

RTP-4 – Parte D

Alternativas de Compatibilização das
Disponibilidades e Demandas Hídricas da Bacia
Hidrográfica nos Aspectos Quantitativos e
Qualitativos



Rua Coronel José Cardoso, 90
Sobreloja – Centro
Monte Carmelo – MG
CEP: 38 500 – 000
monteplan@monteplan.com.br

Governador do Estado de Minas Gerais

Aécio Neves

Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD

José Carlos Carvalho

Diretora Geral do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM

Cleide Izabel Pedrosa de Melo

Diretora de Gestão de Recursos Hídricos

Luiza de Marillac Moreira Camargos

Gerência de Planejamento de Recursos Hídricos

Célia Maria Brandão Fróes

Diretoria do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari – CBH Araguari

Wilson Akira Shimizu – *Presidente*

Ana Luísa Bilharinho da Silva – *Vice-Presidente*

Márcia Aparecida Silva – *1ª Secretária*

Adairlei Aparecida Silva Borges – *2ª Secretária*

Elaboração do TDR

Leocádio Alves Pereira – *ABHA – Coordenador*

Adriana Araújo Ramos - *Jurídico do IGAM*

Luiza de Marillac Moreira Camargos – *IGAM*

Antônio Reinaldo Caetano

Kleber Lúcio Borges

Leonardo Rocha Faria

Marcos Roberto Moreira

Názara Maria Naves Borges

Sérgio Segantini Bronzi

Wilson Akira Shimizu

Equipe Técnica de Fiscalização da ABHA

Antônio José Maia Guimarães

Bruno Gonçalves dos Santos

Joaquim Menezes Ribeiro da Silva

Kleber Lúcio Borges

Leocádio Alves Pereira – *Coordenador*

Marcos Roberto Moreira

Maria de Fátima Chagas dias Coelho

Paulo Veloso Rabelo

Sérgio Segantini Bronzi

Wilson Akira Shimizu

Convidados do CBH e ABHA

Ana Luísa Bilharinho da Silva - *Eng. Civil - CODAU*

Antônio Reinaldo Caetano - *Bioquímico*

Caroline Favaro Oliveira - *Bióloga - FOSFERTIL*

Fernando Antônio Abdalla - *AGB*

Leonardo Rocha Faria - *Advogado*

Márcia Aparecida Silva - *Advogada - FOSFERTIL*

Mauro César Rodrigues - *Pref. Munic. de Araguari*

Neudon Veloso - *AMAr*

Ribamar Moreira de Rezende - *CEMIG*

Ronaldo Brandão Barbosa - *Méd. Veterinário*

Washington Luiz Assunção - *UFU*

Contratada

Monte Plan Ltda.

Equipe Técnica

Carlos Ernane Vieira - *Eng. Civil, Esp. em Obras Hidráulicas, Saneamento, Hidrologia Ambiental, Auditoria e Perícia*

César Jordão - *Eng. Agrônomo*

Fernando Costa Faria - *Técnico em Agropecuária*

Gilberto Lopes Mundim - *Eng. de Minas*

Kátia Rodovalho Xavier - *Bióloga*

Luciene de Fátima A. Jordão - *Eng. Agrônoma*

Wilson dos Santos Fernandes - *Eng. Civil*

Consultor

Roberto Rosa, *Geógrafo – Geoprocessamento*

Colaboração Técnica

Carolina Fumian Serpa – *IGAM*

Célia Maria Brandão Fróes - *IGAM*

Maria de Fátima Dias Coelho – *CCBE*

Robson Santos - *IGAM*

Rodolfo Carvalho Salgado Penido - *IGAM*

Ronaldo Brandão Barbosa – *IGAM*

Sérgio Gustavo Rezende Leal – *IGAM*

Dirigentes e Técnicos do Departamento Municipal de Água e Esgoto –DMAE, Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM, Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais – FIEMG,

Secretarias de Meio Ambiente de Uberlândia, Uberaba, Araguari, Araxá, Sacramento, Perdizes, Secretarias de Planejamento, Indústria e Comércio de Uberlândia e Araguari, Prefeituras Municipais de Araguari, Araxá, Campos Altos Ibiá, Irai de Minas Indianópolis, Nova Ponte, Pratinha, Patrocínio, Pedrinópolis, Perdizes, Uberaba, Uberlândia, Sacramento, Santa Juliana, Serra do Salitre, São Roque de Minas, Rio Paranaíba, Tapira e Tupaciguara.

Coordenadores de Consultas Públicas

Antônio Reinaldo Caetano – *Presidente do CBH Araguari na gestão 2006/2007*

Wilson Akira Shimizu – *Presidente do CBH Araguari na gestão 2008/2009*

Leocádio Alves Pereira – *Presidente do Conselho de Administração da ABHA*

Fernando Costa faria – *Monte Plan Ltda.*

Inocência Cândido B. Neto – *Monte Plan Ltda.*

Relatoria das Consultas Técnicas

Fernando Costa Faria – *Monte Plan Ltda.*

Inocência Cândido B. Neto – *Monte Plan Ltda.*

Revisão e Parecer

Rodolfo Carvalho Salgado Penido – *IGAM*

Fotos

Inocência Cândido Borges Neto – *Monte Plan Ltda.*

Pollyanna Cristina Cardoso de Ávila - *IGAM*

Suzana König Martins - *ABHA*

Tathiana Renata Nascentes das Neves – *CBH Araguari*

ÍNDICE D1

Confronto das disponibilidades e demandas hídricas no tempo e no espaço, nos
aspectos quantitativos e qualitativos

1 – Introdução.....	10
2 – Cenários.....	13
3 – Horizontes Temporais.....	14
4 – Águas Subterrâneas.....	15
5 – Enquadramento Legal.....	15
5.1 – Lei Federal.....	16
6 – Projeção das Demandas nas Sub-bacias.....	17
6.1 – Disponibilidade e Demanda de Água para Captação.....	18
6.2 - Confronto das Disponibilidades e Demandas Hídricas no Tempo e no Espaço Quanto aos Aspectos Quantitativos.....	20
6.2.1 – Sub-Bacia Foz do Rio Araguari.....	25
6.2.2 – Sub-Bacia Rio Uberabinha.....	27
6.2.3 – Sub-Bacia da Área de Influência das AHE's Capim Branco.....	29
6.2.4 – Sub-Bacia Médio Rio Araguari.....	31
6.2.5 – Sub-Bacia Ribeirão das Furnas.....	33
6.2.6 – Sub-Bacia Rio Claro.....	35
6.2.7 – Sub-bacia Baixo Rio Quebra-Anzol.....	37
6.2.8 – Sub-Bacia Ribeirão Santa Juliana.....	39
6.2.9 – Sub-Bacia Ribeirão Santo Antônio.....	41
6.2.10 – Sub-Bacia Alto Rio Araguari.....	43

6.2.11 – Sub-Bacia Rio Capivara.....	45
6.2.12 – Sub-Bacia Ribeirão do Salitre.....	47
6.2.13 – Sub-Bacia Ribeirão do Inferno.....	49
6.2.14 – Sub-Bacia Alto Rio Quebra-Anzol.....	51
6.2.15 – Sub-Bacia Ribeirão Grande.....	53
6.2.16 – Sub-Bacia Rio São João.....	55
6.3 – Dos aspectos qualitativos.....	57
6.3.1 – No âmbito global da bacia.....	57
6.3.2 – Do parâmetro Oxigênio Dissolvido.....	59
6.3.3 – Do parâmetro Coliforme Total.....	61
6.3.4 – Do parâmetro Coliforme Fecal.....	63
6.4 – Prognóstico de Utilização dos mananciais para lançamento de efluentes.....	65
6.4.1 – Revisão dos Conhecimentos na Produção de Resíduos.....	66
6.4.2 – Fator de Capacidade de Absorção.....	68
6.5 – Sobreposição de Demandas Para Captação e Lançamento dos Efluentes.....	78
6.5.1 – Sub-bacia 02 - Rio Uberabinha.....	78
6.5.2 – Sub-bacia 04 – Córrego Manoel Velho.....	80
6.5.3 – Sub-bacia 07 – Ribeirão São Francisco do Borja.....	82
6.5.4 – Sub-bacia 08 – Ribeirão Santa Juliana.....	84
6.5.5 – Sub-bacia 09 – Ribeirão Rangel ou Pavões.....	86
6.5.6 – Sub-bacia 12 – Córrego Santa Rita.....	88
6.6 – Captações para Abastecimento Público.....	90

ÍNDICE D2

Análise de Alternativas para Compatibilização Quali-quantitativa de Acordo com os Cenários de Desenvolvimento

1 – Introdução.....	97
2 – Medidas de Gerenciamento de Conflito.....	97
2.1 – Cadastramento de Usuários.....	97
2.2 – Gestão Compartilhada de Recursos Hídricos.....	98
2.2.1 – Entidades Existentes.....	99
2.2.2 – Das Regiões Prioritárias da Ação.....	101
3 – Medidas de Incremento na Disponibilidade.....	101
3.1 – Regularização da Vazão dos Mananciais.....	101
3.2 – Recuperação e Conservação Ambiental.....	105
4 – Programas de Recuperação E Conservação.....	106
4.1 – Gestão ABHA – Estado.....	107
4.2 – Programa Produtor de Águas.....	108
4.3 – Servidão Ambiental.....	109
4.4 – Classificação Qualitativa de Recursos Hídricos.....	110
4.5 – Controle de Qualidade.....	111
5 – Medidas de Controle de Demanda.....	111
5.1 – Outorga.....	112
5.1.1 – Regulamentação de Outorga para Lançamento.....	114
5.1.2 – Alteração nas Outorgas Regulamentadas.....	115
5.1.3 – Regulamentação de Outorga Coletiva.....	115

5.1.4 – Alteração da Regulamentação da Outorga na Modalidade Permissão...	115
5.1.5 – Alteração nas Outorga para Captação por Canais de Derivação.....	117
5.2 – Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos.....	117
D3 - Análise de Alternativas para Enquadramento dos Corpos D'água em Classes de Usos Preponderantes.....	122
D4 - Análise de Condições Alternativas de Suprimento aos Usuários de Água (Enquadramento Quantitativo).....	125
Referências.....	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01 – Ilustração dos cenários.....	13
Figura 02 – Conflito quantitativo na sub-bacia foz do rio Araguari.....	26
Figura 03 – Conflito quantitativo na bacia do rio Uberabinha.....	28
Figura 04 – Conflito quantitativo sub-bacia área de influência das AHE's Capim Branco.....	30
Figura 05 – Conflito quantitativo na sub-bacia médio rio Araguari.....	32
Figura 06 – Conflito quantitativo na sub-bacia ribeirão das Furnas.....	34
Figura 07 – Conflito quantitativo na sub-bacia Rio Claro.....	36
Figura 08 – Conflito quantitativo na sub-bacia baixo rio Quebra-Anzol.....	38
Figura 09 – Conflito quantitativo na sub-bacia ribeirão Santa Juliana.....	40
Figura 10 – Conflito quantitativo na sub-bacia ribeirão Santo Antônio.....	42
Figura 11 – Conflito quantitativo na sub-bacia alto rio Araguari.....	44
Figura 12 – Conflito quantitativo sub-bacia rio Capivara.....	46

Figura 13 – Conflito quantitativo na sub-bacia ribeirão do Salitre.....	48
Figura 14 – Conflito quantitativo na sub-bacia ribeirão do Inferno.....	50
Figura 15 – Conflito quantitativo na sub-bacia alto rio Quebra-Anzol.....	52
Figura 16 – Conflito quantitativo na sub-bacia ribeirão Grande.....	54
Figura 17 – Conflito quantitativo na sub-bacia rio São João.....	56
Figura 18 - Localização das estações do projeto Águas de Minas.....	58
Figura 19 – Variação do parâmetro Oxigênio Dissolvido.....	60
Figura 20 – Variação do parâmetro Coliforme Total.....	62
Figura 21 – Variação do parâmetro Coliforme Fecal.....	64
Figura 22 – Rio Uberabinha – lançamento da cidade de Uberlândia.....	79
Figura 23 – Córrego Manoel Velho – lançamento da cidade de Indianópolis.....	81
Figura 24 – Córrego São Francisco de Borja – Lançamento da cidade de Perdizes.....	83
Figura 25 – Ribeirão Santa Juliana – Lançamento da cidade de Santa Juliana.....	85
Figura 26 – Ribeirão Rangel ou Pavões – Lançamento da cidade de Patrocínio.....	87
Figura 27 – Córrego Santa Rita – Lançamento da cidade de Araxá.....	89
Figura 28 – Localização das captações prioritárias na bacia do rio Uberabinha.....	92
Figura 29 – Localização das captações prioritárias na sub-bacia rio Claro.....	93
Figura 30 – Localização das captações prioritárias na sub-bacia baixo Quebra-Anzol.....	94
Figura 31 – Localização das captações prioritárias nas sub-bacias rib. Santo Antônio e Rib. do Salitre.....	95

Figura 32 – Localização das captações prioritárias nas sub-bacias rio Misericórdia e alto Quebra-Anzol.....	96
---	----

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 01 - Projeção da demanda por captação de águas superficiais nas sub-bacias.....	19
Tabela 02 – Comparativo entre disponibilidade e demanda de águas subterrâneas nas sub-bacias.....	21
Tabela 03 Comparativo entre disponibilidade e demanda de águas superficiais nas sub-bacias.....	23
Tabela 04 – Outorgas Concedidas com vazão maior que o 30% $Q_{7,10}$	24
Tabela 05 – Conflitos quantitativos na sub-bacia foz do rio Araguari.....	25
Tabela 06 – Conflitos quantitativos na sub-bacia área de influência das AHE's Capim Branco.....	29
Tabela 07 – Conflitos quantitativos na sub-bacia médio rio Araguari.....	31
Tabela 08 – Conflitos quantitativos na sub-bacia ribeirão das Furnas.....	33
Tabela 09 – Conflitos quantitativos na sub-bacia rio Claro.....	35
Tabela 10 – Conflitos quantitativos na sub-bacia baixo rio Quebra-Anzol.....	37
Tabela 11 – Conflitos quantitativos na sub-bacia ribeirão Santa Juliana.....	39
Tabela 12 – Conflitos quantitativos na sub-bacia ribeirão Santo Antônio.....	41
Tabela 13 – Conflitos quantitativos na sub-bacia alto rio Araguari.....	43
Tabela 14 – Conflitos quantitativos na sub-bacia rio Capivara.....	45
Tabela 15 – Conflitos quantitativos na sub-bacia ribeirão do Salitre.....	47

Tabela 16 – Conflitos quantitativos na sub-bacia ribeirão do Inferno.....	49
Tabela 17 – Conflitos quantitativos na sub-bacia alto rio Quebra-Anzol.....	51
Tabela 18 – Conflitos quantitativos na sub-bacia ribeirão Grande.....	53
Tabela 19 – Conflitos quantitativos na sub-bacia ribeirão Grande.....	55
Tabela 20 – Parâmetros para análise do lançamento de resíduos sanitários das cidades.....	65
Tabela 21 – Consumo <i>Per Capta</i> de Água.....	67
Tabela 22 – Capacidade dos Mananciais em receber resíduos das Populações Perspectivas com Remoção de 60% de DBO ₅	71
Tabela 23 – Capacidade dos Mananciais em receber resíduos das Populações Perspectivas com Remoção de 80% de DBO ₅	73
Tabela 24 – Capacidade dos Mananciais em receber resíduos das Populações Perspectivas.....	76
Tabela 25 – Captações para Abastecimento Público.....	91
Tabela 26 - Disponibilidades considerando captações nos cursos d'água principais.....	103
Tabela 27 - Disponibilidades sem considerar captações nos cursos d'água principais.....	104

D1 - Confronto das disponibilidades e demandas hídricas no tempo e no espaço, nos aspectos quantitativos e qualitativos

1 – Introdução

A evolução da demanda pelo uso de recursos hídricos quer seja para captação, quer seja no lançamento de efluentes, provoca alterações que podem gerar conflitos ou influenciar os usos existentes de forma significativa.

As utilizações de vazões maiores que os máximos previstos na legislação, torna-se fator de alto risco para os bens naturais. O crescente uso consuntivo reduz a capacidade de auto-depuração dos cursos d'água e conseqüente disponibilidade para lançamentos de efluentes, exigindo uma gestão compartilhada dos aspectos quantitativos e qualitativos dos mananciais.

Enquanto a disponibilidade de mananciais com quantidade e qualidade de água suficientemente adequadas para suprir o consumo torna-se cada vez menor, envolvendo custos cada vez mais elevados por causa das distâncias, desníveis e/ou do nível de sofisticação dos tratamentos envolvidos, o desenvolvimento econômico continua induzindo ao crescimento da demanda de água para as mais diversas finalidades – o que provoca aumento da competição e conflitos pelo uso dos mananciais.

Duas grandes tendências resultaram dessas pressões, fortalecendo-se progressivamente a partir dos anos 70: de um lado, um nítido endurecimento das normas que regulamentam o uso dos recursos hídricos e sua efetiva aplicação e, de outro, a adoção progressiva de novas práticas e políticas relativas à utilização dos recursos hídricos, como o tratamento sistemático dos esgotos domésticos e

industriais antes de seu lançamento nos rios e lagos, a cobrança pelo uso da água, a aplicação do princípio do “poluidor pagador”, e a criação de comitês e agências de bacias para regular os conflitos e disciplinar a utilização racional dos mananciais.

Apesar da grande difusão das doutrinas de desenvolvimento sustentável, estudos demonstram que ainda estamos apenas no início de uma verdadeira mudança de paradigma na gestão dos recursos hídricos. O surgimento de um modelo alternativo, orientado por uma perspectiva de longo prazo e de estratégia de demanda exigiria um conhecimento mais profundo dos componentes desta demanda, das necessidades quantitativas e qualitativas dos usuários, bem como maior responsabilização, participação e informação destes.

Os órgãos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos no Estado vêm passando, nos últimos anos, por verdadeira reengenharia institucional com a criação de novos instrumentos de gestão com vistas a atender aos princípios de descentralização e, ao mesmo tempo, resolver os potenciais conflitos pelo uso da água.

Dentro da lógica dessa “reengenharia institucional”, o gerenciamento das águas deixa de ser calcado exclusivamente na estratégia da oferta e passa a contemplar a racionalização do uso, ou seja, passa a focar a estratégia da demanda como o eixo do gerenciamento.

Nesse sentido devem-se implementar medidas quando do início da cobrança pelo uso da água na bacia que visem, além do fortalecimento da implantação da gestão, a racionalização de uso, o aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos. No que se refere à racionalização de uso e ao aumento da quantidade (disponibilidade) da água, as metas relativas às

ações de gestão, por possibilitarem, sobretudo, a outorga e cobrança, constituem-se em ferramentas importantes para se atingir os objetivos pretendidos. Exemplo disso são as concessões de outorgas coletivas com auto-monitoramento para garantia de vazão residual nos cursos d'água.

Quanto à melhoria da qualidade das águas, o tratamento do esgoto sanitário dos municípios deve ser priorizado visando a sua melhoria. Assim, também, a execução de projetos de controle de erosão, com conseqüente retenção das águas de chuva e promoção de maior infiltração.

O enfoque estratégico da qualidade da água ainda prescinde, entre outros, de uma metodologia para a outorga de lançamento de efluentes – ainda não contemplada pelo IGAM e que deve ser priorizada na medida em que se pretenda obter resultados na gestão do Comitê.

2 – Cenários

A definição dos cenários para a bacia, considera a ação do estado e da agência em dois eixos, podendo haver tanto extremos de qualidade na gestão de ambos quanto deficiência nos processos dos agentes.

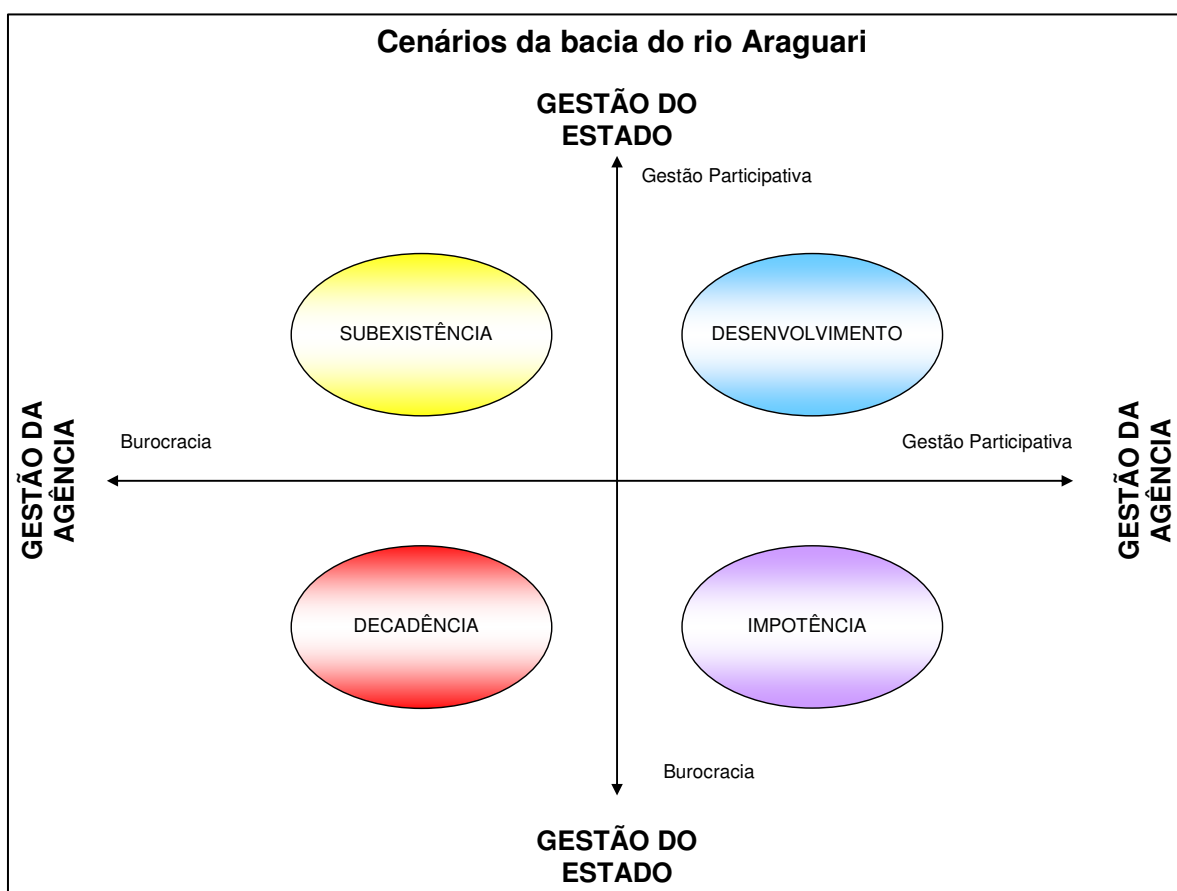


Figura 01 – Ilustração dos cenários

Ao cenário em que, tanto o estado quanto a agência, atuam de forma burocrática, explorando minimamente sua capacidade de atuação na gestão dos recursos hídricos, foi dado o nome de *Cenário de Decadência*. Sobre essa condição, serão definidas as diversas demandas de recursos hídricos.

3 – Horizontes Temporais

O processo de gestão de recursos hídricos, envolve diversos aspectos referentes à atuação da agência e do estado, em função da efetividade das ações desenvolvidas. Esses agentes são atores principais de um ato que envolve diversos outros setores da sociedade, como a administração pública municipal e estadual, usuários e entidades dedicadas à conservação de recursos naturais.

Dessa forma, a atuação da agência e do estado, deve objetivar a influência dos demais envolvidos no processo com vistas à obtenção dos melhores resultados.

De outra forma, ações desenvolvidas à conservação e recuperação de recursos hídricos, demandam, em sua maioria, tempo de planejamento, estruturação e aplicação para a colheita dos resultados.

Há algumas dessas estratégias de gestão que são emergenciais e outras que, por necessidade de aplicação de medidas anteriores, devem ser implementadas em períodos posteriores. Estas etapas são definidas como horizontes de *Curto, Médio e Longo Prazo*.



4 – Águas Subterrâneas

Durante as análises comparativas entre disponibilidade e demanda de águas subterrâneas, não houve identificação de evolução de demanda tal que pudesse caracterizar algum conflito no aspecto quantitativo.

De outra forma, a qualidade das águas subterrâneas é diretamente vinculadas à das águas superficiais no que se refere ao risco de contaminação uma vez que as fontes de poluição são as mesmas.

De forma muito mais sensível, as águas superficiais, refletem com maior rapidez as ações de conservação ou degradação desenvolvidas.

As minerações, representativas de risco de alterações quali-quantitativas dos recursos hídricos subterrâneos, são desenvolvidas de forma pontual, intervenções localizadas, não afetando a magnitude da bacia e devendo ser tratada com a mesma pontualidade da origem.

Dessa forma, a verificação realizada dos aspectos qualitativos das águas superficiais, é indicativa da qualidade das águas subterrâneas.

5 – Enquadramento Legal

A definição da precariedade de uma condição pode ser obtida se comparados os valores propostos nos prognósticos com aqueles tidos como padrões mínimos de qualidade.

Esse padrão mínimo de qualidade é definido pela legislação ambiental apresentada, a seguir.

5.1 – Lei Federal

No âmbito federal, a definição dos parâmetros mínimos de qualidade de um manancial, pela sua classe de uso preponderante, é dada pela Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de Março de 2005.

Entre outros aspectos, essa Resolução definiu os limites máximos aceitáveis de cada um dos elementos dados como necessários para análise, na observação do atendimento do enquadramento pela classe de uso dos mananciais.

O anexo I desse relatório, traz o resumo da Resolução CONAMA Nº 357, de onde foram extraídas as informações para composição da avaliação dos aspectos relativos ao lançamento de efluentes, constantes desse relatório.

6 – *Projeção das Demandas nas Sub-bacias*

A projeção das demandas nas sub-bacias, é realizada de duas formas: a primeira para captação e a segunda para lançamento aporte de sedimentos.

A demanda pela captação, permanece inalterada nos cenários, já que não é influenciada pela ação do estado ou da agência.

A demanda pelo lançamento de efluente aporte de sedimentos altera-se pela ação da agência e do estado já que medidas desenvolvidas por esses agentes determina a maior ou menor pressão pela exploração, no que se refere aos volumes ou concentração de poluentes lançados.

Nota-se daí, que o aspecto quantitativo, no que se refere ao conflito entre os usuários para captação, independe da ação dos agentes, sendo a atuação de maior viabilidade a busca por alternativas para incremento da disponibilidade.

De outra forma, a inter-relação entre demandas, para captação e lançamento, pode representar ponto de interesse, já que a qualidade da água pode ser de fundamental importância para captação e utilização para alguns fins, como o abastecimento público ou a dessedentação de animais assim como a disponibilidade quantitativa influencia na capacidade de auto-depuração do manancial.

Assim, as avaliações realizadas consideraram três diferentes fatores: o primeiro a disponibilidade e demanda para captação, o segundo a disponibilidade e a demanda para lançamento e aporte de sedimentos e o terceiro a associação das duas demandas, produzindo-se, assim, a perspectiva de condição dos mananciais na situação crítica de gestão definida nos cenários.

6.1 – Disponibilidade e Demanda de Água para Captação

A disponibilidade de água para captação, é dada pela vazão de referência. Para os estudos necessários à composição do Plano Diretor e do Programa de Gerenciamento dos Recursos Hídricos da Bacia, foi adotado o método de $Q_{7,10}$, como essa vazão de referência. Essa é a mesma referência dada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, na Portaria Nº 10 de 30 de Dezembro de 1998, alterando a portaria IGAM Nº 30 de 15 de junho de 1993 , adotando o material Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais. Esse método é indicado como referência pelo IGAM.

A projeção da demanda para captação de água superficial de cada sub bacia é descrita na tabela seguinte.

Tabela 01 Projeção da demanda por captação de águas superficiais nas sub-bacias

Sub – bacia	Período									
	Curto Prazo				Médio Prazo				Longo Prazo	
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Foz do Rio Araguari	27,00	29,00	30,00	32,00	33,00	35,00	37,00	38,00	40,00	41,00
Rio Uberabinha	8.730,00	9.333,00	9.936,00	10.538,00	11.140,00	11.741,00	12.343,00	12.944,00	13.545,00	14.145,00
AHE's Capim Branco	228,00	242,00	257,00	272,00	286,00	301,00	315,00	330,00	345,00	359,00
Médio Rio Araguari	865,00	929,00	993,00	1.057,00	1.121,00	1.185,00	1.249,00	1.313,00	1.377,00	1.441,00
Ribeirão das Furnas	2.456,00	2.605,00	2.755,00	2.904,00	3.053,00	3.202,00	3.351,00	3.500,00	3.649,00	3.798,00
Rio Claro	1.304,00	1.404,00	1.503,00	1.603,00	1.702,00	1.802,00	1.901,00	2.000,00	2.099,00	2.199,00
Baixo Rio Quebra Anzol	1.546,00	1.652,00	1.758,00	1.863,00	1.969,00	2.074,00	2.179,00	2.285,00	2.390,00	2.495,00
Ribeirão Santa Juliana	1.388,00	1.479,00	1.570,00	1.661,00	1.751,00	1.842,00	1.933,00	2.023,00	2.114,00	2.204,00
Ribeirão Santo Antônio	1.543,00	1.651,00	1.759,00	1.867,00	1.975,00	2.083,00	2.191,00	2.299,00	2.407,00	2.515,00
Alto Rio Araguari	472,00	509,00	546,00	582,00	619,00	656,00	692,00	729,00	765,00	802,00
Rio Galheiro	137,00	148,00	159,00	170,00	181,00	193,00	204,00	215,00	226,00	237,00
Rio Capivara	1.179,00	1.276,00	1.374,00	1.472,00	1.569,00	1.667,00	1.765,00	1.862,00	1.960,00	2.057,00
Ribeirão do Salitre	541,00	581,00	621,00	662,00	702,00	742,00	783,00	823,00	863,00	903,00
Ribeirão do Inferno	1.031,00	1.112,00	1.192,00	1.273,00	1.354,00	1.434,00	1.515,00	1.595,00	1.675,00	1.756,00
Alto Rio Quebra Anzol	1.482,00	1.601,00	1.719,00	1.837,00	1.956,00	2.074,00	2.192,00	2.310,00	2.429,00	2.547,00
Ribeirão Grande	224,00	239,00	255,00	270,00	285,00	301,00	316,00	331,00	347,00	362,00
Rio São João	2.236,00	2.300,00	2.363,00	2.427,00	2.490,00	2.553,00	2.617,00	2.680,00	2.744,00	2.807,00
Rio Misericórdia	1.504,00	1.558,00	1.613,00	1.667,00	1.721,00	1.775,00	1.829,00	1.883,00	1.937,00	1.991,00

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

6.2 - Confronto das Disponibilidades e Demandas Hídricas no Tempo e no Espaço Quanto aos Aspectos Quantitativos

As projeções de consumo feitas para as diversas sub-bacias do rio Araguari demonstram que no âmbito das disponibilidades totais das sub-bacias, são poucas aquelas em que a disponibilidade natural não atende às projeções de demanda.

Esta projeção, no entanto, conta com a premissa de utilização da área de toda a bacia, ou seja, não contempla o fato de que a demanda possa estar localizada em áreas restritas de seu território – característica do uso predominante em toda a bacia, que é a irrigação.

Os quadros que se apresentam são os seguintes:

Água subterrânea

As projeções demonstram que, dentro da premissa inicial, não haverá déficit hídrico no horizonte do projeto.

Tabela 02 – Comparativo entre disponibilidade e demanda de águas subterrâneas nas sub-bacias

SUB-BACIA	Demanda no Período (L/s)										Disponibilidade (L/s)
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Foz do Araguari	75,00	81,00	86,00	91,00	96,00	101,00	107,00	112,00	117,00	122,00	8.126,00
Rio Uberabinha	473,00	510,00	548,00	585,00	623,00	660,00	697,00	735,00	772,00	809,00	16.642,00
Capim Branco	623,00	671,00	720,00	768,00	816,00	864,00	912,00	960,00	1.008,00	1.056,00	6.972,00
Médio Araguari	210,00	227,00	245,00	262,00	279,00	296,00	313,00	330,00	347,00	364,00	19.645,00
Rib. das Furnas	109,00	118,00	128,00	137,00	146,00	155,00	164,00	173,00	183,00	192,00	6.058,00
Rio Claro	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00	10,00	11,00	11,00	13.769,00
Baixo Quebra-Anzol	9,00	9,00	10,00	10,00	11,00	11,00	12,00	12,00	13,00	13,00	17.672,00
Rib. Santa Juliana	19,00	20,00	22,00	23,00	24,00	26,00	27,00	29,00	30,00	32,00	4.623,00
Rib. Santo Antônio	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	6.372,00
Alto Araguari	34,00	37,00	39,00	42,00	45,00	48,00	51,00	53,00	56,00	59,00	32.780,00
Rio Galheiro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	5.245,00
Rio Capivara	103,00	111,00	118,00	126,00	134,00	141,00	149,00	156,00	164,00	172,00	6.826,00
Rib. do Salitre	32,00	35,00	37,00	39,00	42,00	44,00	47,00	49,00	52,00	54,00	5.326,00
Rib. do Inferno	14,00	16,00	17,00	18,00	20,00	21,00	22,00	24,00	25,00	26,00	3.274,00
Alto Quebra-Anzol	9,00	10,00	10,00	11,00	11,00	12,00	13,00	13,00	14,00	14,00	24.095,00
Rib. Grande	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	1.947,00
Rio São João	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	11.552,00
Rio Misericórdia	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	24.622,00

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia - 2007

Água superficial

As projeções demonstram que, mesmo com a premissa inicial de utilização de toda a água disponível na bacia, haverá déficit hídrico em algumas das sub-bacias.

Tabela 03 Comparativo entre disponibilidade e demanda de águas superficiais nas sub-bacias

SUB-BACIA	Demanda no Período (L/s)										Disponibilidade (L/s)
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Foz do Araguari	27,00	29,00	30,00	32,00	33,00	35,00	37,00	38,00	40,00	41,00	656,00
Rio Uberabinha	8.730,00	9.333,00	9.936,00	10.538,00	11.140,00	11.741,00	12.343,00	12.944,00	13.545,00	14.145,00	2.411,00
Capim Branco	228,00	242,00	257,00	272,00	286,00	301,00	315,00	330,00	345,00	359,00	1.456,00
Médio Araguari	865,00	929,00	993,00	1.057,00	1.121,00	1.185,00	1.249,00	1.313,00	1.377,00	1.441,00	1.671,00
Rib. das Furnas	2.456,00	2.605,00	2.755,00	2.904,00	3.053,00	3.202,00	3.351,00	3.500,00	3.649,00	3.798,00	661,00
Rio Claro	1.304,00	1.404,00	1.503,00	1.603,00	1.702,00	1.802,00	1.901,00	2.000,00	2.099,00	2.199,00	1.049,00
Baixo Quebra-Anzol	1.546,00	1.652,00	1.758,00	1.863,00	1.969,00	2.074,00	2.179,00	2.285,00	2.390,00	2.495,00	2.872,00
Rib. Santa Juliana	1.388,00	1.479,00	1.570,00	1.661,00	1.751,00	1.842,00	1.933,00	2.023,00	2.114,00	2.204,00	395,00
Rib. Santo Antônio	1.543,00	1.651,00	1.759,00	1.867,00	1.975,00	2.083,00	2.191,00	2.299,00	2.407,00	2.515,00	1.266,00
Alto Araguari	472,00	509,00	546,00	582,00	619,00	656,00	692,00	729,00	765,00	802,00	5.780,00
Rio Galheiro	137,00	148,00	159,00	170,00	181,00	193,00	204,00	215,00	226,00	237,00	1.050,00
Rio Capivara	1.179,00	1.276,00	1.374,00	1.472,00	1.569,00	1.667,00	1.765,00	1.862,00	1.960,00	2.057,00	2.581,00
Rib. do Salitre	541,00	581,00	621,00	662,00	702,00	742,00	783,00	823,00	863,00	903,00	1.004,00
Rib. do Inferno	1.031,00	1.112,00	1.192,00	1.273,00	1.354,00	1.434,00	1.515,00	1.595,00	1.675,00	1.756,00	1.228,00
Alto Quebra-Anzol	1.482,00	1.601,00	1.719,00	1.837,00	1.956,00	2.074,00	2.192,00	2.310,00	2.429,00	2.547,00	4.996,00
Rib. Grande	224,00	239,00	255,00	270,00	285,00	301,00	316,00	331,00	347,00	362,00	404,00
Rio São João	2.236,00	2.300,00	2.363,00	2.427,00	2.490,00	2.553,00	2.617,00	2.680,00	2.744,00	2.807,00	1.567,00
Rio Misericórdia	1.504,00	1.558,00	1.613,00	1.667,00	1.721,00	1.775,00	1.829,00	1.883,00	1.937,00	1.991,00	2.697,00

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

Há, no entanto, mesmo nas sub-bacias que, num todo não apresentam déficit hídrico, a ocorrência de conflitos em áreas mais próximas às nascentes, sendo que algumas já foram identificadas pelo IGAM e declaradas como áreas de conflito.

A gestão do uso de água proposta pelo IGAM para estas áreas, tem-se mostrado eficiente, no que diz respeito aos aspectos quantitativos, com a adoção da política de autorizações para uso coletivo. Nestes processos, observa-se uma nítida disposição dos usuários para o atendimento aos usos prioritários (consumo humano e dessedentação de animais) assim como para a adoção de instrumentos ou procedimentos que visem a otimização do uso e conseqüente redução de consumo.

O princípio básico para concessão das autorizações coletivas é a manutenção de fluxo residual mínimo em pontos definidos da área – o que deve ser garantido pelos usuários através do auto-monitoramento. Foram selecionados 4 exemplos de outorgas coletivas já concedidas e uma região com vazão outorgada maior que o $Q_{7,10}$, com captações ao fio-d'água, que mostramos, a seguir:

Tabela 04 – Outorgas Concedidas com vazão maior que o 30% $Q_{7,10}$			
Curso D'água	Portaria	Vazão Total Outorgada (L/s)	30% $Q_{7,10}$ (L/s)
Córrego do Sapé	635/03	69,00	65,00
Ribeirão das Guaribas	1.214/2007	234,00	230,00
Rio Claro	1.592/2007	1.816,40	1470,00
Ribeirão Mandaguari	2.739/2004	2.284,00	810,0
Ribeirão Uberabinha	Várias	6.586,00	1.800,00
Fonte: IGAM 2007			

Constata-se que as vazões autorizadas e em uso, em algumas destas áreas de conflito, superam a disponibilidade teórica em mais de 350%.

Excetuando as sub-bacias dos Rios Misericórdia e Galheiro, as demais apresentam potencial para conflito ou conflito já estabelecido e determinado pelo IGAM por portaria própria.

Essas regiões nas sub-bacias e seus valores de referencia são apresentadas nas descrições seguintes.

6.2.1 – Sub-Bacia Foz do Rio Araguari.

Apesar de representar pouca expressão na quantidade de captações existentes, o córrego do Sapé já foi dado como área de conflito pelo IGAM. A área de contribuição desse manancial é de 20,61 Km², com vazão de referência

Tabela 05 – Conflitos quantitativos na sub-bacia foz do rio Araguari

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão Q_{7,10} (L/s)</i>
Córrego do Sapé	20,61	DAC IGAM	65,75
Remanescente da Área	665,08	Livre	2.121,59

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia - 2007

6.2.2 – Sub-Bacia Rio Uberabinha

Apesar de não haver declaração do IGAM de conflito na sub-bacia do rio Uberabinha, a vazão outorgada atualmente é superior em mais de 350% a vazão de referência.

Essa condição afeta a bacia como um todo, em que as captações outorgadas são distribuídas pela área, com maior concentração no trecho médio, nas proximidades de Uberlândia.

Essa também é a unidade que fornece água para a população de Uberlândia, maior cidade da bacia, o que representa ingrediente relevante no processo de conflito, considerada a necessidade de prioridades de finalidades de uso.

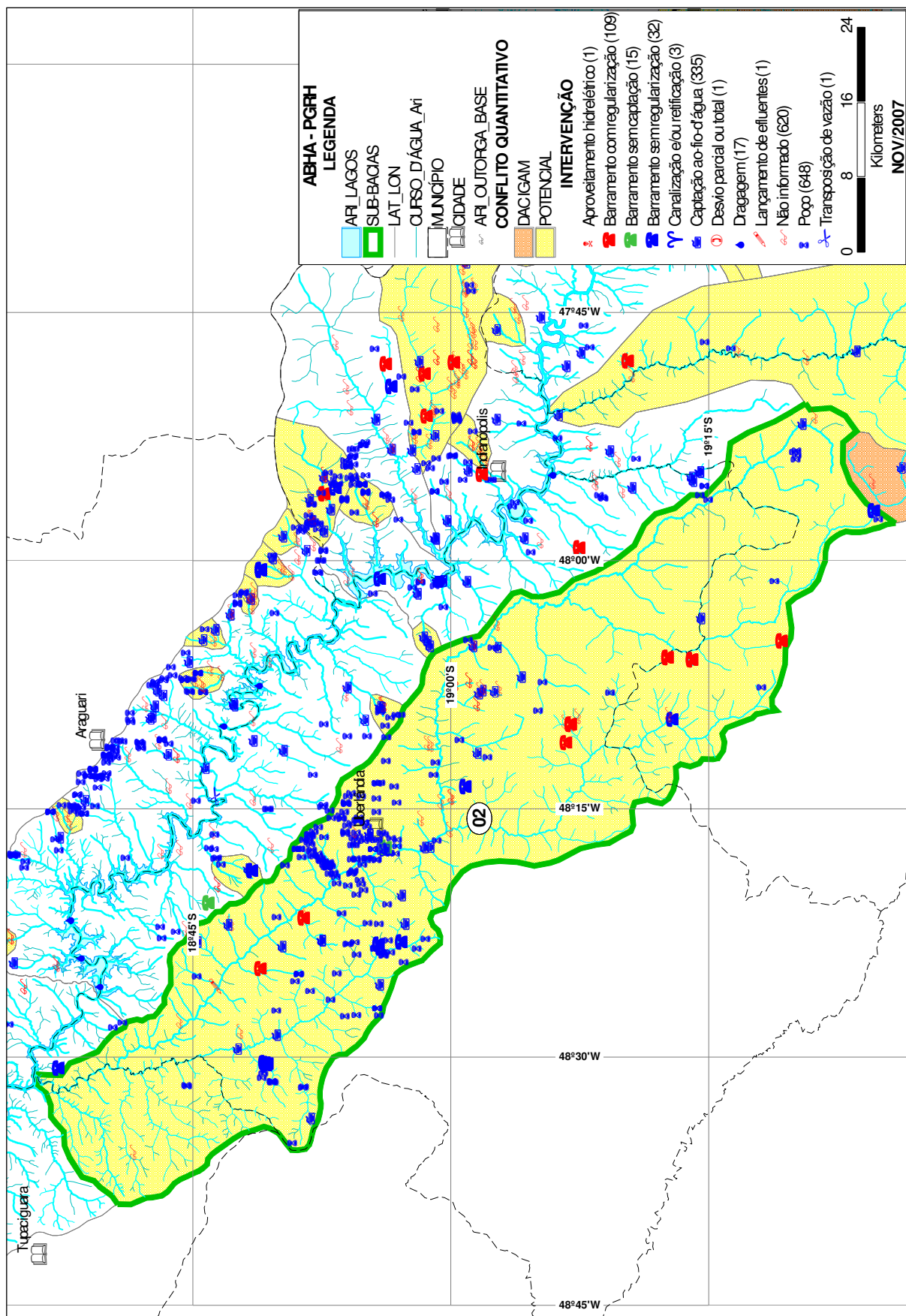


Figura 03 – Conflito quantitativo na bacia do rio Uberabinha

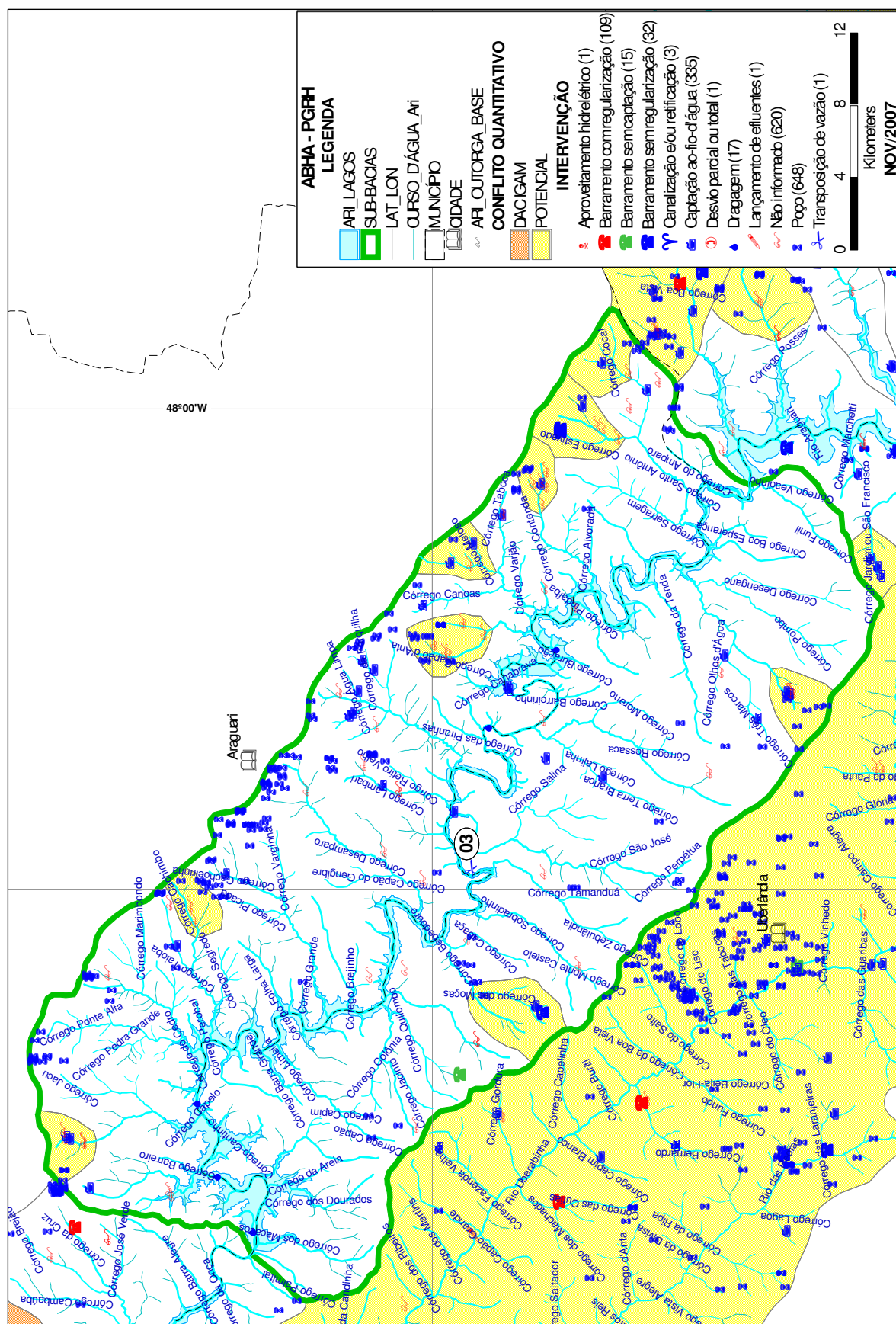
6.2.3 – Sub-Bacia da Área de Influência das AHE's Capim Branco

A condição topográfica dessa sub-bacia, que inibe a expansão das culturas irrigadas, torna a condição de risco de conflito difusa, mas presente em grande dos mananciais, em seus trechos de montante. Nessa região, onde as terras são planas e de boa aptidão para produção agrícola, as explorações existentes, torna nove dos mananciais áreas com potencial pelo conflito, condicionado à baixa disponibilidade de água.

Tabela 06 – Conflitos quantitativos na sub-bacia área de influência das AHE's Capim Branco

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão Q_{7,10} (L/s)</i>
Córrego Capelo	8,61	Potencial	35,49
Córrego Cachimbo	7,62	Potencial	31,39
Córrego Capão Danta	11,90	Potencial	49,02
Córrego Contenda	6,85	Potencial	28,21
Ribeirão Santo Antonio	14,80	Potencial	60,96
Córrego Cocal	11,04	Potencial	45,48
Ribeirão Boa Vista	10,54	Potencial	43,43
Córrego das Moças	16,65	Potencial	68,59
Córrego Capão da Cinza	9,08	Potencial	37,40
Remanescente da Área	1.081,81	Livre	4.457,06

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia - 2007



6.2.4 – Sub-Bacia Médio Rio Araguari

A exemplo das ocorrências nas área de influência das AHE's Capim Branco, nessa sub-bacia as limitações naturais tornam grande parte da área imprópria para exploração agrícola, concentrando os potenciais conflitos nas áreas mais altas, condicionadas à baixa vazão nos mananciais.

Tabela 07 – Conflitos quantitativos na sub-bacia médio rio Araguari

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão $Q_{7,10}$ (L/s)</i>
Córrego do Brejão	63,83	Potencial	203,61
Ribeirão Boa Vista	75,85	Potencial	241,95
Córrego das Posses	19,12	Potencial	61,00
Córrego Manoel Velho	14,46	Potencial	46,12
Córrego da Campanha	7,72	Potencial	24,62
Córrego do Saltinho	20,12	Potencial	64,20
Córrego Barro Preto	3,38	Potencial	10,78
Córrego dos Almeidas	10,96	Potencial	34,95
Córrego do Salto	5,79	Potencial	18,46
Córrego Pouso Frio	33,73	Potencial	107,60
Córrego do Capão Fundo	7,08	Potencial	22,59
Remanescente da Área	1.482,95	Livre	4.730,61

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia - 2007

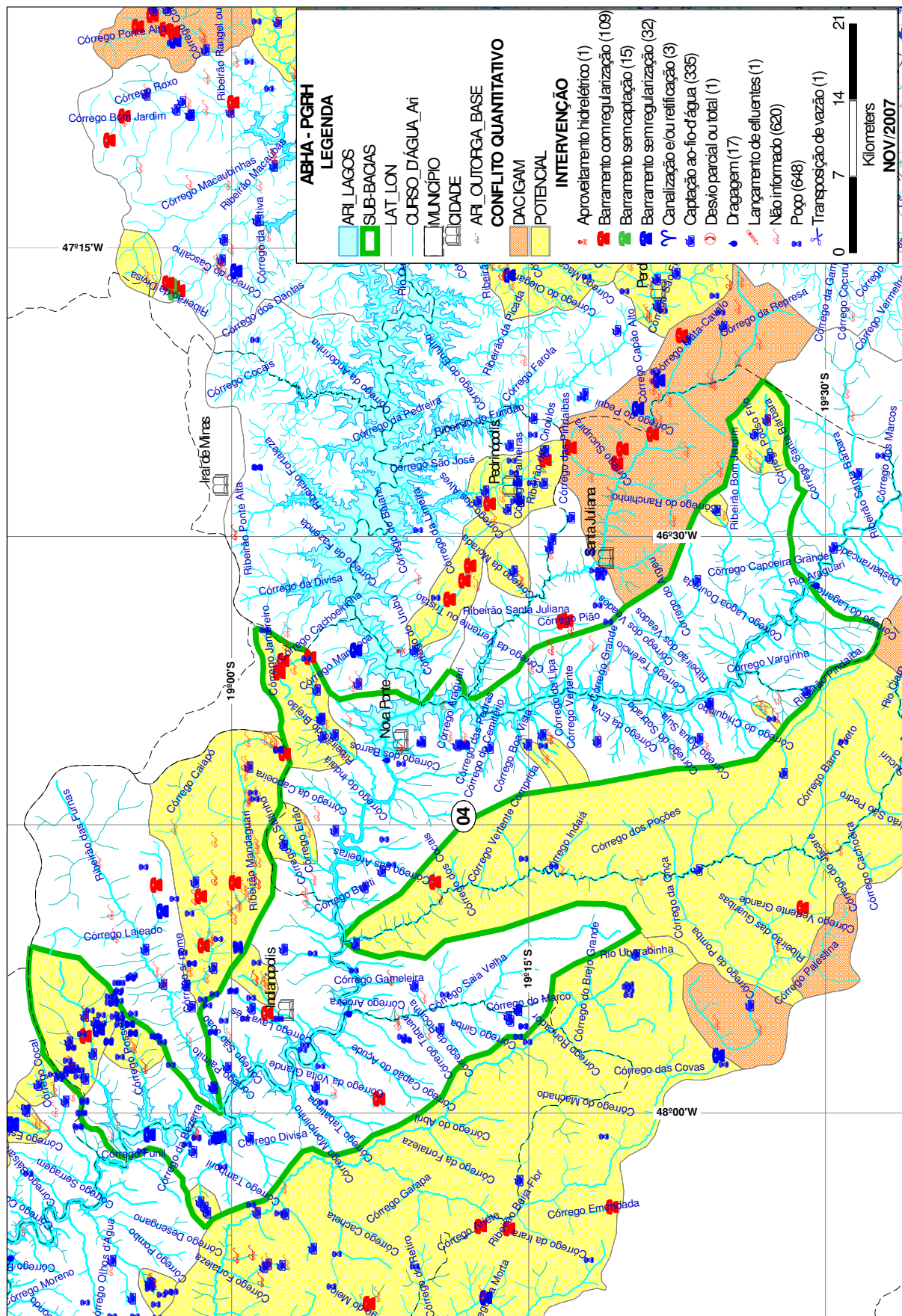


Figura 05 – Conflito quantitativo na sub-bacia médio rio Araguaari

6.2.5 – Sub-Bacia Ribeirão das Furnas

Apenas o ribeirão Mandaguari representa área de notado conflito, apesar de não haver declaração do IGAM. Entretanto, esse manancial, por sua área de contribuição, representa 42,36% da área total e da vazão total de referência para a bacia.

Tabela 08 – Conflitos quantitativos na sub-bacia ribeirão das Furnas

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão $Q_{7,10}$ (L/s)</i>
Ribeirão Mandaguari	205,32	Potencial	934,19
Remanescente da Área	279,35	Livre	1.271,06

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

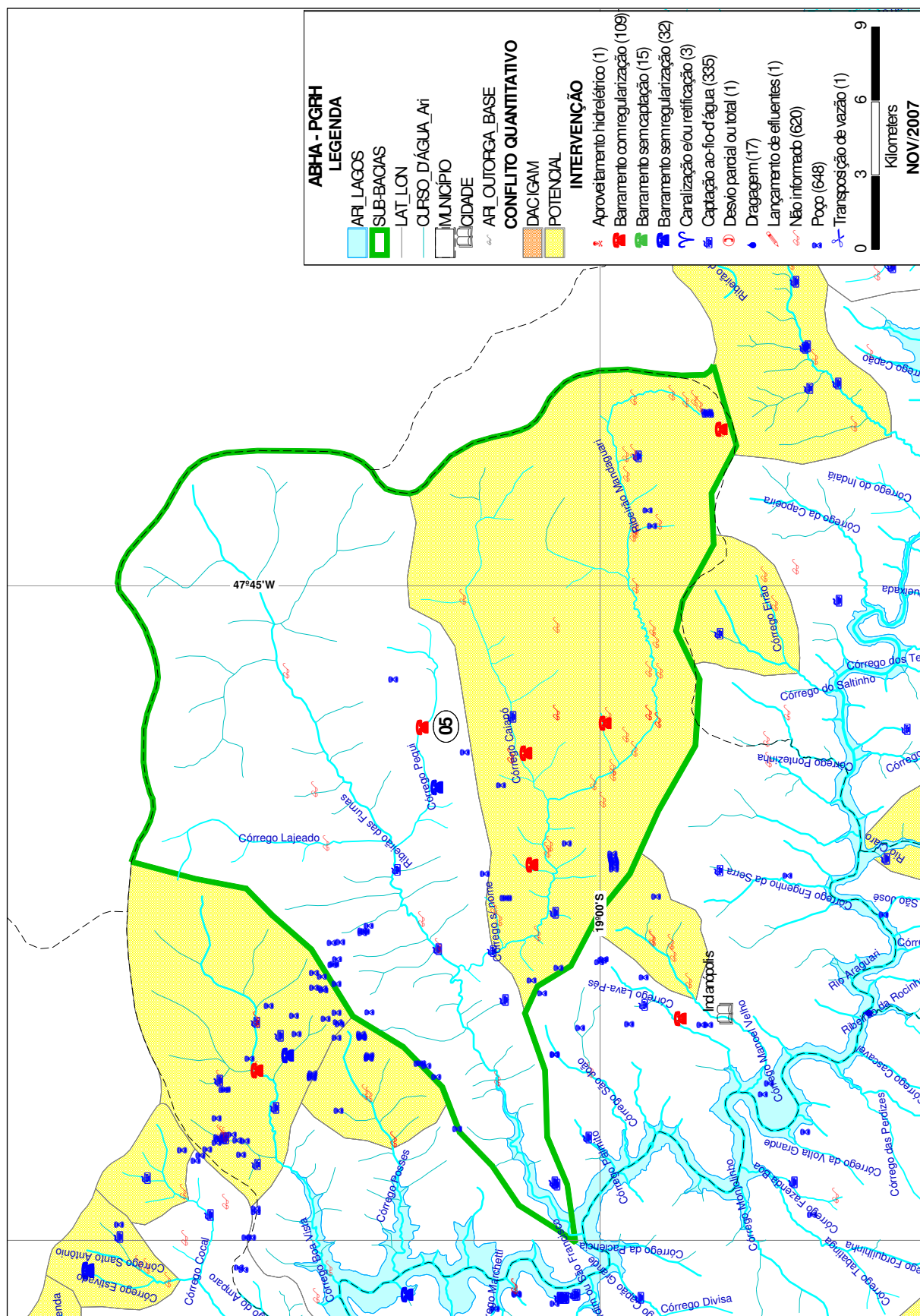


Figura 06 – Conflito quantitativo na sub-bacia ribeirão das Furnas

6.2.6 – Sub-Bacia Rio Claro

A sub-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 à exploração agrícola, tornam a região de grande potencial ao conflito.

Tabela 09 – Conflitos quantitativos na sub-bacia rio Claro

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão $Q_{7,10}$ (L/s)</i>
Córrego Pouso Frio	33,95	Potencial	107,28
Rio Claro (treco 1)	150,14	DAC IGAM	474,44
Ribeirão das Guaribas	63,61	Potencial	201,01
Rio Claro (remanescente)	858,46	Potencial	2.712,73

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

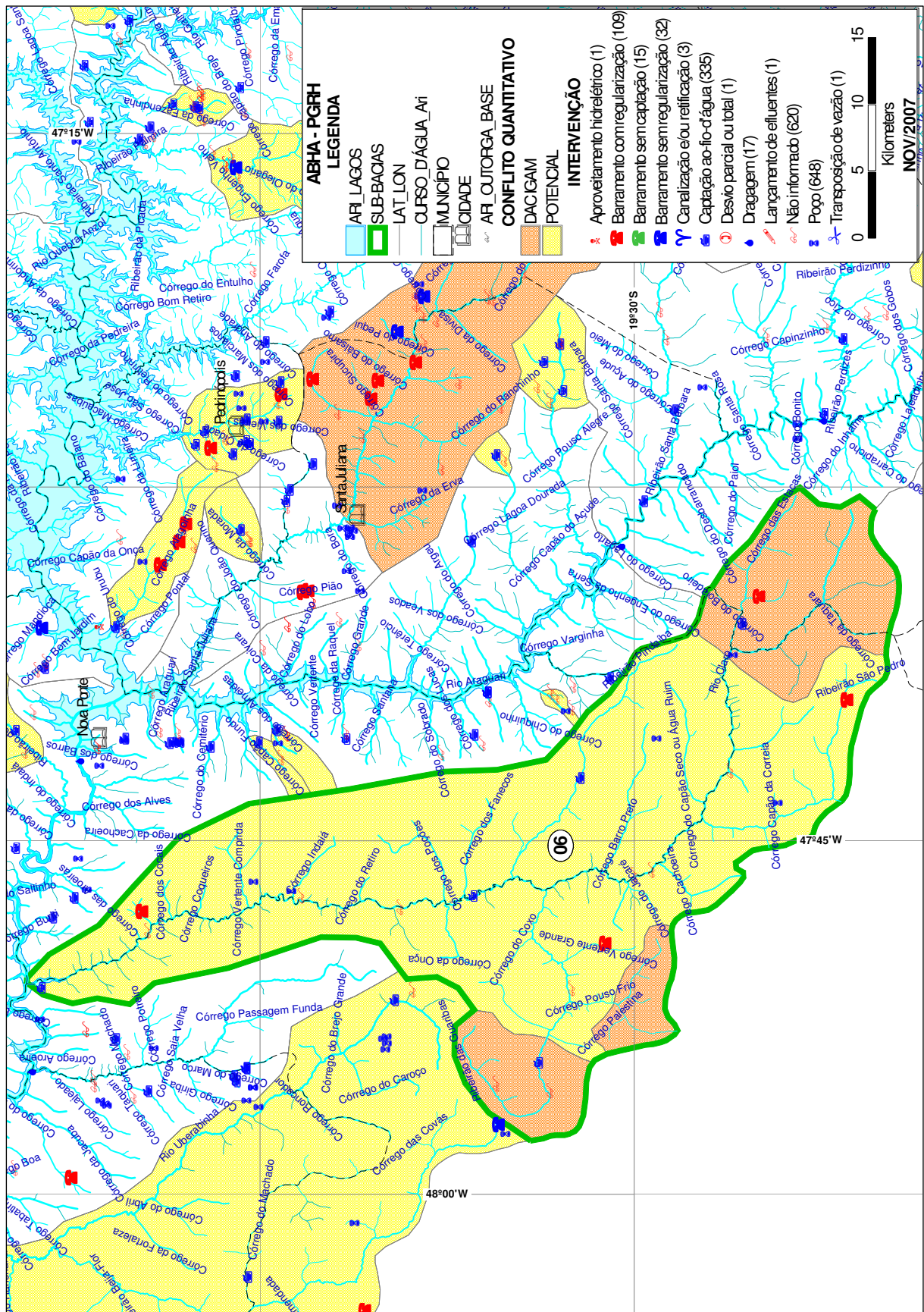


Figura 07 – Conflito quantitativo na sub-bacia Rio Claro

6.2.7 – Sub-bacia Baixo Rio Quebra-Anzol

Esse trecho da bacia inclui a área do lago da Usina Hidroelétrica de Nova Ponte. Apesar do acidente topográfico, os trechos de maior altitude, concentram as demandas para captação, contrastando com a baixa disponibilidade de água nos mananciais. Essa condição leva ao potencial conflito em diversos dos mananciais da sub-bacia.

Apenas em um dos mananciais houve declaração de conflito pelo IGAM.

Tabela 10 – Conflitos quantitativos na sub-bacia baixo rio Quebra-Anzol

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão Q_{7,10} (L/s)</i>
Córrego dos Patos	49,72	DAC IGAM	226,22
Córrego S F Borja	69,10	Potencial	314,41
Córrego Palmira	64,79	Potencial	294,82
Córrego Santa Luzia	10,02	Potencial	45,60
Córrego Retirinho	33,39	Potencial	151,94
Córrego da Olaria	63,45	Potencial	288,68
Córrego Fazendinha	10,50	Potencial	47,78
Córrego dos Crioulos	48,83	Potencial	222,15
Ribeirão Alagoinha	42,73	Potencial	194,42
Remanescente da Área	1711,38	Livre	7786,76

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

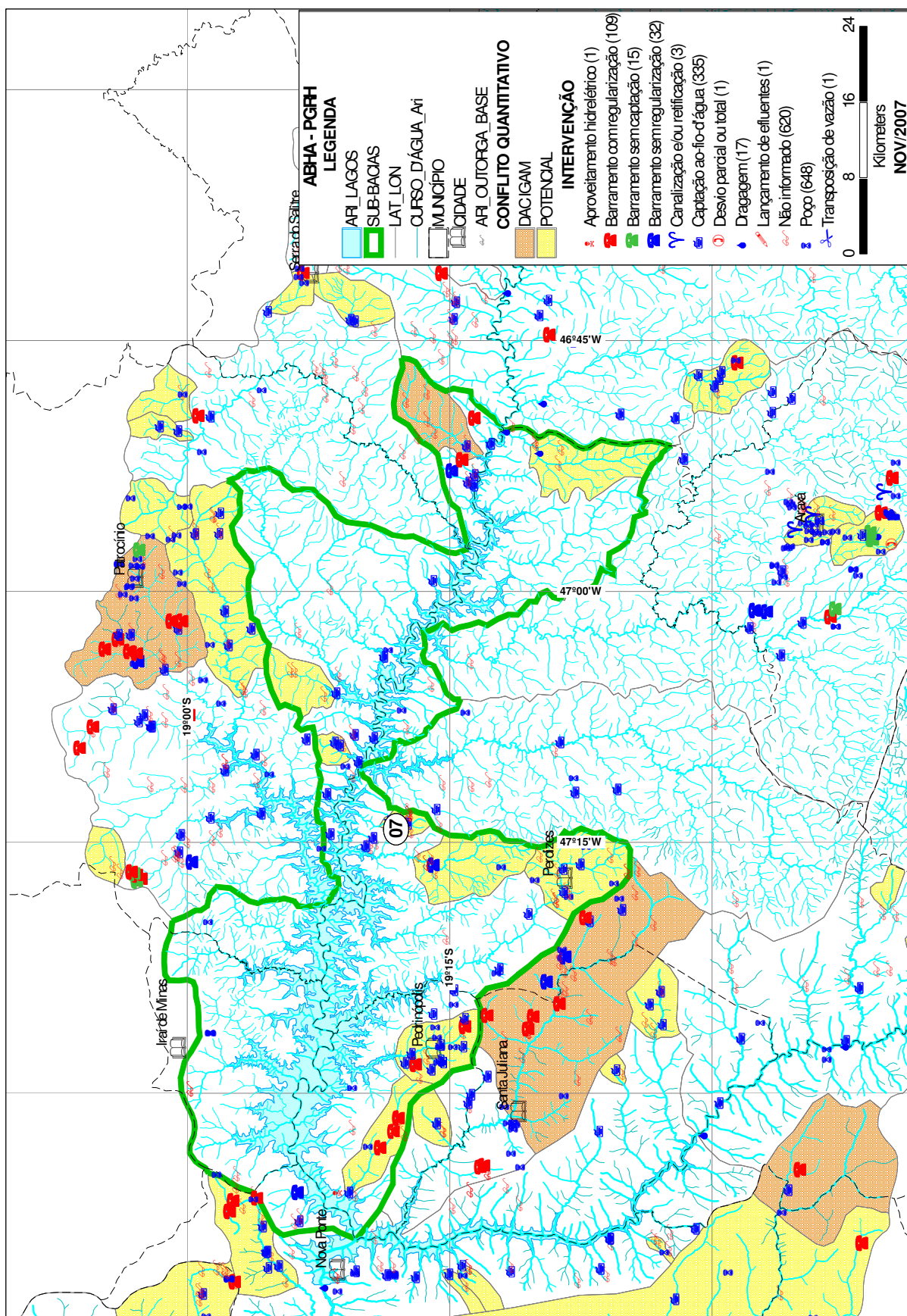


Figura 08 – Conflito quantitativo na sub-bacia baixo rio Quebra-Anzol

6.2.8 – Sub-Bacia Ribeirão Santa Juliana

Em 67,29% da área da sub-bacia do ribeirão Santa Juliana já houve declarada pelo IGAM como área de conflito. Ainda, em outras partes da sub-bacia, existe potencial ao conflito.

Cabe ressaltar que a alegação dos usuários de águas dessa sub-bacia, localizados na área declarada como de conflito, propõem ao invés de um conflito de fato pela utilização de água, o que existe é a repetida solicitação de outorga para uma mesma captação, o que levou o IGAM ao entendimento do excesso da demanda.

Tabela 11 – Conflitos quantitativos na sub-bacia ribeirão Santa Juliana

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão Q_{7,10} (L/s)</i>
Ribeirão Santa Juliana (trecho 01)	326,07	DAC	1.483,60
Córrego da Morada	18,36	Potencial	83,53
Ribeirão Santa Juliana (remanescente)	140,13	Livre	637,59

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

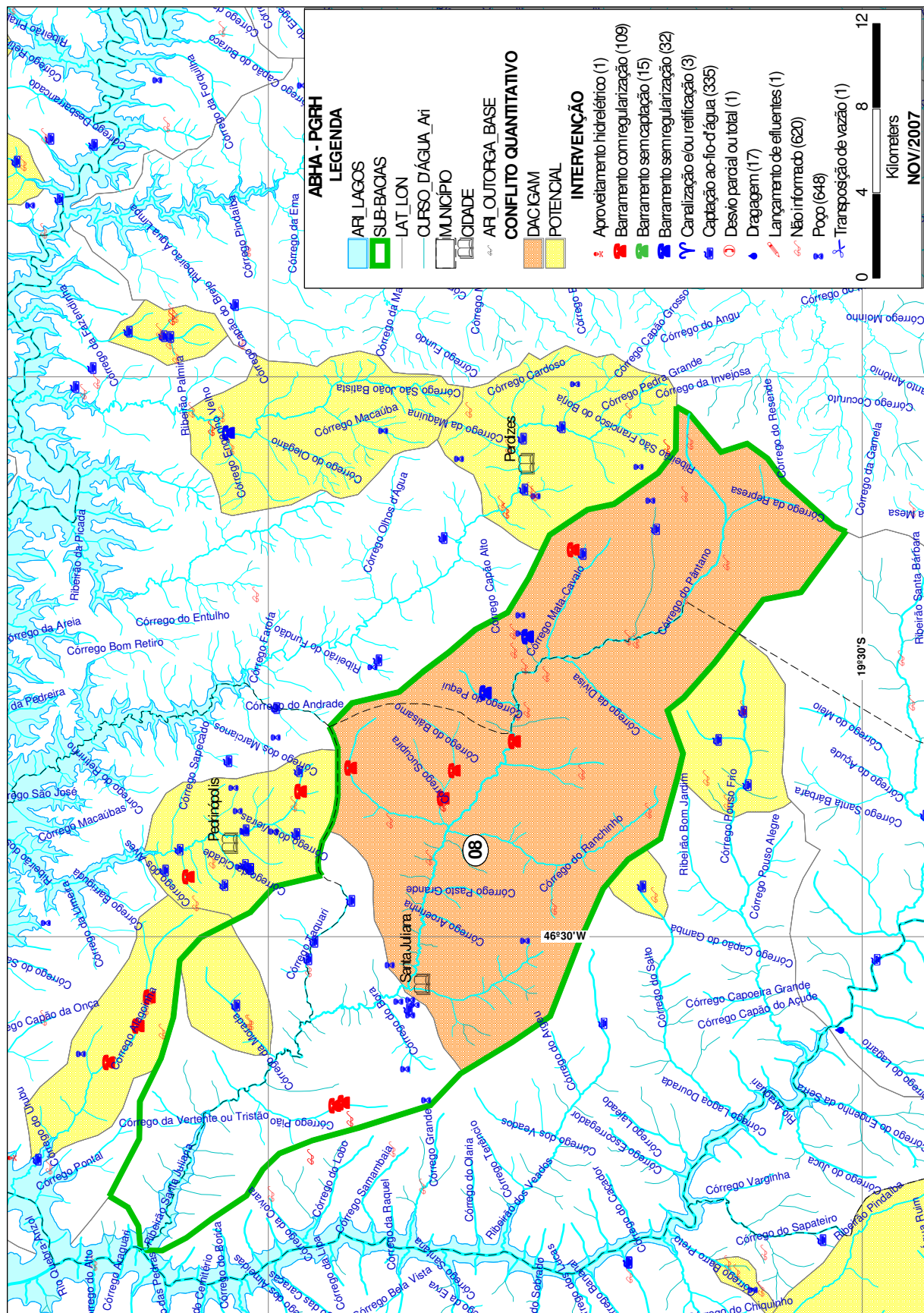


Figura 09 – Conflito quantitativo na sub-bacia ribeirão Santa Juliana

6.2.9 – Sub-Bacia Ribeirão Santo Antônio

O ribeirão Santo Antônio, tem entre seus tributários o ribeirão Rangel ou Pavões, que tem na sua área de contribuição, grande parte da cidade Patrocínio. Esse manancial, pela pressão exercida das captações realizadas, teve toda sua área declarada como de conflito pelo IGAM.

Ainda, outros trechos da bacia são áreas de potencial conflito pelo uso da água, como demonstrado na tabela seguinte.

Tabela 12 – Conflitos quantitativos na sub-bacia ribeirão Santo Antônio

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão Q_{7,10} (L/s)</i>
Ribeirão Rangel ou Pavões	137,93	DAC IGAM	691,01
Ribeirão Santo Antônio (trecho 1)	129,51	Potencial	648,85
Córrego Macaúbas	19,60	Potencial	98,20
Rib. Santo Antônio (Remanescente)	555,91	Livre	2785,13

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

Ocorre, em Patrocínio, na sub-bacia 09 – Ribeirão Santo Antônio, a sobreposição das situações de conflito estabelecidas por:

- Declaração de Área de Conflito – DAC 007/2006

Define a região em que o consumo previsto (ou atual) supera a disponibilidade hídrica superficial atual e

- Diagnóstico do lançamento de esgotos das cidades: Define os pontos em que o lançamento é superior à possibilidade de recepção do curso d'água em função de sua classificação e da eficiência do tratamento. No caso de

Patrocínio, prevê-se o lançamento da população de 76606 habitantes para o ano de 2006 e 105952 para 2016 enquanto o curso d'água é capaz de absorver a população de 5790 habitantes para uma eficiência de tratamento de 80%. Supõe-se, ainda, o enquadramento do Pavões em classe 3 e a manutenção de 70% de Q7,10 como vazão residual. Mantendo 100% da Q7,10, a capacidade subiria para 8272 habitantes.

É flagrante que, mesmo com qualquer restrição de uso consuntivo, a capacidade de recepção do ribeirão é insignificante em relação ao lançamento. O ponto mais próximo que pode absorver a população de Patrocínio é o lago de Nova Ponte.

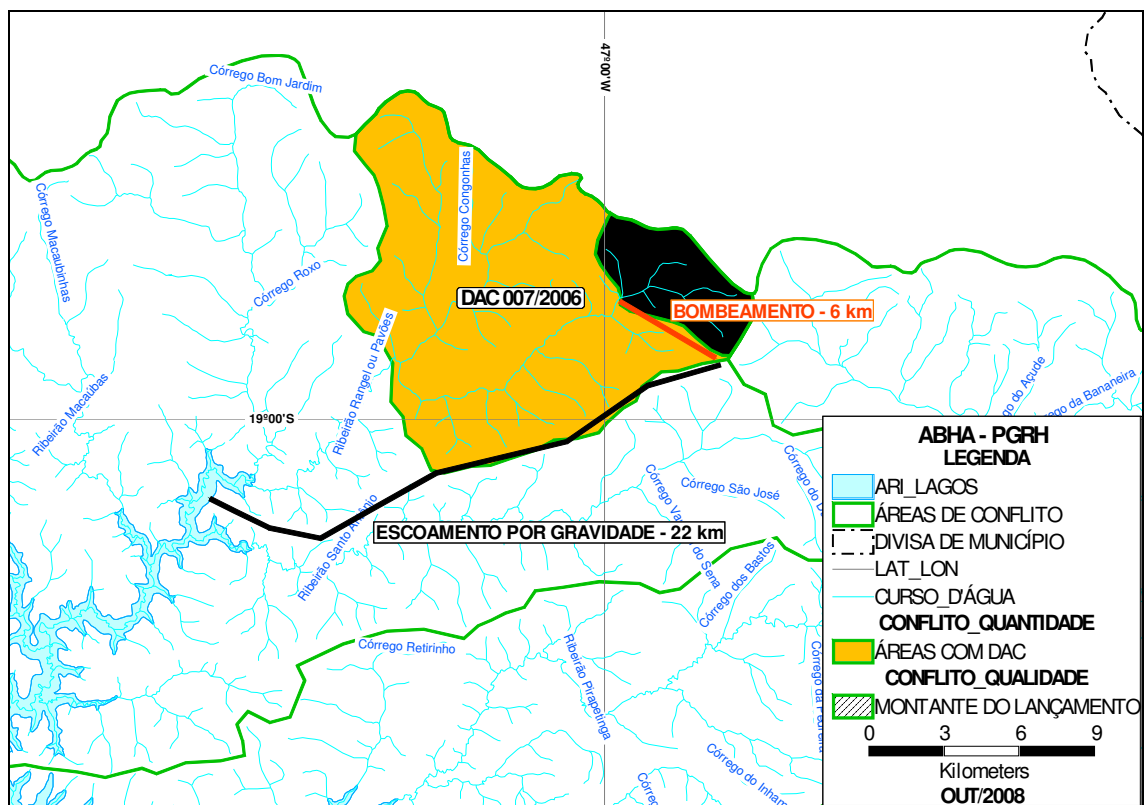
Entende-se, por estes motivos, que não fará diferença qualquer alteração na DAC 007/2006 e que o problema será resolvido com a condução dos esgotos até o lago.

Ações prioritárias

- - Implantação de emissário de aproximadamente 22 Km transpondo o efluente para o lago de Nova Ponte, a um custo aproximado onze milhões de reais.
- - Implantar tratamento terciário na ETE investindo aproximadamente um milhão de reais.

É flagrante que a segunda alternativa é muito mais vantajosa, requerendo menor montante de investimento. Esse tratamento se constitui em remoção de

sólidos e desinfecção do efluente secundário por ultravioleta, para posterior lançamento do ribeirão Santo Antônio, com exigência de padrão de lançamento correspondente a de um curso de Classe 2, aumentando a oferta, contribuindo assim para a redução do déficit.



6.2.10 – Sub-Bacia Alto Rio Araguari

Apesar de sua extensão, a sub-bacia do alto rio Araguari, possui apenas dois trechos com potencial conflito pelo uso da água. Representam essas duas áreas, apenas 1,04% da área total da bacia.

O restante do trecho, por apresenta forte declividade, não possui boa aptidão para exploração agrícola irrigada, principal consumidor de água.

De outra forma, é nesse trecho que concentra-se boa parte das explorações minerais. Entretanto, essa exploração não figura como consumidora de água em seus processos.

Tabela 13 – Conflitos quantitativos na sub-bacia alto rio Araguari

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão $Q_{7,10}$ (L/s)</i>
Córrego Potreiro	9,39	Potencial	59,71
Córrego Engenho da Serra	21,65	Potencial	137,67
Remanescente da Área	2.997,12	Livre	19.061,67

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

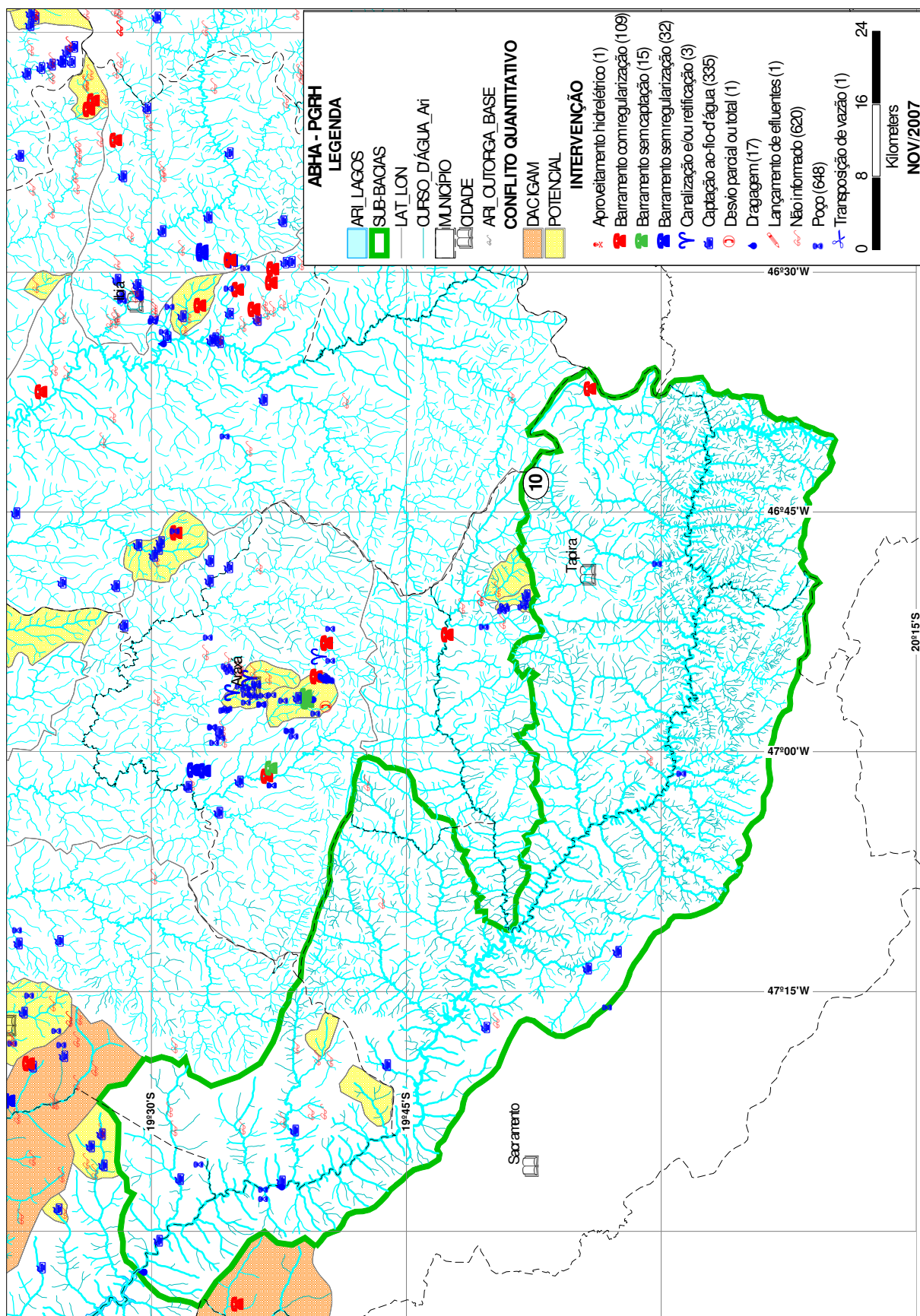


Figura 11 – Conflito quantitativo na sub-bacia alto rio Araguari

6.2.11 – Sub-Bacia Rio Capivara

Na sub-bacia do rio Capivara, os trechos identificados como de conflito representam 3,98% da área total da sub-bacia.

Entretanto, as áreas de potencial conflito, localizam-se próximo à cidade de Araxá, onde existe utilização para diversos fins.

Tabela 14 – Conflitos quantitativos na sub-bacia rio Capivara

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão Q_{7,10} (L/s)</i>
Córrego do Sal	29,20	Potencial	184,85
Córrego Santa Rita	24,90	Potencial	157,62
Remanescente da Área	1.305,55	Livre	8.264,14

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

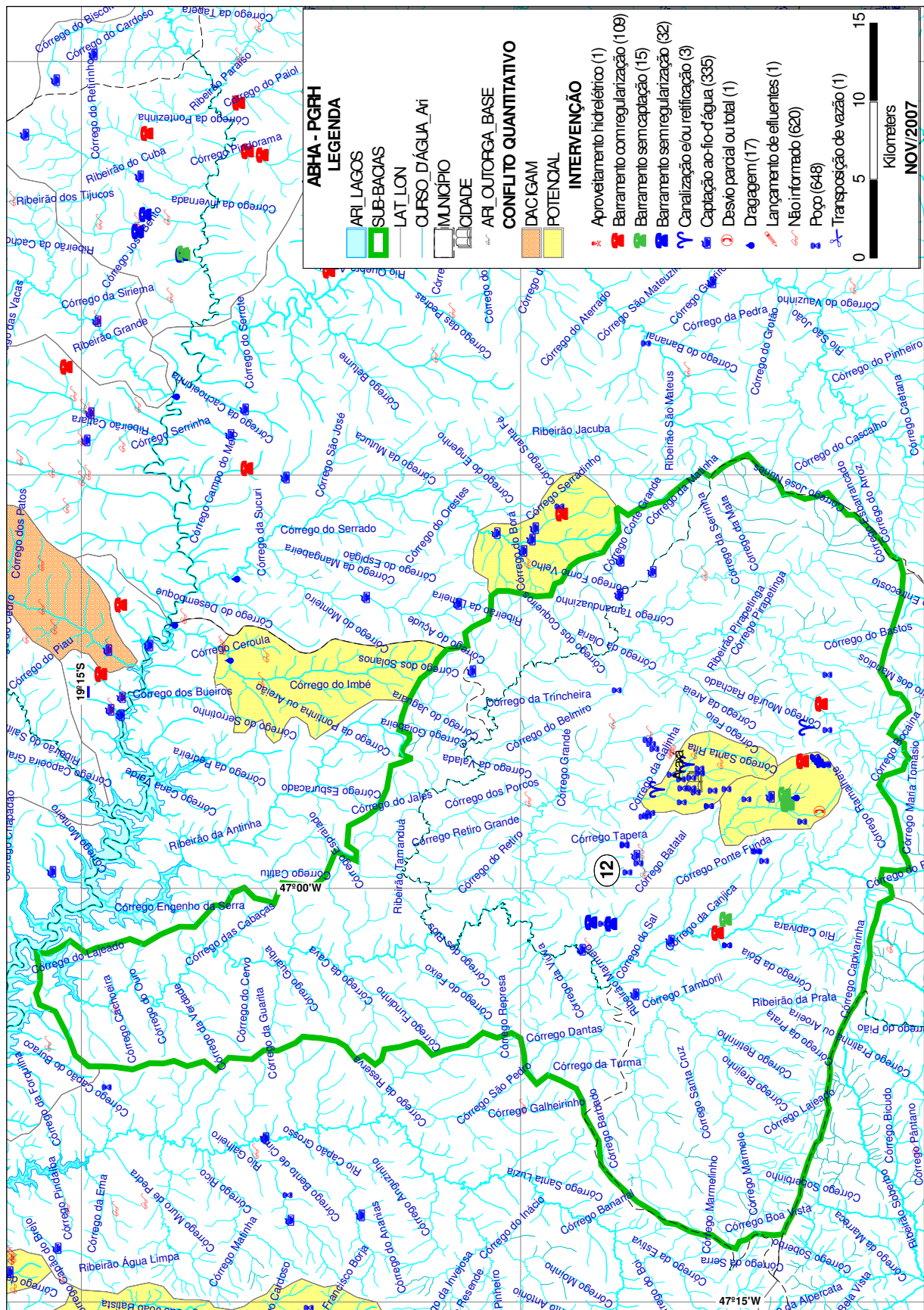


Figura 12 – Conflito quantitativo sub-bacia rio Capivara

6.2.12 – Sub-Bacia Ribeirão do Salitre

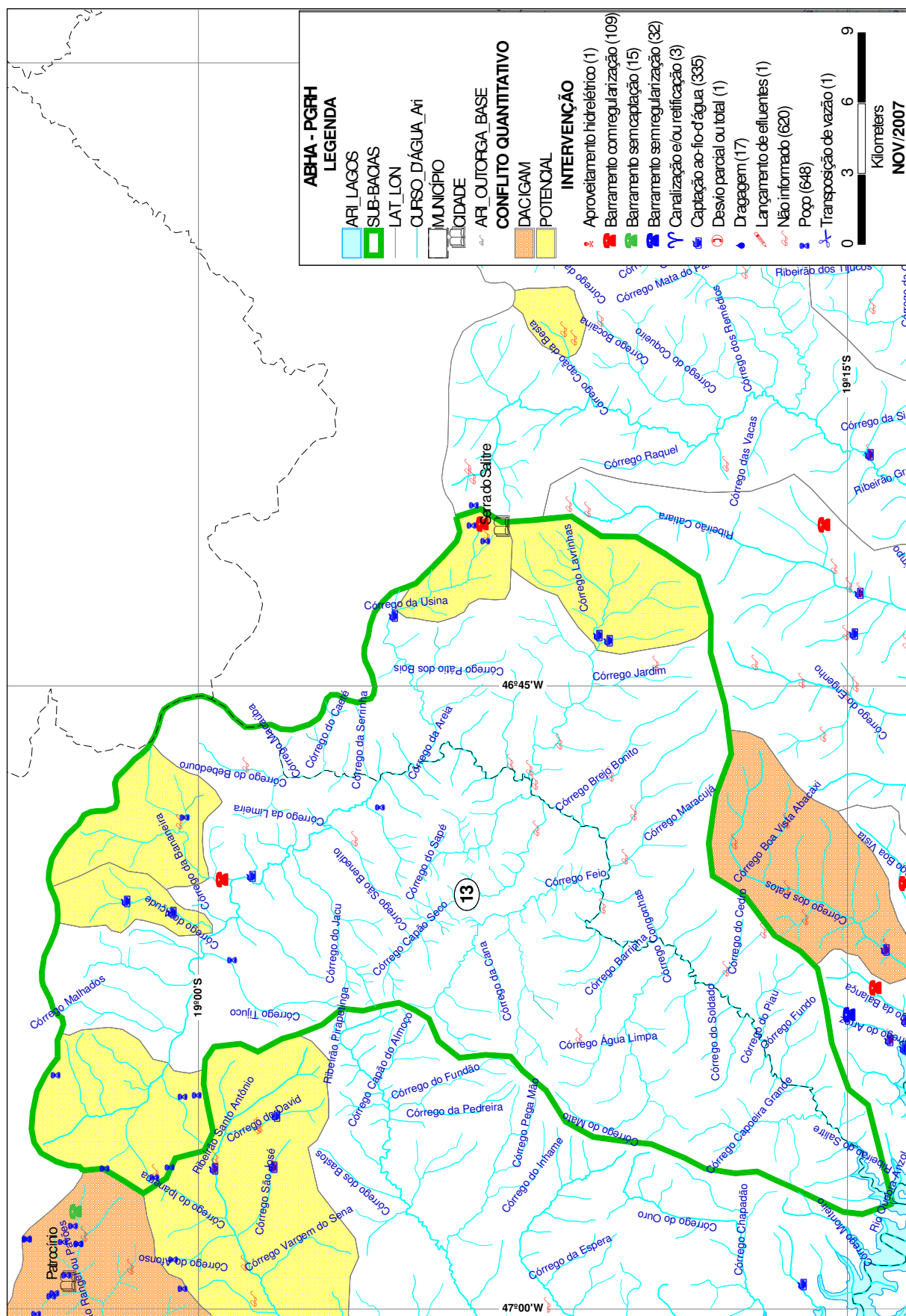
A sub-bacia do ribeirão do Salitre, apresenta características topográficas pouco propícias à exploração agrícola irrigada em parte de suas áreas. Nas cotas mais altas, concentram-se o maior número de explorações, configurando trechos de maior potencial para conflito.

Essas áreas são representadas na tabela seguinte.

Tabela 15 – Conflitos quantitativos na sub-bacia ribeirão do Salitre

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão Q_{7,10} (L/s)</i>
Ribeirão do Salitre (trecho 1)	37,21	Potencial	203,15
Córrego da Usina	13,32	Potencial	72,71
Córrego Lavrinhas	31,85	Potencial	173,93
Córrego do Açude	12,40	Potencial	67,69
Córrego da Bananeira	25,30	Potencial	138,12
Ribeirão do Salitre (Remanescente)	492,75	Livre	2.690,41

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007



6.2.13 – Sub-Bacia Ribeirão do Inferno

Na sub-bacia do ribeirão do Inferno, destaca-se a extensa área sem que haja exploração de recursos hídricos, caracterizada pela condição topográfica acidentada.

De outra forma, apenas em pequena parcela da área existe conflito potencial pelo uso de água. Esse trecho, representativo de 4,47% da área total, está localizado nos trechos mais altos da bacia, com maiores extensões de terras planas, passíveis de exploração com agricultura irrigada.

Tabela 16 – Conflitos quantitativos na sub-bacia ribeirão do Inferno

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão $Q_{7,10}$ (L/s)</i>
Córrego Paiolzinho	7,30	Potencial	53,02
Ribeirão Boa Vista	17,92	Potencial	130,13
Remanescente da Área	539,06	Livre	3.913,56

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

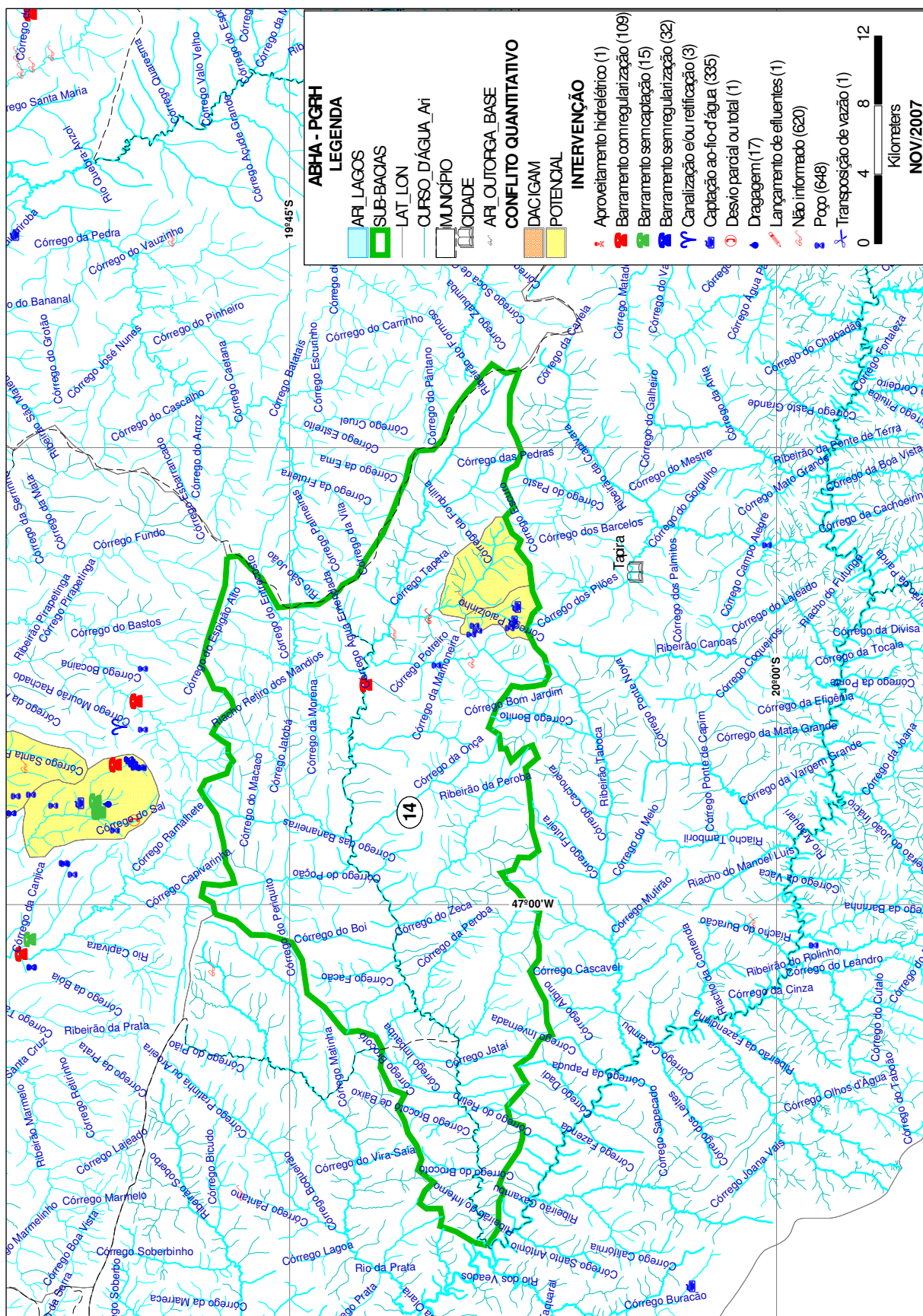


Figura 14 – Conflito quantitativo na sub-bacia ribeirão do Inferno

6.2.14 – Sub-Bacia Alto Rio Quebra-Anzol

A nascente do rio Quebra-Anzol figura entre outros, como área de potencial conflito pelo uso de recursos hídricos. Em todos os casos nessa sub-bacia, a localização dos trechos de conflito são nas cotas mais altas, com baixa disponibilidade associada a boas condições de cultivo irrigado, sendo essa a captação de maior expressão em volume.

Tabela 17 – Conflitos quantitativos na sub-bacia alto rio Quebra-Anzol

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão Q_{7,10} (L/s)</i>
Ribeirão Pirapetinga	42,76	Potencial	309,16
Ribeirão da Estiva	64,28	Potencial	464,77
Córrego do Tota	22,47	Potencial	162,46
Remanescente da Área	2.173,10	Livre	15.711,53

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

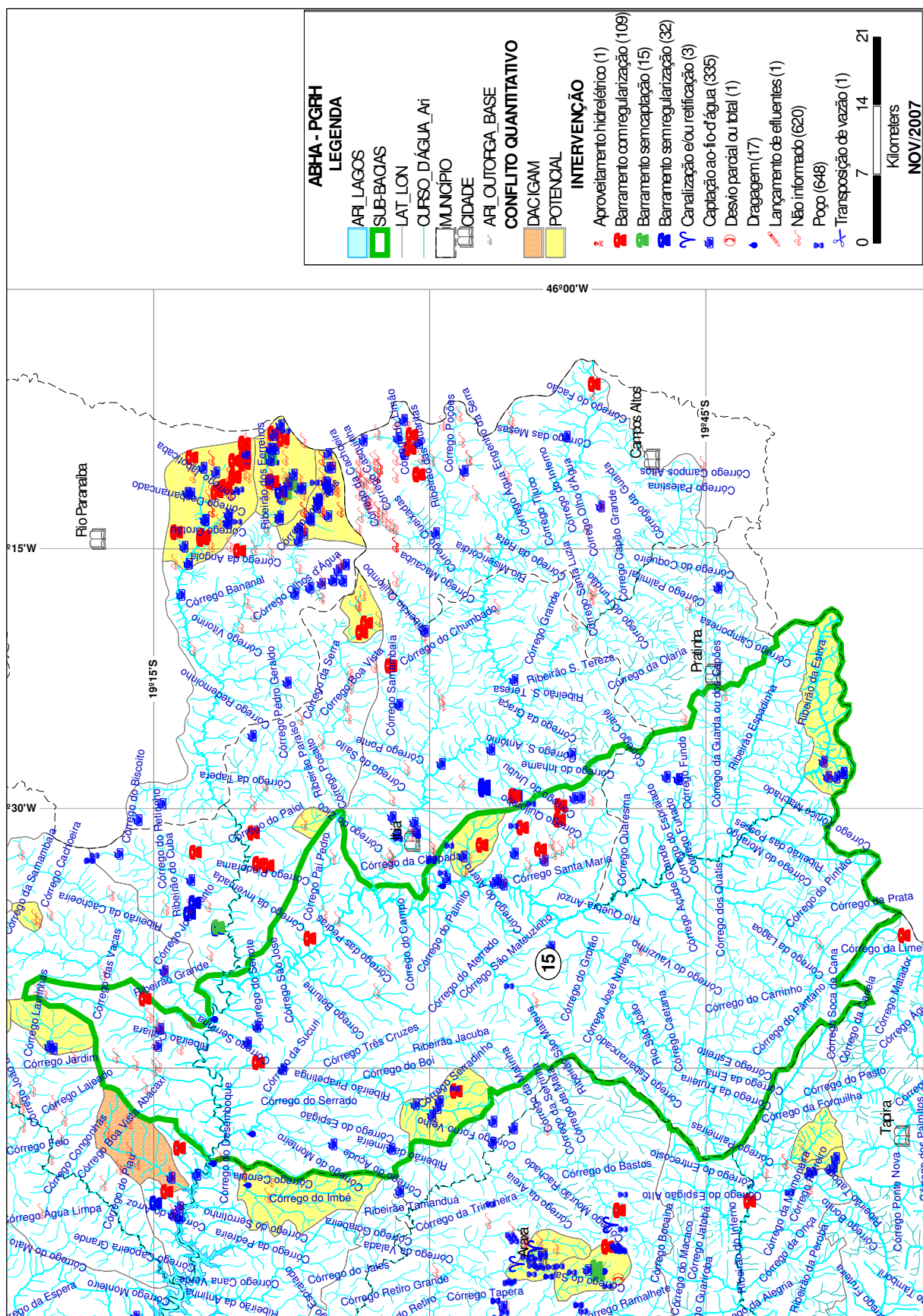


Figura 15 – Conflito quantitativo na sub-bacia alto rio Quebra-Anzol

6.2.15 – Sub-Bacia Ribeirão Grande

Na sub-bacia do ribeirão Grande, o conflito potencial está localizado apenas em pequena parcela da bacia, representativa de 2,55% da área total. Considerando que esse potencial conflito foi identificado a partir da existência de apenas duas captações no trecho, conclui-se que a condição de baixa disponibilidade é o principal fator para essa ocorrência.

Tabela 18 – Conflitos quantitativos na sub-bacia ribeirão Grande

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão Q_{7,10} (L/s)</i>
Córrego da Besta	6,38	Potencial	34,44
Remanescente da Área	243,31	Livre	1.313,87

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

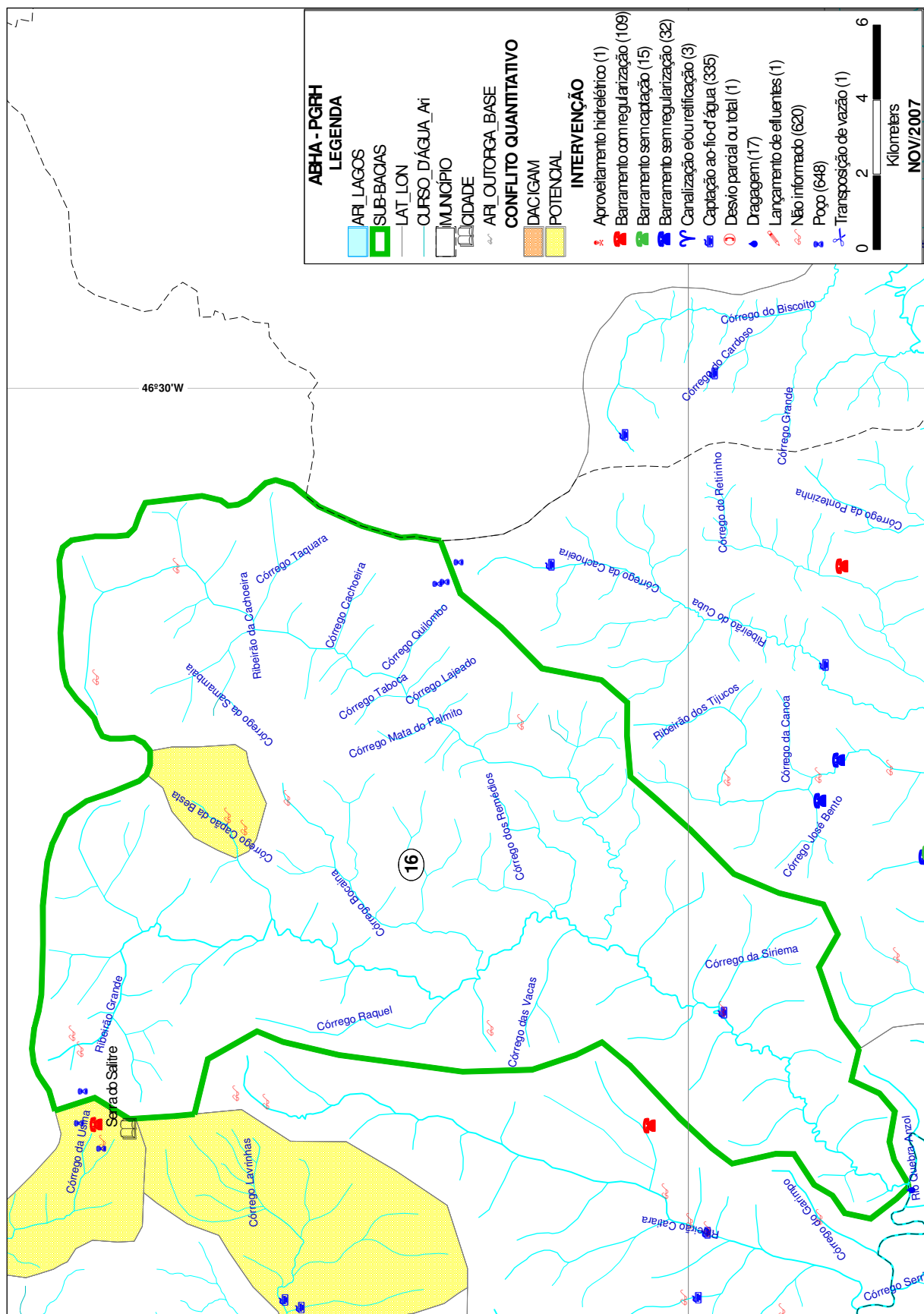


Figura 16 – Conflito quantitativo na sub-bacia ribeirão Grande

6.2.16 – Sub-Bacia Rio São João

A sub-bacia do rio São João é destacada pela demanda por captação existente na parte mais alta da bacia, provocada por assentamento de produtores de outras regiões, trazidos a explorar as áreas do cerrado na década de 70.

Nessa região, como nas demais dessa sub-bacia onde existe potencial ao conflito pelo uso de águas, a topografia apresenta grande aptidão à atividade agrícola irrigada.

Esse trecho com potencial ao conflito, representa 21,62% da área total da bacia.

Tabela 19 – Conflitos quantitativos na sub-bacia ribeirão Grande

<i>Manancial</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Tipo de Conflito</i>	<i>Vazão $Q_{7,10}$ (L/s)</i>
Ribeirão dos Ferreiros	50,66	Potencial	275,06
Ribeirão Paraíso	17,92	Potencial	97,30
Rio São João (trecho 1)	92,07	Potencial	499,94
Córrego dos Patos	39,43	Potencial	214,12
Córrego do Paiol	8,02	Potencial	43,56
Rio São João (remanescente)	754,02	Livre	4.094,34

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

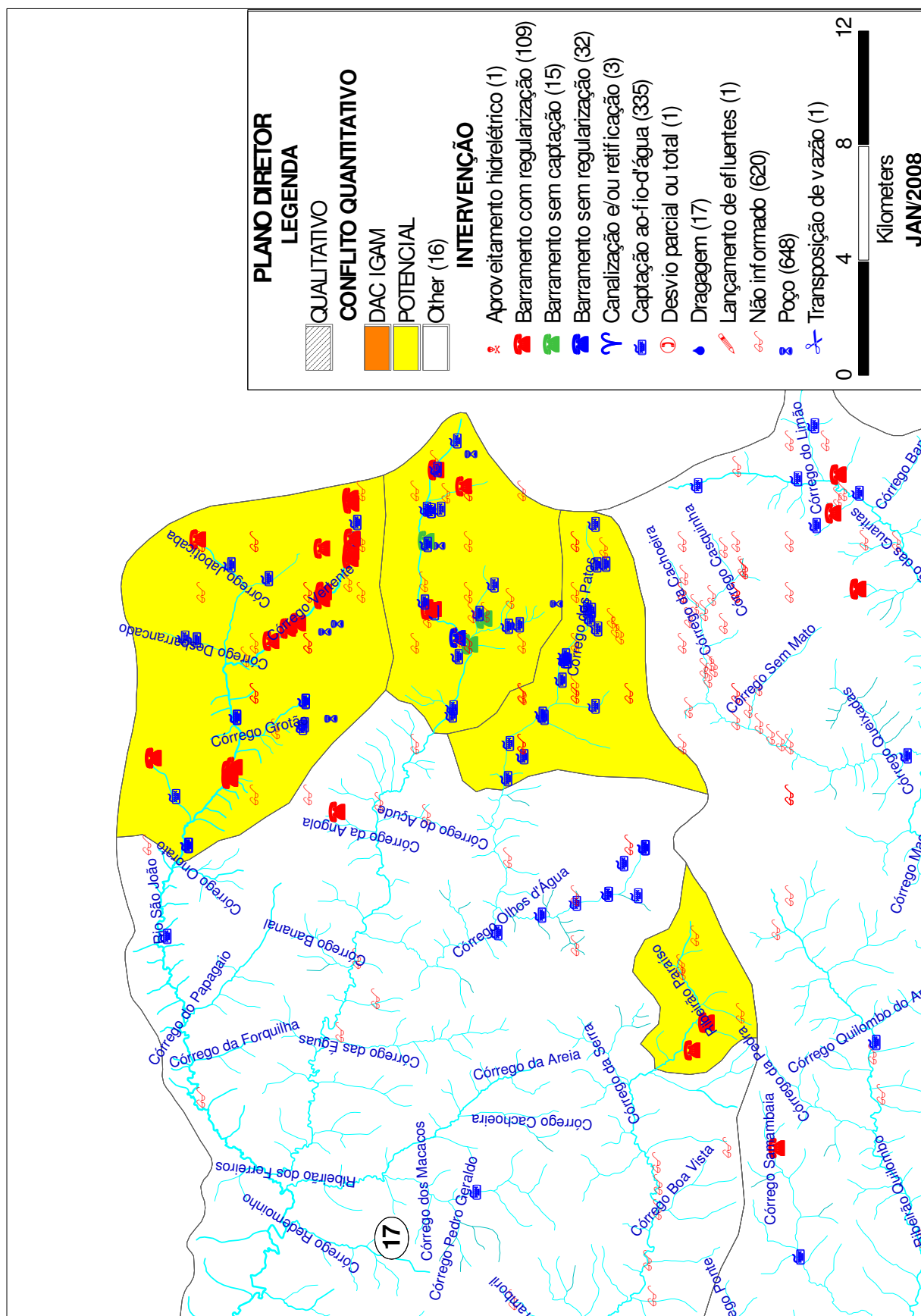


Figura 17 – Conflito quantitativo na sub-bacia rio São João

6.3 – Dos aspectos qualitativos

6.3.1 – No âmbito global da bacia

As informações referentes à qualidade das águas na bacia foram consolidadas em mapas e gráficos que representam as variações de diversos parâmetros característicos da qualidade das águas.

Nos levantamentos realizados, alguns aspectos se destacam pela relevância no processo de gestão. Esses aspectos são tratados de forma distinta a seguir.

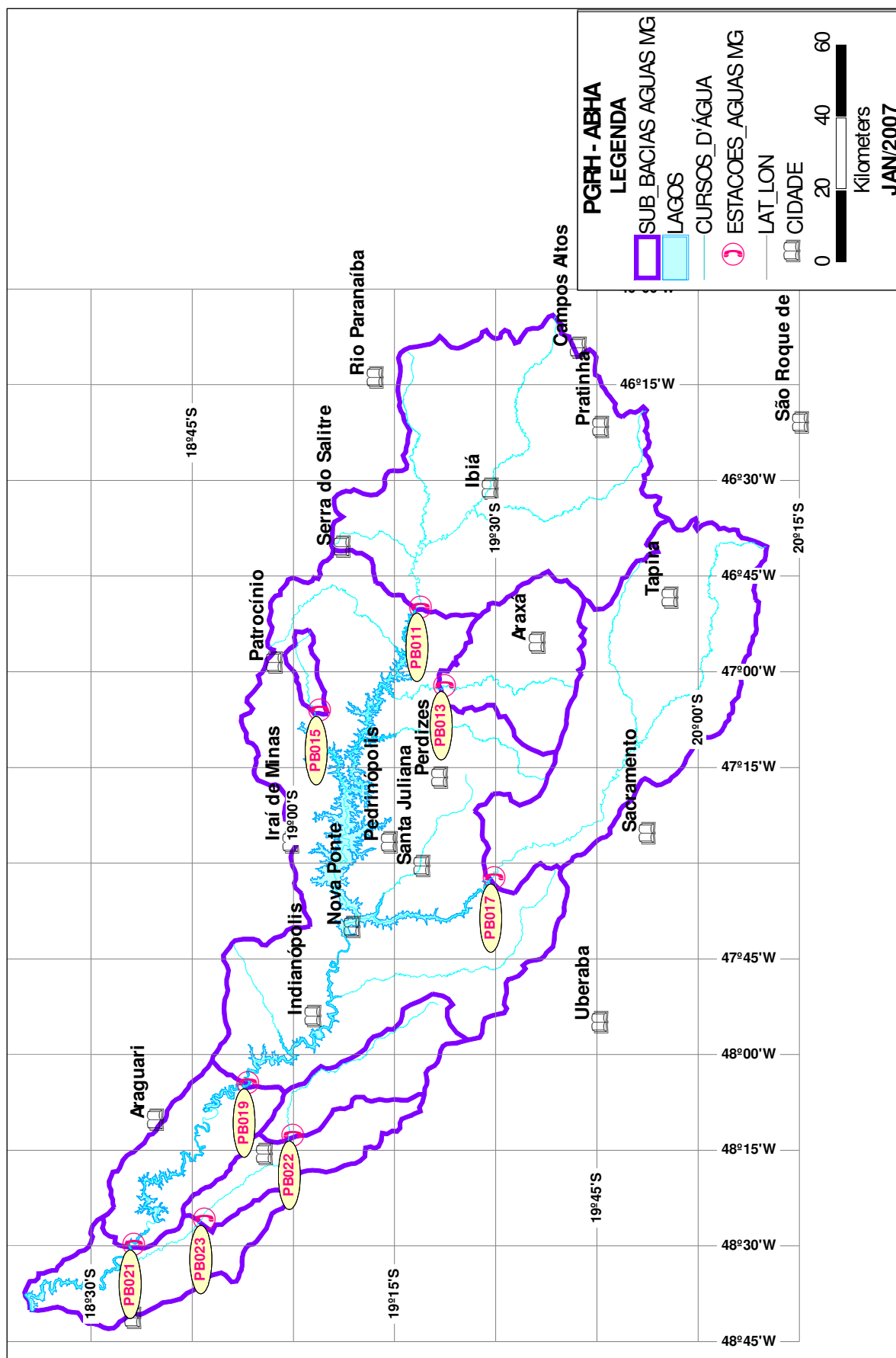


Figura 18 - Localização das estações do projeto Águas de Minas

6.3.2 – Do parâmetro Oxigênio Dissolvido

Observa-se que, com exceção da estação localizada a jusante do lançamento da cidade de Uberlândia (rio Uberabinha) e no rio Araguari, no trecho imediatamente a jusante do reservatório de Miranda, todos os resultados apontam qualidade da água acima do valor para Classe 2. Na grande maioria dos casos, estão acima do valor para Classe 1.

Observados os valores de oxigênio dissolvido no rio Uberabinha, na análise realizada em setembro de 2001, esse parâmetro apresentava-se fora dos padrões de classificação na classe III.

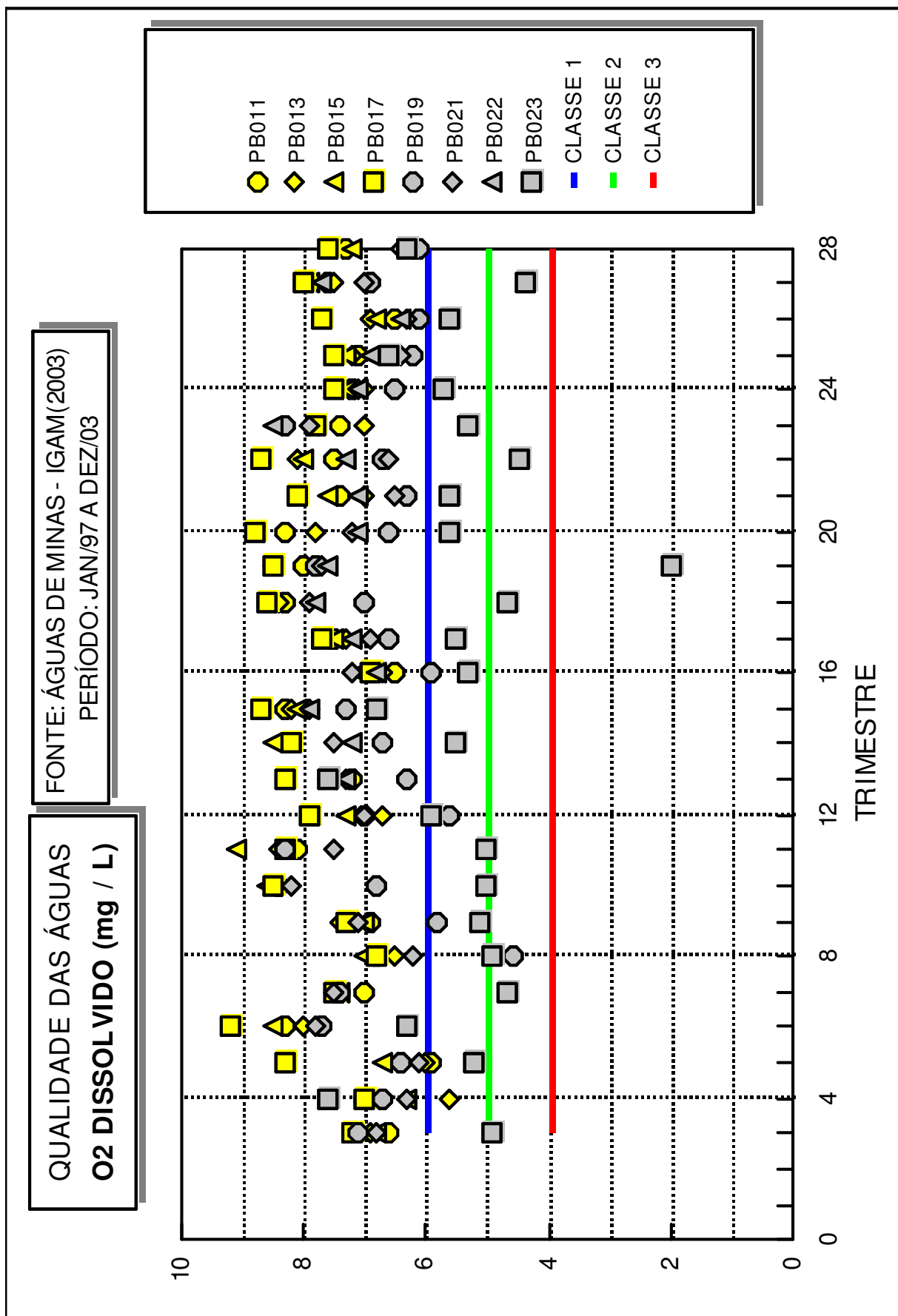


Figura 19 – Variação do parâmetro Oxigênio Dissolvido

6.3.3 – Do parâmetro Coliforme Total

A estação localizada a jusante do lançamento da cidade de Uberlândia (rio Uberabinha) apresenta resultados acima do valor aceito para Classe 3.

As estações PB011, PB013, PB015 e PB017 apresentam valores que giram em torno do limite para a classe 2 e as estações PB019, PB021 e PB022 apresentam os melhores valores, em torno do limite para a Classe 2.

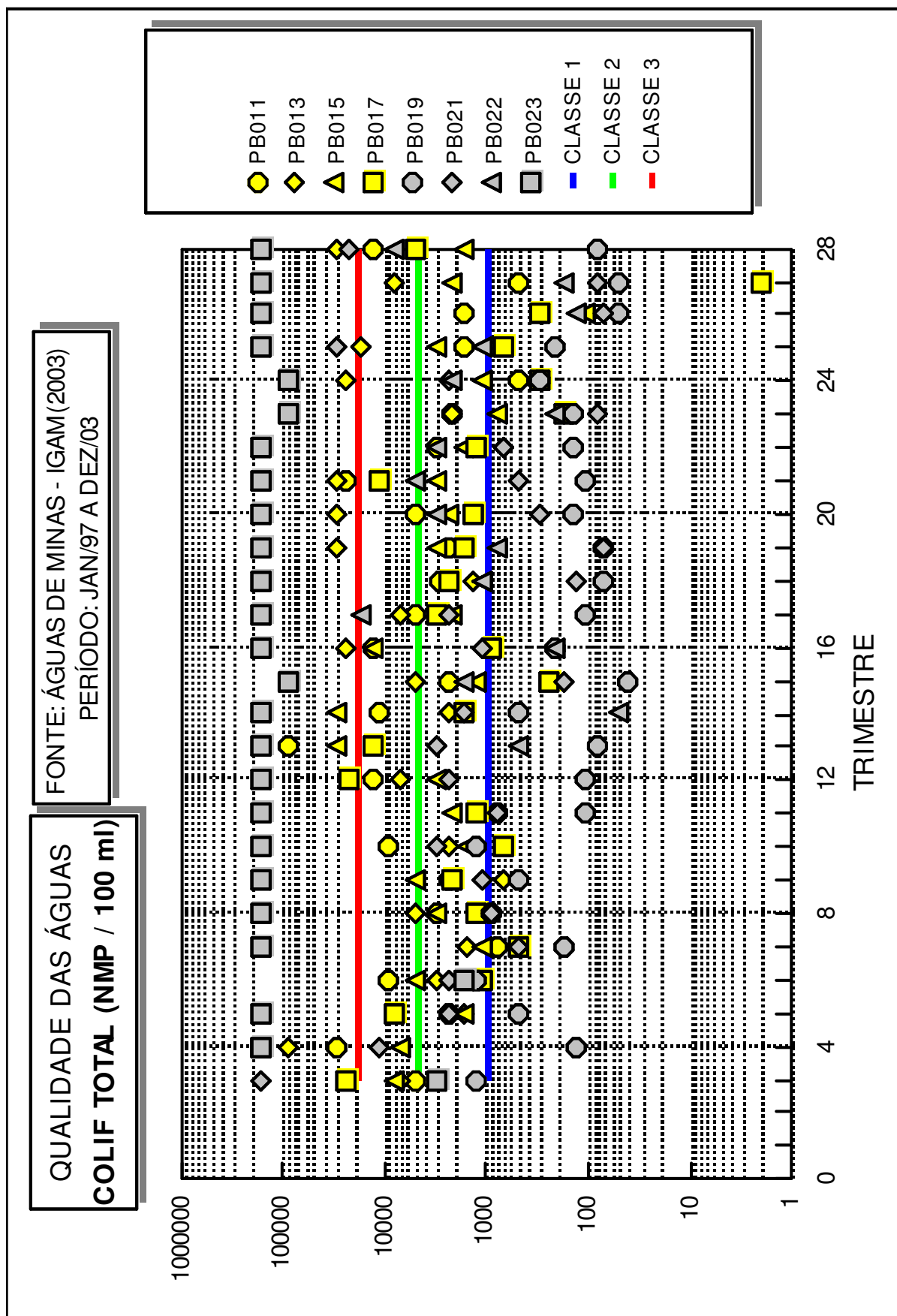


Figura 20 – Variação do parâmetro Coliforme Total

6.3.4 – Do parâmetro Coliforme Fecal

A estação localizada a jusante do lançamento da cidade de Uberlândia (rio Uberabinha) apresenta, na maioria dos registros, resultados acima do valor aceito para Classe 3.

As estações PB011, PB013, PB015 e PB017 apresentam valores que giram em torno do limite para a classe 2 e as estações PB019, PB021 e PB022 apresentam os melhores valores, em torno do limite para a Classe 2

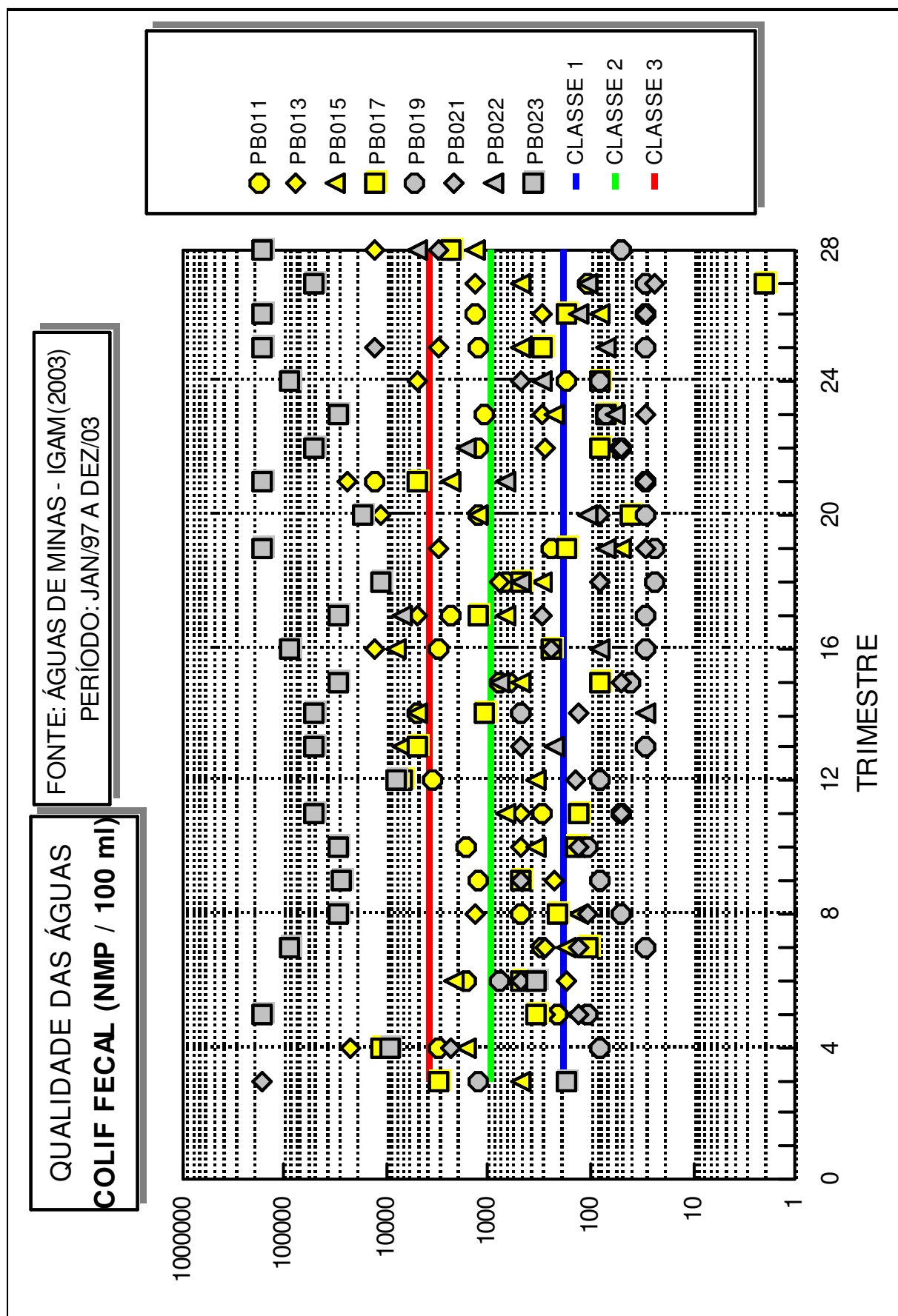


Figura 21 – Variação do parâmetro Coliforme Fecal

6.4 – Prognóstico de Utilização dos mananciais para lançamento de efluentes

Os pontos de concentração de lançamento de esgotos sanitários são os centros urbanos que se caracterizam por ainda existirem desses, alguns que não possuem sistemas de tratamento convencionais dos efluentes sanitários ou os sistemas implantados não prevêm a eficiência ou o controle rigoroso, como o que ocorre na cidade de Uberlândia.

Os parâmetros que definem os lançamentos das diversas cidades da bacia estão mostrados na tabela que se segue:

Tabela 20 – Parâmetros para análise do lançamento de resíduos sanitários das cidades				
Cidade	Manancial do Lançamento	População (Hab.)		Vazão manancial $Q_{7,10}$ (L/s)
		2006	2016	
Uberlândia	Rio Uberabinha	522.620,00	736.953,00	4.984,60
Araguari	Córrego Desamparo	15.053,00	17.303,00	73,00
Uberlândia	Córrego Terra Branca	82.768,00	116.708,00	268,80
Indianópolis	Córrego Manoel Velho	1.865,00	2.286,00	74,60
Indianópolis	Córrego Lava-Pés	1.848,00	2.270,00	48,50
Pedrinópolis	Córrego da Cidade	2.786,00	2.648,00	18,10
Perdizes	Ribeirão São F. do Borja	9.752,00	15.926,00	255,60
Santa Juliana	Rib. Santa Juliana	5.313,00	6.900,00	890,45
Patrocínio	Ribeirão Rangel ou Pavões	76.606,00	105.952,00	95,70
Tapira	Córrego das Antas	2.714,00	3.698,00	179,30
Araxá	Córrego Santa Rita	85.034,00	98.674,00	145,30
Serra do Salitre	Córrego da Usina	8.029,00	11.105,00	9,50
Campos Altos	Córrego Barreiro	12.887,00	15.247,00	123,80
Ibiá	Córrego da Cachoeira	19.549,00	23.829,00	29,40
Pratinha	Afl. Ribeirão da Prata	2.026,00	2.885,00	5,00

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia - 2007

Na obtenção dos parâmetros adotados na tabela anterior, o valor de $Q_{7,10}$ foi obtido com a utilização das referências dadas no material Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais – Hidrossistemas e COPASA – 1993, com ponto de referência no local do lançamento dos efluentes.

A capacidade de mananciais superficiais em receber lançamento de resíduos da população urbana permanece inalterada se comparados todos os mananciais existentes na bacia com mesma área de contribuição. A alteração na capacidade de recebimento do lançamento é vinculada à área de contribuição e no tipo de lançamento. Boa forma de analisar esses valores é a determinação de um fator de capacidade de absorção pelos mananciais em duas condições: a primeira com tratamento total do resíduo e a segunda com nenhum tratamento.

Outra condição dos mananciais em receber efluentes é sua classificação segundo a classe de uso preponderante. Dessa forma, o fator de capacidade de absorção nas diferentes classificações de corpos d'água, devem ser tratadas de forma distinta.

6.4.1 – Revisão dos Conhecimentos na Produção de Resíduos.

A produção de resíduos, os sistemas de tratamento e a qualidade de cada sistema, foram analisados por Marcos Von Sperling em seu material, Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgoto, 1996. Os parâmetros obtidos nesse estudo, são utilizados para determinação da capacidade de absorção de resíduos dos mananciais, em situações de resíduos tratados e em seu estado bruto.

A produção de resíduos de populações urbanas, é obtida pela avaliação da quantidade de água consumida, que é reduzida a uma proporção que varia entre 60% e 100%.

A determinação da quantidade de água na entrada em um estabelecimento é obtida pela quota *per capita* - QPC de água, com os seguintes parâmetros.

Tabela 21 – Consumo *Per Capta* de Água

Porte da Localidade	Faixa de População (hab)	Consumo QPC (l/hab.d)
Povoado Rural	< 5.000	90 – 140
Vila	5.000 – 10.000	100 – 160
Pequena Localidade	10.000 – 50.000	110 – 180
Cidade Média	50.000 – 250.000	120 – 220
Cidade Grande	> 250.000	150 – 300

Fonte: Marcos Von Sperling – 1996

A quantidade de resíduos gerados por uma determinada população, pode então ser avaliada pela seguinte equação:

$$Qd_{\text{méd}} = \frac{\text{Pop} \cdot \text{QPC} \cdot R}{86400}$$

Onde:

Pop – População

QPC – Quota *per capita*

R – Fator de Redução do Volume de Entrada

Qd_{med} - Vazão em litros por segundo – L/s.

As características químicas de esgotos domésticos em seu estado bruto, é tida pela contribuição *per capita* de DBO_5 , numa faixa que varia entre 40 a 60 g/hab.dia, com um volume típico de 50 g/hab.dia e uma concentração típica de 350 mg/l de DBO_5 .

É possível extrair do material de Von Sperling, a capacidade de remoção de DBO_5 dos resíduos nas diversas formas de tratamento. O sistema de tratamento mais utilizado nas cidades da região, é o de Reator Anaeróbio de Manta de Lodo, com capacidade de remoção de DBO_5 variando entre 60% a 80%. Para a condição extrema de um cenário positivo da atuação dos agentes de gestão, será adotada a melhor eficiência dos sistemas, com remoção de 80% da DBO_5 .

Uma verificação da legislação, especificamente da Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de Março de 2005, que trata das características dos mananciais por sua classe de uso preponderante, permite observar que a DBO_5 pode variar nos valores descritos a seguir.

Para mananciais classe I – Temperatura de 20° até 03 mg/L O_2

Para mananciais classe II – Temperatura de 20° até 05 mg/L O_2

Para mananciais classe III – Temperatura de 20° até 10 mg/L O_2

6.4.2 – Fator de Capacidade de Absorção

A capacidade de um manancial, em receber o lançamento de resíduos, tem variação em duas condições: a primeira pela sua vazão e a segunda pela classe de uso preponderante adotada para ele.

Tomando uma vazão de 1,0 L/s, em mananciais, a variação da classe de uso preponderante se mantém como único elemento de variação, para as quais, a capacidade desse manancial em atender populações se altera.

Dessa forma, é possível determinar que, para cada 1,0 L/s de vazão de uma manancial em uma determinada classe de uso preponderante é possível estabelecer a população atendida pelo lançamento de efluentes.

Tomando os mananciais de classe I a III e o lançamento de efluentes em condição tratada e não tratada, teremos então seis valores distintos, sendo três fatores para esgoto tratado e três para esgotos não tratados.

A DBO₅ efluente por pessoa é igual a 50 g/dia.

O volume total do período de 24 horas, onde será depositado o resíduo é de 86.400,00 litros.

A concentração máxima de DBO₅ para mananciais em suas classes de uso, comparadas à contribuição per capita dá a seguinte referência:

Classe I – 03 mg/L ou lançamento de 259,20 g DBO₅

Classe II – 05 mg/L ou lançamento de 432,00 g DBO₅

Classe III – 10 mg/L ou lançamento de 864,00 G DBO₅

A população atendida pelo lançamento de efluentes bruto para cada 1,0 L/s de vazão no manancial, pelas classes de uso preponderantes será a seguinte:

Classe I – 5,18 Pessoas

Classe II – 8,64 Pessoas

Classe III – 17,28 Pessoas

Adotando o tratamento do efluente com reator anaeróbio de manta de lodo, com remoção de 80% da DBO₅:

- A DBO₅ efluente por pessoa é igual a 10 g/dia;

- A vazão do manancial, mantida em 1,0 L/s, será de 86.400 litros por dia.

A população atendida pelo lançamento de efluentes bruto para cada 1,0 L/s de vazão no manancial, pelas classes de uso preponderantes será a seguinte:

Classe I – 25,92 Pessoas

Classe II – 43,20 Pessoas


Classe III – 86,40 Pessoas

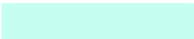
Admitindo que a vazão dos mananciais, nos diversos pontos de lançamento seja igual a 70% de $Q_{7,10}$, foram simuladas as capacidades de absorção nos atuais pontos de lançamento através do cálculo da população possível de ser atendida no sistema de coleta de esgoto, para mananciais das Classes I, II e III. As tabelas abaixo apresentam os resultados das populações possíveis de serem atendidas com e sem tratamento de esgotos. A primeira supõe uma redução de 60%, a segunda, uma redução de 80% do DBO_5 e a terceira, uma redução de 90%.

Tabela 22 – Capacidade dos Mananciais em receber resíduos das Populações Perspectivas com Remoção de 60% de DBO₅

Cidade	Perspectiva Populacional		Capacidade dos Mananciais em Receber Resíduos					
			Sem Tratamento			Com Tratamento Eficiente em 60%		
	2006	2016	I	II	III	I	II	III
Uberlândia	522.620	736.953	18.074	30.147	60.294	45.185	75.367	150.735
Araguari	15.053	17.303	265	442	883	662	1.105	2.207
Uberlândia	82.768	116.708	975	1.626	3.251	2.437	4.065	8.127
Indianópolis	1.865	2.286	271	451	903	677	1.127	2.257
Indianópolis	1.848	2.270	176	293	587	440	732	1.467
Pedrinópolis	2.786	2.648	66	109	219	165	272	547
Perdizes	9.752	15.926	927	1.546	3.092	2.317	3.865	7.730
Santa Juliana	5.313	6.900	3.229	5.385	10.771	8.072	13.462	26.927
Patrocínio	76.606	105.952	347	579	1.158	867	1.447	2.895
Tapira	2.714	3.698	650	1.084	2.168	1.625	2.710	5.420
Araxá	85.034	98.674	527	879	1.757	1.317	2.197	4.392
Serra do Salitre	8.029	11.105	34	57	115	85	142	287
Campos Altos	12.887	15.247	449	748	1.497	1.122	1.870	3.742
Ibiá	19.549	23.829	107	178	356	267	445	890
Pratinha	2.026	2.885	18	30	61	45	75	152

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

 Condição em que a capacidade do manancial, atende apenas à população em 2006

 Condição em que a capacidade do manancial, atende à população perspectiva em 2016.

Uma avaliação dos valores na tabela anterior, considerando a capacidade de remoção de DBO_5 dos sistemas de tratamento dos resíduos em 60%, permite concluir que:



- Para a população em 2006, apenas o córrego Santa Juliana, que recebe o efluente da cidade, seria capaz de receber o efluente sem tratamento se mantido em Classe II. Para a população de 2016, será necessário o tratamento a menos que o córrego seja de classe III.
- O ribeirão São Francisco de Borja, que recebe o efluente da cidade de Perdizes pode receber o efluente desde que enquadrado como de classe III para a população em 2016.
- O mesmo ocorre com o município de Indianópolis, na parcela que e despejada no córrego Manoel Velho.
- O município de Tapira poderá, em 2016, continuar lançando no córrego das Antas desde que este seja enquadrado na Classe III.
- Os demais mananciais, mesmo se considerados de classe III, não atendem à população atual ou aquela perspectiva para 2016.

A segunda observação, seguinte, levanta a condição de, o sistema de tratamento ser capaz de remover 80% da DBO_5 do efluente a ser lançado.

Tabela 23 – Capacidade dos Mananciais em receber resíduos das Populações Perspectivas com Remoção de 80% de DBO₅

Cidade	Perspectiva Populacional		Capacidade dos Mananciais em Receber Resíduos					
			Sem Tratamento			Com Tratamento Eficiente em 80%		
	2006	2016	I	II	III	I	II	III
Uberlândia	522.620,00	736.953,00	18.074,00	30.147,00	60.294,00	90.372,00	150.736,00	301.471,00
Araguari	15.053,00	17.303,00	265,00	442,00	883,00	1.324,00	2.208,00	4.416,00
Uberlândia	82.768,00	116.708,00	975,00	1.626,00	3.251,00	4.873,00	8.129,00	16.257,00
Indianópolis	1.865,00	2.286,00	271,00	451,00	903,00	1.353,00	2.257,00	4.514,00
Indianópolis	1.848,00	2.270,00	176,00	293,00	587,00	880,00	1.467,00	2.935,00
Pedrinópolis	2.786,00	2.648,00	66,00	109,00	219,00	328,00	547,00	1.095,00
Perdizes	9.752,00	15.926,00	927,00	1.546,00	3.092,00	4.634,00	7.730,00	15.460,00
Santa Juliana	5.313,00	6.900,00	3.229,00	5.385,00	10.771,00	16.144,00	26.927,00	53.854,00
Patrocínio	76.606,00	105.952,00	347,00	579,00	1.158,00	1.736,00	2.895,00	5.790,00
Tapira	2.714,00	3.698,00	650,00	1.084,00	2.168,00	3.250,00	5.421,00	10.842,00
Araxá	85.034,00	98.674,00	527,00	879,00	1.757,00	2.634,00	4.393,00	8.786,00
Serra do Salitre	8.029,00	11.105,00	34,00	57,00	115,00	172,00	287,00	574,00
Campos Altos	12.887,00	15.247,00	449,00	748,00	1.497,00	2.244,00	3.742,00	7.485,00
Ibiá	19.549,00	23.829,00	107,00	178,00	356,00	534,00	890,00	1.780,00
Pratinha	2.026,00	2.885,00	18,00	30,00	61,00	91,00	152,00	304,00

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

-  Condição em que a capacidade do manancial, atende apenas à população em 2006
-  Condição em que a capacidade do manancial, atende à população perspectiva em 2016.

Uma avaliação dos valores na tabela anterior, considerando a capacidade de remoção de DBO_5 dos sistemas de tratamento dos resíduos em 80%, permite concluir que:

- Se comparada à população em 2006, apenas o córrego das Antas, que recebe o efluente da cidade de Tapira, seria capaz de manter qualidade compatível com a classe I. Quando comparada à população projetada para 2016, esse manancial pode ser classificado como de classe II.
- O ribeirão São Francisco de Borja, que recebe o efluente da cidade de Perdizes pode ser de classe III na população em 2006.
- O ribeirão Santa Juliana, recebendo o resíduo da cidade de Santa Juliana, mesmo que sem tratamento, pode ser classificado como classe III para uma população igual à de 2006 ou classe III para uma população perspectiva para 2016. Com tratamento que resulte a remoção de 80% da DBO_5 , esse manancial pode ser classificado como classe I, mesmo que com a população perspectiva para 2016.
- No município de Indianópolis, havendo a distribuição dos resíduos em dois mananciais, o córrego Manoel Velho pode ser classificado como de classe II com população igual à de 2006 e tanto o córrego Manoel Velho como o córrego Lava-Pés podem ser de na classe III com a população projetada para 2016.


- Os demais mananciais, mesmo se considerados de classe III, não atendem à população atual ou aquela perspectiva para 2016.

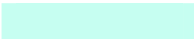
A terceira observação, seguinte, levanta a condição de, o sistema de tratamento ser capaz de remover 90% da DBO₅ do efluente a ser lançado.

Tabela 24 – Capacidade dos Mananciais em receber resíduos das Populações Perspectivas

Cidade	Perspectiva Populacional		Capacidade dos Mananciais em Receber Resíduos					
			Sem Tratamento			Com Tratamento Eficiente em 90%		
	2006	2016	I	II	III	I	II	III
Uberlândia	522620	736953	18074	30147	60294	180743	301471	602942
Araguari	15053	17303	265	442	883	2648	4416	8832
Uberlândia	82768	116708	975	1626	3251	9747	16257	32514
Indianópolis	1865	2286	271	451	903	2706	4514	9027
Indianópolis	1848	2270	176	293	587	1760	2935	5870
Pedrinópolis	2786	2648	66	109	219	656	1095	2190
Perdizes	9752	15926	927	1546	3092	9269	15460	30920
Santa Juliana	5313	6900	3229	5385	10771	32288	53854	107709
Patrocínio	76606	105952	347	579	1158	3472	5790	11581
Tapira	2714	3698	650	1084	2168	6500	10842	21684
Araxá	85034	98674	527	879	1757	5268	8786	17573
Serra do Salitre	8029	11105	34	57	115	344	574	1149
Campos Altos	12887	15247	449	748	1497	4487	7485	14969
Ibiá	19549	23829	107	178	356	1067	1780	3560
Pratinha	2026	2885	18	30	61	182	304	607

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia - 2007

 Condição em que a capacidade do manancial, atende apenas à população em 2006

 Condição em que a capacidade do manancial, atende à população perspectiva em 2016.

A condição do sistema de tratamento dos resíduos sanitários em remover 90% da DBO₅ no efluente lançado nos mananciais, permite a utilização de alguns mananciais para o lançamento com as seguintes observações:

- O rio Uberabinha, que recebe o resíduo da cidade de Uberlândia, com vazão igual a 70% do Q_{7,10}, classifica-se como classe III se considerada a população em 2006;
- Com lançamento dos resíduos tratados da cidade de Indianópolis, o córrego Manoel Velho permite o enquadramento em classe I com a população perspectiva para 2016 e o córrego Lava-Pés, recebendo o efluente da parcela da população perspectiva para 2016, pode ser classificado de classe II;
- O lançamento dos efluentes tratados da cidade de Perdizes, permite o enquadramento do Ribeirão São Francisco de Borja em classe II se a população for aquela de 2006 e classe III quando a população é aquela perspectiva para 2016;
- O ribeirão Santa Juliana, recebendo o resíduo da cidade de Santa Juliana, mesmo que sem tratamento, pode ser classificado como classe III para uma população igual à de 2006 ou classe III para uma população perspectiva para 2016. Com tratamento que resulte a remoção de 80% da DBO₅, esse manancial pode ser classificado como classe I, mesmo que com a população perspectiva para 2016.

- Em Tapira, o efluente tratado da população perspectiva para 2016, lançado no córrego das Antas, permite o enquadramento desse manancial em classe I.
- Em Campos Altos, o lançamento do efluente tratado da população em 2006, permite apenas o enquadramento do manancial em classe III;
- Nas demais cidades, o lançamento de efluentes, mesmo considerada a remoção de 90% da DBO₅ e a população em 2006, os mananciais que recebem os efluentes podem ser classificados como classe maior que III.

6.5 – Sobreposição de Demandas Para Captação e Lançamento dos Efluentes

Assim, as regiões identificadas adiante neste item, são aquelas onde deverão ser desenvolvidas as medidas emergenciais de implantação de processo de gestão compartilhada.

A análise estratégica da gestão dos recursos hídricos deve contemplar os usos múltiplos dos corpos d'água, incluindo a diluição de efluentes.

Nos diagnósticos de demanda e disponibilidade produzidos neste trabalho, observam-se áreas de conflito quantitativo em corpos d'água utilizados, também, para o lançamento dos efluentes sanitários dos municípios. Nestes casos, a possibilidade de se contar com vazões residuais superiores a 70% de Q_{7,10}, a jusante das captações, dependeria de restrições de consumo que comprometeriam, principalmente, os empreendimentos agropecuários que utilizam a água para fins de irrigação.

As situações em que ocorre a sobreposição são relatadas, a seguir:

6.5.1 – Sub-bacia 02 - Rio Uberabinha

Aqui, a competição se estabelece pelo uso do município de Uberlândia – responsável tanto pelo consumo quanto pelo lançamento de efluentes.

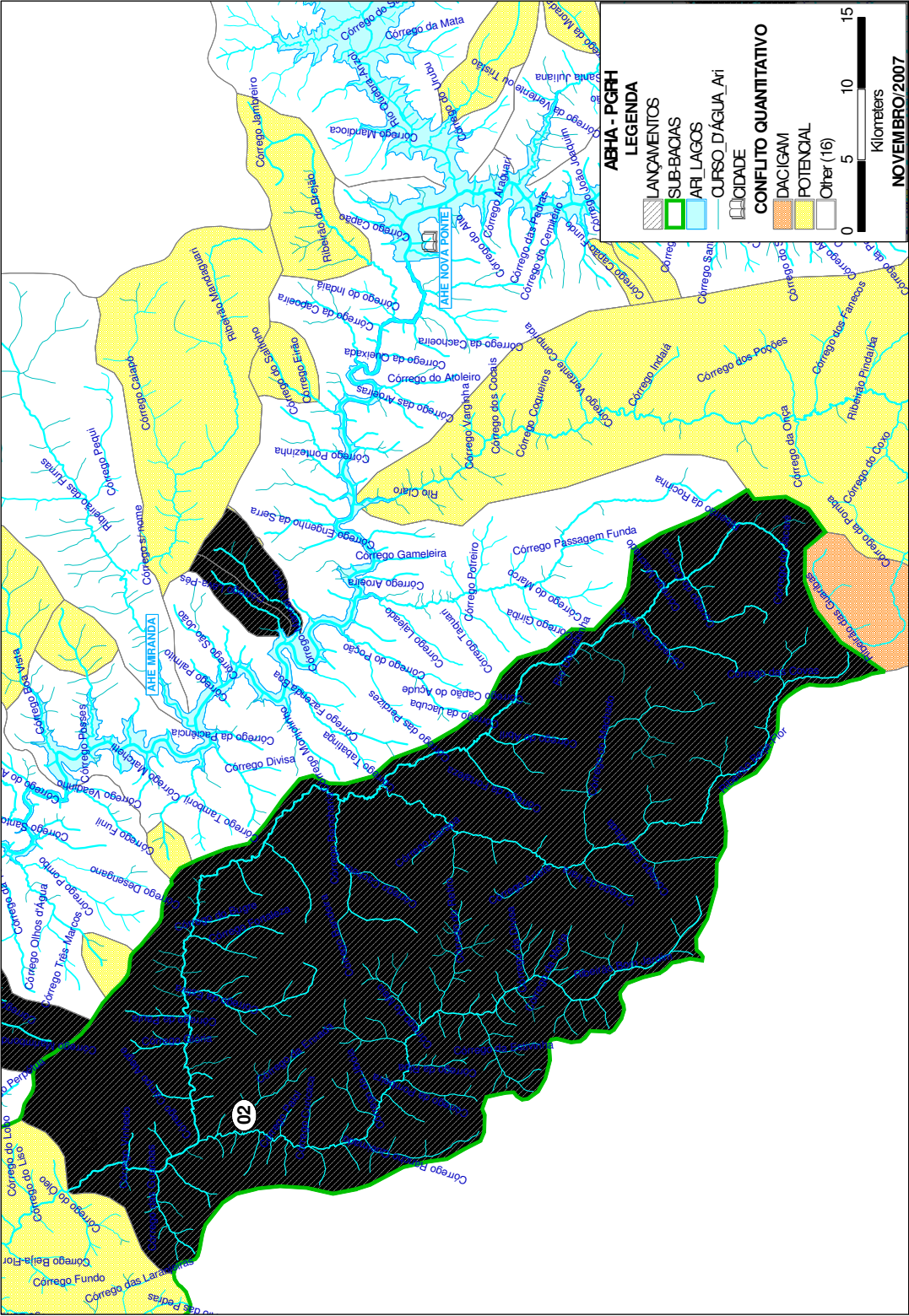


Figura 22 – Rio Uberabinha – lançamento da cidade de Uberlândia

6.5.2 – Sub-bacia 04 – Córrego Manoel Velho

O lançamento dos esgotos do município de Indianópolis é feito nos córregos Manoel Velho e Lava-Pés. O município pretende implantar uma ETE que receberá todo o esgoto e deve fazer o lançamento diretamente no lago da UHE de Miranda, viabilizando a depuração do efluente.

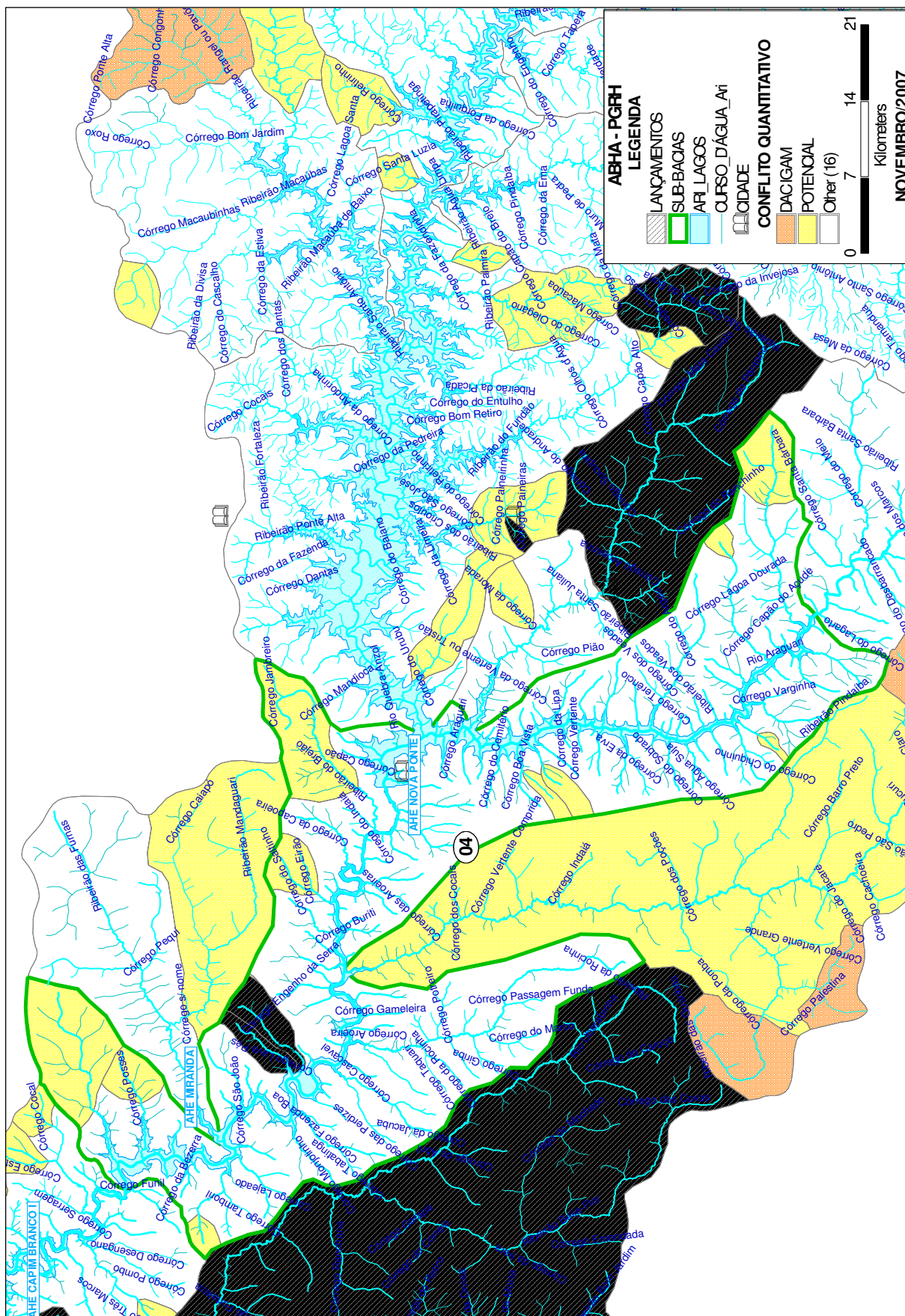


Figura 23 – Córrego Manoel Velho – lançamento da cidade de Indianópolis

6.5.3 – Sub-bacia 07 – Ribeirão São Francisco do Borja

O município de Perdizes lança os esgotos na bacia do Ribeirão São Francisco do Borja que é utilizado, também, para captações de água para irrigação de forma a se prever potencial conflito.

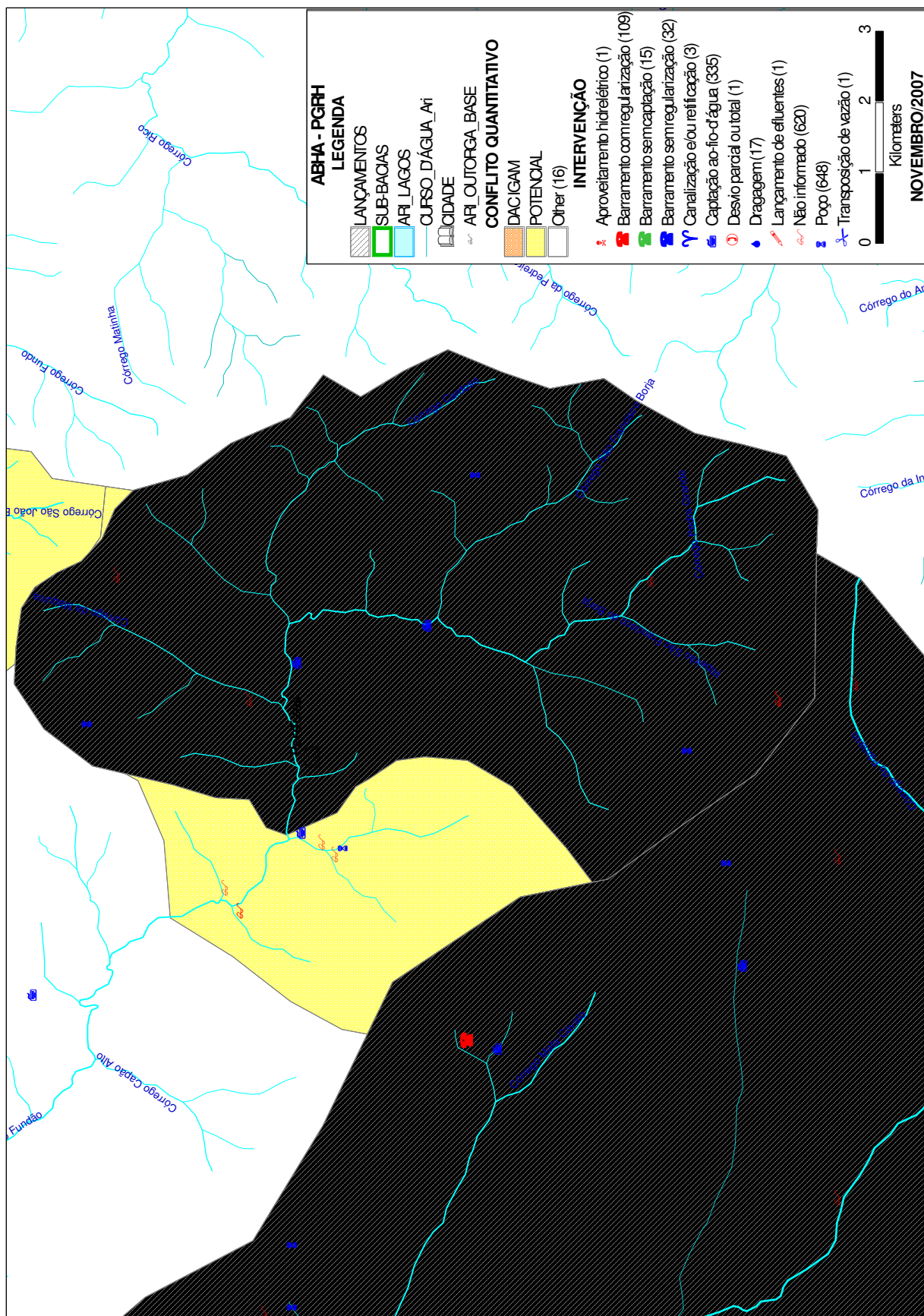


Figura 24 – Córrego São Francisco de Borja – Lançamento da cidade de Perdizes

6.5.4 – Sub-bacia 08 – Ribeirão Santa Juliana

Há uma sobreposição da área de conflito quantitativo estabelecida pela DAC 001/2005 e o ponto de lançamento dos efluentes do município de Santa Juliana. Constata-se, no entanto, que a vazão residual é suficiente para a diluição dos efluentes mesmo sem tratamento, desde que o ribeirão seja enquadrado em Classe 2.

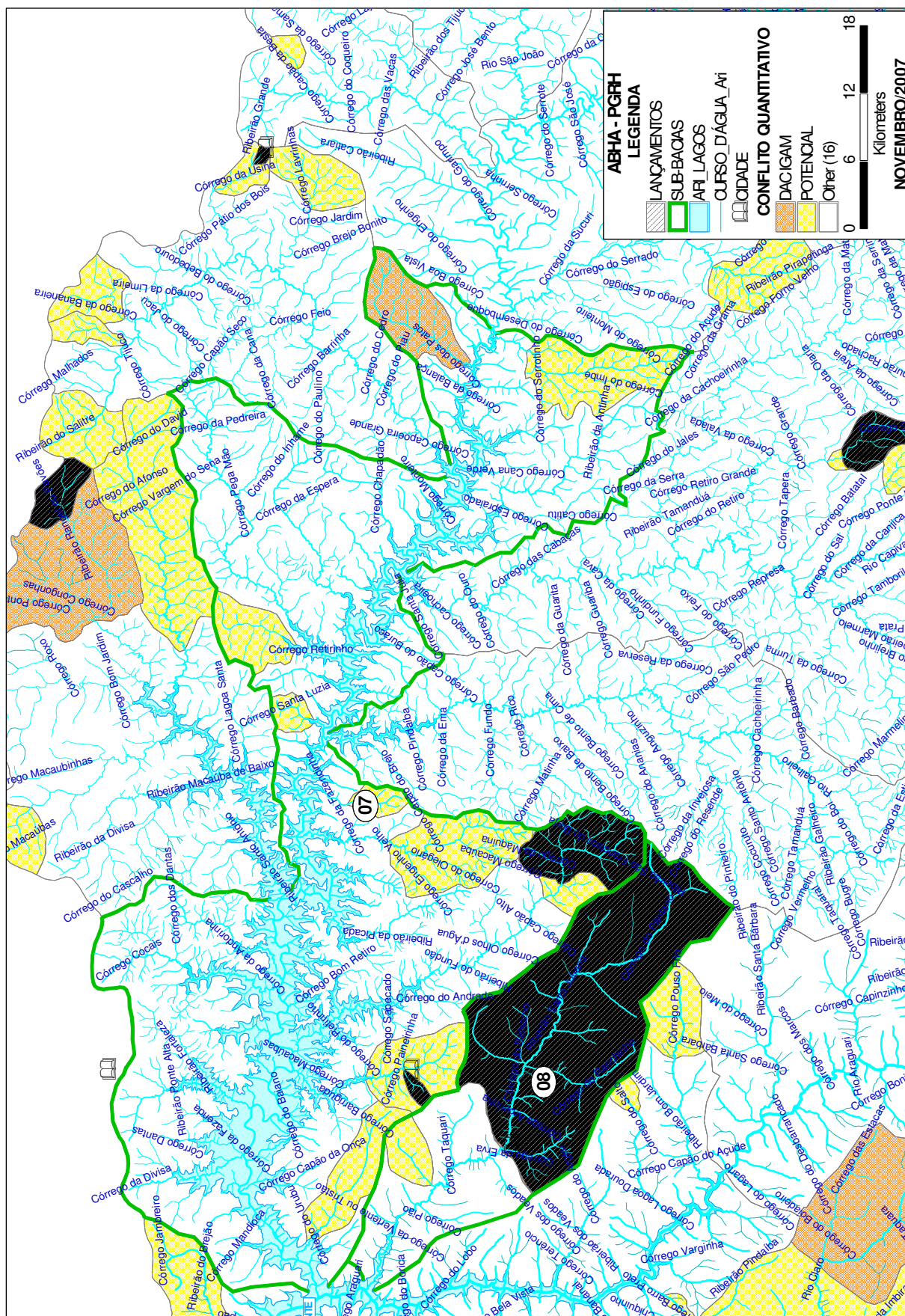


Figura 25 – Ribeirão Santa Juliana – Lançamento da cidade de Santa Juliana

6.5.5 – Sub-bacia 09 – Ribeirão Rangel ou Pavões

Há uma sobreposição da área de conflito quantitativo estabelecida pela DAC 007/2006 e o ponto de lançamento dos efluentes do município de Patrocínio. Aqui, se constata que, mesmo nas melhores condições de tratamento e de restrições de consumo, o ribeirão não tem capacidade para diluir os efluentes da população.

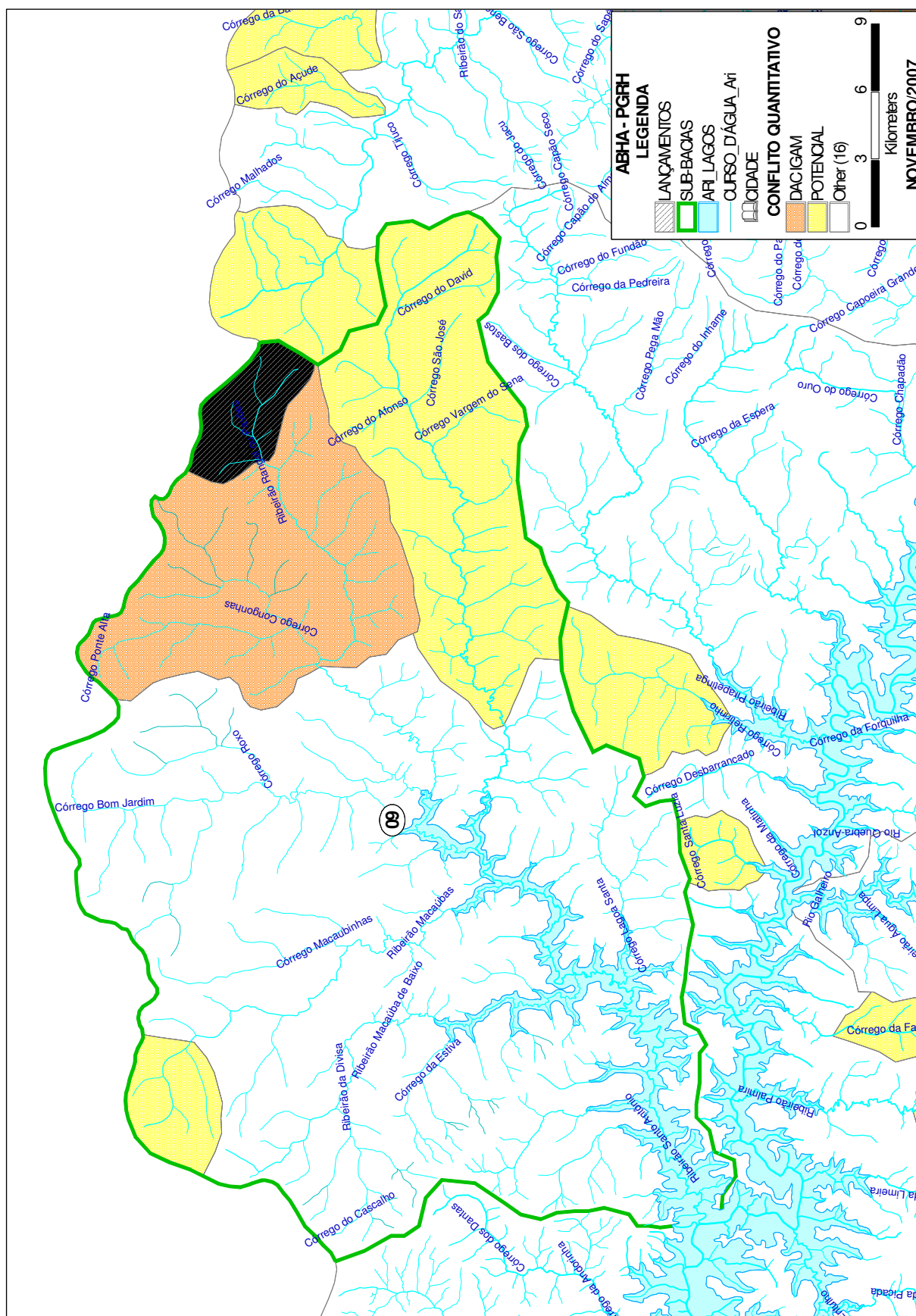


Figura 26 – Ribeirão Rangel ou Pavões – Lançamento da cidade de Patrocínio

6.5.6 – Sub-bacia 12 – Córrego Santa Rita

Os efluentes da cidade de Araxá não podem ser absorvidos pelo córrego Santa Rita em nenhuma das condições simuladas – fato que é agravado pela condição de potencial conflito quantitativo identificada.

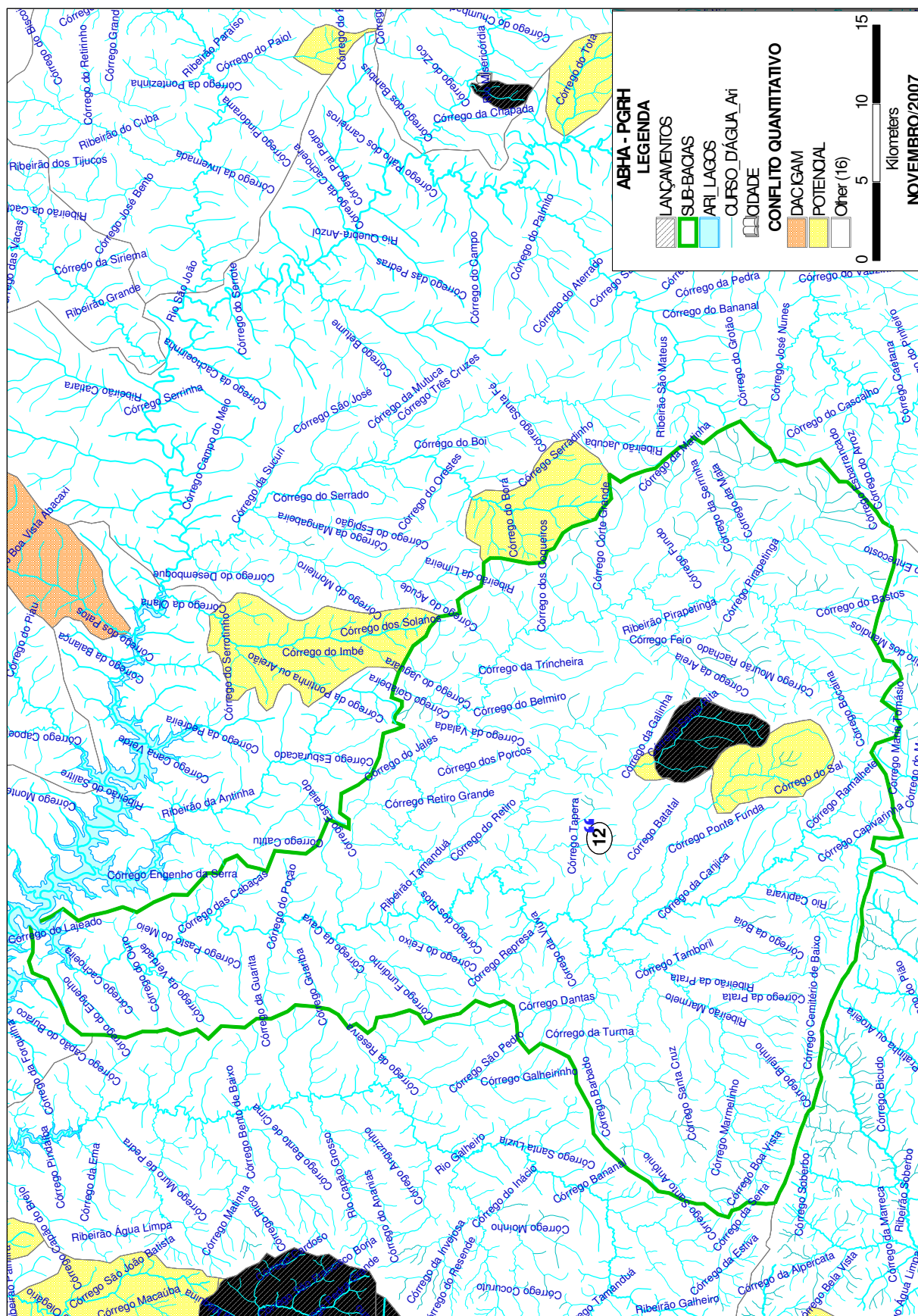


Figura 27 – Córrego Santa Rita – Lançamento da cidade de Araxá

6.6 – Captações para Abastecimento Público

Diferente das utilizações para lançamento, as captações para abastecimento público necessitam de mananciais com boa qualidade dos recursos hídricos. Essa condição afeta diretamente a qualidade de vida das pessoas atendidas, podendo representar significativo vetor de expansão de moléstias.

Dessa forma, os mananciais, fontes de abastecimento das cidades, na bacia, devem ser mantidos em nível de conservação tal, que permita um eficiente processo de purificação, independente da avaliação dos custos desse processo, com garantia do menor risco.

Uma observação da legislação, especialmente da Lei Nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997 e da lei 13.199 de 29 de Janeiro de 1999, nota-se a necessidade da observação constante desse tipo de uso como prioridade, figurando como mais nobre dessas utilizações.

Em algumas das regiões, essas captações estão localizadas em trechos de manancial onde é identificado o potencial ao conflito pelo uso de recursos hídricos, como ocorre em especial na bacia do rio Uberabinha, fonte de abastecimento da cidade de Uberlândia, na captação para abastecimento das cidades de Patrocínio, Perdizes e Santa Juliana.

Tabela 25 – Captações para Abastecimento Público

Município	Manancial	Vazão (L/s)	Sub-Bacia
Indianópolis	Córrego Lava Pés	10,00	Médio Araguari
Perdizes	Córrego da Máquina	21,00	Baixo Quebra-Anzol
Perdizes	Ribeirão São Francisco do Borja	30,00	Baixo Quebra-Anzol
Uberaba	Rio Claro	540,00	Rio Claro
Uberlândia	Ribeirão Bom Jardim	2.000,00	Rio Uberabinha
Uberlândia	Rio Uberabinha	3.700,00	Rio Uberabinha
Patrocínio	Afluente do Ribeirão Rangel	5,50	Ribeirão Santo Antônio
Patrocínio	Córrego São Benedito	15,00	Ribeirão do Salitre
Pratinha	Córrego da Guarda ou dos Capões	8,00	Alto Quebra-Anzol
Ibiá	Rio Quebra Anzol	116,00	Alto Quebra-Anzol
Ibiá	Rio Misericórdia	50,00	Rio Misericórdia

Fonte: IGAM 2007

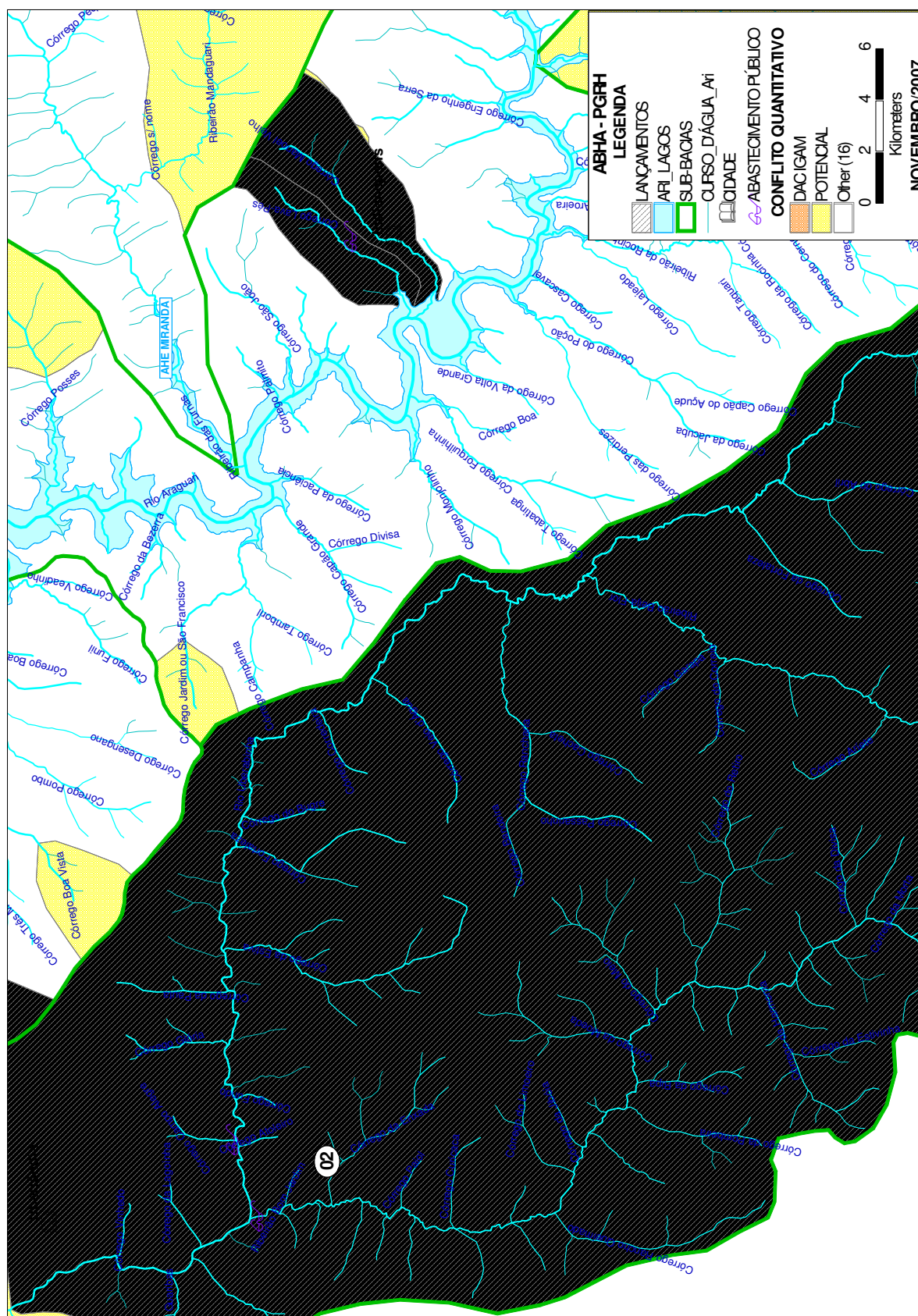


Figura 28 – Localização das captações prioritárias na bacia do rio Uberabinha

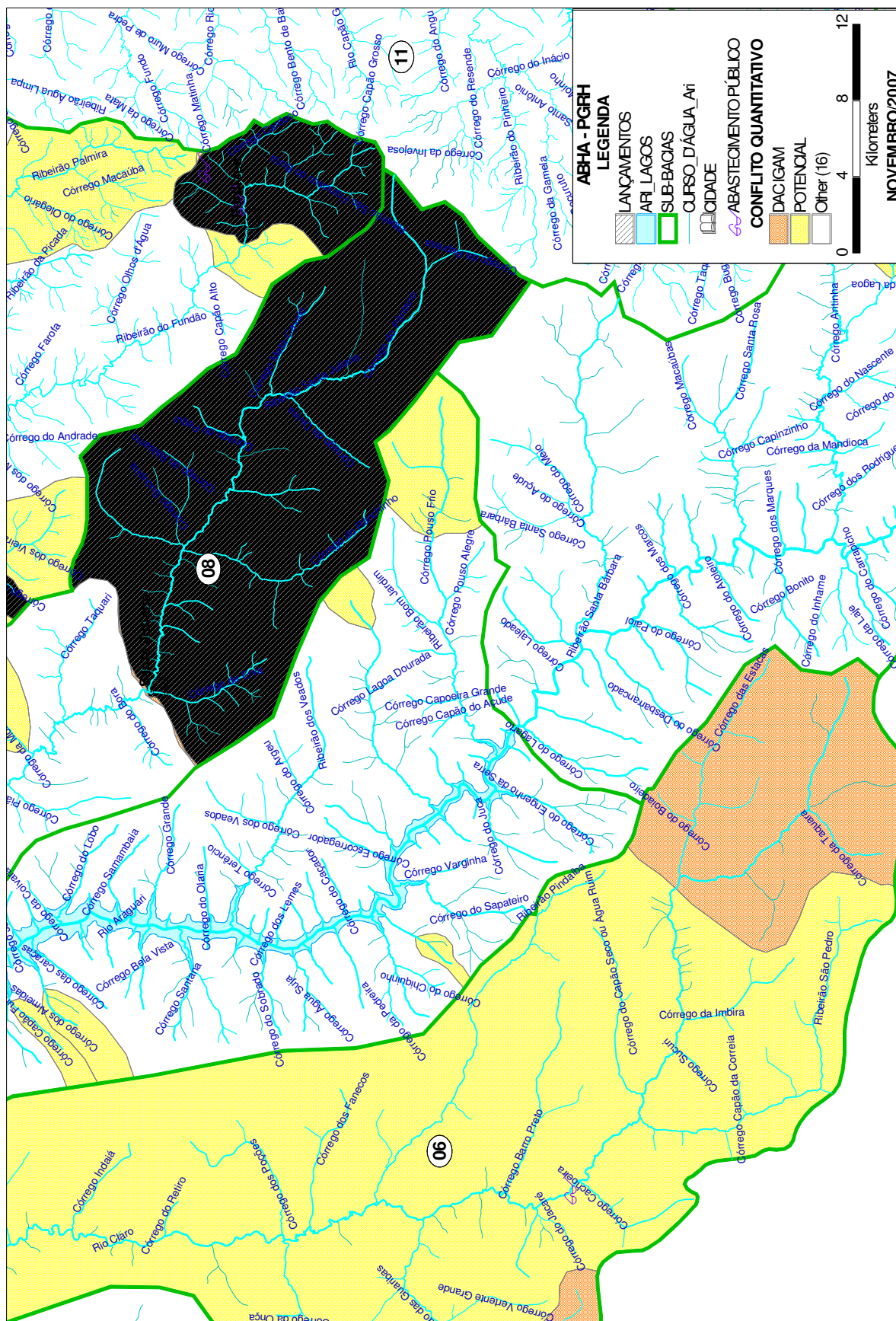


Figura 29 – Localização das captações prioritárias na sub-bacia rio Claro

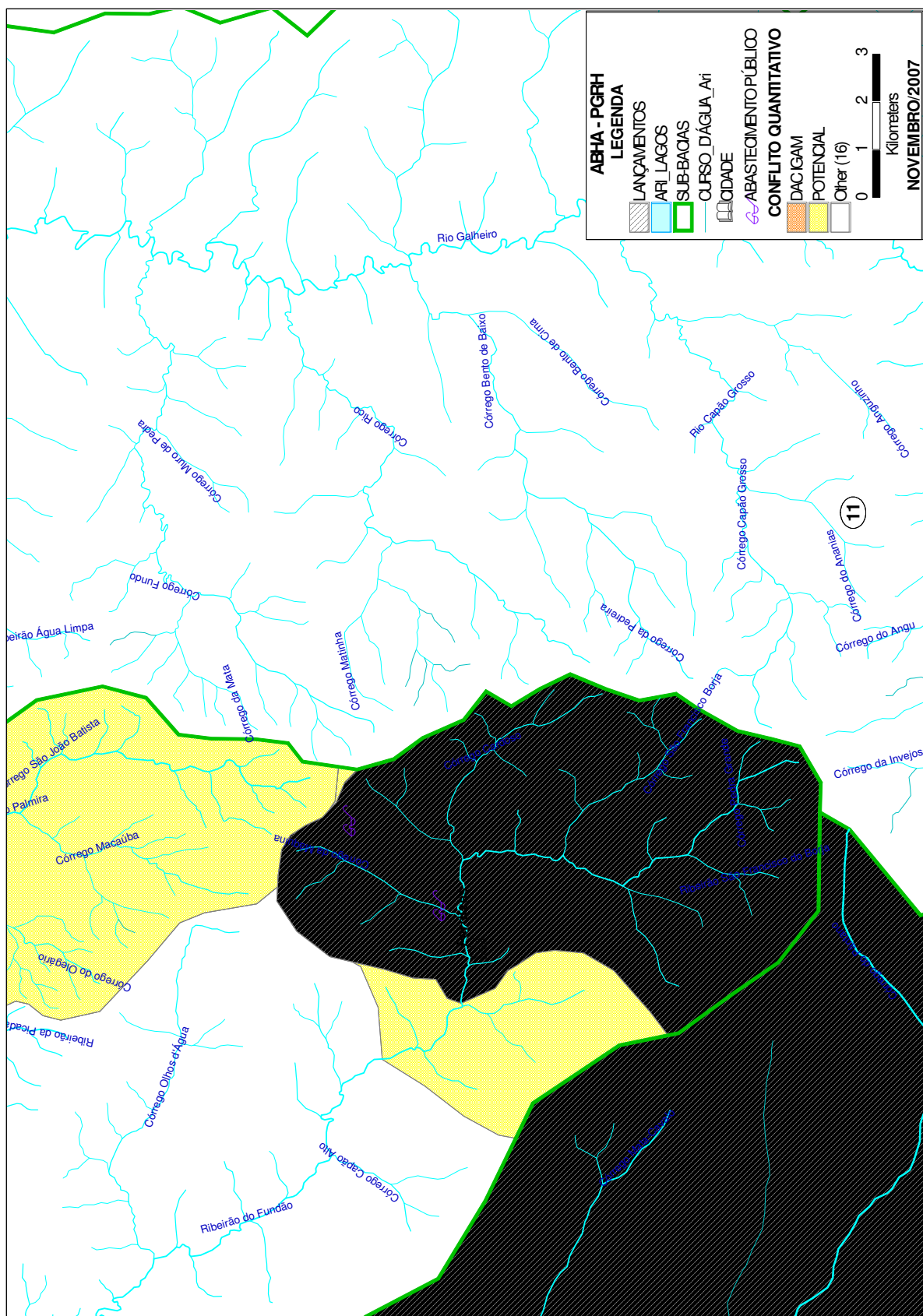
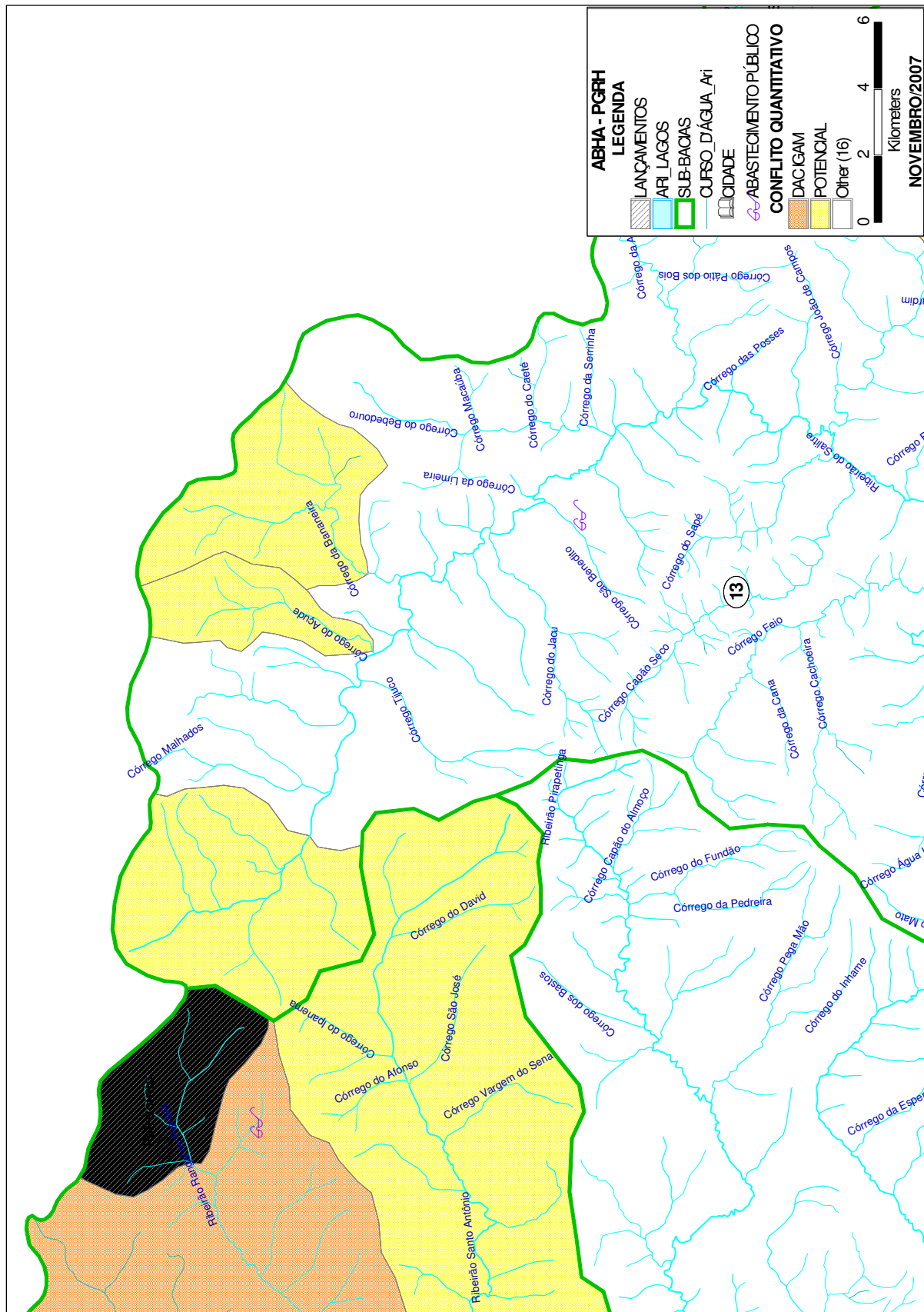


Figura 30 – Localização das captações prioritárias na sub-bacia baixo Quebra-Anzol



do Salitre

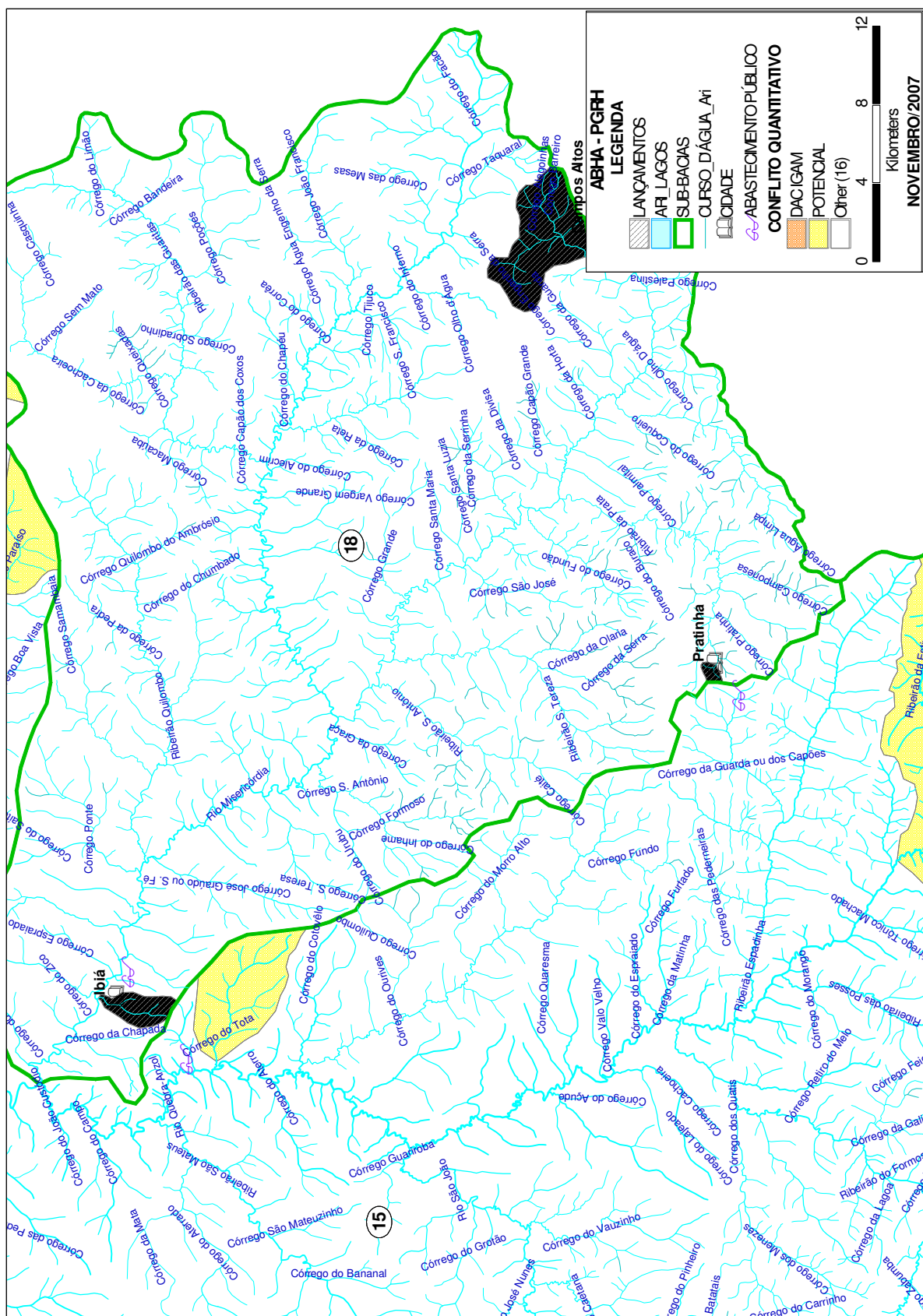


Figura 32 – Localização das captações prioritárias nas sub-bacias rio Misericórdia e alto

Quebra-Anzol

D2 – Análise de Alternativas para Compatibilização Quali-quantitativa de Acordo com os Cenários de Desenvolvimento

1 – Introdução

Os parâmetros que definem as alternativas apresentadas nos cenários dizem respeito aos modelos de gestão exercidos pelo Estado e pela Agência.

Desta forma, alterna-se, para ambos, a postura entre a gestão burocrática e participativa, gerando situações que implicam, para a Agência em condições que vão desde a decadência até a de desenvolvimento.

As intervenções relacionadas nesse item descrevem as medidas de possível adoção para obtenção do melhor cenário daqueles analisados: cenário de desenvolvimento.

2 – Medidas de Gerenciamento de Conflito

2.1 – Cadastramento de Usuários

Os estudos realizados para elaboração do plano diretor identificaram, em diversos trechos da bacia, conflitos pelo uso de água ou potencial para ocorrência desse conflito. A identificação foi realizada com base nas outorgas concedidas na bacia tanto no tocante à quantidade quanto na qualidade das águas superficiais.

Entretanto, somente os valores conhecidos através das outorgas levantadas não são suficientes para avaliação real das condições de demanda e risco de conflito.

Dessa forma, o cadastramento de usuários é medida primária, que antecede outras ações a serem desenvolvidas. De outra forma, essa ação deve ser

concomitante com outras atividades que serão tratadas no mesmo nível de prioridade.

2.2 – Gestão Compartilhada de Recursos Hídricos

A gestão compartilhada dos recursos hídricos representa a melhor alternativa para compatibilização entre disponibilidade e demanda a curto prazo.

Essas medidas já são adotadas em alguns trechos da bacia, já declarados pelo IGAM como área de conflito. Nesses casos, há uma interação entre os usuários, com elaboração de métodos para redução das vazões utilizadas.

Nesses processos, são adotadas medidas de controle da vazão residual, com a implantação de pontos de monitoramento da vazão para garantia de resíduo mínimo igual aos 70% da $Q_{7,10}$.

A participação do órgão gestor nesses processos resume-se à análise e oferecimento de parecer sobre as medidas propostas pelo grupo.

A introdução de um órgão gestor mais próximo - a ABHA - viabiliza, além da garantia da participação de todos os usuários e da eficiência no monitoramento das vazões residuais, a introdução de alternativas de compatibilização quantitativa e qualitativa, contribuindo para a expansão da capacidade de utilização de água nos processos produtivos.

Nos mananciais onde existe o potencial conflito pelo uso de água, a participação do órgão gestor - ABHA, de forma mais efetiva, permite a adoção de diversas medidas de controle com a finalidade de adequar a demanda à disponibilidade. Dentre essas medidas, o controle de utilização da água pode representar significativa redução da demanda quando eficiente.

A participação do órgão gestor deve ser, em primeiro plano, não-estrutural, para organização dos usuários em uma entidade capaz de responder pelas ações do grupo.

As ações a serem implementadas, tem vistas ao incremento da vazão dos mananciais, com uso de regularização de vazão ou ainda da racionalização dos usos, avaliando, com o grupo de usuários, os melhores métodos de utilização de água.

Propõem-se, ainda, medidas de recuperação e conservação ambiental, com vistas à atenuação da variação de vazão entre os períodos de chuva e seca.

Essas medidas são analisadas a seguir e compõem, junto à gestão compartilhada, o elenco de eventos a serem adotados.

2.2.1 – Entidades Existentes

Na área de atuação da ABHA, existe uma instituição de gestão de recursos hídricos identificada. Trata-se da associação de usuários de recursos hídricos da bacia do ribeirão Santa Juliana.

Ainda existem outras regiões onde os usuários estão mobilizados em torno de “processos únicos de outorga”, desenvolvidos por empresas de consultoria - que também realizou a mobilização dos usuários. Nessas regiões, já existem estratégias de utilização definidas. Trata-se dos usuários de águas do rio Claro, do ribeirão Mandaguari e do córrego do Sapé.

Nesses processos, a organização partiu da reunião dos usuários beneficiários com a contratação de empresa de consultoria para elaboração de análises e estudos necessários às tomadas de decisão do grupo.

A participação do órgão gestor nesses casos, é então distante ou muito externa, sem que haja uma interação maior com a realidade dos usuários e suas mazelas, expostas durante o processo de discussão. Dessa forma, a introdução da ABHA nesses processos não será em substituição ao IGAM. Será sim, a introdução de um elemento novo.

A independência sentida pelo método de desenvolvimento dos processos, pode criar nos usuários uma visão de inércia de um órgão gestor nesses casos, reduzindo o interesse na busca pela participação do órgão gestor.

A mesma participação distante do IGAM, pode criar nos usuários participantes de processo de gestão em outorga única, o conceito do órgão gestor de apenas fiscalizador impositivo. Nesse contexto, a introdução da ABHA será vista como a de um agente apenas de fiscalização, com atuação próxima mas ausente nos momentos de tomada de decisão.

Para essas regiões, a aproximação deve ser de forma delicada, iniciada por uma ampla exposição sobre a forma de atuação da agência, suas obrigações e deveres e da melhor forma de prestação de serviço aos usuários. O momento ideal é na introdução da cobrança.

De outra forma, a eficiência nas ações de introdução nos processos em desenvolvimento e uma perfeita integração da ABHA com os usuários envolvidos, permite que as experiências obtidas possam ser utilizadas em outros processos na bacia. Respeitadas as peculiaridades de cada região, a forma de atuação do órgão gestor é uniforme, utilizando-se de todos os elementos de gestão em todos os processos em que esteja envolvida, com maior evidências de alguns desses métodos sobre outros, em cada caso.

2.2.2 – Das Regiões Prioritárias da Ação

As regiões onde existe o conflito ou o risco de sua ocorrência são prioritárias para implantação das medidas de gerenciamento coletivo.

Em alguns desses trechos da bacia, as condições identificadas a partir da inclusão dos dados do cadastramento de usuários na base de informações da ABHA definirá quais oferecem maior risco - aonde serão implementadas as medidas em caráter emergencial.

Por outro lado, é necessária uma intervenção imediata da agência nos processos de utilização com adoção de medidas de controle nas unidades identificadas como de risco de conflito pelo lançamento de efluentes.

Nessas regiões, as diversas demandas por captação já identificadas podem potencializar o efeito dos lançamentos de efluentes, multiplicando os efeitos degradadores.

Assim, as regiões identificadas no item 6.5 desse relatório, são aquelas onde deverão ser desenvolvidas as medidas emergenciais de implantação de processo de gestão compartilhada.

3 – Medidas de Incremento na Disponibilidade

3.1 – Regularização da Vazão dos Mananciais

A regularização de vazão dos mananciais, com utilização de reservatórios, constitui medida de curto prazo, com boas condições de contribuição no incremento da disponibilidade.

Uma observação sobre as outorgas existentes, permite a identificação de apenas 18% do volume total captado em mananciais principais. A grande maioria

das captações existentes está localizada em mananciais de pequeno porte. Naqueles cursos d'água em que há conflito declarado ou potencial conflito, a adoção de medidas de recuperação e conservação de compartimento associados à água por si só, não implica no incremento de vazão aos volumes necessários. A implantação das medidas de regularização de vazão é alternativa de excelência para atendimento das demandas.

Uma avaliação da vazão dos mananciais é realizada considerando duas possibilidades: a primeira com captação nos leitos principais dos mananciais e a segunda com captação apenas nos mananciais afluentes, com porte menor. As tabelas seguintes, apresentam valores de acréscimo nas vazões com a adoção da estratégia.

Tabela 26 - Disponibilidades considerando captações nos cursos d'água principais

Sub-bacia	Vazão outorgável (m³/s)	
	Sem regularização	Com regularização
Foz do Araguari	33,74	298,06
Rio Uberabinha	2,41	18,89
AHEs Capim Branco	30,68	273,57
Médio Araguari	29,22	262,82
Ribeirão das Furnas	0,66	5,44
Rio Claro	1,05	12,60
Baixo Quebra-Anzol	18,44	168,51
Ribeirão Santa Juliana	0,39	4,89
Ribeirão Santo Antônio	1,27	13,91
Alto Araguari	7,01	51,55
Rio Galheiro	1,05	12,42
Rio Capivara	2,58	24,43
Ribeirão do Salitre	1,00	9,42
Ribeirão do Inferno	1,23	9,32
Alto Quebra-Anzol	9,66	71,27
Ribeirão Grande	0,40	2,85
Rio São João	1,57	12,51
Rio Misericórdia	2,70	19,67

Fonte Monte Plan e Log Engenharia - 2007

Tabela 27 - Disponibilidades sem considerar captações nos cursos d'água principais

Sub-bacia	Vazão outorgável (m³/s)	
	Sem regularização	Com regularização
Foz do Araguari	0,66	5,60
Rio Uberabinha	2,41	18,89
AHEs Capim Branco	1,46	10,75
Médio Araguari	1,67	19,83
Ribeirão das Furnas	0,66	5,44
Rio Claro	1,05	12,60
Baixo Quebra-Anzol	2,87	37,06
Ribeirão Santa Juliana	0,39	4,89
Ribeirão Santo Antônio	1,27	13,91
Alto Araguari	5,78	42,23
Rio Galheiro	1,05	12,42
Rio Capivara	2,58	24,43
Ribeirão do Salitre	1,00	9,42
Ribeirão do Inferno	1,23	9,32
Alto Quebra-Anzol	5,00	36,24
Ribeirão Grande	0,40	2,85
Rio São João	1,57	12,51
Rio Misericórdia	2,70	19,67

Fonte Monte Plan e Log Engenharia - 2007

3.2 – Recuperação e Conservação Ambiental

Medidas de recuperação têm sua eficiência condicionada ao nível de degradação. Quanto maior o nível de degradação dos compartimentos naturais ligados à produção de água, maior será o efeito de incremento na vazão dos mananciais.

A condição de incremento na vazão é mais relevante nos processos de gestão pela capacidade de amenizar a divergência de vazão ocorrida entre os períodos chuvoso e de seca, ou seja, promove uma regularização natural das vazões.

A maior representatividade das demandas é realizada pela irrigação. Esse tipo de uso exerce maior pressão sobre os mananciais nos períodos de seca, quando a vazão dos mananciais é menor.

De outra forma, a implementação das medidas de recuperação e conservação é importante para manutenção de estruturas de regularização de vazão através de barramentos uma vez que amenizam o assoreamento e os picos de vazões de cheia.

As medidas de recuperação e conservação dos compartimentos naturais são relacionadas em item específico constante desse documento.

4 – PROGRAMAS DE RECUPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO

A implementação de ações de recuperação e conservação consiste em item primário nos processos de gestão de recursos hídricos. Tais medidas devem, no mínimo ser concomitantes à implementação de outras ações como a regularização de vazão.

A adoção de medidas de recuperação e conservação, não envolve apenas a agência de bacias, mas também o interesse individual de cada usuário de bens naturais, sendo necessária sua participação na obtenção de melhores resultados.

A legislação ambiental federal e o conjunto de normas ambientais do estado de Minas Gerais, no tocante à necessidade e obrigatoriedade de recuperação e conservação, refletem na manutenção ou recuperação da capacidade dos compartimentos naturais fundamentais na produção de água. Entretanto, a imposição dessas normas consiste em função específica de órgãos que compõem o SISEMA e foge à atuação do comitê e agência em sua implementação, o que demanda um processo de gestão para sua integração às ações da agência.

Existe, no entanto medidas alternativas ou complementares à ação de fiscalização. Uma dessas medidas consiste no fomento de atividades de recuperação e conservação com oferecimento de benefícios financeiro. Outra medida de relevância consiste na difusão dos benefícios das medidas de controle ambiental no incremento da disponibilidade ou equalização das vazões entre os períodos de maior e menor disponibilidade de água nos mananciais, como resultado da gestão de conflitos.

4.1 – Gestão ABHA – Estado

A interação que deve existir entre a ABHA e o IGAM por si só não constitui medida capaz de integrar os demais órgãos do SISEMA entre si ou outros órgãos da administração estadual ou federal aos programas desenvolvidos pela agência. Entretanto essa interação entre órgãos é a melhor forma de aproximá-los à agência, participando a esses dos programas em desenvolvimento, os interesses envolvidos e a melhor forma da participação desses entes.

As atribuições de controle da exploração dos bens naturais são definidas na organização dos entes da Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Ao IGAM cabe a gestão dos recursos hídricos, ao IEF a gestão dos recursos florestais e agropecuários e à FEAM a ordenação da exploração de recursos minerais, atividades de infra-estrutura e atividades industriais, de transformação e comércio.

Ao Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, cabe a atribuição normativa sobre a exploração dos recursos naturais e autorizar sua exploração. O profundo conhecimento dos interesses do comitê e agência, com a interação nos projetos em desenvolvimento e suas interligações, permitirá ao conselho a adoção de procedimentos que contribuam para a implantação dessas propostas, quer com a autorização de empreendimentos de interesse nas ações do comitê e agência, quer na restrição de explorações que possam interferir negativamente nos projetos em desenvolvimento.

A forte expressão da irrigação nas demandas de água na bacia, identifica a atividade agrícola como prioritária nas ações de integração, sendo assim necessário o envolvimento da Secretaria Estadual de Agricultura através de seus órgãos. Pela capilaridade e atuação em extensão rural, a EMATER é, dentre os órgãos aquele de maior relevância. Essa mesma empresa possui conhecimento nos processos de

gestão vinculados ao controle ambiental em ambientes vinculados a recursos hídricos, adquirido pela implantação do Programa de Manejo Integrado de Sub-bacias Hidrográficas.

Esse programa contém elementos de desenvolvimento coincidentes com o interesse do Comitê e Agência, atuando diretamente na mudança de paradigmas quanto aos métodos de exploração dos bens naturais, tendo os recursos hídricos como elemento de análise e determinação das estratégias de ação numa unidade.

4.2 – Programa Produtor de Águas

O programa “Produtor de Água” é uma referência a um sistema de conservação de bens naturais vinculados à produção de água.

Como no programa “Manejo Integrado de Sub-bacias Hidrográficas”, desenvolvido pela secretaria de Agricultura do Estado de Minas Gerais, através da EMATER-MG, o programa “Produtor de Águas” tem no controle dos níveis de alguns elementos na água em pontos de análise, a avaliação dos resultados obtidos da implantação do programa.

Com base em levantamento das condições ambientais da bacia onde é implantado o programa, os usuários são orientados sobre as práticas de conservação a serem adotadas. Os empreendimentos são avaliados e aqueles que atingem os níveis mínimos de conservação são certificados, passando a receber benefícios financeiros, proporcionais aos investimentos necessários para implantação e manutenção das medidas adotadas.

Essa metodologia tem base na análise da produção de sedimentos e seu aporte nos mananciais com aplicação da Equação Universal de Perda de Solo, já aplicada nas análises iniciais realizadas no relatório de Estimativa de Produção de

Resíduos nos Cenários. A adesão é voluntária e sendo os recursos revertidos aos participantes apenas proporcionais aos investimentos e custeio realizados, não caracteriza subsídio.

Em anexo, são apresentadas duas publicações, uma com o modelo do programa produtor de águas e um exemplo de sua aplicação em campo.

4.3 – Servidão Ambiental

A conservação dos recursos naturais é incontestavelmente método eficiente para equilíbrio de vazão dos mananciais entre os períodos de chuva e seca. A proteção de nascentes, das áreas de preservação permanente e de áreas de grande declividade é importante além da manutenção da quantidade, da conservação da qualidade de água. Nos mananciais subterrâneos, a proteção das áreas de recarga é importância fundamental nos processos de gestão.

Como já citado, a conservação de bens naturais é realizada em propriedades privadas e constitui obrigação legal, havendo sua melhor aplicação quando há incentivos à sua realização.

A servidão ambiental vai além da obediência de medidas obrigatórias de conservação e recuperação de compartimentos naturais. A inserção de benefícios para proteção de áreas maiores que simplesmente aquelas já determinadas por lei é significativa para garantia da qualidade e quantidade de água.

Como ocorreu na iniciativa de Fábio Feldmann, então deputado federal, que apresentou à Câmara de Deputados em 1992 o projeto de Lei Nº 3.285, que tratava da utilização e proteção da Mata Atlântica, a servidão ambiental foi posta como alternativa para potencializar os efeitos da medida, com acréscimo significativo nas

áreas conservadas e manutenção em melhor equilíbrio dos proprietários, daquelas existentes.

A lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006, resultado da tramitação do projeto de lei Nº 3.285 como complementação de outras propostas, não contemplou a servidão ambiental, sendo os artigos que tratavam desse item vetados. Entretanto, o modelo apresentado no projeto de lei, tem viabilidade para aplicação em regiões de menor porte, como no caso da bacia do rio Araguari, com aplicação de recursos advindos da cobrança e de outras fontes, como elemento de relevância na obtenção de cenário de desenvolvimento no processo de gestão.

4.4 – Classificação Qualitativa de Recursos Hídricos

A implementação da indicação metodológica para classificação de corpos d'água, quanto à sua qualidade, é instrumento de relevante importância como medida de conservação e de recuperação dos mananciais. Atingir cenário de desenvolvimento, requer a aplicação da legislação referente ao tema. Entretanto, a legislação define os padrões para cada tipo de manancial em sua classe. Determinar em qual classe o manancial deve ser enquadrado é função do comitê e da agência, com a ampla participação da população.

Uma vez classificados, os corpos d'água serão monitorados e a melhor forma de manutenção dessa definição de classe será o controle e a implantação de medidas já descritas como exemplo, programas de recuperação e conservação.

Alem disso o efetivo controle das fontes de poluição, da captação e da quantidade de reservatórios e do controle desses reservatórios, será primordial para manutenção desses mananciais em suas classes de uso preponderante.

Trata-se de uma medida que é totalmente integrada a outras, já que para sua implementação, deve ser precedida de outras ações já citadas. Compreende então a medida como elemento de referência para implantação de outras medidas e da análise da aplicação destas medidas.

4.5 – Controle de Qualidade

O controle da qualidade da água é de fundamental importância na avaliação de qualquer medida adotada em uma bacia, determinando os níveis dos elementos como referência da efetividade da ação implantada. Esse controle deve ser realizado em pontos estratégicos, de forma a realizar a identificação por trecho da bacia.

Existe uma rede de coleta de dados de qualidade já implantadas e com monitoramento contínuo de diversos elementos como apresentados no relatório de diagnóstico das disponibilidades. Entretanto, nesse mesmo relatório é orientada a instalação de outras estações, medida que deve ser adotada anteriormente àquelas de recuperação e conservação.

5 – MEDIDAS DE CONTROLE DE DEMANDA

As medidas orientadas para controle da demanda, visam oferecer aos órgãos de gestão, instrumentos capazes de, com sua implantação, tornar os usos realizados mais eficientes, além de inibir a apresentação de demanda como simples reserva de direito, propiciando a utilização efetiva dos bens naturais.

5.1 – Outorga

Todos os usos de água realizados devem ser precedidos de registro. Esse registro garante um controle efetivo da quantidade de água utilizada em cada manancial e identifica possíveis conflitos. É importante também para determinação da qualidade das águas, quando prevê que os lançamentos também são passíveis de outorga.

A Estadual Nº 13.199 de 29 de Janeiro de 1999, traz a seguinte redação:

Subseção V

Da Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos

Art. 17 - *O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos do Estado tem por objetivo assegurar os controles quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.*

Art. 18 - *São sujeitos a outorga pelo poder público, independentemente da natureza pública ou privada dos usuários, os seguintes direitos de uso de recursos hídricos:*

I - as acumulações, as derivações ou a captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, até para abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II - a extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

III - o lançamento, em corpo de água, de esgotos e demais efluentes líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

IV - o aproveitamento de potenciais hidrelétricos;

V - outros usos e ações que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

§ 1º - Independem de outorga pelo poder público, conforme definido em regulamento, o uso de recursos hídricos para satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural, bem como as acumulações, as derivações, as captações e os lançamentos considerados insignificantes.

§ 2º - A outorga e a utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica ficam condicionadas a sua adequação ao Plano Nacional de Recursos Hídricos, aprovado na forma do disposto na Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e ao cumprimento da legislação setorial específica.

Art. 19 - *A outorga de uso de recursos hídricos respeitará as prioridades de uso estabelecidas nos Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte hidroviário, quando for o caso.*

§ 1º - A outorga levará em conta a necessidade de se preservar o uso múltiplo e racional das águas.

§ 2º - A outorga efetivar-se-á por ato do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM.

Art. 20 - *A outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser suspensão, parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado, nas seguintes circunstâncias:*

I - não-cumprimento, pelo outorgado, dos termos da outorga;

II - não-utilização da água por três anos consecutivos;

III - necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas;

IV - necessidade de se prevenir ou fazer reverter grave degradação ambiental;

V - necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas;

VI - necessidade de se manterem as características de navegabilidade do corpo de água.

Art. 21 - *A outorga confere ao usuário o direito de uso do corpo hídrico, condicionado à disponibilidade de água, o que não implica a alienação parcial das águas, que são inalienáveis.*

Art. 22 - *O prazo inicial de outorga de direito de uso de recursos hídricos não excederá a trinta e cinco anos, podendo ser renovado.*

O IGAM, implantou e determinou regras para concessão de outorga com base na legislação pertinente. No entanto, alguns dos tipos de outorga não são praticados, como exemplo a outorga para lançamento de efluentes. Falta para tanto, regulamentação.

5.1.1 – Regulamentação de Outorga para Lançamento

Dos tipos de outorgas listados no Art. 18 da lei 13.199, apenas aquelas para lançamento de efluentes não estão regulamentadas de forma a permitir sua exigibilidade.

No entanto, o lançamento de efluentes é de significativa importância nos sistemas de controle da qualidade da água e em alguns casos de importância na quantidade, possibilitando maior disponibilidade para captação.

Cabe à ABHA, realizar gestão com IGAM, para implementação da outorga para lançamento de efluentes, determinando os limites para mananciais segundo a classe de uso preponderante dos mananciais.

5.1.2 – Alteração nas Outorgas Regulamentadas

Apesar de haver regulamentação e diretrizes específicas para outorga de captação de água em reservatórios construídos e naturais, é necessária uma revisão desse tipo de outorga.

A forte pressão pela captação, existente em grande parte dos mananciais da bacia, exige postura diferente quanto à capacidade que essas estruturas tem de regularizar a vazão dos mananciais.

Dessa forma, as captações realizadas em reservatório, em que seja prevista a regularização de vazão, devem garantir uma vazão mínima a jusante dessas estruturas de, no mínimo, 100% da $Q_{7,10}$ determinada para o trecho.

5.1.3 – Regulamentação de Outorga Coletiva

Apesar de existir nas regulamentações, citações sobre procedimentos em caso de outorga coletiva, deve ser constituída regulamentação específica sobre as outorgas coletivas que contemplem inclusive os aspectos a serem considerados como medidas de controle da demanda.

5.1.4 – Alteração da Regulamentação da Outorga na Modalidade Permissão

A deliberação Normativa do CERH MG Nº 09 de 16 de junho de 2004, oferece diretrizes para classificação dos usos passíveis de outorga na modalidade permissão.

Art. 1º As captações e derivações de águas superficiais menores ou iguais a 1 litro/segundo serão consideradas como usos insignificantes para as Unidades de Planejamento e Gestão ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.

Art 2º As acumulações superficiais com volume máximo de 5.000 m³ serão consideradas como usos insignificantes para as Unidades de Planejamento e Gestão ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.

Art. 3º As captações subterrâneas, tais como, poços manuais, surgências e cisternas, com volume menor ou igual a 10 m³/dia, serão consideradas como usos insignificantes para todas as Unidades de Planejamento e Gestão ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.

Os usos considerados insignificantes por essa legislação, em sua maioria, compatibilizam com a realidade da bacia. Entretanto, quando trata de acumulações e generalizam esse tipo de uso, não especifica a necessidade de tratamento específico daquelas acumulações utilizadas como reguladoras de vazão.

Apesar do pequeno volume, quando implantadas em mananciais de pequeno porte, pode contribuir de forma significativa para regularização de vazão ou em sentido contrário, manutenção de vazão mínima desses mananciais. É então necessário que essa posição seja revista com a exclusão desse tipo de uso daqueles considerados insignificantes.

Em face da dificuldade de controle da quantidade de água captada por canais de derivação construídos no solo, mesmo que pavimentados, esses usos devem ser excluídos do grupo daqueles passíveis de outorga da modalidade permissão.

5.1.5 – Alteração nas Outorga para Captação por Canais de Derivação

As outorgas para captação por meio de canais de derivação, são tratadas como de captação direta nos leitos dos mananciais. Para esse tipo de captação são exigidas informações específicas, conforme consta na relação de informações dada pelo IGAM para acolhimento de uma proposta de outorga.

Não existe exigência específica da implantação de sistema de controle de captação, sendo as considerações básicas para determinação do volume captado, as características do canal. Entretanto, com a oscilação do nível da água nos mananciais, esses sistemas podem captar mais ou menos água. De outra forma, a formação topográfica do local de captação sofre pequenas modificações pela constante passagem de água. Torna-se assim necessária, a implantação de sistema de controle de entrada de água, ao que o Comitê deve regulamentar e a ABHA fazer gestão com o IGAM para implantação dessa exigência na análise e concessão da outorga de direito de uso de recursos hídricos para canais de derivação.

5.2 – Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos

A indicação do método de cobrança pelo uso de recursos hídricos, deve ser apresentada ao CERH – MG, em projeto técnico específico, contemplando os diversos aspectos relativos a essa cobrança.

Sua apresentação nesse documento, prevê sua avaliação quanto à aplicabilidade, valores previamente discutidos nas audiências públicas e época de implantação.

A cobrança pelo uso de recursos hídricos, como proposto na Lei Estadual Nº 13.199 de 29 de Janeiro de 1999, é um instrumento de gestão que, como tal, tem dentre seus diversos fundamentos a racionalização dos usos, permitindo assim um controle da demanda.

Subseção VI

Da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos

Art. 23 - *Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga nos termos do art. 18 desta lei.*

Art. 24 - *Sujeita-se à cobrança pelo uso da água, segundo as peculiaridades de cada bacia hidrográfica, aquele que utilizar, consumir ou poluir recursos hídricos.*

Parágrafo único - A cobrança pelo uso de recursos hídricos visa a:

I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;

II - incentivar a racionalização do uso da água;

III - obter recursos financeiros para o financiamento de programas e intervenções incluídos nos planos de recursos hídricos;

IV - incentivar o aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos e o rateio, na forma desta lei, dos custos das obras executadas para esse fim;

V - proteger as águas contra ações que possam comprometer os seus usos atual e futuro;

VI - promover a defesa contra eventos críticos, que ofereçam riscos à saúde e à segurança públicas e causem prejuízos econômicos ou sociais;

VII - incentivar a melhoria do gerenciamento dos recursos hídricos nas respectivas bacias hidrográficas;

VIII - promover a gestão descentralizada e integrada em relação aos demais recursos naturais;

IX - disciplinar a localização dos usuários, buscando a conservação dos recursos hídricos, de acordo com sua classe preponderante de uso;

X - promover o desenvolvimento do transporte hidroviário e seu aproveitamento econômico.

Art. 25 - *No cálculo e na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos, serão observados os seguintes aspectos, dentre outros:*

I - nas derivações, nas captações e nas extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação;

II - nos lançamentos de esgotos domésticos e demais efluentes líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do efluente;

III - a natureza e as características do aquífero;

IV - a classe de uso preponderante em que esteja enquadrado o corpo de água no local do uso ou da derivação;

V - a localização do usuário na bacia;

VI - as características e o porte da utilização;

VII - a disponibilidade e o grau de regularização da oferta hídrica local;

VIII - a proporcionalidade da vazão outorgada e do uso consuntivo em relação à vazão outorgável;

IX - o princípio de tarifação progressiva em razão do consumo.

§ 1º - Os fatores referidos neste artigo poderão ser utilizados, para efeito de cálculo, de forma isolada, simultânea, combinada ou cumulativa, observado o que dispuser o regulamento.

§ 2º - Os procedimentos para o cálculo e a fixação dos valores a serem cobrados pelo uso da água serão aprovados pelo CERH-MG.

Art. 26 - *A cobrança pelo uso de recursos hídricos será implantada de forma gradativa e não recairá sobre os usos considerados insignificantes, nos termos do regulamento.*

Art. 27 - *O valor inerente à cobrança pelos direitos de uso de recursos hídricos classificar-se-á como receita patrimonial, nos termos do art. 11 da Lei Federal nº 4.320, de 17 de março de 1964, com a redação dada pelo Decreto - Lei nº 1.939, de 20 de maio de 1982.*

§ 1º - Os valores diretamente arrecadados por órgão ou unidade executiva descentralizada do Poder Executivo referido nesta lei, em decorrência da

cobrança pelos direitos de uso de recursos hídricos, serão depositados e geridos em conta bancária própria, mantida em instituição financeira oficial.

§ 2º - A forma, a periodicidade, o processo e as demais estipulações de caráter técnico e administrativo inerentes à cobrança pelos direitos de uso de recursos hídricos serão estabelecidos em decreto do Poder Executivo, a partir de proposta do órgão central do SEGRH-MG, aprovada pelo CERH-MG.

Art. 28 - *Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados, na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados:*

I - no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica;

II - no pagamento de despesas de monitoramento dos corpos de água e custeio dos órgãos e entidades integrantes do SEGRH-MG, na sua fase de implantação.

§ 1º - O financiamento das ações e das atividades a que se refere o inciso I deste artigo corresponderá a, pelo menos, dois terços da arrecadação total gerada na bacia hidrográfica.

§ 2º - A aplicação nas despesas previstas no inciso II deste artigo é limitada a sete e meio por cento do total arrecadado.

§ 3º - Os valores previstos no "caput" deste artigo poderão ser aplicados a fundo perdido em projetos e obras que alterem a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água, considerados benéficos para a coletividade.

D3 - ANÁLISE DE ALTERNATIVAS PARA ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA EM CLASSES DE USOS PREPONDERANTES

A classificação será dada em mananciais por sua demanda e localização, de forma a garantir a multiplicidade de usos, nas diversas finalidades a que se propõe, devendo ser amplamente discutida com a população da bacia.

A classificação qualitativa de recursos hídricos, pode, além de garantir a qualidade dos compartimentos naturais diretamente dependentes de água, o atendimento de demandas de outros compartimentos que utilizam água como fonte para suas necessidades.

Essa inter-relação pode ocorrer tanto para manutenção da qualidade extrema dos recursos hídricos quanto para sua utilização como local de deposição de resíduos. Exemplo disso é a grande necessidade da utilização dos mesmos mananciais para abastecimento público e para lançamento de efluentes das cidades e indústrias.

O fornecimento de água para abastecimento público, especialmente aquela de consumo doméstico, é prioridade inquestionável, ante a necessidade de manutenção na segurança daqueles que a consomem, sendo que, na maioria dos casos as fontes para captação são restritas. Para o lançamento de efluentes, no entanto, os corpos receptores não possuem o mesmo nível de restrição.

De outra forma, existem explorações que exigem água de qualidade para aplicação, ocorrendo, por exemplo, na irrigação de culturas para consumo direto como olerícolas, ou em indústrias de alimentos. Além dessas, a construção de reservatórios nos leitos dos mananciais ou a manutenção daqueles existentes, também tem estreita relação com a qualidade de água afluente.

Para essa condição em que conflita a demanda para o lançamento de efluente com outras captações, excetuada a de abastecimento público, cabe uma análise individual de cada manancial. Como ocorre, por exemplo, no rio Uberabinha, em que o local de lançamento de efluente tanto da cidade quanto das indústrias, é esse rio ou seus afluentes, a substituição desse manancial como receptor, comprometeria a eficiência dessas

diversas atividades. Nesse contexto, o lançamento de efluentes é aparentemente prioritário, elevando a classificação do manancial a níveis que restringem ou dificultam outras atividades.

Uma análise definitiva do enquadramento dos corpos d'água prescinde, no momento, de instrumentos para identificação de lançamentos de efluentes. Uma vez que o IGAM não conta, ainda, com critérios para outorga com esta finalidade, torna-se impraticável uma avaliação completa da demanda de uso dos recursos hídricos na bacia para a diluição de efluentes e, por conseguinte, a proposição de enquadramento para esta finalidade.

Observa-se, em todas as sub-bacias, a predominância de uso de água para irrigação, com exceção do rio Capivara, onde há predominância de consumo para uso industrial e do rio Uberabinha, aonde predominam as autorizações para consumo humano.

Identificam-se, por outro lado, na bacia do rio Uberabinha, diversos pontos de captação clandestinos com uso de água para irrigação em uma área com grande aptidão para esta finalidade.

Por outro lado, nas regiões onde a irrigação não se implantou, devido a condições topográficas adversas, observa-se a existência de grande quantidade de mananciais produtores de água de excelente qualidade. É o caso dos municípios localizados no extremo leste da bacia – nas regiões mais altas e acidentadas.

Identificou-se, nestes municípios, clara disposição e interesse na viabilização de ações que visem à conservação das áreas de vegetação nativa que promovem a qualidade da água – fato que justifica a delimitação de uma região onde os corpos d'água sejam enquadrados como de classe 1 ou especial, a partir de um programa específico com esta finalidade.

Já nas regiões onde os mananciais são importantes para o lançamento de efluentes, houve a clara preocupação com a restrição de seu uso para esse fim, o que remete à

necessidade de classificação como de classe onde permita sua utilização como receptor de efluentes.

Na maioria dos municípios, a projeção da população e da produção de resíduos efluentes nos mananciais, permite a classificação como de classe 3. No entanto, em alguns casos específicos, a classificação de classe 3 limitará o lançamento de efluentes, como ocorre no rio Uberabinha, com o lançamento dos resíduos da cidade de Uberlândia. Cabe então para esses casos uma análise mais aprofundada e uma discussão de maior abrangência.

A melhor indicação para classificação dos corpos d'água, consideradas as diversas posições propostas pela parcela da população ouvida é dada da seguinte forma:

- 1 – Mananciais acima de 1.200 m de altitude – Classe 1
- 2 – Mananciais recebedores de efluente – Classe 3
- 3 – Demais Mananciais – Classe 2

D4 - ANÁLISE DE CONDIÇÕES ALTERNATIVAS DE SUPRIMENTO AOS USUÁRIOS DE ÁGUA (ENQUADRAMENTO QUANTITATIVO)

O enquadramento quantitativo está implícito no critério de vazão residual adotado – 70% de $Q_{7,10}$ – indistintamente para toda a bacia, até que hajam condições de avaliação do balanço através de modelo chuva-vazão com aferição adequada.

Gestão de uso de água Compartilhada entre ABHA e usuários nas regiões de conflito.

Programa produtor de águas

Programa de Servidão Ambiental

Barramentos com vazão residual de 100% da $Q_{7,10}$.

Classe A para mananciais com vazão residual igual a 100 % da $Q_{7,10}$

Classe B para mananciais com vazão residual mínima de 70% da $Q_{7,10}$

Prioridades de Uso

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO JÚNIOR, G. J. L. D., **Aplicação dos modelos EUPS e MEUPS na bacia do ribeirão Bonito (SP) através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento**, INPE, São José dos Campos, 2003
- ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica, 2001, **HidroWeb Mapas Online**, Disponível em: <http://hidroweb.aneel.gov.br> , Acesso em março de 2007.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989.
- BRASIL, 1997, Leis, **Política Nacional de Recursos Hídricos: Lei n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Brasília, Diário Oficial da União de 09 de janeiro de 1997.
- CARVALHO, N.O., **Hidrossedimentologia prática**, CPRM, Rio de Janeiro, 1994.
- CARVALHO, N.O.et all, **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**, ANEEL, Brasília, 2000.
- CARVALHO, N.O.et all, **Guia de práticas sedimentométricas**, ANEEL, Brasília, 2000
- CHAVES, H. M. L. **Análise global de sensibilidade dos parâmetros da equação universal de perda de solo modificada (MUSLE)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.15, n. 3, p.345-350, 1991.
- CHAVES, H. M. L.;et all,. **Aplicação da USLE e SGI na predição da erosão atual e potencial a nível regional: O Caso do Vale do São Francisco**. XXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Anais, Viçosa, 1995.
- CHAVES, H. M. L. **Estimativa da erosão atual e potencial no Vale do São Francisco**. Relatório final de Consultoria. CODEVASF/FAO, Brasília.1994.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente, Deliberações, **Resolução n. 357 de 17 de março de 2005**, Brasília, 2005.

DE PAIVA, E.M.C.D., **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. ABRH, Porto Alegre, 2001.

DUARTE, S. M. A., **Levantamento de solo e declividade da microbacia hidrográfica Timbaúba no Brejo do Paraibano, através de técnicas de fotointerpretação e sistema de informações geográficas**, Revista de Biologia e Ciência da Terra, 2004.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, CNPS, Brasília, 1999.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Avaliação ambiental integrada dos aproveitamentos hidroelétricos da bacia hidrográfica do rio Paranaíba**, EPE, 2007.

FERREIRA, E., Et all, **Confronto entre métodos manuais e automáticos na determinação do fator topográfico (LS), da Equação Universal de Perdas do Solo**, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

GONÇALVES, A. C. A. et all, **Análises exploratórias e geoestatística da variabilidade de propriedades físicas de um Argissolo Vermelho**, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Mapa de unidades de relevo do Brasil**, IBGE, Brasília, 2006.

LIBOS, M. I. P. C, **Modelagem da poluição não pontual na bacia do rio Cuiabá baseada em geoprocessamento**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

- LOMBARDI NETO, F. et all, **Tolerância de perdas de terra para solo do Estado de São Paulo**, Instituto Agronômico de Campinas, Campinas 1975.
- MANNIGEL, A. R., **Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do estado de São Paulo**, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.
- MINAS GERAIS, 1999, Leis, **Política Estadual de Recursos Hídricos: Lei n. 13.199, de 29 de Janeiro de 1999**, Belo Horizonte, 1999.
- MOREIRA, M. R. et all, **Avaliação de perdas de solo por erosão laminar no município de Prata – MG**, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia,
- SILVA, V. C., **Estimativa de erosão atual da bacia do rio Paracatu**, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.
- SOUZA, C. F. et all, **Comparação dentre estimativas de produção de sedimentos na bacia do rio Potiribu**, VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, Anais, Porto Alegre, 2006
- VON SPERLING, M., **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.
- WISCHMEIER, W.H. et all. **A soil erodibility nomogram for farmland and construction sites**. J. Soil Water Conserv., Itimore, 1971
- WISCHMEIER, W.H., et all, **Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the rocky mountains**: Guide Selection of Practices for Soil and Water Conservation. Washington, DC. 1965.
- ZIMBACK, C.R.L., **Classificação de solos**, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.