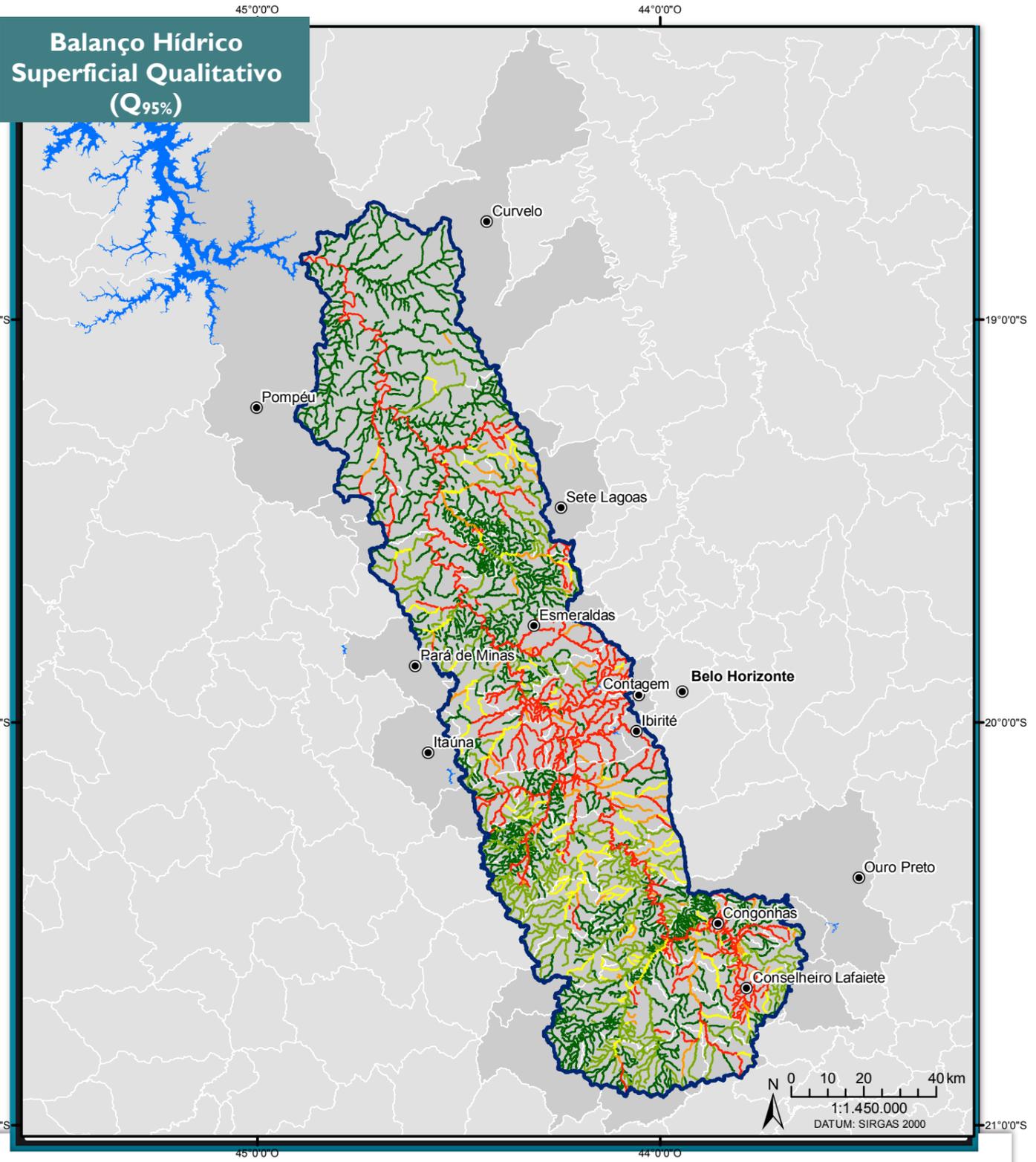


Quadro 9.2 - Vazão Necessária para Diluição

Sub-bacias	Vazão de Diluição - Origem Doméstica (L/s)	Vazão de Diluição - Origem Uso do Solo (L/s)	Vazão de Diluição - Origem Pecuária (L/s)	Vazão de Diluição - Origem Industrial (L/s)	Vazão de Diluição - Origem Mineração (L/s)	Vazão de Diluição - Total (L/s)
Alto	31.407,15	1.624,23	478,60	29.340,90	42,72	62.893,59
Médio	89.249,81	1.966,46	584,68	18.595,19	263,70	110.659,84
Baixo	7.517,10	910,62	315,19	1.690,93	38,59	10.472,42
Total Geral	128.174,06	4.501,31	1.378,47	49.627,02	345,00	184.025,85

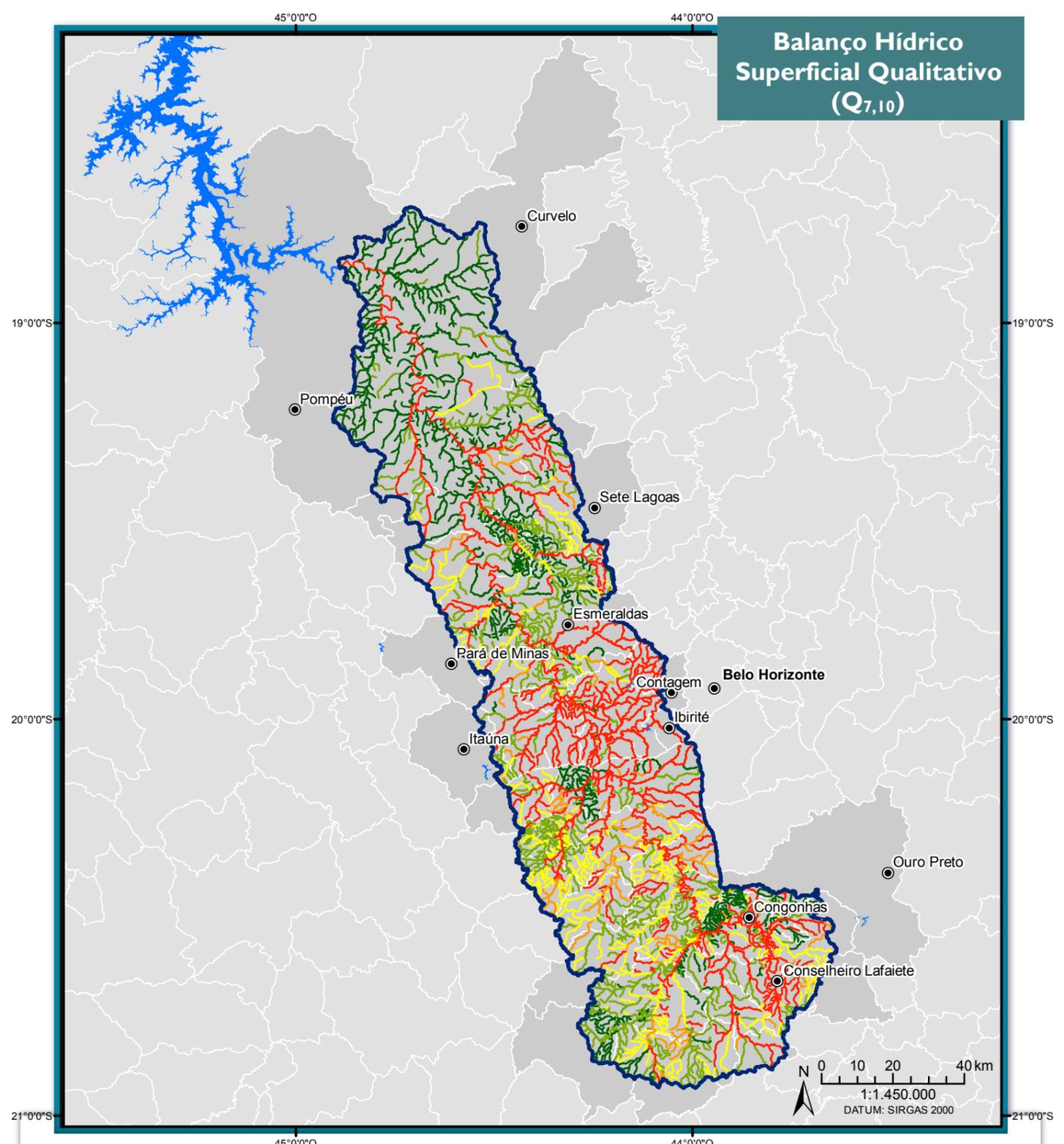
FONTE: COBRAPE, 2018.

Considerando as vazões de diluição apresentadas no Quadro 9.2, no desenvolvimento do balanço hídrico superficial qualitativo serão realizadas duas abordagens de balanço hídrico, quais sejam: (i) comparação da carga poluidora remanescente com a $Q_{95\%}$, e (iv) comparação da carga poluidora remanescente com a $Q_{7,10}$. É importante ressaltar que as vazões de diluição utilizadas são compostas pelo somatório de todas as cargas que consomem os recursos hídricos. Os resultados estão apresentados na Figura 9.4.



Legenda
Balanco Hídrico Superficial Qualitativo (Q_{95%})

- 0,00 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,50 - 0,75
- 0,75 - 1,00
- > 1,00



Legenda
Balanco Hídrico Superficial Qualitativo (Q_{7,10})

- 0,00 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,50 - 0,75
- 0,75 - 1,00
- > 1,00

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório
- Municípios SF3: Rio Paraopeba

Observando a Figura 9.4, nota-se que tanto para a vazão com 95% de permanência, quanto para a vazão de 7 dias de estiagem e 10 anos de recorrência, os resultados são críticos, principalmente no Médio Paraopeba, onde quase todos os trechos de rio necessitam de uma vazão de diluição maior do que a vazão de referência de outorga, para se adequar ao enquadramento previsto.

9.4. Áreas Críticas

A partir dos resultados obtidos, torna-se necessária a realização de uma análise crítica dos mesmos, de modo a definir eventuais áreas críticas ao longo da bacia do rio Paraopeba. Para isso, é fundamental a definição de critérios que, a partir dos dados de oferta, demanda e condição atual da qualidade da água, possibilitem a identificação de trechos críticos.

Os critérios adotados no presente trabalho basearam-se no conceito de DAC do IGAM e nos índices de criticidade estabelecidos pelo Estudo de Modelagem Quantitativa e Qualitativa de Trechos de Rio em Bacias Hidrográficas Consideradas Críticas (Bacias Críticas), desenvolvido pelo Consórcio COBRAPE-CH2MHILL para a ANA.

Para o IGAM, a caracterização de uma Área de Conflito se dá quando uma determinada bacia hidrográfica, ou uma parte desta, apresenta a demanda de água superior à vazão outorgável, o que configura uma situação de indisponibilidade hídrica. O estudo das Bacias Críticas (ANA, 2016), definiu três índices para identificação de criticidade, sendo eles: (i) Índice de Criticidade Quantitativa Reservatório - ISR; (ii) Índice de Criticidade Qualitativa – IQ; e, (iii) Índice de Criticidade Quali-Quantitativa – ISQ. A metodologia de cálculos dos índices de criticidade é apresentada a seguir.

- Índice de Criticidade Quantitativa Reservatório – IS

De acordo com ANA (2016), o índice de criticidade quantitativo IS tem no numerador as demandas atendidas acumuladas até jusante da ottobacia, somado ao déficit da ottobacia. Isto é, o índice considera os déficits na ottobacia e a somatória das demandas atendidas à montante desta. No denominador a vazão disponível é considerada pela somatória acumulada até jusante da ottobacia da vazão natural, dos lançamentos existentes, e da vazão armazenada nos reservatórios. A fórmula do índice é:

$$IS = \frac{D_{at} + Def_{otto}}{(Q_{nat} + L_{ac} - Q_{res})}$$

onde:

IS = índice de criticidade, calculado por ottobacia;

D_{at} = vazão acumulada de demandas atendidas até jusante da ottobacia;

Def_{otto} = vazão de déficit na ottobacia;

Q_{nat} = vazão natural acumulada até jusante da ottobacia;

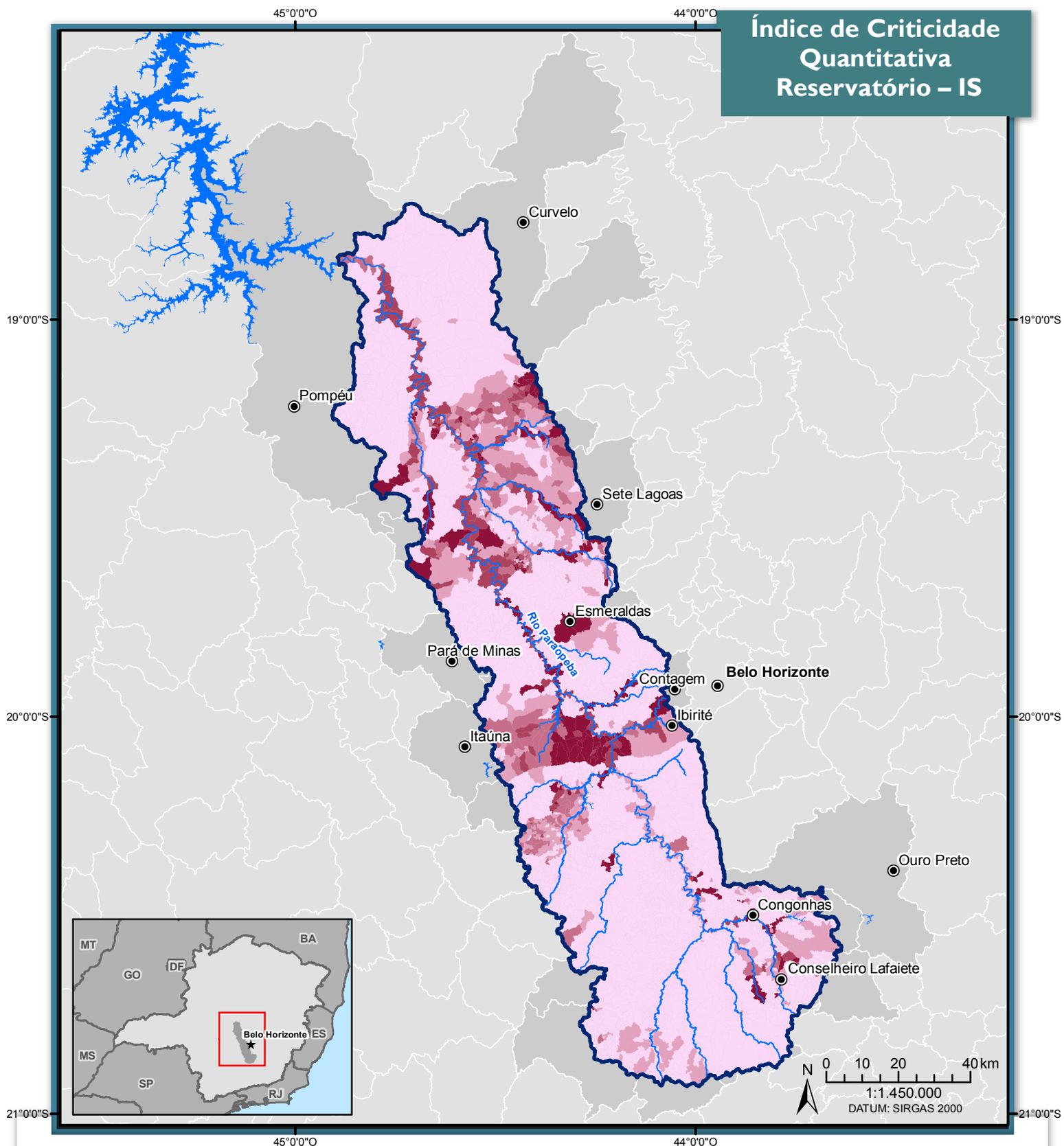
L_{ac} = vazão acumulada de lançamentos até jusante da ottobacia;

Q_{res} = vazão inicial armazenada em reservatórios até jusante da ottobacia.

Para o cálculo deste índice, algumas adaptações foram feitas em função das características da bacia. Primeiramente, a Q_{nat} foi considerada como a vazão observada, e não a naturalizada. Em consequência, o termo L_{ac} também foi desconsiderado, por entender-se que a vazão observada utilizada para o cálculo já contemplar as vazões de retorno, e também pela bacia não possuir um cadastro de outorga de lançamentos. Além disso, em função da bacia do rio Paraopeba não possuir nenhum reservatório que faz regularização de vazão, o parâmetro Q_{res} será desprezado do cálculo.

Apesar das considerações, o índice continua cumprindo a sua função, a qual é apresentar o índice de criticidade em relação à quantidade de água, conforme apresenta a Figura 9.5.

Índice de Criticidade Quantitativa Reservatório – IS



Legenda

Índice de Criticidade Quantitativa Reservatório – IS

- 0,00 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,50 - 0,75
- 0,75 - 1,00
- > 1,00

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório

FONTE: COBRAPE, (2018).

- Índice de Criticidade Qualitativa – IQ

O índice de criticidade de qualidade adotado é o IQ que tem no numerador a concentração de DBO no trecho analisado, e no denominador a concentração de DBO admitida pela classe de enquadramento do trecho. Esta relação indica o número de vezes necessárias da vazão no trecho para diluir a carga existente no trecho. A fórmula do índice é:

$$IQ = \frac{C_{trecho}}{C_{classe}},$$

onde:

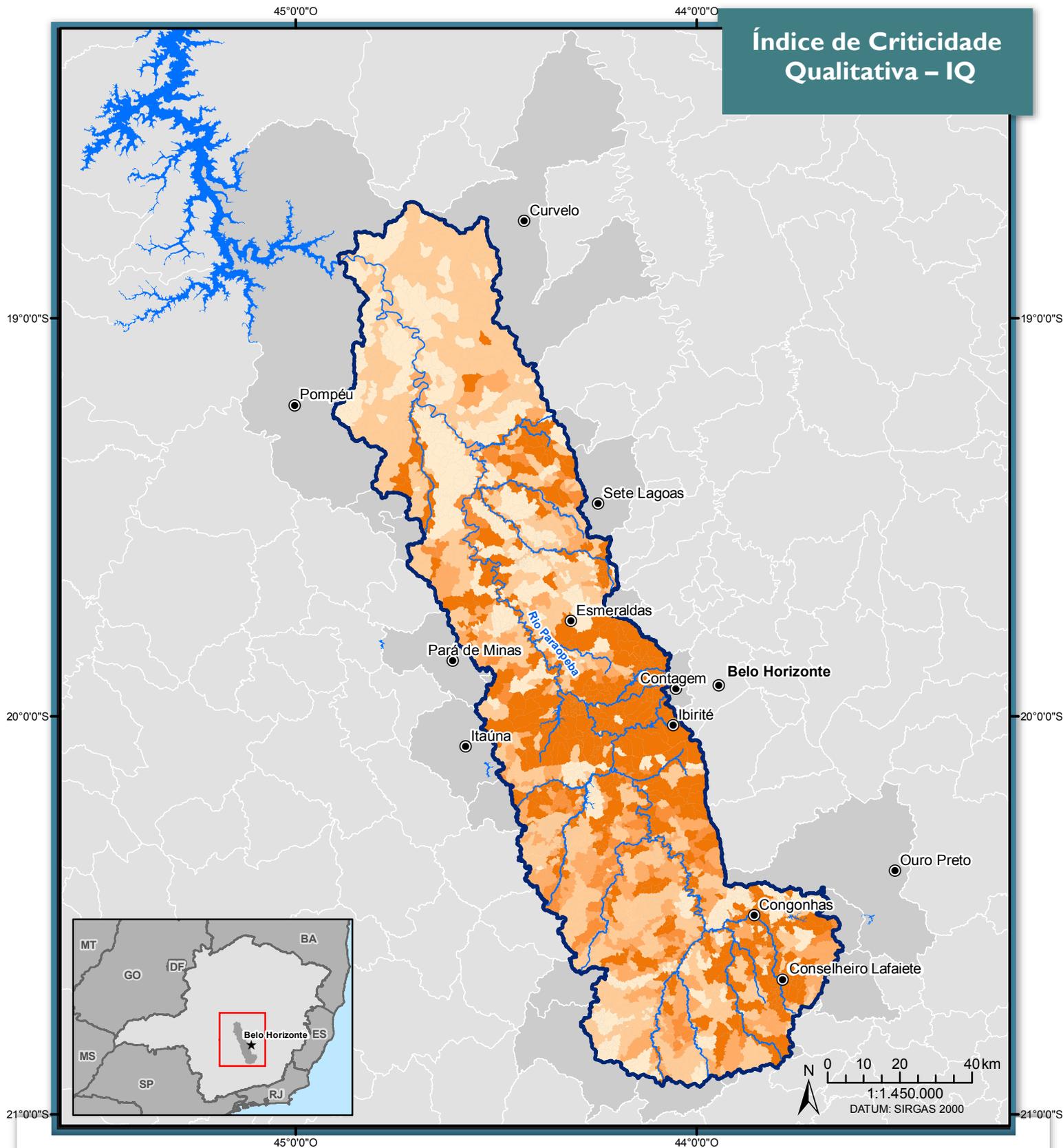
IQ = índice de criticidade qualitativo, calculado por ottobacia;

C_{trecho} = concentração de DBO calculada no trecho;

C_{classe} = concentração de DBO da classe.

Vale ressaltar que, para avaliação qualitativa do PDRH, todos os rios da bacia foram considerados conforme enquadramento vigente definido pela Deliberação Normativa COPAM Nº 14/95. Os resultados estão apresentados na Figura 9.6.

Índice de Criticidade Qualitativa – IQ



Legenda

Índice de Criticidade Qualitativa – IQ

- 0,20 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,50 - 0,75
- 0,75 - 1,00
- > 1,00

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório

FONTE: COBRAPE, (2018).

- Índice de Criticidade Quali-Quantitativa – ISQ

Este último índice refere-se à uma combinação do IS e do IQ. No numerador do ISQ soma-se, aos termos do IS, a vazão necessária a ser adicionada ao trecho de rio para a diluição da carga de DBO até o limite permitido pela classe de enquadramento do trecho. Esta vazão é considerada como uma captação no rio. As fórmulas a seguir ilustram a vazão de diluição e o ISQ:

$$ISQ = \frac{D_{at} + Def_{otto} + Q_{trans} + Q_{dilu}}{(Q_{nat} + L_{ac} - Q_{arm})},$$

onde:

ISQ = índice de criticidade, calculado por ottobacia;

D_{at} = vazão acumulada de demandas atendidas até jusante da ottobacia;

Def_{otto} = vazão de déficit na ottobacia;

Q_{trans} = vazão natural acumulada até jusante da ottobacia;

Q_{dilu} = vazão natural acumulada até jusante da ottobacia;

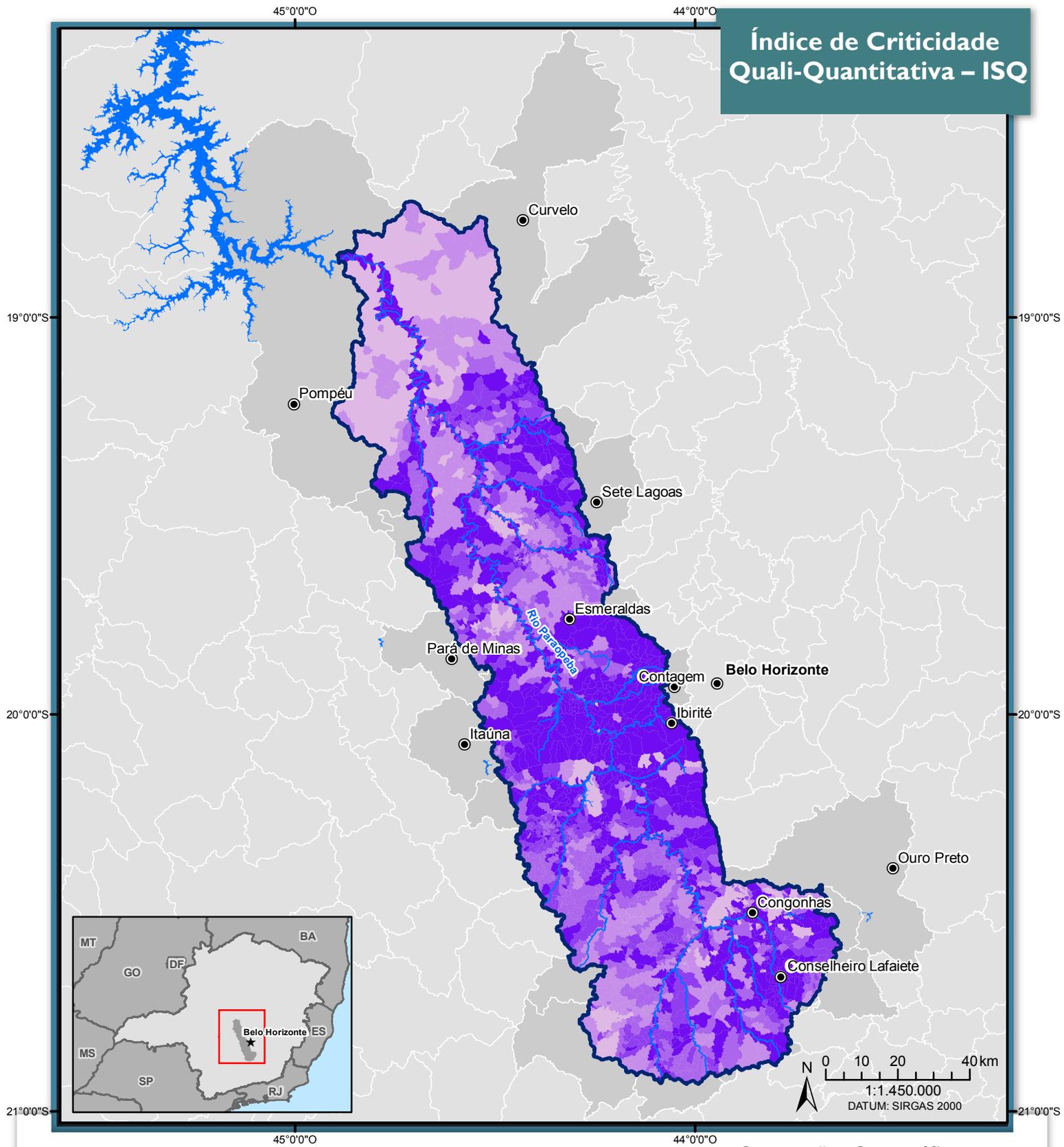
Q_{nat} = vazão natural acumulada até jusante da ottobacia;

L_{ac} = vazão acumulada de lançamentos até jusante da ottobacia;

Q_{arm} = vazão inicial armazenada em reservatórios até jusante da ottobacia.

As adaptações na equação foram realizadas na mesma forma que para o IS, e os resultados são apresentados na Figura 9.7.

Índice de Criticidade Quali-Quantitativa – ISQ



Legenda

Índice de Criticidade Quali-Quantitativa – ISQ

- 0,00 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,50 - 0,75
- 0,75 - 1,00
- > 1,00

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório

FONTE: COBRAPE, (2018).

A partir dos resultados dos três índices de criticidade apresentados em ANA (2016), foram adotadas 6 classes de criticidade, baseadas na Nota Técnica Conjunta 002/2012/SPR/SRE da ANA, as quais são apresentadas no Quadro 9.3 a seguir.

Considerando que as demandas de indústria e mineração são as mais representativas na bacia, com aproximadamente 32% e 38% em relação ao total, respectivamente, optou-se por incluí-las nas 6 classes de criticidade. Para isso, consideraram-se altas demandas as que estão acima do percentil 75 de distribuição dos valores por ottobacias do setor. Ainda é importante destacar que foram consideramos balanços hídricos críticos os que resultaram em índices maiores do 1.

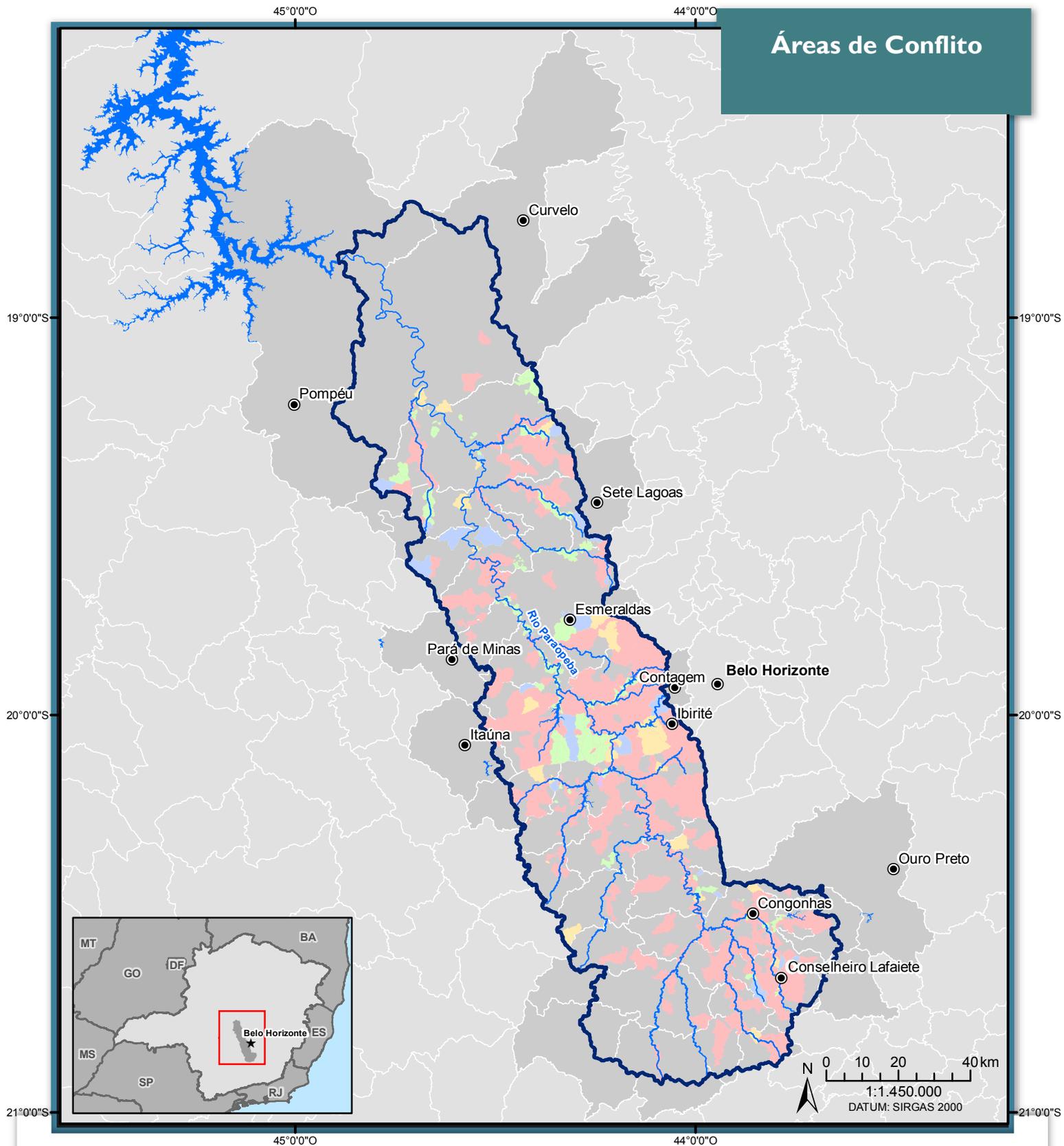
Quadro 9.3 - Classes de Criticidade adotadas pela NTC 002/2012/SPR/SER

Classes de Criticidade		Fatores de Criticidade Identificados
Classe Propriamente Dita	Descrição	
1	Balanço quali ou quali-quantitativo crítico	Balanço quali ou quali-quantitativo crítico + alta demanda para indústria ou mineração
2		Balanço quali ou quali-quantitativo crítico
3	Balanço quantitativo crítico	Balanço quantitativo crítico + alta demanda para indústria ou mineração
4		Balanço quantitativo crítico
5	Conflito potencial	Conflito potencial → alta demanda para indústria ou mineração conjugada com outros fatores (cabeceira e/ou captações vulneráveis para abastecimento)
6		Conflito potencial → cabeceira e/ou captações vulneráveis para abastecimento

FONTE: Nota Técnica Conjunta 002/2012/SPR/SER, 2016.

O resultado da determinação das áreas críticas baseado nos índices de criticidade é apresentado a seguir, na Figura 9.8.

Áreas de Conflito



Legenda

Análise de Criticidade

- 1 - Balanço quali ou quali-quantitativo crítico + alta demanda para indústria ou mineração
- 2 - Balanço quali ou quali-quantitativo crítico
- 3 - Balanço quantitativo crítico + alta demanda para indústria ou mineração

- 4 - Balanço quantitativo crítico
- 5 - Conflito Potencial → alta demanda para indústria ou mineração + cabeceira e/ou captações vulneráveis para abastecimento
- 6 - Conflito Potencial → cabeceira e/ou captações vulneráveis para abastecimento

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório

FONTE: COBRAPE (2018).

Nota-se que a maior parte das áreas críticas se dão pelo balanço hídrico qualitativo crítico, com áreas distribuídas por toda a bacia. O Alto Paraopeba apresenta uma área crítica localizada principalmente nos municípios de Congonhas e Conselheiro Lafaiete, principalmente ligadas às cargas poluidoras de indústria e doméstica, respectivamente. O Médio Paraopeba apresenta uma sobreposição de áreas críticas, sejam eles referentes ao balanço hídrico quantitativo ou qualitativo, com altas demandas de indústria ou mineração. Nessa região quase todos os trechos apresentam criticidade, o que evidencia uma região com alto conflito, englobando os municípios de Contagem, Ibirité, Betim, Sarzedo, Mário Campos e Mateus Leme. No Baixo Paraopeba os conflitos também se sobrepõem, porém de maneira mais esparsa do que o Médio Paraopeba. Os municípios de Sete Lagoas, Caetanópolis e São José da Varginha se destacam.

10. CONCLUSÃO

Este capítulo tem por objetivo apresentar todas as conclusões referentes ao relatório de diagnóstico da bacia hidrográfica do Paraopeba. Primeiramente cabe destacar que a subdivisão por sub-bacias deve ser utilizada para os estudos posteriores, pois respeita os limites das bacias hidrográficas da região e permite a agregação dos resultados referentes aos recursos hídricos.

Em relação ao meio físico observam-se três áreas com características bem definidas na bacia hidrográfica do rio Paraopeba, todas elas muito ligadas à hipsometria da região. Assim, as áreas de alto relevo apresentam rochas do período proterozóico, representadas por domínios geomorfológicos de planalto, predominantemente com solos do tipo cambissolos, o qual contém obstáculos para sua utilização agrícola. Além disso, são áreas que possuem alta vulnerabilidade à contaminação de aquíferos subjacentes. As áreas do Médio Paraopeba possuem altitudes entre 750 e 850 metros, exceto a região da Serra do Quadrilátero Ferrífero, caracterizada por uma seção de grande altitude logo após da afluência do Rio Veloso e do Ribeirão Casa Branca, e compreendem rochas do período arqueano e caracterização geomorfológica de Planalto, o que torna a região propícia para a exploração de minérios. Essa região também possui uma grande variedade de solos, incluindo os Latossolos que em geral são muito bem aproveitados com calagem e adubação. Já as áreas de baixa declividade, geomorfológicamente chamadas de Depressão do Alto São Francisco, são compostas em sua maioria de Latossolos que, conforme mencionado anteriormente, são aproveitados com calagem e adubação, o que caracteriza essa região como a melhor área da bacia para a agricultura.

No que trata do meio biótico, o que dita a subdivisão é o clima associado aos biomas existentes na bacia. É possível observar uma divisão bem clara no centro, onde ao norte está o bioma Cerrado com uma menor pluviosidade, e ao sul o bioma Mata Atlântica com maior pluviosidade. Essas características, somadas às declividades, ditam os fenômenos ligados aos eventos críticos, onde ao sul observam-se a ocorrência de alagamentos, inundações, enxurradas e deslizamentos; e ao norte os eventos críticos de secas e estiagens.

É importante destacar que a bacia possui pouquíssimas áreas de preservação ambiental e remanescentes florestais, apesar de possuir diversas áreas com potencial de turismo ecológico, com atrativos turísticos bastante significativos, variando desde cachoeiras, lagos e represas. Identifica-se também que não são respeitadas as áreas que deveriam ser consideradas Áreas de Preservação Permanente, e como uma das

consequências a qualidade das águas é prejudicada. Outro fator fundamental de prejuízo à qualidade das águas é a pequena infraestrutura de saneamento existente, principalmente no que diz respeito ao tratamento de esgoto. Tudo indica que um dos grandes contribuintes para a poluição das águas da região da bacia do rio Paraopeba sejam os baixos índices de coleta e tratamento de efluentes domésticos da população urbana. Embora se saiba ainda que a mineração é uma atividade altamente impactante e ao mesmo tempo bastante significativa na região, seu reflexo é pouco representativo no que se refere à matéria orgânica (DBO), parâmetro utilizado como referência para avaliação qualitativa no PDRH. De qualquer maneira, como as estimativas de indústria e mineração foram realizadas através dos resultados de demandas, acredita-se que a implementação de um cadastro de outorga de efluentes seria fundamental para a sustentabilidade dos recursos hídricos da bacia.

A análise socioeconômica da bacia hidrográfica do rio Paraopeba apresenta, além de uma grande diversidade física e biótica, grandes contrastes entre as três regiões – Alto, Médio e Baixo Paraopeba –, entre os meios rural e urbano e ainda entre as faixas de população, evidenciando desigualdades, e ressaltando as vocações de cada uma das regiões. Em suma, a bacia possui acentuados contrastes socioeconômicos, com áreas geradoras de grande riqueza e com alta densidade demográfica concomitante a áreas de pobreza crítica e de população bastante dispersa.

No que diz respeito às disponibilidades hídricas superficiais, a utilização dos dados disponibilizados se mostraram frágeis do ponto de vista do objetivo das análises, com isso, será realizado um aprofundamento do tema na etapa de Cenários, de modo a permitir o cálculo das disponibilidades hídricas incrementais e a realização de análises em relação às vazões naturalizadas, visto que a retirada de água do Sistema de Abastecimento da RMBH acaba se tornando uma transposição significativa de água que não retorna para a bacia, através dos reservatórios de Vargem das Flores, Rio Manso e Serra Azul.

É importante destacar a análise criteriosa que se fez em relação às vazões de retorno relativas às demandas hídricas de abastecimento público. Essa consideração faz com que as estimativas de abastecimento público estejam muito bem consolidadas. Além disso, a utilização de estudos recentes e comparação de diversas metodologias traz a estimativa a um novo patamar de confiabilidade.

Os resultados dos balanços hídricos quantitativo e qualitativo deixam claro que a bacia é altamente ocupada, localizada em uma região com diversos potenciais de utilização, que somadas à baixa infraestrutura de saneamento, acabaram por resultar em um

local com uma situação crítica em relação tanto à quantidade quanto a qualidade de água. É importante destacar que o instrumento de outorga, se consideradas as estimativas de demandas, já não seria mais eficiente, visto que praticamente todos os trechos da bacia já ultrapassariam os limites outorgáveis. Assim, a fiscalização precisa ser intensificada para a identificação de usuários irregulares, fortalecendo o instrumento de outorga. Além disso, a bacia do rio Paraopeba precisa que outros instrumentos de gestão de recursos hídricos, como cobrança e enquadramento, sejam implementados de maneira efetiva.

A metodologia da definição de Áreas de Conflito foi desenhada com foco nos problemas da bacia, gerando resultados significativos no que diz respeito à identificação de áreas críticas em relação aos recursos hídricos. Nota-se que a maior parte dos conflitos se dão pelo balanço hídrico qualitativo crítico, com áreas críticas distribuídas por toda a bacia. O Alto Paraopeba apresenta uma área de conflito localizada nos municípios de Congonhas e Conselheiro Lafaiete, principalmente ligadas às cargas poluidoras de indústria e doméstica, respectivamente. O Médio Paraopeba apresenta uma sobreposição de conflitos, sejam eles referentes ao balanço hídrico quantitativo ou qualitativo, com altas demandas de indústria ou mineração. Nessa região quase todos os trechos apresentam criticidade, o que evidencia uma região com alto conflito, englobando os municípios de Contagem, Ibité, Betim, Sarzedo, Mário Campos e Mateus Leme. No Baixo Paraopeba os conflitos também se sobrepõem, porém de maneira mais esparsa se comparadas ao Médio Paraopeba. Os municípios de Sete Lagoas, Caetanópolis e São José da Varginha se destacam.

Com o panorama da situação atual da bacia estabelecido, os desafios a serem enfrentados nas próximas etapas do PDRH já são conhecidos e, a partir da consolidação do Diagnóstico com as contribuições da equipe técnica do IGAM, do Comitê de Bacia e da participação da sociedade civil, através das Consultas Públicas, os mesmos serão caracterizados e avaliados do ponto de vista do horizonte de planejamento estabelecido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁGUASPARANÁ. Instituto das águas do Paraná. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná – Avaliação e Proposição da Rede de Monitoramento Hidrometeorológica e de Qualidade da Água – Volume I – Águas Superficiais**, 2010. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=105>>. Acesso em Julho de 2018.

AGUASPARANÁ. **P05: Programa de Efetivação do Enquadramento. In: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi**. Colaboradora: Cobrape – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Curitiba-PR, 2013a.

AGUASPARANÁ. **P05: Programa de Efetivação do Enquadramento. In: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Jordão**. Colaboradora: Cobrape – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Curitiba-PR, 2013b.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**, 2013. Brasília. Distrito Federal

ANA – Agência Nacional de Águas. UGRH Paranapanema. **Diagnóstico – Avaliação Quantitativa e qualitativa das águas subterrâneas**, 2014. Brasília. Distrito Federal

ANA. Agência Nacional das Águas. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas**. Disponível em <<http://atlas.esgotos.ana.gov.br/>>. Acesso em 21/05/2018.

ANA. Agência Nacional das Águas. **Disponibilidades e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil**, 2005.

ANA. Agência Nacional das Águas. **Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA**. Disponível em <<http://portalpnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx>>. Acesso em Julho de 2018.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Águas**, 2010. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>>. Acesso em 21/05/2018.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas do Abastecimento Urbano de Água**. 2010. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo%20Executivo/Atlas%20Brasil%20-%20Volume%201%20-%20Panorama%20Nacional.pdf>>. Acesso em: julho de 2018.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Dados Hidrológicos da ANA**. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em Julho de 2018.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil 2012**. Brasília: ANA, 2012.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil – Caderno de Recursos Hídricos, 1**. Brasília: ANA, 2005.

ANA. **Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos**. Brasília. DF, 2017.

ANA. **Atlas Esgotos**. Colaboradora: Cobrape – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Brasília. DF, 2017a.

ANA. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2017.

ANA. **Atualização da base de demandas de recursos hídricos no Brasil**. Nota Técnica nº 56/2015/SPR. Brasília: ANA, 2015.

ANA. **Cadernos de Recursos Hídricos**. Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil. Brasília: ANA, 2005.

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: relatório pleno. Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2017.

ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: 2012**. Brasília: ANA, 2012b.

ANA. **Demandas Hídricas Consuntivas**. Brasília: ANA, 2016. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=312&currTab=simple>> Acesso em: maio 2018.

ANA. **Tomo III Prognóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba**. In: *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba*. Colaboradora: Cobrape – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Brasília. DF, 2013.

ANEEL. **Banco de Informações de Geração – BIG**. ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em: Julho 2018.

BARRETO, C. E. A. G.; WENDLAND, E.; MARCUZZO, F. F. N. **Estimativa da Evapotranspiração a Partir de Variação de Nível Estático de Aquífero**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.29, n.1, p.52-61, jan./mar. 2009.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. 4 ed. Brasília: Funasa, 2013.

BRASIL. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano nacional de recursos hídricos**. FGV, Brasília, 1998. 10 v.

CALAZANS, G.M. **Avaliação e proposta de adequação da rede de monitoramento da qualidade das águas superficiais das sub-bacias do Rio das Velhas e do Rio Paraopeba utilizando técnicas estatísticas multivariadas**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Escola de Engenharia – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2015.

CBHSF. Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. **RP1A – Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional**. Volume 4 – Análise qualitativa e quantitativa – Águas Superficiais. *In Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco*. 2015

CECAV. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. **Base de Dados Geoespacializados das Cavernas do Brasil** - 2009. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecav/downloads/mapas.html>>. Acesso em: Julho 2018.

CETESB. **Relatório de acompanhamento do Projeto Tietê**. São Paulo: CETESB, 2002.

COBRAPE- Cia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. 2009. **Elaboração do Atlas Sul – Abastecimento Urbano de Água – Relatório Final – Tomo IV – Estudos de Hidrogeologia**.

COLLISCHONN, W. & TASSI, R. **Apostila- Introduzindo Hidrologia**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH/UFRGS).

COMITÊS PCJ. **Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. 2011.

CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes**. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em 07/07/2018.

COPAM. Deliberação Normativa nº 14, de 28 de dezembro de 1995. **Dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do rio Paraopeba**. Disponível em < <http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/Minas%20Gerais%20>

%20Rio%20Paraopeba%20%20-

%20Bacia%20do%20S%C3%A3o%20Francisco.pdf>. Acesso em 07/07/2018.

COPASA. Companhia de Saneamento de Minas Gerais. **Deflúvios superficiais no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1993.

COPASA. **Atuação Regional**. Companhia de Saneamento de Minas Gerais. 2018. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/paratodos/index.html#atuacao>>. Acesso em: Julho 2018.

COPASA. Informações das estações de tratamento de efluentes. 2018.

COSTA, W. D. **Avaliação de Reservas, Potencialidade e Disponibilidade de Aquíferos**. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 10., 1998. São Paulo, São Paulo. Anais

CPRM – Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais. **Hidrogeologia – Conceitos e Aplicações** – 3ª edição, 812p. 2008.

CPRM – Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais. **Coluna White**. www.cprm.gov.br; consultado em 07/2018.

CRPM. **SIAGAS: Sistema de Informações de Águas Subterrâneas**. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br>>. Acesso em 09/07/2018.

CUNHA, P. D. RODRIGUES. **Remoção de Arsênio em Águas Para Consumo Humano**. 13º Encontro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2008. Disponível em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/18504/1/13%C2%BA%20ENaSB_Cunha%20%26%20Duarte_artigo.pdf>. Acesso em 13/08/2018.

DNPM. **Processos de Lavras de Mineração 2016**. Disponível em <<http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>>. Último acesso em 07/07/2018.

DNPM. **Sistema de Informações Geográficas da Mineração - SIGMINE**. Departamento Nacional de Produção Mineral. [S.l.]. 2016.

DURÃES, M. F. **Caracterização e avaliação do estresse hidrológico da bacia do rio Paraopeba, por meio de simulação chuva-vazão de cenários atuais e prospectivos de ocupação e uso do solo utilizando um modelo hidrológico distribuído**. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.

ETCHEPARE, R.G. **Integração de Processo no Tratamento de Efluentes de Lavagem de Veículos para Reciclagem de Água**. Programa de Pós Graduação em

Engenharia de Minas Metalúrgica e de Materiais (Dissertação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

FARIAS, C.E.G. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil**. Relatório preparado para o CGEE PNUD. 2002.

FEAM. **Barragens de contenção de rejeitos e resíduos**. Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais - 2018.

FRAGOSO JR.; C.R.; FERREIRA, T.F.; MARQUES, D. M. **Modelagem Ecológica em Ecossistemas Aquáticos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

FURNAS. **Parque Gerador: Usina de Retiro Baixo - 2018**. Sistema Furnas de Geração e Transmissão. Disponível em: <http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemaFurnas/usina_hidr_retirobaixo.asp/>. Acesso em: Agosto 2018.

GALVÃO, L. A. C.; COREY, G. **Mercurio**. México: OPS; OMS, 1987. 82 p.

GOMES, M. C. A. D. A.; PEREZ, L. S. N.; CURCIO, R. L. S. **Avaliação da poluição por fontes difusas afluentes ao reservatório Guarapiranga**. São Paulo: SMA – Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo. São Paulo. SP, 1998.

IBGE. **Censo Populacional 2010**. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: Julho 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: julho de 2018.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal - 2016**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 2002.

IBGE. **Produção Pecuária Municipal - 2016**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 2002.

IBRAM. **Panorama da Mineração em Minas Gerais**. Instituto Brasileiro de Mineração, Sindicato Nacional da Indústria da Extração do Ferro de Metais – Brasília: IBRAM, 2016.

IEF. **MG.BIOTA**. Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais. Belo Horizonte, v.2, n.6, fev./mar. 2010

IGAM. **Cadastro de Outorgas 2018**. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 2018.

- IGAM. Informações de Outorgas do Estado de Minas Gerais. 2018.
- IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2011.
- LIAZI, A, MANCUSO, M.A. et al. 2007. **Outorga Integrada – Águas Superficiais e Águas Subterrâneas**. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 17p.
- MCCOY, J.; JOHNSTON, K. **Using ArcGis Spatial Analyst**. New York – NY:ESRI, 2002. 232 p.
- MENDES, B; OLIVEIRA, J. F. S. **Qualidade da água para consumo humano**. Lisboa: Editora Técnicas, 2004.
- MENDONÇA, F.P.C. **Influência da Mineração na Geoquímica das Águas Superficiais e dos Sedimentos no Alto Curso da Bacia do Ribeirão Mata Porcos, Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais). Escola de Minas – Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2012.
- MINAS GERAIS. Estado de Minas Gerais. **Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais**: componentes geofísico e biótico / editado por José Roberto Soares Scolforo, Luís Marcelo Tavares de Carvalho e Antônio Donizette de Oliveira. Lavras: Editora UFLA, 2008.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Turismo de Minas Gerais - SETUR. **Circuitos Turísticos**: informações - 2009. Disponível em: <<http://www.turismo.mg.gov.br/>>. Acesso em: Julho 2018.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Diagnóstico do macrozoneamento ecológico-econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco/SEDR/DZT/MMA**. Brasília, 2011.
- MOREIRA, M. C.; SILVA, D. D. **Análise de Métodos para Estimativa das Vazões da Bacia do Rio Paraopeba**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 19 n.2 – Abr/Jun 2014, 313-324.
- MOURÃO, M.A.A. **Caracterização Hidrogeológica do Aquífero Cauê, Quadrilátero Ferrífero, MG. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG**, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 297p. 2007.
- MTUR. **Cartilha de Categorização dos Municípios das Regiões Turísticas**. Ministério do Turismo. 2016.

NOAA. **The National coastal pollutant discharge inventory (NPCDI): point source methods document**. Silver Spring: NOAA, 1993.

NOVAES, L. F. **Modelo para a quantificação da disponibilidade hídrica na bacia do Paracatu**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2005.

OMERNIK, J. M. **Nonpoint source-stream nutrient level relationships: a nationwide study**. U.S. EPA Report Nº. EPA-600/3-77-105. U.S. Environmental Protection Agency. Corvallis. Oregon, 1977.

ONS. **Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN**. Operador Nacional do Sistema Elétrico. 2003.

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

PICANÇO, F.E.L.; LOPES, E.C.S.; SOUZA, E.L. de. **Fatores Responsáveis pela Ocorrência de Ferro em Águas Subterrâneas da Região Metropolitana de Belém/PA**. Anais do XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2002. Disponível em <
<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/22823/14983>>. Acesso em 13/08/2018.

PIVELI, R. P. Curso: “qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos”. s.d. Prefeitura Municipal de São José da Varginha. **Ofício Nº 285**. 2018.

REBOUÇAS, A C.; BRAGA, B.P.F; TUNDISI, J.G. **Águas Doces do Brasil 2006** (Cap. 10). São Paulo, p. 333-343.

RODRIGUES, M. L. K. **Origem, distribuição e mobilidade potencial de metais pesados em ambiente fluvial impactado por curtumes**. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2007.

RODRIGUEZ, R. del G. **Proposta conceitual para a regionalização de vazões**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2008.

SABINO, C.V.S.; ABREU, J.F. de; LOBATO, W.; SABINO, G.S.; KNUP, E.A.N. **Análise de alguns aspectos da qualidade da água na Bacia do Rio Paraopeba utilizando estatística multivariada**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, vol. 8, núm. 2, pp. 6-18. 2008.

SECIMA. **P3 Prognóstico dos Recursos Hídricos no Estado**. In: *Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás*. Colaboradora: Cobrape. Goiânia, 2015

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL DE MINAS GERAIS. **Estudo de Implantação da Agência de Bacia do Rio das Velhas**. Colaboradora: Cobrape – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Belo Horizonte. MG,1999.

SIGEP. Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos. **Inventário dos geossítios** - 2010. Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/>>. Acesso em: Julho 2018.

SISEMA. **Regularização Ambiental**. Disponível em <<http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>>. Último acesso em 20/07/2018.

SNIS. **Série Histórica**. Disponível em <<http://app3.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Último acesso em 07/07/2018.

SOARES. P. F. **Projeto e Avaliação de Desempenho de Redes de Monitoramento de Qualidade da Água Utilizando o Conceito de Entropia**. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2001

SOARES, A. L. C. **Identificação dos corpos d'água mais impactados das bacias dos rios Piracicaba e Paraopeba e cálculo do risco relativo de violação aos limites preconizados pela legislação ambiental**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2017.

SOUSA, H. T. **Sistema computacional para regionalização de vazões**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2009.

SUDENE. PLIRHINE – **Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste** -1980. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Recife, 1980.

THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in climatology. New Jersey: Laboratory of Climatology, 1955. 104p. v.8.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre – RS: Editora da

TUNDISI, J.G.; Tundisi, T.M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

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

UFV/SEAPA. Universidade Federal de Viçosa, Secretaria de Estado de Agricultura Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. **Atlas Digital das Águas de Minas**. Disponível em <http://www.hidrotec.ufv.br/home.html>. Belo Horizonte, 2007.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F. Revista Brasileira de Climatologia: **O clima do Litoral do Estado do Paraná**, 2008. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/viewFile/25423/17042>>. Acesso em: 07/03/2017.

VON SPERLING, M. **Estudos e Modelagem da Qualidade da Água de Rios**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. 3ª Ed. Belo Horizonte. Minas Gerais. 2007.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. MG. vol. 3 ed. 2005.

WMO. *World Meteorological Organization*. Methods of observation. In: **Guide to Hydrological Practices: hydrology from measurement to hydrological information**. 6ª. ed. Genebra, Suíça. 2008.

WOLOSZYN, D. VOLKART, P. A., BIZANI, D. **Tratamento de efluente secundário proveniente do beneficiamento de carvão mineral utilizando bactérias com capacidade redutora de sulfato**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais. 2013