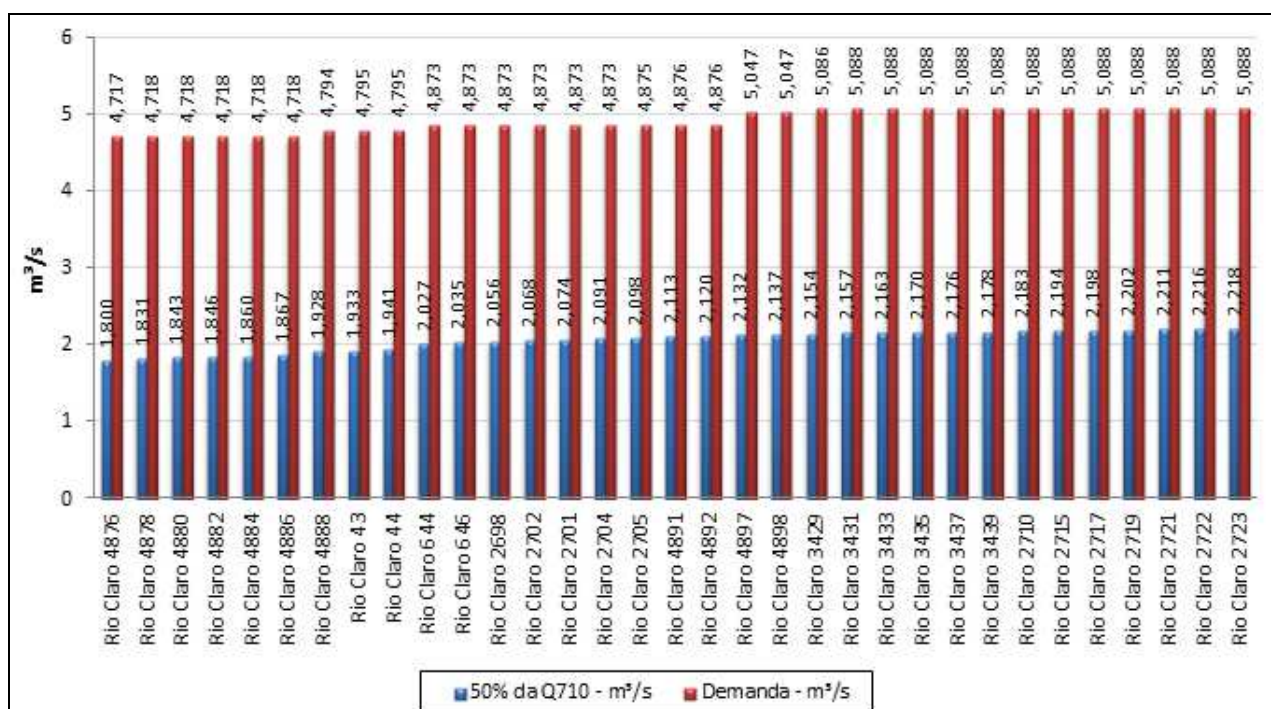


Figura 19 – Disponibilidade e demanda da calha do baixo rio Claro

Avaliando os afluentes do baixo rio Claro, observa-se variações quanto a disponibilidade e a demanda em alguns trechos, conforme a Figura 20.

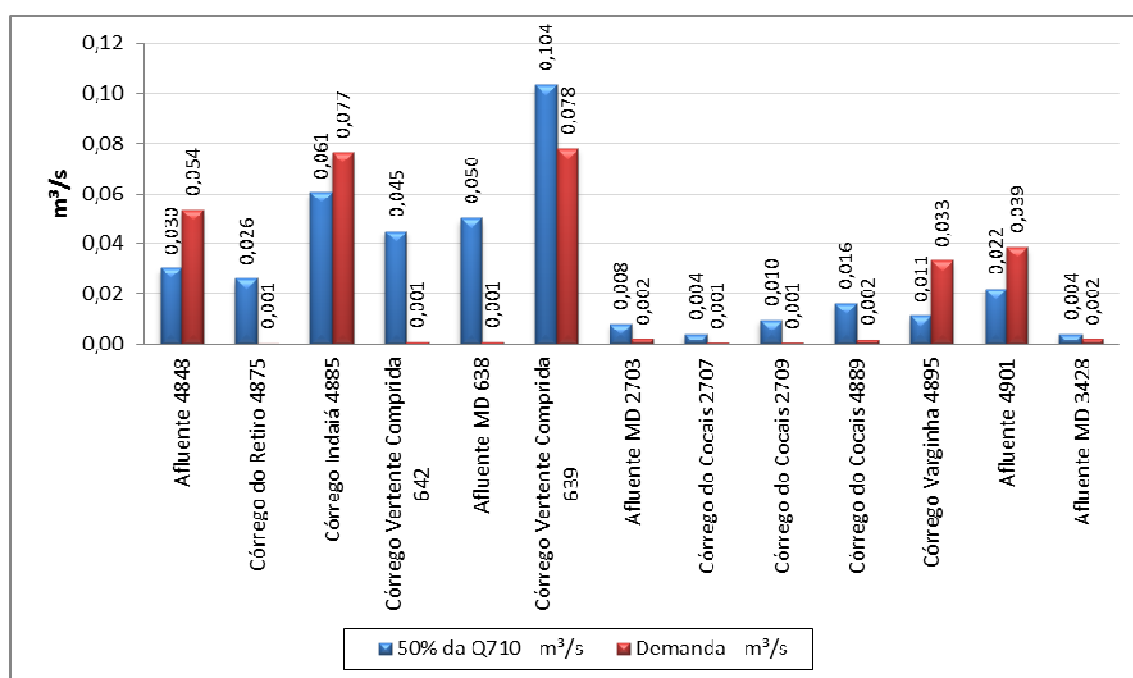


Figura 20 – Disponibilidade e demanda dos afluentes com demanda do baixo rio Claro

Os trechos onde a demanda é superior à disponibilidade caracterizam áreas de conflito no uso das águas. A Tabela 7 e a Figura 21 apresentam os cursos d'água onde 50% da $Q_{7,10}$ menos a demanda no trecho resulta em um valor negativo.

Tabela 7 – Cursos d'água com disponibilidade hídrica negativa no baixo rio Claro

Nome do curso d'água	Disponibilidade Hídrica - m³/s	Nome do curso d'água	Disponibilidade Hídrica - m³/s
Afluente 4848	-0,023	Rio Claro 4892	-2,757
Rio Claro 4876	-2,917	Córrego Varginha 4895	-0,022
Rio Claro 4878	-2,887	Rio Claro 4897	-2,915
Rio Claro 4880	-2,874	Rio Claro 4898	-2,910
Rio Claro 4882	-2,872	Afluente 4901	-0,017
Rio Claro 4884	-2,857	Rio Claro 3429	-2,931
Rio Claro 4886	-2,851	Rio Claro 3431	-2,930
Córrego Indaiá 4885	-0,016	Rio Claro 3433	-2,925
Rio Claro 4888	-2,866	Rio Claro 3435	-2,918
Rio Claro 43	-2,862	Rio Claro 3437	-2,912
Rio Claro 44	-2,854	Rio Claro 3439	-2,909
Rio Claro 644	-2,845	Rio Claro 2710	-2,905
Rio Claro 646	-2,838	Rio Claro 2715	-2,893
Rio Claro 2698	-2,817	Rio Claro 2717	-2,890
Rio Claro 2702	-2,804	Rio Claro 2719	-2,886
Rio Claro 2701	-2,799	Rio Claro 2721	-2,877
Rio Claro 2704	-2,782	Rio Claro 2722	-2,872
Rio Claro 2705	-2,777	Rio Claro 2723	-2,870
Rio Claro 4891	-2,763		

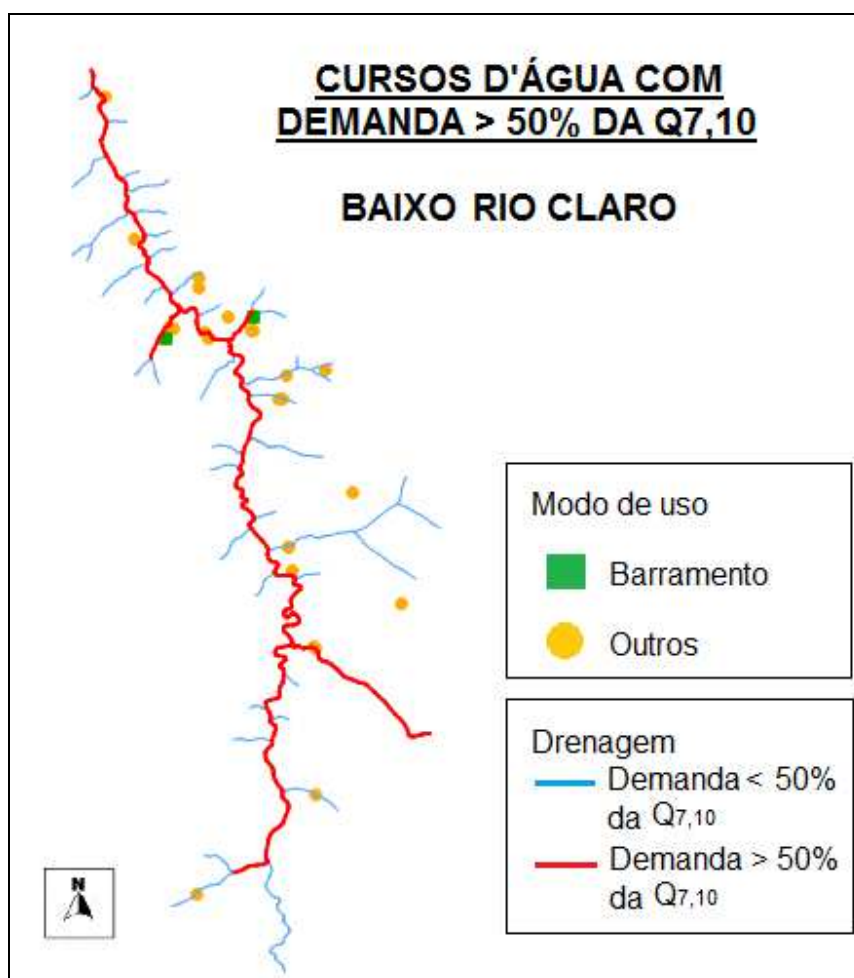


Figura 21 – Cursos d'água com demanda superior a 50% da Q_{7,10} no baixo rio Claro

Ao longo de todo o baixo rio Claro foram levantados 30 usuários, com diferentes finalidades de uso, conforme a Figura 22. Os usos considerados prioritários, como o consumo humano e dessedentação animal correspondem a maior parcela (40%), em seguida encontra-se a irrigação e o consumo agroindustrial, com 27%.

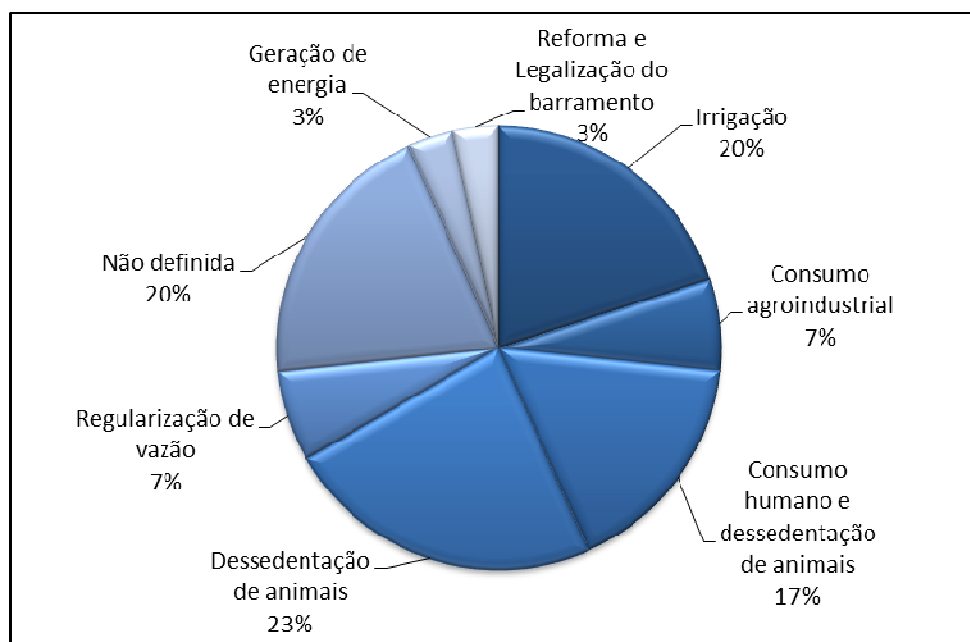


Figura 22 – Finalidades de uso nos afluentes do baixo rio claro

3.4. Área de conflito

No ano de 2005, verificou-se que uma determinada área da bacia hidrográfica do rio Claro, situada a montante do ponto de coordenadas geográficas 19°33'47"S/47°37'14", possuía uma grande demanda de uso de recurso hídrico superficial.

Após análise técnica, o IGAM constatou que a demanda por recursos hídricos era superior à vazão outorgável, ficando a região declarada como área de conflito através da DAC nº 002/2005.

Na época havia um comprometimento de 112% da $Q_{7,10}$ e vários processos já haviam sido indeferidos por indisponibilidade hídrica.

Diante da situação, os usuários da região se organizaram e fizeram uma alocação negociada de água. Foi feita uma distribuição de água entre os mais diversos usos dentro de da bacia hidrográfica, buscando atender às necessidades ambientais, econômicas e sociais por água; reduzir ou eliminar os conflitos entre usuários da água e possibilitar o planejamento das demandas futuras a serem atendidas.

Em 28/09/2007 foi publicada a Portaria Única de Outorga nº 01592/2007 autorizando os usuários de água da bacia do rio Claro a fazerem suas intervenções.

A área de conflito está situada no alto rio Claro, conforme observado na Figura 23.

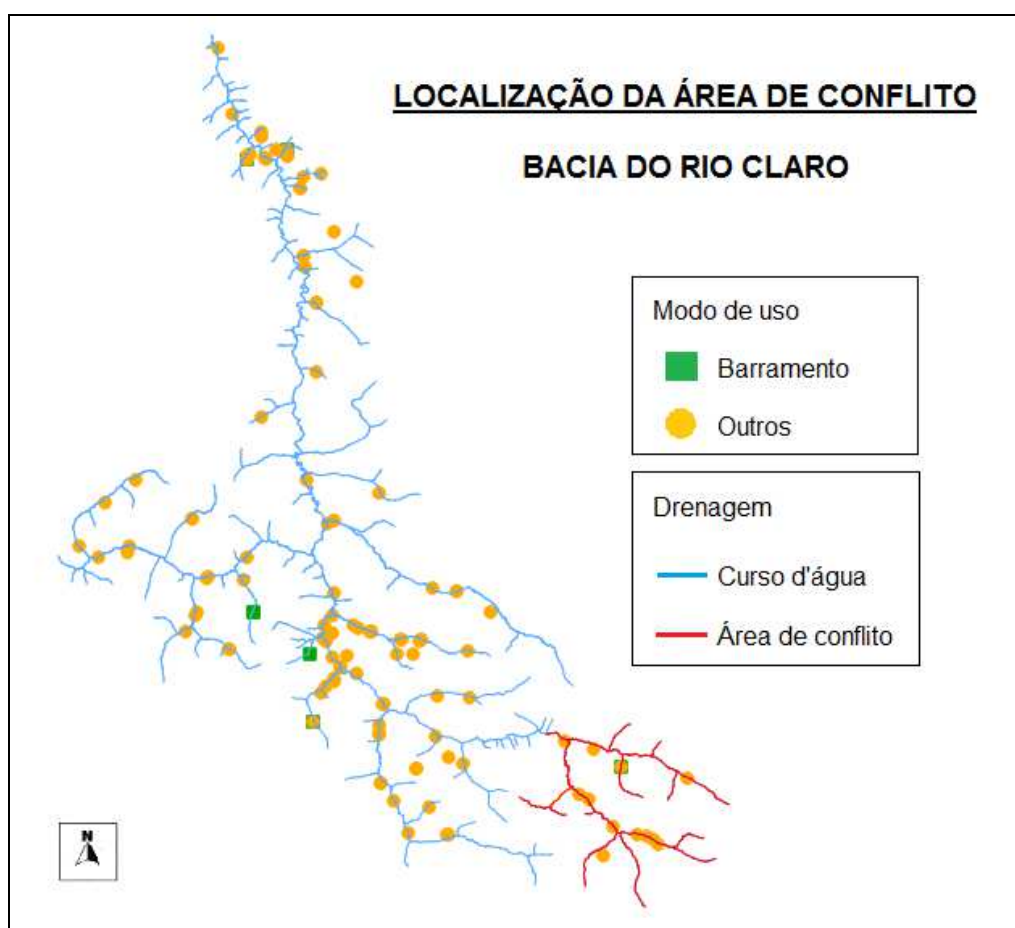


Figura 23 – Localização da área de conflito

4. REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO

A regularização das vazões naturais é um procedimento que visa uma melhor utilização dos recursos hídricos superficiais.

Sempre que um projeto de aproveitamento hídrico de um curso d'água prevê uma vazão de retirada maior que a mínima, existirão, em consequência, períodos em que a vazão natural será

superior a utilizada e períodos em a que a vazão será menor não atendendo a demanda. Sendo assim, é necessário promover o represamento das águas, através da construção de reservatórios em seções bem determinadas dos cursos d'água naturais, para que se possa reter o excesso de água dos períodos de grandes vazões para ser utilizado nas épocas de estiagem.

Qualquer que seja o tamanho da barragem ou a finalidade das águas acumuladas em seu reservatório, sua principal função é a de fornecer uma vazão maior que a possível de captação a fio d'água, ou não muito variável, tendo ela recebido do rio vazões muito variáveis no tempo, regulando assim o fluxo residual.

Na bacia hidrográfica do rio Claro foi calculado o potencial de regularização para cada trecho através da Equação 1.

$$\text{Potencial de regularização} = (0,7 \times Q_{\text{mld}}) - (0,5 \times Q_{7,10}) \quad (1)$$

As Tabelas 8 a 10 apresentam o resultado do potencial de regularização de cada trecho da bacia do rio Claro.

Tabela 8 – Potencial de regularização do alto rio Claro

Nome do curso d'água	Potencial de regularização	Nome do curso d'água	Potencial de regularização
Afluente MD 6558	0,084	Rio Claro 9895	1,964
Afluente ME 3974	0,103	Afluente ME 1944	0,062
Rio Claro 6410	0,284	Afluente ME 1943	0,033
Afluente ME 7006	0,065	Córrego da Imbira 1935	0,183
Rio Claro 9883	0,509	Afluente ME 1934	0,025
Córrego da Taquara ME 6400	0,134	Córrego da Imbira 9954	0,254
Rio Claro 9884	0,707	Rio Claro 3969	2,245
Afluente ME 6397	0,028	Córrego Sucuri 7892	0,063
Rio Claro 9885	0,797	Rio Claro 3970	2,384
Afluente ME 1945	0,080	Córrego Canão Seco ou Água Ruim 9938	0,141
Afluente ME 1946	0,047	Afluente MD 9939	0,025
Afluente ME 1940	0,158	Córrego Canão Seco ou Água Ruim 9937	0,000
Rio Claro 9886	0,749	Rio Claro 3971	2,717
Afluente MD 1936	0,117	Ribeirão São Pedro 7895	0,048
Afluente MD 1937	0,057	Afluente ME 7896	0,025
Córrego das Estacas 1933	0,233	Ribeirão São Pedro 7894	0,076

Nome do curso d'água	Potencial de regularização	Nome do curso d'água	Potencial de regularização
Afluente MD 1932	0,035	Afluente ME 7897	0,074
Córrego das Estacas 1930	0,308	Ribeirão São Pedro 6402	0,283
Afluente MD 1931	0,123	Afluente ME 6403	0,050
Córrego das Estacas 9955	0,454	Ribeirão São Pedro 6401	0,411
Córrego da Bandeira 1929	0,060	Afluente ME 6557	0,028
Córrego das Estacas 3285	0,631	Ribeirão São Pedro 6399	0,463
Rio Claro 4161	1,684	Afluente ME 6398	0,068
Afluente MD 9947	0,018	Ribeirão São Pedro 1942	0,624
Rio Claro 9887	1,712	Córrego Capão da Correia 1941	0,052
Afluente MD 9946	0,014	Ribeirão São Pedro 1939	0,709
Rio Claro 9888	1,726	Afluente ME - 1938	0,045
Afluente MD 9945	0,053	Ribeirão São Pedro - 9952	0,836
Rio Claro 9889	1,146	Afluente ME - 9951	0,023
Afluente ME 9949	0,022	Ribeirão São Pedro - 9944	0,886
Rio Claro 9890	1,820	Afluente ME 9943	0,033
Afluente ME 9948	0,012	Ribeirão São Pedro 9942	0,934
Rio Claro 9891	1,841	Rio Claro 3972	2,382
Afluente ME 7893	0,016	Córrego Cachoeira 9941	0,113
Rio Claro 9892	1,858	Afluente ME - 9940	0,032
Afluente ME 9950	0,018	Córrego Cachoeira 9935	0,162
Rio Claro 9893	1,880	Afluente ME 9936	0,031
Afluente ME 3284	0,012	Córrego Cachoeira 7631	0,234
Rio Claro 9894	1,912	Rio Claro 3973	3,989
Afluente ME 9953	0,021		

Tabela 9 – Potencial de regularização do médio rio Claro

Nome do curso d'água	Potencial de regularização	Nome do curso d'água	Potencial de regularização
Afluente 6404	0,011	Córrego Pindaibinha 6406	0,033
Afluente 3060	0,019	Córrego Pouso Frio 4818	0,205
Afluente 3062	0,033	Córrego Pindaíba 6405	0,173
Córrego do Jacaré 3061	0,065	Córrego Palestino 3425	0,044
Córrego do Jacaré 3064	0,100	Córrego Pindaíba 3426	0,250
Córrego Água Boita 3063	0,070	Córrego Pouso Frio 3427	0,562
Córrego Água Boita 3065	0,172	Córrego das Guaribas 4819	1,648
Rio Claro 3066	4,158	Afluente 4820	0,021
Afluente 3067	0,016	Córrego das Guaribas 4821	1,687
Rio Claro 3068	4,201	Córrego Valente Grande 4822	0,146
Córrego Barro Preto 6407	0,188	Afluente 4824	0,012
Afluente MD 6409	0,085	Córrego Valente Grande 4823	0,162

Nome do curso d'água	Potencial de regularização	Nome do curso d'água	Potencial de regularização
Córrego Barro Preto 3069	0,407	Córrego das Guaribas 4825	1,849
Rio Claro 3071	4,590	Afluente 4826	0,023
Afluente MD 3070	0,037	Córrego das Guaribas 4828	1,926
Rio Claro 3073	4,626	Córrego do Coxo 4827	0,077
Córrego Olho D'água 3072	0,054	Córrego das Guaribas 4830	2,002
Rio Claro 3075	4,724	Afluente 4829	0,046
Afluente 3074	0,010	Córrego das Guaribas 4832	2,089
Rio Claro 3076	4,756	Afluente 4831	0,032
Afluente 4522	0,025	Córrego das Guaribas 4833	2,142
Rio Claro 3077	4,787	Rio Claro 3979	6,854
Afluente 3415	0,034	Ribeirão Pindaíba 6408	0,157
Afluente 3416	0,020	Afluente MD 3981	0,038
Afluente 3417	0,055	Ribeirão Pindaíba 3983	0,596
Afluente 4530	0,045	Afluente MD 3982	0,036
Afluente 4529	0,019	Ribeirão Pindaíba 5044	0,799
Afluente 4531	0,067	Afluente MD 3984	0,143
Afluente 4532	0,132	Ribeirão Pindaíba 2781	0,972
Córrego das Guaribas 3079	0,195	Rio Claro 3980	7,811
Afluente 3078	0,052	Afluente 4834	0,038
Córrego das Guaribas 3081	0,307	Rio Claro 2782	7,882
Afluente 3080	0,034	Córrego dos Fanecos 4641	0,192
Córrego das Guaribas 4528	0,422	Afluente MD 4640	0,152
Córrego das Guaribas 3419	0,701	Córrego dos Fanecos 4642	0,422
Afluente 3418	0,097	Rio Claro 2783	8,292
Córrego das Guaribas 3421	0,796	Afluente 4836	0,042
Córrego da Pomba 3420	0,230	Afluente 4835	0,058
Córrego das Guaribas 3423	1,047	Córrego da Onça 3978	0,207
Afluente 3422	0,016	Rio Claro 4643	8,478
Córrego das Guaribas 3424	1,078	Afluente MD 4872	0,132
Córrego Pouso Frio 9874	0,084	Afluente MD 4873	0,222
Afluente 9873	0,031	Córrego dos Poções 4874	0,447
Córrego Pouso Frio 9875	0,154	Rio Claro 4845	9,010

Tabela 10 – Potencial de regularização do baixo rio Claro

Nome do curso d'água	Potencial de regularização	Nome do curso d'água	Potencial de regularização
Afluente 4847	0,089	Afluente MD 2708	0,011
Afluente 4846	0,039	Córrego do Cocais 4889	0,072
Afluente 4848	0,139	Rio Claro 4891	10,828
Rio Claro 4876	9,199	Afluente 4890	0,036

Nome do curso d'água	Potencial de regularização	Nome do curso d'água	Potencial de regularização
Córrego do Retiro 4875	0,118	Rio Claro 4892	10,864
Rio Claro 4878	9,361	Córrego Varginha 4893	0,020
Afluente 4877	0,022	Afluente MD 4894	0,013
Rio Claro 4880	9,426	Córrego Varginha 4895	0,049
Afluente MD 4879	0,014	Rio Claro 4897	10,928
Rio Claro 4882	9,440	Afluente MD 4896	0,011
Afluente 4881	0,011	Rio Claro 4898	10,952
Rio Claro 4884	9,514	Afluente 4899	0,028
Afluente MD 4883	0,012	Afluente 4900	0,042
Rio Claro 4886	9,546	Afluente 4901	0,099
Córrego Indaiá 4885	0,290	Rio Claro 3429	11,042
Rio Claro 4888	9,866	Afluente MD 3428	0,016
Afluente MD 4887	0,023	Rio Claro 3431	11,058
Rio Claro 43	9,890	Afluente 3430	0,022
Afluente 42	0,037	Rio Claro 3433	11,086
Rio Claro 44	9,931	Afluente 3432	0,042
Afluente MD 640	0,104	Rio Claro 3435	11,123
Afluente MD 641	0,084	Afluente MD 3434	0,024
Córrego Vertente Comprida 642	0,213	Rio Claro 3437	11,154
Afluente MD 638	0,237	Afluente MD 3436	0,010
Córrego Vertente Comprida 639	0,505	Rio Claro 3439	11,168
Rio Claro 644	10,383	Afluente MD 3438	0,026
Afluente 643	0,041	Rio Claro 2710	11,192
Rio Claro 646	10,422	Afluente 2711	0,020
Afluente MD 645	0,021	Afluente 2712	0,017
Rio Claro 2698	10,530	Afluente 2713	0,059
Afluente 647	0,070	Rio Claro 2715	11,252
Rio Claro 2702	10,595	Afluente MD 2714	0,019
Afluente 2700	0,030	Rio Claro 2717	11,270
Rio Claro 2701	10,625	Afluente MD 2716	0,008
Córrego Coqueiros 2699	0,074	Rio Claro 2719	11,292
Rio Claro 2704	10,715	Afluente 2718	0,032
Afluente MD 2703	0,034	Rio Claro 2721	11,337
Rio Claro 2705	10,750	Afluente MD 2720	0,015
Córrego do Cocais 2707	0,016	Rio Claro 2722	11,364
Afluente MD 2706	0,022	Afluente 2724	0,008
Córrego do Cocais 2709	0,041	Rio Claro 2723	11,375

Como já citado anteriormente, existem diversos trechos da bacia do rio claro com valor negativo de demanda hídrica e perante a este fato, a opção do incremento da regularização de vazão veio como uma forma de atender a esta demanda atual. Para isso, utilizaram-se os valores do potencial de regularização e os valores da demanda hídrica de cada trecho para analisar a viabilidade desta proposição (Tabela 11).

Tabela 11 – Viabilidade da regularização de vazão

Região	Curso d'água	Potencial de regularização (PR)	Disponibilidade Hídrica (DH)	PR + DH
Alto	Rio Claro 6410	0,284	-0,197	0,087
Alto	Rio Claro 9883	0,509	-0,152	0,356
Alto	Córrego da Taquara ME 6400	0,134	-0,018	0,116
Alto	Rio Claro 9884	0,707	-0,225	0,482
Alto	Rio Claro 9885	0,797	-0,315	0,483
Alto	Rio Claro 9886	0,749	-0,266	0,483
Alto	Afluente MD 1936	0,117	-0,020	0,097
Alto	Rio Claro 4161	1,684	-0,346	1,338
Alto	Rio Claro 9887	1,712	-0,340	1,372
Alto	Rio Claro 9888	1,726	-0,338	1,389
Alto	Rio Claro 9889	1,146	-0,325	0,821
Alto	Rio Claro 9890	1,820	-0,319	1,501
Alto	Rio Claro 9891	1,841	-0,315	1,526
Alto	Rio Claro 9892	1,858	-0,312	1,546
Alto	Rio Claro 9893	1,880	-0,307	1,572
Alto	Rio Claro 9894	1,912	-0,301	1,611
Alto	Rio Claro 9895	1,964	-0,291	1,674
Alto	Córrego da Imbira 9954	0,254	-0,012	0,242
Alto	Rio Claro 3969	2,245	-0,302	1,943
Alto	Córrego Sucuri 7892	0,063	-0,044	0,019
Alto	Rio Claro 3970	2,384	-0,374	2,010
Alto	Córrego Canão Seco ou Água Ruim 9937	0,000	-0,062	-0,062
Alto	Rio Claro 3971	2,717	-0,441	2,276
Alto	Ribeirão São Pedro 6401	0,411	-0,013	0,397
Alto	Ribeirão São Pedro 6399	0,463	-0,067	0,396
Alto	Ribeirão São Pedro 1942	0,624	-0,100	0,524
Alto	Ribeirão São Pedro 1939	0,709	-0,133	0,575
Alto	Ribeirão São Pedro - 9952	0,836	-0,109	0,727
Alto	Ribeirão São Pedro - 9944	0,886	-0,204	0,683
Alto	Ribeirão São Pedro 9942	0,934	-0,194	0,741
Alto	Rio Claro 3972	2,382	-0,825	1,557

Região	Curso d'água	Potencial de regularização (PR)	Disponibilidade Hídrica (DH)	PR + DH
Alto	Córrego Cachoeira 9941	0,113	-0,014	0,099
Alto	Córrego Cachoeira 9935	0,162	-0,019	0,143
Alto	Córrego Cachoeira 7631	0,234	-0,066	0,168
Alto	Rio Claro 3973	3,989	-1,874	2,115
Médio	Rio Claro 3066	4,158	-1,841	2,317
Médio	Rio Claro 3068	4,201	-2,022	2,179
Médio	Córrego Barro Preto 6407	0,188	-0,195	-0,007
Médio	Afluente MD 6409	0,085	-0,013	0,072
Médio	Córrego Barro Preto 3069	0,407	-0,379	0,028
Médio	Rio Claro 3071	4,590	-2,411	2,179
Médio	Rio Claro 3073	4,626	-2,404	2,222
Médio	Rio Claro 3075	4,724	-2,386	2,337
Médio	Rio Claro 3076	4,756	-2,380	2,376
Médio	Rio Claro 3077	4,787	-2,374	2,413
Médio	Córrego das Guaribas 3079	0,195	-0,038	0,156
Médio	Córrego das Guaribas 3081	0,307	-0,033	0,275
Médio	Córrego das Guaribas 4528	0,422	-0,082	0,340
Médio	Córrego das Guaribas 3419	0,701	-0,110	0,591
Médio	Córrego das Guaribas 3421	0,796	-0,090	0,705
Médio	Córrego da Pomba 3420	0,230	-0,124	0,106
Médio	Córrego das Guaribas 3423	1,047	-0,213	0,833
Médio	Córrego das Guaribas 3424	1,078	-0,207	0,871
Médio	Córrego Pouso Frio 9874	0,084	-0,087	-0,003
Médio	Córrego Pouso Frio 9875	0,154	-0,072	0,083
Médio	Córrego Pouso Frio 4818	0,205	-0,061	0,143
Médio	Córrego Pouso Frio 3427	0,562	-0,145	0,417
Médio	Córrego das Guaribas 4819	1,648	-0,547	1,101
Médio	Córrego das Guaribas 4821	1,687	-0,539	1,147
Médio	Córrego Valente Grande 4822	0,146	-0,011	0,135
Médio	Córrego Valente Grande 4823	0,162	-0,007	0,155
Médio	Córrego das Guaribas 4825	1,849	-0,550	1,298
Médio	Córrego das Guaribas 4828	1,926	-0,638	1,288
Médio	Córrego das Guaribas 4830	2,002	-0,623	1,379
Médio	Córrego das Guaribas 4832	2,089	-0,606	1,483
Médio	Córrego das Guaribas 4833	2,142	-0,595	1,547
Médio	Rio Claro 3979	6,854	-2,997	3,857
Médio	Rio Claro 3980	7,811	-2,882	4,929
Médio	Rio Claro 2782	7,882	-3,118	4,764
Médio	Rio Claro 2783	8,292	-3,039	5,254
Médio	Rio Claro 4643	8,478	-3,003	5,475

Região	Curso d'água	Potencial de regularização (PR)	Disponibilidade Hídrica (DH)	PR + DH
Médio	Rio Claro 4845	9,010	-2,900	6,109
Baixo	Afluente 4848	0,139	-0,023	0,115
Baixo	Rio Claro 4876	9,199	-2,917	6,282
Baixo	Rio Claro 4878	9,361	-2,887	6,475
Baixo	Rio Claro 4880	9,426	-2,874	6,552
Baixo	Rio Claro 4882	9,440	-2,872	6,569
Baixo	Rio Claro 4884	9,514	-2,857	6,657
Baixo	Rio Claro 4886	9,546	-2,851	6,695
Baixo	Córrego Indaiá 4885	0,290	-0,016	0,274
Baixo	Rio Claro 4888	9,866	-2,866	6,999
Baixo	Rio Claro 43	9,890	-2,862	7,028
Baixo	Rio Claro 44	9,931	-2,854	7,077
Baixo	Rio Claro 644	10,383	-2,845	7,537
Baixo	Rio Claro 646	10,422	-2,838	7,584
Baixo	Rio Claro 2698	10,530	-2,817	7,713
Baixo	Rio Claro 2702	10,595	-2,804	7,791
Baixo	Rio Claro 2701	10,625	-2,799	7,826
Baixo	Rio Claro 2704	10,715	-2,782	7,934
Baixo	Rio Claro 2705	10,750	-2,777	7,973
Baixo	Rio Claro 4891	10,828	-2,763	8,065
Baixo	Rio Claro 4892	10,864	-2,757	8,107
Baixo	Córrego Varginha 4895	0,049	-0,022	0,026
Baixo	Rio Claro 4897	10,928	-2,915	8,014
Baixo	Rio Claro 4898	10,952	-2,910	8,042
Baixo	Afluente 4901	0,099	-0,017	0,082
Baixo	Rio Claro 3429	11,042	-2,931	8,111
Baixo	Rio Claro 3431	11,058	-2,930	8,128
Baixo	Rio Claro 3433	11,086	-2,925	8,161
Baixo	Rio Claro 3435	11,123	-2,918	8,206
Baixo	Rio Claro 3437	11,154	-2,912	8,242
Baixo	Rio Claro 3439	11,168	-2,909	8,259
Baixo	Rio Claro 2710	11,192	-2,905	8,287
Baixo	Rio Claro 2715	11,252	-2,893	8,359
Baixo	Rio Claro 2717	11,270	-2,890	8,381
Baixo	Rio Claro 2719	11,292	-2,886	8,406
Baixo	Rio Claro 2721	11,337	-2,877	8,461
Baixo	Rio Claro 2722	11,364	-2,872	8,493
Baixo	Rio Claro 2723	11,375	-2,870	8,505

Analisando a Tabela 11, nota-se que dos 109 trechos levantados com demanda hídrica negativa, em 106 trechos a criação de barragens para a regularização de cheias pode vir a ser uma medida para garantir a vazão necessária para aprovar as necessidades de diversas formas de uso das águas atuais.

Os outros 3 trechos em que mesmo com a instalação de uma barragem para a regularização de vazão o valor de demanda hídrica permanece negativo são: Córrego Canão Seco ou Água Ruim 9937, Córrego Barro Preto 6407 e Córrego Pouso Frio 9874, sendo o primeiro da região do alto rio Claro e os outros dois da região do médio rio Claro.

A implementação de uma barragem de regularização de vazão pode vir a mitigar a problemática da atual situação dos cursos d'água, para tanto deve ser levado em consideração a viabilidade econômica e ambiental da construção desse tipo de obra.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região do triângulo mineiro, onde está inserida a bacia do rio Claro, é reconhecida pela sua produção de safras recordes de cultivos agrícolas, entretanto esta atividade demanda uma grande quantidade de água.

A bacia do rio Claro possuindo clima favorável ao uso agrícola e dispondo de técnicas da agricultura moderna para a correção do solo, apresenta a maioria dos usuários de água da bacia classificados na finalidade de irrigação.

O estudo apresenta, ainda, a bacia do rio Claro em diferentes aspectos ambientais e hídricos, contemplando a qualidade e a quantidade das águas na bacia. De maneira geral, a qualidade das águas se encontra razoável, enquanto a quantidade apresenta situações de conflito entre a demanda e a disponibilidade.

Atualmente, há uma área no alto rio Claro declarada como área de conflito, mas observa-se que outros trechos da bacia possuem uma demanda de água superior à disponibilidade (50% da $Q_{7,10}$). Tal fato pode ocasionar uma situação de desequilíbrio ambiental com reflexos ao sistema hídrico.

A situação conflituosa pode ser mitigada com o planejamento de barramentos, como forma de regularizar a vazão e, conseqüentemente, trazer melhorias no gerenciamento dos recursos hídricos superficiais.

6. REFERÊNCIAS

- ANA, Agência Nacional de Águas. **Portal da Qualidade das Águas**. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/>>. Acesso em: 09 de agosto de 2012.
- BATEZELLI, M. 1995. **Arcabouço tectono-estratigráfico e evolução das Bacias Caiuá e Bauru no Sudeste brasileiro**. *Revista Brasileira de Geociências*. vol.40 no. 2 São Paulo. 2010.
- BRASIL. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- CBH ARAGUARI, Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Araguari. **Plano da Bacia**. Disponível em: <<http://www.cbharaguari.org.br/>>. Acesso em: 10 de agosto de 2012.
- DATASUS, Departamento de Informática do SUS. **Informações de Saúde, 2000**. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br/>>. Acesso em: 10 de agosto de 2012.
- GRUPO DE TRABALHO GT-CHAPADA. **Proposta para Criação de APA na Chapada do Bugre/ Triângulo Mineiro**. CBH Araguari. 2011.
- HEINECK, C.A.; Leite, C.A.S.; Silva, M.A. da; Vieira, V.S. **Mapa Geológico de Minas Gerais, escala 1:1.000.000**. Belo Horizonte, 2003. Desenvolvido por: Serviço Geológico Brasileiro – CPRM & Companhia Mineradora de Minas Gerais – COMIG. Versão digital. Disponível em: <<http://www.codemig.com.br/>>. Acesso em: 13 de agosto de 2012.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal (2007)**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 14 de agosto de 2012.
- LIMA, S. do C; QUEIROZ NETO, J. P. de & LEPCSH, I. F. Os solos da chapada Uberlândia - Uberaba. In: LIMA, S. do C., SANTOS, R. J. (Org.). **Gestão Ambiental da Bacia do Rio Araguari Rumo ao desenvolvimento sustentável**. Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia/Instituto de Geografia; Brasília: CNPq, 2004.
- Melo, D. C. S., COPASA MG. **SUPLEMENTO - XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas (2002) – Artigos**. Utilização de Águas Subterrâneas para Abastecimento Público - Experiência da Copasa MG No Triângulo Mineiro. *Revista Águas Subterrâneas*, São Paulo, Brasil - eISSN 2179-9784.
- MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- PEIXINHO, F.C.; BOMFIM, L.F.C. **Mapa de Domínios Hidrogeológicos do Brasil, escala 1:2.500.000**. Projeto SIG de Disponibilidade Hídrica do Brasil, 2002. Desenvolvido por: Serviço Geológico Brasileiro – CPRM; Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral & Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique>>. Acesso em: 10 de agosto de 2012.
- ROSA, R. *et al.* Elaboração de uma base cartográfica e criação de um banco de dados georreferenciados da bacia do rio Araguari - MG. In: LIMA, S. do C., SANTOS, R. J. (Org.). **Gestão Ambiental da Bacia**

do Rio Araguari Rumo ao desenvolvimento sustentável. Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia/Instituto de Geografia; Brasília: CNPq, 2004.

ROSENDO, Jussara dos Santos. **Índices de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na Bacia do Rio Araguari – MG – utilizando dados do sensor.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia. 130f.: il. 1980.

SIMGE. **Mapas climáticos.** Disponível em: <<http://www.simge.mg.gov.br/>>. Acesso em: 10 de agosto de 2012.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnósticos 2009.** Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 10 de agosto de 2012.

UFV, Universidade federal de Viçosa & IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais.** 2012.

VALERIANO, C.M.; Almeida, J. C.H.; Simões, L.S.A.; Duatt, B.P.; Roig H.; Heilbron M. **Evolução estrutural do Domínio Externo da Faixa Brasília no sudoeste de Minas Gerais: registros de uma tectônica pré-Brasiliana.** *Revista Brasileira de Geociências.* 1995.

ZEE, Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais. **Componentes geofísico e biótico.** Editado por José Roberto Soares Scolforo, Luís Marcelo Tavares de Carvalho e Antônio Donizette de Oliveira. Lavras: Editora UFLA, 2008. 161 p.: il. 2008.