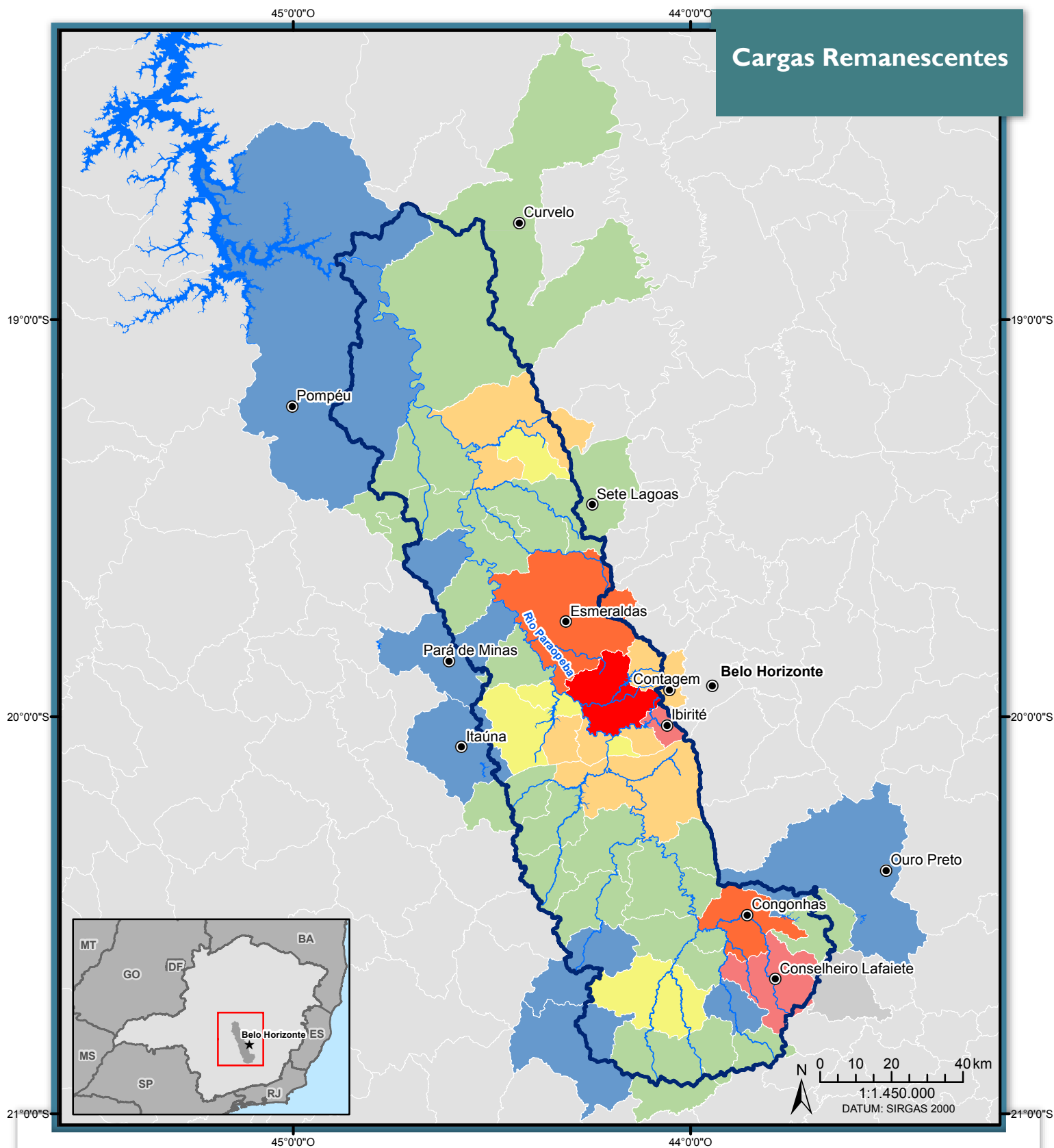




Legenda

Cargas Remanescentes de DBO (kg/dia)

- > 100
- 101 - 500
- 501 - 1.000
- 1.001 - 2.000
- 2.001 - 4.000
- 4.001 - 7.000
- > 7000

Convenções Cartográficas

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

FONTE: COBRAPE, 2018.

A distribuição dessas cargas por município, Quadro 6.6, mostra ainda que apenas Congonhas, Crucilândia, Fortuna de Minas, Maravilhas e Rio Manso não possuem a fonte doméstica como maior geradora de cargas de DBO, sendo a origem industrial a mais representativa.

Quadro 6.6 - Cargas Estimadas por Município

Município	Doméstica	Uso do Solo	Pecuária	Indústria	Mineração	Total
Belo Horizonte	1,39	0,07	-	-	-	1,46
Belo Vale	390,81	51,03	16,30	1.065,88	3,56	1.527,58
Betim	10.331,34	90,72	11,87	43,64	0,04	10.477,62
Bonfim	363,53	36,04	12,27	9,64	0,04	421,52
Brumadinho	1.642,11	102,43	22,77	7,62	4,48	1.779,42
Cachoeira da Prata	162,53	5,73	3,00	77,18	0,57	249,01
Caetanópolis	547,93	18,98	-	2,62	0,01	569,55
Capim Branco	0,01	0,00	0,01	-	-	0,02
Caranaíba	0,01	0,00	-	-	-	0,02
Carandaí	1,49	0,10	-	-	-	1,59
Casa Grande	110,83	19,97	6,18	-	-	136,97
Congonhas	2.954,36	72,66	3,41	7.826,82	5,62	10.862,86
Conselheiro Lafaiete	5.108,92	69,34	19,31	1.013,80	0,01	6.211,38
Contagem	1.764,69	29,61	1,87	7,87	0,01	1.804,04
Cristiano Ottoni	265,62	16,37	9,45	13,26	0,00	304,71
Crucilândia	255,36	18,36	-	534,71	-	808,43
Curvelo	156,40	104,00	34,77	0,81	12,80	308,78
Desterro de Entre Rios	99,31	23,82	8,07	-	0,02	131,23
Entre Rios de Minas	759,67	68,76	25,16	3,89	0,01	857,48
Esmeraldas	3.428,08	79,77	51,75	1.207,66	5,97	4.773,23
Felixlândia	17,85	16,23	-	-	0,22	34,31
Florestal	115,90	15,51	21,74	5,00	0,02	158,18
Fortuna de Minas	140,84	14,77	14,49	827,76	3,05	1.000,92
Ibirité	5.451,54	27,08	-	581,97	-	6.060,59
Igarapé	1.853,22	27,96	-	829,38	0,04	2.710,59
Inhaúma	199,52	20,33	-	3,37	0,10	223,33
Itaguara	0,73	0,23	0,16	-	-	1,12
Itatiaiuçu	452,00	30,49	-	77,67	0,83	560,99
Itaúna	28,21	7,68	-	-	0,00	35,89
Itaverava	11,24	2,73	0,54	-	-	14,51
Jeceaba	287,89	36,37	5,98	0,43	3,83	334,50
Juatuba	912,03	19,36	4,07	284,96	-	1.220,42
Lagoa Dourada	186,82	43,00	18,22	-	0,02	248,06
Maravilhas	311,10	13,11	15,26	411,08	0,18	750,72
Mário Campos	707,52	8,75	-	364,54	2,39	1.083,20
Mateus Leme	906,89	44,62	16,45	504,64	0,10	1.472,69

Município	Doméstica	Uso do Solo	Pecuária	Indústria	Mineração	Total
Moeda	247,09	25,08	6,30	0,57	0,07	279,11
Nova Lima	9,43	0,13	-	-	-	9,56
Onça De Pitangui	0,87	0,24	-	-	-	1,11
Ouro Branco	308,89	31,28	2,04	1,61	-	343,82
Ouro Preto	19,99	13,98	0,10	3,19	0,38	37,64
Papagaios	178,47	36,87	29,72	-	0,18	245,24
Pará De Minas	72,51	13,10	-	-	-	85,61
Paraopeba	1.184,57	53,92	33,20	35,00	3,28	1.309,97
Pequi	91,09	15,84	21,16	-	10,96	139,05
Piedade Dos Gerais	248,91	29,77	22,94	-	1,44	303,05
Piracema	1,35	0,25	0,26	-	-	1,87
Pompéu	75,58	64,84	-	-	-	140,42
Queluzito	71,78	20,29	7,91	-	-	99,98
Resende Costa	21,86	18,68	4,90	-	1,91	47,35
Ribeirão das Neves	5,71	0,02	-	-	-	5,73
Rio Manso	283,35	28,77	9,58	1.518,00	-	1.839,70
São Brás do Suaçuí	163,64	17,04	-	-	0,05	180,73
São Joaquim de Bicas	1.248,82	18,36	-	15,95	0,05	1.283,18
São José da Varginha	205,60	15,15	-	6,01	0,04	226,80
Sarzedo	1.258,10	17,59	1,25	14,11	-	1.291,06
Total Geral	45.954,96	1.579,83	471,81	17.305,17	62,28	65.374,05

FONTE: COBRAPE, 2018.

O município com maior carga gerada na mineração é Curvelo, com cerca de 20% do total dessa fonte poluidora, isso se deve à alta demanda outorgada, conforme mencionado no *Item 8.1.6*. Esse é também o município que possui maior carga difusa, justificável pelo fato do mesmo ser o maior município da região do PDRH Paraopeba. No que se refere à carga oriunda da pecuária, Esmeraldas é o município com maior carga de DBO gerada, compatível com seu maior rebanho, conforme PPM (2016).

6.3. Estimativa da Condição Atual da Qualidade da Água

Uma mesma quantidade de carga poluidora pode ter diferentes impactos na qualidade da água, dependendo do corpo hídrico em que é lançada, pois a assimilação da mesma depende das características físicas, químicas e biológicas do curso d'água. Sendo que dentre as características físicas têm-se a vazão, que está diretamente ligada à forma com que o poluente é diluído.

A legislação brasileira que associa a quantidade de poluentes com qualidade das águas é a Resolução CONAMA nº 357/05, no estado de Minas Gerais o mesmo é definido por meio da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº1 de

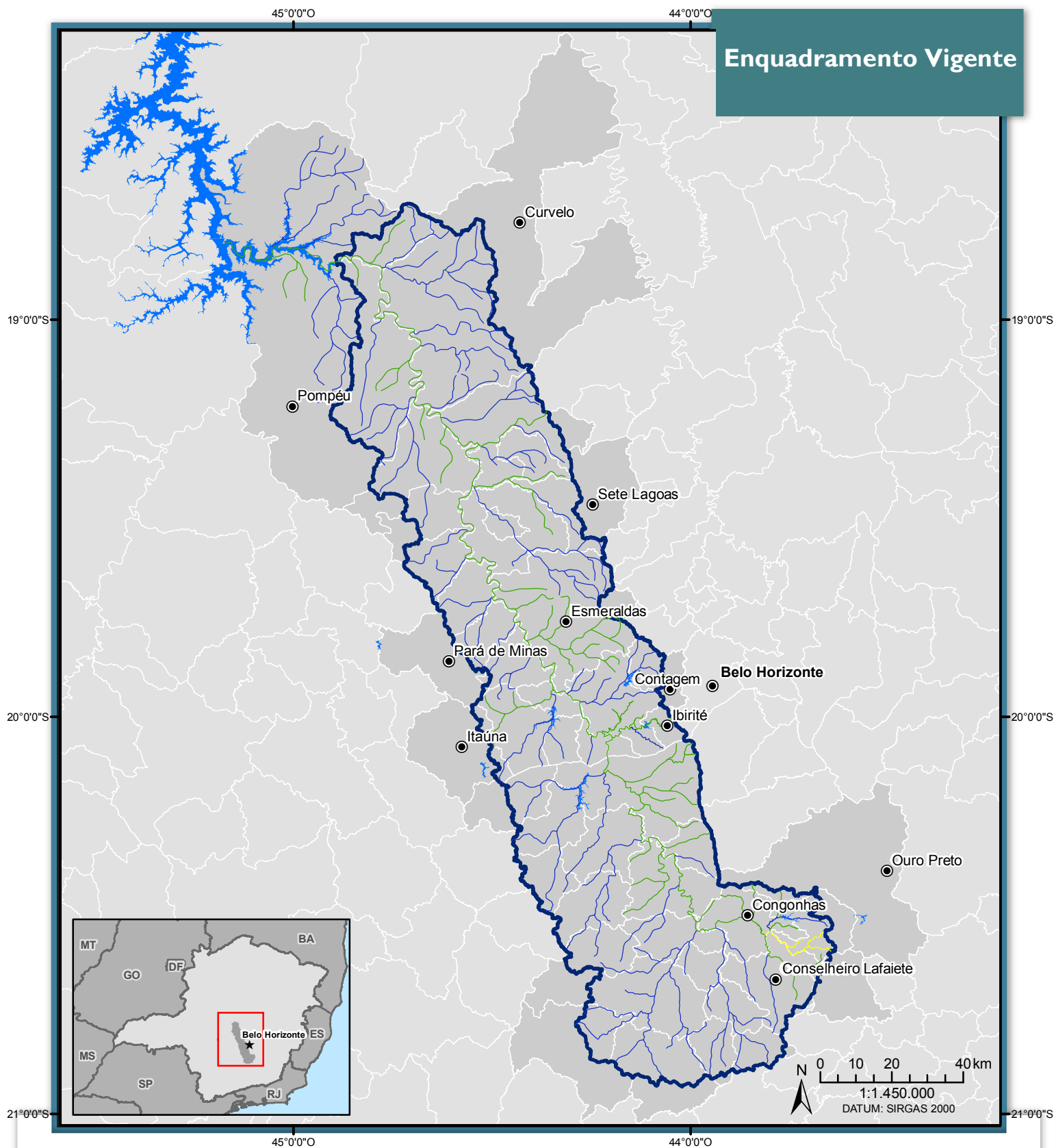
2008. Ambas traçam limites mínimos e máximos de concentrações, que devem ser analisadas numa vazão de referência, que na região do PDRH Paraopeba é a $Q_{7,10}$.

Os modelos matemáticos são ferramentas que permitem a representação de um sistema em uma linguagem de fácil acesso e uso, com o objetivo de entendê-lo e buscar suas respostas perante diferentes entradas (FRAGOSO JR., FERREIRA e MARQUES, 2009).

Conforme apontado anteriormente, na primeira versão do Plano foram utilizados os modelos QUAL2E e QUAL-UFMG para simulação do parâmetro oxigênio dissolvido, contudo, conforme destacado no próprio Plano, os mesmos exigem fatores de entrada complexos e de difícil determinação. Por isso, nesta revisão optou-se por utilizar um modelo com dados de entrada mais acessíveis e com resultados capazes de facilitar a interpretação da situação dos corpos hídricos.

Sendo assim, a fim de estimar o impacto das cargas poluidoras apresentadas no *Item 6.2.2* sobre os corpos hídricos do PDRH Paraopeba utilizou-se um modelo matemático quali-quantitativo desenvolvido inicialmente para o Atlas Esgoto (ANA, 2017a) com as devidas adaptações para a região. O mesmo permite aferir as concentrações resultantes considerando a carga estimada e as vazões de referência $Q_{7,10}$ e $Q_{95\%}$, escolhidas para a presente análise por representarem, respectivamente, a vazão de referência vigente em Minas Gerais e a mais utilizada no país. A partir disso é possível ainda verificar em qual classe de qualidade o trecho de rio se enquadraria, se está de acordo com o enquadramento vigente definido pela Deliberação Normativa COPAM Nº 14/95 e com os usos identificados. A identificação de trechos críticos ainda no início do plano contribui para a discussão dos aspectos qualitativos no decorrer do mesmo, bem como a proposição de diretrizes e medidas de planejamento.

A Figura 6.17 apresenta o enquadramento vigente, com exceção dos trechos classificados como Especial, visto que os mesmos são trechos pequenos.



Legenda

Enquadramento Vigente

- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

Convenções Cartográficas

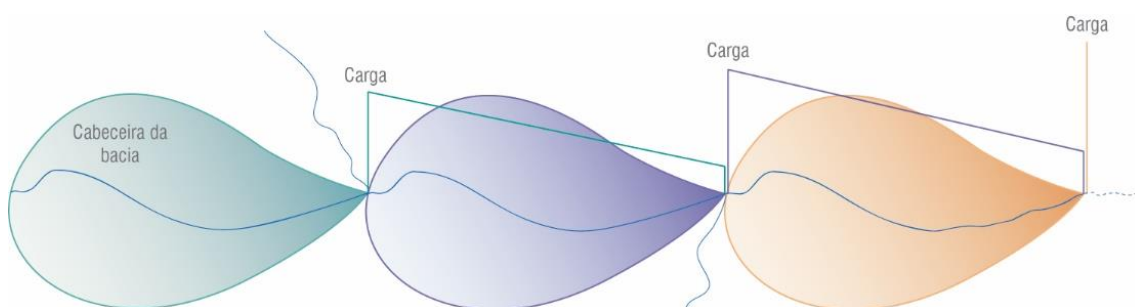
- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Municípios SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório

FONTE: Adaptado de Deliberação Normativa COPAM nº 14/95.

6.3.1. Estrutura do Modelo de Qualidade da Água

O modelo é baseado na análise acumulada, considerando como unidade básica a ottobacia, conforme Figura 6.18. Nessa estrutura, as cargas estimadas são lançadas no final das ottobacias correspondentes e possuem um abatimento na ottobacia de jusante. No final da ottobacia de jusante, a carga representa a soma do que foi abatido de montante mais o que é gerado na própria ottobacia correspondente. A análise de cada trecho é feita considerando essa carga final.

Figura 6.18 - Esquema de Análise Acumulada do Modelo Matemático



FONTE: Adaptado de ANA, 2017.

O abatimento da carga de DBO é estimado através da solução analítica de decaimento de primeira ordem, como apresentado por Von Sperling (2007) na Equação 1.

$$C = C_0 e^{-k_d t}$$

Onde:

C é a concentração da substância (mg/L) no tempo t ;

C_0 é a concentração inicial da substância (mg/L);

k_d é o coeficiente de decaimento (d^{-1}); e,

t é o tempo (dias).

Para a definição do coeficiente de decaimento de DBO, considerou-se que quanto maior a concentração de matéria orgânica, mais rápido ocorre a sua própria decomposição. Dessa forma, onde as concentrações de montante são inferiores a 5 mg/L, o valor estabelecido no trecho é de 0,15 d^{-1} e quando superior a 5 mg/L, de 0,25 d^{-1} .

Assim é possível calcular a concentração de DBO em cada trecho de rio selecionado para o enquadramento e então avaliar a classe de qualidade da Resolução CONAMA 357/05 que estaria compatível com essa concentração.

O modelo foi desenvolvido em Excel, com as seguintes planilhas:

- Lançamentos Pontuais: é a aba de apoio que contém as informações de vazão de lançamento por ottobacia N8. Desta aba sai para o modelo a informação se a ottobacia tem lançamento e a vazão do efluente para ser incrementada à vazão do trecho;
- Cargas: é a aba que contém as cargas estimadas no *Item 6.2.2*;
- Concentrações: é a aba do modelo propriamente dito, onde são realizados os cálculos descritos para as vazões de referências ($Q_{7,10}$ e $Q_{95\%}$);
- *Shape*: arquivo que resume por ottobacia N8 os resultados de concentração, classe de enquadramento equivalente, vazão necessária para que houvesse diluição e carga que precisa ser reduzida para o trecho ficar enquadrado na classe atual.

As colunas da aba modelo, bem como a fonte de informação e considerações adotadas estão listadas no Quadro 6.7.

Cabe destacar que visto que a Classe Especial não possui padrão de DBO definido na Resolução CONAMA nº 357/05 e Deliberação COPAM/CERH nº 1/08, foi considerada essa classe equivalente quando a concentração no trecho foi igual à concentração natural de DBO no rio, adotada como igual a 1,0 mg/L.

Quadro 6.7 - Dados de Entrada do Modelo e Suas Respectivas Fontes

	Sigla	Significado	Fonte	Observação
Dados da Hidrografia	COBACIA	Código da Ottobacia	Base hidrográfica (IGAM, 2010)	Foi utilizado o nível 8
	BACIAJUSANTE	Código da COBACIA de Jusante	Determinado a partir da base hidrográfica	
	NOME_ADO	Nome do rio adotado	Base hidrográfica (IGAM, 2010)	
	COMP (m)	Comprimento do trecho de rio em metros	Base hidrográfica (IGAM, 2010)	
Vazão	Q710_M3S	Vazão de referência na Ottobacia em m³/s	Apresentado no Item de Disponibilidade Hídrica	
	Q95_M3S			
Lançamentos	Q_PL_M3S	Vazão do ponto de lançamento em m³/s	Demanda industrial e vazão média das ETES	Se houver lançamento na ottobacia, esse campo faz a soma da vazão dos efluentes que estão sendo lançados na ottobacia
Enq_Vigente	Classe	Enquadramento vigente na região do PDR - Paraopeba	Deliberação Normativa COPAM Nº 14/95	Nos trechos não definidos adotou-se a Classe 2
Consideração	VELO_Q710 (m/s)	Velocidade do rio na referida vazão de referência em m/s	ANA (2017a)	
	VELO_Q95 (m/s)			
	CNDBO	Concentração natural de DBO em mg/l	Consideração	Adotado como sendo igual a 1 mg/l (ANA, 2017a)
Cálculo	TEMPO_Q710 (dia)	Indica o tempo que a DBO demora pra percorrer a ottobacia em cada vazão de referência	Calculado	vazão/velocidade
	TEMPO_Q95 (dia)			
Carga Remanescente	CR_PSCT (kg/dia)	Carga remanescente de DBO da população sem coleta e sem tratamento em kg/dia	Calculado	Pode ser utilizada a carga estimada para a situação atual e para os cenários
	CR_ETE (kg/dia)	Carga remanescente de DBO da população com coleta e tratamento em kg/dia	Calculado	
	CR_IND (kg/dia)	Carga remanescente de DBO das indústrias em kg/dia	Calculado	
	CR_MIN (kg/dia)	Carga remanescente de DBO das mineradoras em kg/dia	Calculado	

	Sigla	Significado	Fonte	Observação
Análise de carga na QX	KD (1/dia)	Coeficiente de decaimento de DBO em d ⁻¹	Consideração	Se a carga de montante for inferior ou igual a 5 mg/l é adotado o valor de 0,15 d ⁻¹ , se não adota-se 0,25 d ⁻¹ (ANA, 2017a)
	MONT (kg/dia)	Carga de montante de DBO em kg/dia	Calculado	Calculado com base nas colunas Carga Remanescente DBO
	ABAT (kg/dia)	Carga abatida de DBO no trecho em kg/dia	Calculado	Considera-se um decaimento de primeira ordem
	JUSA (kg/dia)	Carga de jusante de DBO em kg/dia	Calculado	É a carga que vai para a ottobacia seguinte
Análise de concentração na QX	CTFDBO_QX (mg/L)	Concentração final de DBO na ottobacia em mg/l	Calculado	
	CLDBO_QX (mg/L)	Classe de DBO na ottobacia em mg/L	Calculado	Indica a classe que o corpo hídrico de água doce seria enquadrado considerando a DBO em cada vazão analisada
	QDILCOT_QX	Número de vezes que a vazão deveria ter para alcançar o enquadramento vigente	Calculado	
Carga a ser reduzida (kg/dia)	Limite_Classe_QX (kg/dia)	Carga suporte de DBO do trecho para que ele se mantenha no enquadramento vigente	Calculado	
	CR_ENQ_QX (kg/dia)	Carga que precisa ser removida para que o trecho fique na classe do enquadramento vigente	Calculado	

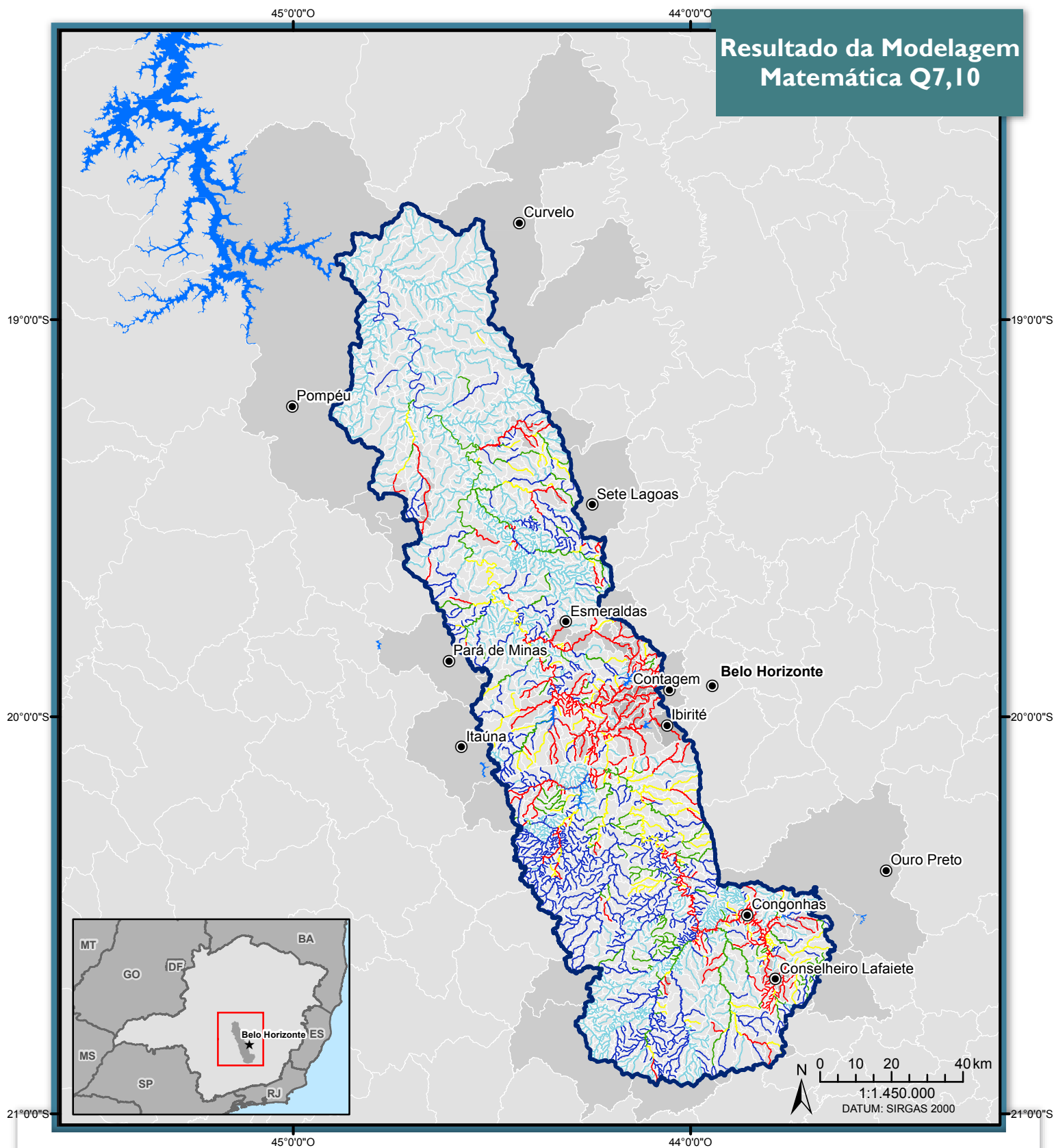
FONTE: COBRAPE, 2018.

6.3.2. Resultados do Modelo de Qualidade da Água

A Figura 6.19 apresenta o resultado da modelagem na vazão $Q_{7,10}$ e a Figura 6.20 para a $Q_{95\%}$, as duas vazões de referência podem ser associadas a condições de baixa disponibilidade. Nas figuras é possível identificar qual a classe da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH - MG nº 1/2008, similar à Resolução CONAMA nº 357/05, associada à concentração de DBO resultante do modelo matemático, representada nos trechos de rios. Também está representada, por ottobacia, quantas vezes a vazão atual teria que ser acrescida para que pudesse diluir a carga lançada naquele trecho.

Nas duas vazões simuladas, a maioria dos trechos ficaram compatíveis com a Classe Especial e a Classe 1, que são as duas melhores classes de qualidade de acordo com a legislação referente. O número de trechos em Classe 2 e Classe 3 são similares. Contudo, o que chama bastante atenção são os trechos equivalentes à Classe 4, os de pior qualidade, sendo que na $Q_{95\%}$ isso é mais frequente. Essa ocorrência se dá principalmente nas áreas urbanas com destaque para as regiões onde essas áreas são mais densas, formando aglomerados ou corredores com algum tipo de ocupação humana. É o que ocorre desde Contagem, passando por Betim e indo até Juatuba. Em paralelo observa-se o mesmo envolvendo os municípios de Ibirité, Sarzedo, Mario Campos, São Joaquim de Bicas e Igarapé. Mais a sul da bacia, isso se repete entre os limites de Conselheiro Lafaiete, Congonhas e Jeceaba. Alguns trechos de rio acabaram sendo associados à essa qualidade da água mais baixa desde a sua nascente, isso porque as disponibilidades são baixas nessas regiões, dada as vazões de referência, e quase sempre ocorre a ocupação humana sem acesso à tratamento de efluentes.

Comparando-se os resultados para o IQA, apresentado no *Item 6.1.6*, o ponto de 2017 na categoria ruim é compatível com um trecho Classe 4 na $Q_{95\%}$, dos nove pontos com o IQA Ruim, sete estão em trechos com simulação resultante na Classe 4, um na Classe 3 e um na Classe 1, sendo numa região logo a montante de rios com Classe 4. Analisando as classes resultantes na $Q_{7,10}$, as compatibilidades são similares, demonstrando que o modelo simulado é coerente com os dados monitorados na região.



Resultado da Modelagem Matemática Q7,I0

Legenda

Resultado da Simulação por Equivalência de Classe

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

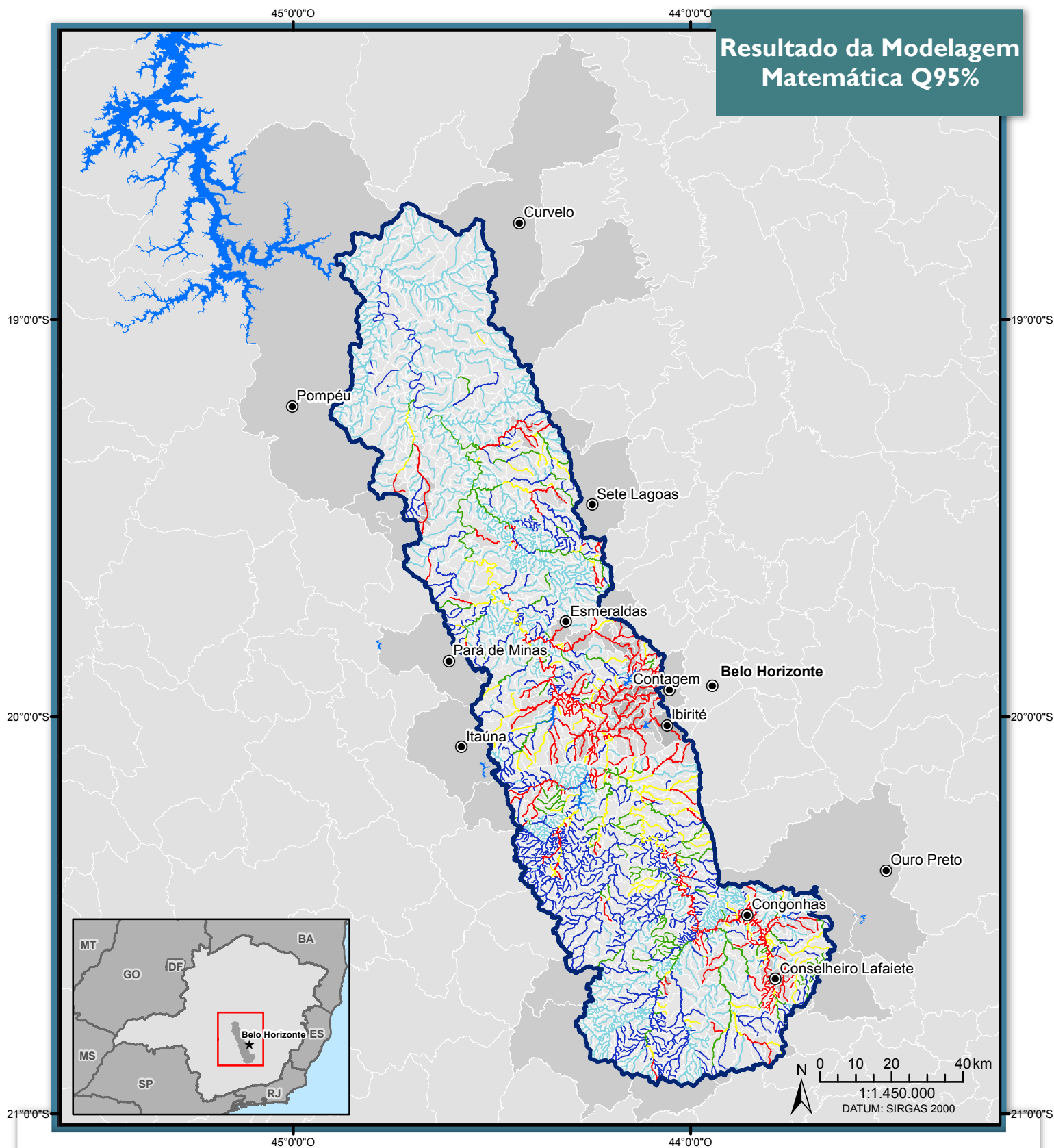
Resultado da Simulação por Q Diluição Necessária para a Classe de Análise Q Suficiente

- > 1Q
- 1Q - 5Q
- 5Q - 10Q
- 10Q - 30Q
- > 30Q

Convenções Cartográficas

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

FONTE: COBRAPE, 2018.



Legenda

Resultado da Simulação por Equivalência de Classe

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

Resultado da Simulação por Q Diluição Necessária para a Classe de Análise Q Suficiente

- > 1Q
- 1Q - 5Q
- 5Q - 10Q
- 10Q - 30Q
- > 30Q

Convenções Cartográficas

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

FONTE: COBRAPE, 2018.

Alguns usos de água têm suas classes definidas na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH - MG nº 1/2008: unidades de conservação de proteção integral associada à Classe Especial; áreas indígenas à Classe 1; abastecimento para consumo humano à classe especial, após filtração e desinfecção, classe 1 após tratamento simplificado, classe 2 após tratamento convencional e classe 3 após tratamento convencional ou avançado.

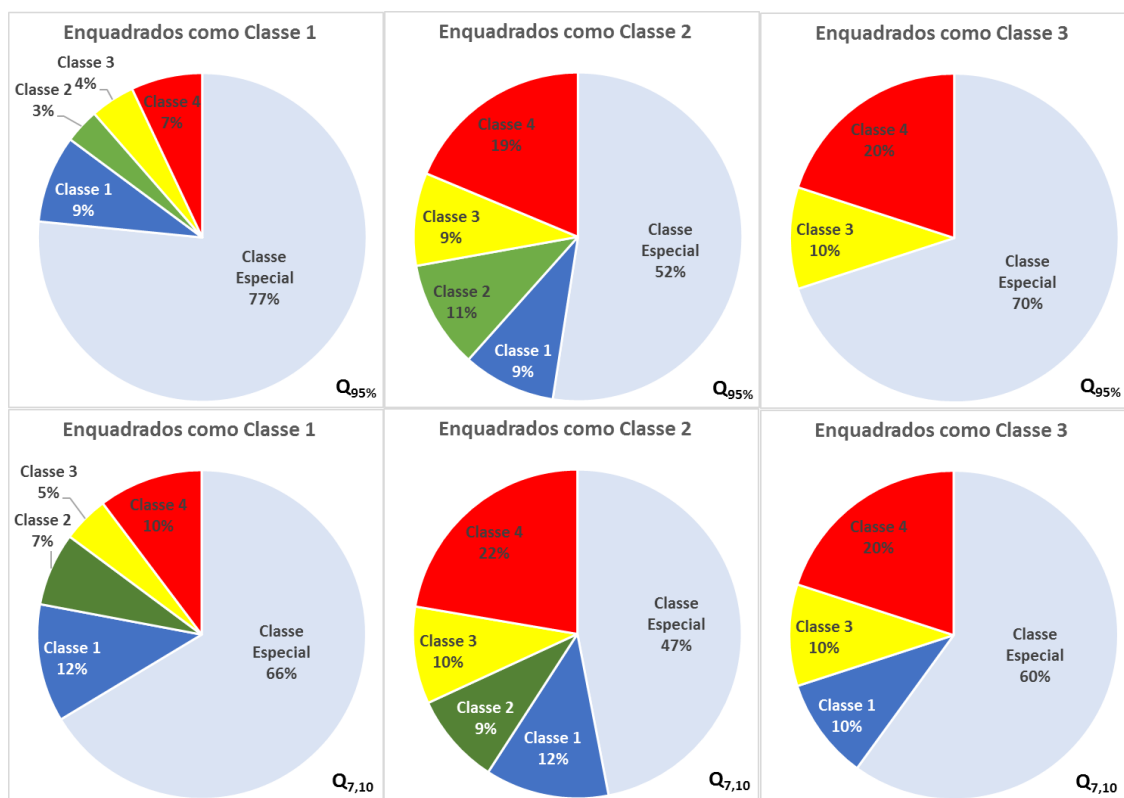
Na região do PDRH Paraopeba identificou-se dez unidades de conservação de proteção integral, no Monumento Natural Municipal Mãe D'água, na Reserva Biológica Municipal Campos Rupestres de Moeda Sul e no Monumento Estadual da Serra da Moeda ocorreram trechos com concentrações compatíveis com a Classe 3 e Classe 4, além de Classe 1, que embora seja menos crítica, ainda se caracteriza como fora da legislação. Essa mesma classe ocorreu também em um trecho do Parque Estadual do Ouro Branco. Qualidade compatível com a Classe 2 foi encontrada no Monumento Natural Estadual Serra do Gambá, Reserva Biológica Municipal Campos Rupestres de Moeda Norte e no Monumento Estadual da Serra da Moeda. No caso da $Q_{95\%}$ os não atendimentos à Classe Especial, foram referentes à Classe 3 em dois trechos no Monumento Natural Municipal Mãe D'água, trechos em Classe 1 no Monumento Natural Estadual da Serra da Moeda e nas reservas biológicas municipais campos rupestres de Moeda Norte e Moeda Sul.

Não foi identificada nenhuma área indígena na região.

No que se refere os pontos identificados como de captação superficial para abastecimento público, nota-se alguns mais críticos, com Classe 4, incompatível com esse uso. Tal situação ocorre na $Q_{7,10}$ para a cidade Caetanópolis (Rio Paraopeba), o mesmo para Juatuba (Ribeirão Serra Azul e Rio Paraopeba), Betim (Rio Betim – Vargem das Flores), Igarapé (Córrego da Estiva), Itaitaçu (Córrego Vermelho e Ribeirão das Pedras), Ibirité (Córrego Bálsamo), Brumadinho (Rio Manso e Ribeirão Águas Claras) e Congonhas (Córrego Macaquinhos). Na $Q_{95\%}$, o mesmo ocorre para os dois pontos de Juatuba, o de Betim, Igarapé, Ibirité e em Brumadinho no Ribeirão Águas Claras.

Ao se comparar os resultados das simulações com o enquadramento vigente, Figura 6.21, fica evidente que nas duas vazões de referência ocorre não conformidade, o que é comum a nível nacional conforme destacado por ANA (2012b). Tal fato reforça a necessidade da atualização do enquadramento, considerando a legislação atual, posterior à deliberação, bem como incorporando as alterações de uso e ocupação da água e do solo na região nos anos posteriores à definição do enquadramento.

Figura 6.21 - Comparativo de Classes



FONTE: COBRAPE, 2018.

6.4. Estimativa de Impacto do Setor Minerário

Dada a vocação da região para a atividade de mineração, decidiu-se de forma complementar à análise de DBO, pouco representativa para o setor, analisar as informações de metais. Para tanto, analisou-se dados monitorados e estudos desenvolvidos na região sobre o assunto e realizou-se uma estimativa simplificada de cargas.

Notou-se que de uma maneira geral há poucos estudos sobre o impacto da mineração sobre os recursos hídricos, além de existirem poucas informações quanto às características do tipo de solo e rochas, que interferem diretamente na avaliação da quantidade de substâncias na água. Abaixo são apontados estudos relevantes quanto a isso, contudo fica evidente a necessidade de se estudar em mais detalhes essa questão na região, o que será sugerido no Plano de Ações do PDRH Paraopeba.

O Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF, 2015) em sua análise qualitativa das águas superficiais da bacia do Paraopeba, concluiu que na maior parte das estações de amostragem, a contaminação por tóxicos se manteve estável e em níveis baixos nos últimos anos. Contudo, dentre essas substâncias e as que podem ser relacionadas de forma mais direta com a atividade de

mineração, o chumbo total, o arsênio, o zinco e o cianeto apresentaram em pelo menos uma estação valores acima do estabelecido pelo enquadramento vigente.

Sabino *et. al* (2008) ao aplicar técnicas de análise estatística multivariada com os dados de monitoramento do IGAM para a região do Paraopeba encontrou forte relação entre parâmetros mais significativos para a avaliação da qualidade da água em regiões com a atividade minerária mais desenvolvida. Com destaque para bário, boro, cobre, cromo, ferro e zinco. Segundo o estudo, a lixiviação, o carreamento e a presença de metais em toda a Bacia demonstra não apenas características naturais das rochas, como também o efeito das atividades antrópicas na qualidade das águas da Bacia. Sendo a remoção da cobertura vegetal para o desenvolvimento da atividade minerária uma das ações que torna as encostas e os solos mais expostos, essa desagregação de material torna o mesmo mais disponível para ser levado para o escoamento superficial, conforme destacado por Mendonça (2012). Fato que corrobora a relação entre as substâncias encontradas no estudo e a atividade minerária.

Calazans (2015) também por meio de técnicas de estatística multivariada ao avaliar a qualidade da água na bacia do Paraopeba encontrou indícios da importância da análise de metais na variabilidade da qualidade da água na bacia. Embora a maioria dos seus resultados tenham apontado como parâmetros mais significativos os ligados à poluição urbana, principalmente efluente doméstico, na maior parte da bacia o ferro dissolvido e o manganês têm grande peso na variabilidade da qualidade da água. No baixo Paraopeba se sobressaiu, além dos indicadores de matéria orgânica, fatores que evidenciam a poluição da mineração: cor, ferro dissolvido e condutividade elétrica. O autor fez ainda uma ressalva importante quanto ao desconhecimento das concentrações basais de alguns metais na bacia do rio Paraopeba, e que, portanto, as altas concentrações de ferro e manganês podem estar associadas ao *background* dos solos.

Em estudo desenvolvido por Soares (2017), comparando as bacias dos rios Piracicaba e Paraopeba, os parâmetros manganês total, ferro e indicador microbiológico foram considerados os mais relevantes para a caracterização da qualidade da água nas bacias. O que indica a questão da poluição doméstica (indicadores microbiológicos) já apontada anteriormente e os metais remetem à mineração. Ainda no estudo, ao se avaliar o risco de violação de parâmetros pelo enquadramento vigente, os que apresentaram maior risco foram o alumínio dissolvido, chumbo, cor verdadeira, DBO, manganês total, sólidos em suspensão e turbidez. Sendo que boa parte deles pode

ser associado à atividade minerária, embora o autor destaque que o maior problema da bacia concerne ao esgoto doméstico.

6.4.1. Dados de metais monitorados

Considerando as informações básicas disponíveis sobre metais nos pontos de monitoramento de qualidade da água do Hidroweb e do IGAM, foram avaliadas as médias históricas dos parâmetros: arsênio total, cádmio total, cromo total, ferro dissolvido, manganês total, mercúrio total, níquel total, sólidos totais e zinco total.

Como já mencionado anteriormente, a variação da quantidade de informações das amostragens nas estações de monitoramento é oscilante ao longo dos anos. Nesse sentido, o Quadro 6.8 indica o período de dados disponíveis de cada um dos 51 pontos segundo os diferentes metais verificados.

Quadro 6.8 - Período de dados disponíveis dos metais analisados

Código adotado	Período de dados								
	Arsênio total	Cádmio total	Cromo total	Ferro dissolvido	Manganês total	Mercúrio total	Níquel total	Sólidos totais	Zinco total
40549998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40579995	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40680000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40710000	1997 - 2002	1997 - 2002	-	-	-	-	1997 - 2002	1997 - 2002	1997 - 2002
40740000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40800001	-	1985 - 1994	-	-	-	-	-	1985 - 1988	-
40810400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40810800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40811100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40821900	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40822995	-	1987 - 1994	-	-	-	-	-	-	-
40823500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40850000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41190100	-	-	2016 - 2016	-	2016 - 2016	2016 - 2016	2016 - 2016	2016 - 2016	2016 - 2016
BP014	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2016 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018
BP016	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2016 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018
BP018	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2016 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018
BP020	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2016 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018	2015 - 2018
BP022	2008 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018	2008 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018
BP024	2008 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018	2008 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018
BP026	1998 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018
BP027	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018
BP029	1998 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018
BP032	2008 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018	2008 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018
BP036	1998 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018
BP066	2008 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018	2008 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018

Código adotado	Período de dados								
	Arsênio total	Cádmio total	Cromo total	Ferro dissolvido	Manganês total	Mercúrio total	Níquel total	Sólidos totais	Zinco total
BP068	1998 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018
BP069	2008 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018	2008 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018
BP070	1998 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018
BP071	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018
BP072	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018
BP073	2008 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018
BP074	2008 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018
BP075	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018
BP076	1998 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018
BP078	1998 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018
BP079	1998 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018
BP080	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018
BP081	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018
BP082	1998 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018
BP083	1998 - 2018	1998 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1998 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018	1997 - 2018
BP084	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018
BP085	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018
BP086	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018
BP088	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018
BP090	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018	2000 - 2018
BP092	2003 - 2018	2003 - 2018	2003 - 2018	2003 - 2018	2003 - 2018	2003 - 2018	2003 - 2018	2003 - 2018	2003 - 2018
BP094	2003 - 2018	2003 - 2018	2003 - 2018	2003 - 2018	2003 - 2018	2003 - 2018	2003 - 2018	2003 - 2018	2003 - 2018
BP096	2006 - 2018	2005 - 2018	2006 - 2018	2005 - 2018	2005 - 2018	2006 - 2018	2006 - 2018	2005 - 2018	2006 - 2018
BP098	2006 - 2018	2006 - 2018	2006 - 2018	2006 - 2018	2006 - 2018	2006 - 2018	2006 - 2018	2006 - 2018	2006 - 2018
BP099	2008 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018	2007 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018	2008 - 2018	2007 - 2018	2008 - 2018

FONTE: COBRAPE, 2018.

De modo a embasar melhor a análise dos dados de metais nos 51 pontos de monitoramento da região, foi feita a comparação da localização georreferenciada dessas estações com duas informações distintas: proximidade com as barragens de rejeitos e as informações de lavras para exploração mineral local. Apenas dois pontos de monitoramento (BP080 e BP085) estão próximos em um raio de até 500 metros de alguma barragem de rejeito, sendo que ambas as estações estão localizadas a jusantes das barragens.

A primeira verificação foi realizada uma vez que, embora entenda-se que boa parte dos efluentes gerados na atividade minerária, principalmente as águas utilizadas nas usinas de beneficiamento, fiquem retidos em barragens de rejeitos, durante o processo de extração e beneficiamento, as águas provenientes da chuva, dos córregos e dos aquíferos, assim como as utilizadas em todas as operações e setores da mina, são potencialmente passíveis de sofrerem alterações e causarem impactos no ecossistema, conforme destacado por Mendonça (2012). O autor cita ainda que na extração, os efluentes têm sua origem e composição relacionadas ao escoamento superficial das águas pluviais e entram em contato com o material rochoso mobilizando os produtos de oxidação, redução e dissolução dos minerais, incluindo ácidos, bases e metais; aos óleos e graxas que escorrem dos maquinários e ao esgotamento sanitário das instalações para funcionários. Sendo assim, todo esse material pode chegar de alguma forma aos rios e alterar suas características naturais.

Já a verificação das informações acerca das lavras, disponibilizadas pelo DNPM, auxiliou no embasamento quanto às possíveis fontes de poluição nos trechos monitorados. Isso porque, além da área de abrangência de cada processo, foi possível a verificação da fase que este se encontra (disponibilidade, autorização de pesquisa, requerimento, licenciamento e concessão de lavra), além dos recursos naturais explorados e o seu uso.

Essas três informações, quando integradas, permitiram o entendimento da dinâmica minerária e seus possíveis efeitos no ecossistema. Segundo Rodrigues (2007), para os seres humanos, o cobre, cromo, ferro, manganês e zinco são essenciais, enquanto o mercúrio, chumbo e cádmio, por exemplo, não têm função biológica definida, sendo altamente tóxicos. Assim, a análise dos metais da bacia foi subdividida entre as substâncias prejudiciais e não prejudiciais ao ser humano.

É válido destacar que todas as estações de monitoramento da região do PDRH Paraopeba estavam em de acordo com a Classe 2 estabelecida pela Resolução

CONAMA nº 357/2005 para: arsênio total, níquel total e zinco total. Portanto, essas substâncias não impactam de maneira significativa nos corpos hídricos da bacia.

6.4.1.1. *Cromo total, ferro dissolvido e manganês total*

Cromo, ferro e manganês, são, em diferentes graus, necessárias para o organismo dos seres humanos. No entanto, seus excessos impactam no meio ambiente e, portanto, na qualidade de vida dos seres vivos que compõem esse sistema. As Figura 6.22 a Figura 6.24 indicam as médias históricas dos pontos de monitoramento quanto a esses três metais presentes na região do PDRH Paraopeba.

Segundo Piveli (s.d.), o cromo é largamente empregado nas indústrias, especialmente em galvanoplastias, onde a cromeação é um dos revestimentos de peças mais comuns. Assim, esse metal pode ocorrer como contaminante de águas sujeitas a lançamentos de efluentes de curtumes e de circulação de águas de refrigeração. No entanto, os impactos do cromo podem implicar na maior suscetibilidade dos peixes a infecções em decorrência de alterações no sistema imunológico, afetando os vários tecidos desses animais. Na região do PDRH Paraopeba, apenas a estação BP082, monitorada pelo IGAM, ultrapassou o limite máximo estabelecido pela Classe 2, atingindo 0,053 mg/L.

Já a média de ferro dissolvido extrapolou o limite máximo estabelecido pela Classe 2 em 14 dos 37 pontos com dados disponíveis para o metal, como: BP022, BP024, BP026, BP032, BP066, BP071, BP074, BP076, BP079, BP081, BP084, BP085, BP088 e BP090. Essa quantidade significativa de estações com valor excessivo de ferro é justificada uma vez que 41,7% (6.346 de um total de 15.208) dos processos minerários presentes na região do PDRH Paraopeba tem como substância citada o ferro ou o minério de ferro.

Segundo Pires et al. (2003), testes realizados em uma mina em Minas Gerais indicaram que o resíduo acumulado causado pela exploração e pelo beneficiamento do minério de ferro tem capacidade de retenção de cromo (Cr) e que os sedimentos acumulados funcionam como retenção de metais pesados e diminuem a dispersão de poluentes. No entanto, é evidente que seu excesso é prejudicial ao meio ambiente local.

Assim como o parâmetro de ferro dissolvido, o manganês total excedeu 0,1 mg/L (limite da Classe 2) em várias estações de monitoramento, tais como: BP014, BP016, BP018, BP020, BP026, BP027, BP029, BP036, BP068, BP069, BP070, BP071, BP072, BP073, BP075, BP078, BP089, BP080, BP081, BP082, BP083, BP084, BP085, BP086, BP088, BP096 e BP098. Isso porque, historicamente, o estado de

Minas Gerais é grande exportador de minério de ferro e manganês, dada a importância desses para o desenvolvimento de indústrias siderúrgicas. Tanto a exploração das substâncias primárias (ferro e manganês) quanto de seus minérios (minério de ferro e de manganês), estão concentrados na região do Alto e Médio Paraopeba, impactando diretamente nas nascentes dos rios Brumado, Camapuã, Paraopeba, Pequeri e Maranhão.

Em termos de saúde pública, pessoas que consomem água com níveis de manganês acima do recomendado apresentam sintomas como rigidez muscular, tremores das mãos e fraqueza. Em animais, o metal pode causar alterações no cérebro. Por outro lado, um organismo deficiente em manganês pode ter disfunção pancreática e o metabolismo de carboidratos pode ficar afetado. Buscando valores de equilíbrio e que visem a prevenção de danos à saúde da população, a Organização Mundial da Saúde recomenda concentrações de manganês no organismo de até 400 $\mu\text{g/L}$.

Figura 6.22 - Média histórica de cromo total

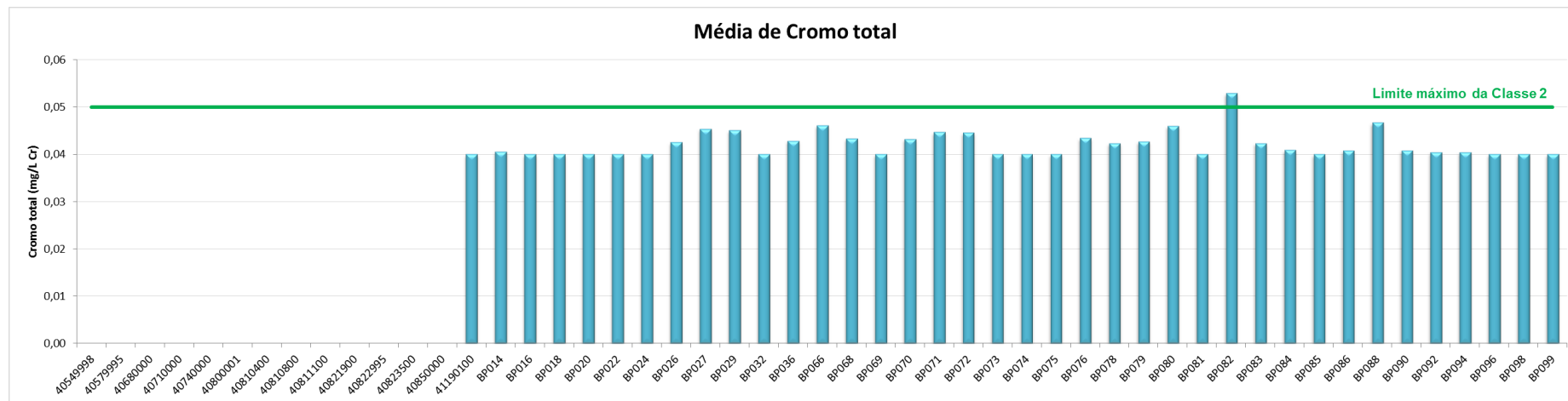


Figura 6.23 - Média histórica de ferro dissolvido

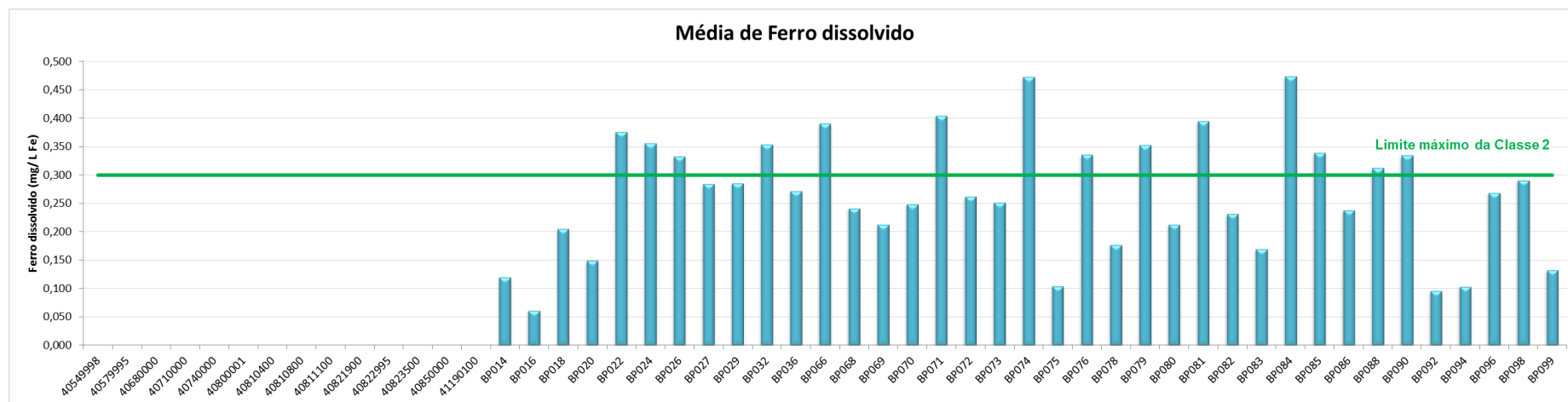
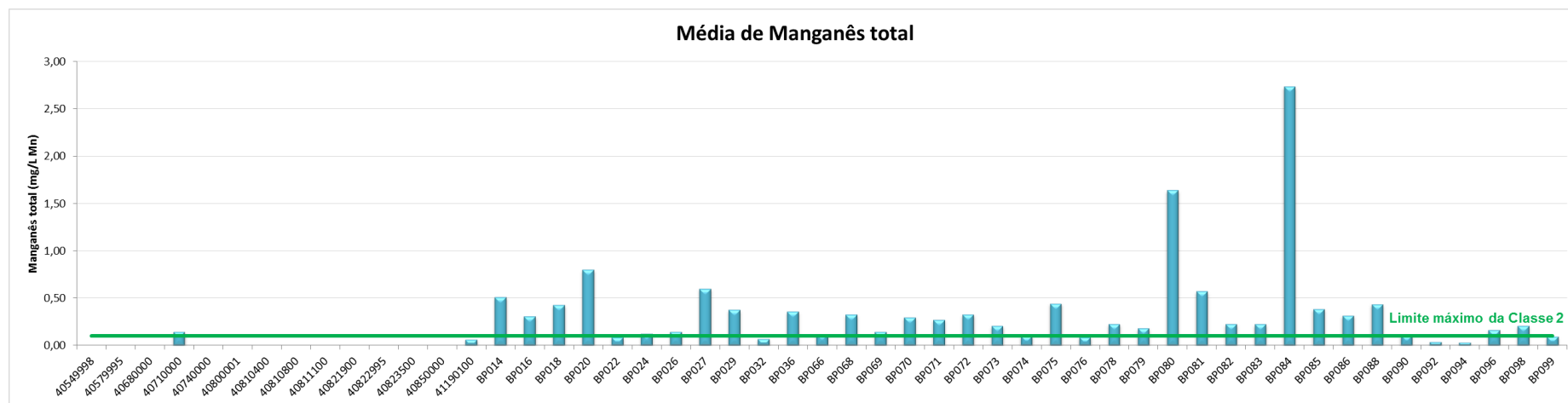


Figura 6.24 - Média histórica de manganês total



FONTE: COBRAPE, 2018.

6.4.1.2. *Cádmio total e Mercúrio total*

Diferentemente dos outros três metais citados, cádmio e mercúrio são altamente tóxicos e suas concentrações nos corpos hídricos deve ser constantemente mensurada e avaliada. A média de cádmio total em todos os pontos de monitoramento da região do Paraopeba esteve abaixo do 0,001 mg/L, limite máximo estabelecido pela Deliberação Normativa nº 1/08 para a Classe 2, a exceção dos pontos 40710000 e BP027, que apresentam valores de 0,0012 e 0,0022 mg/L, respectivamente.

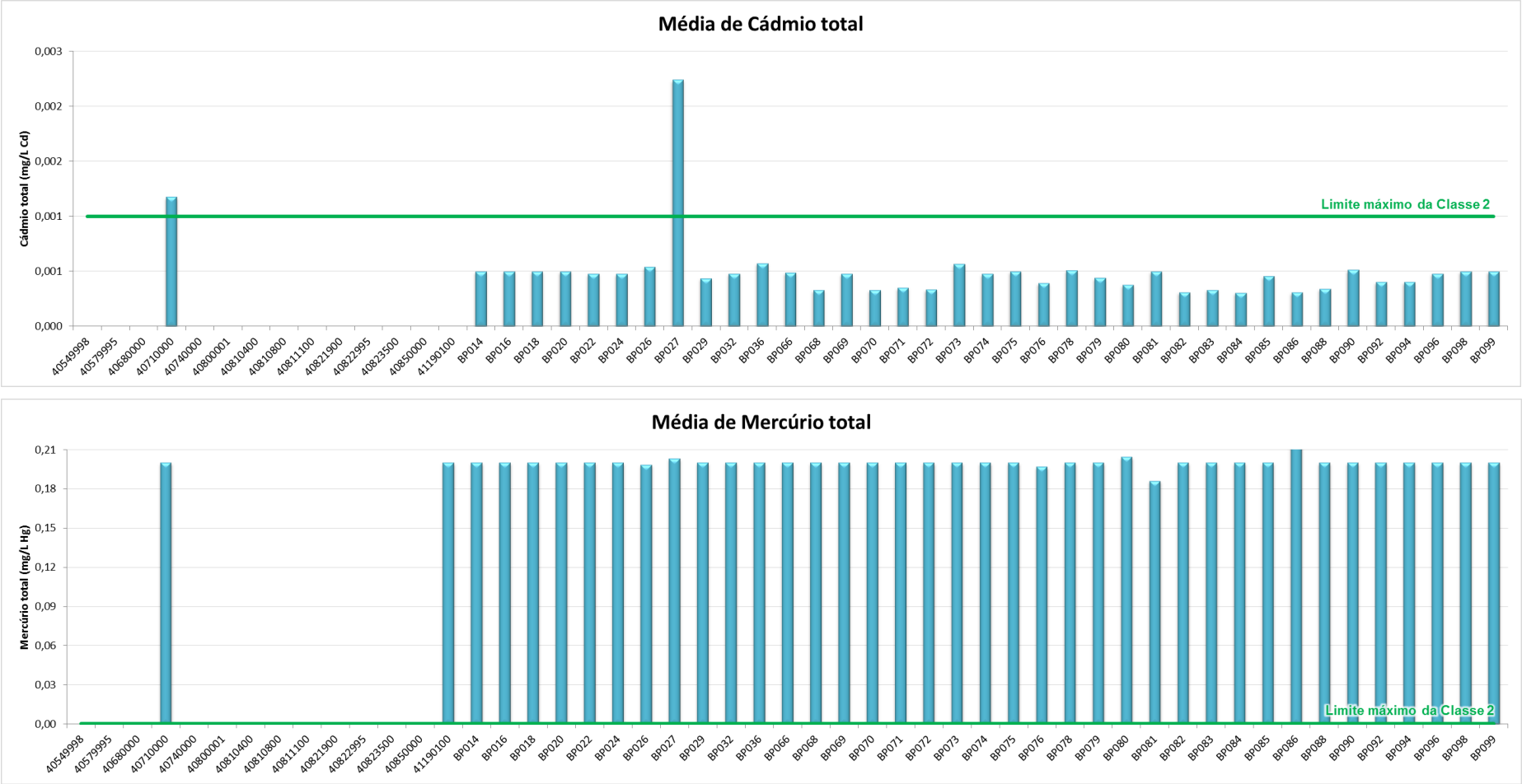
Acredita-se que essa alteração possa ser oriunda do tipo do solo presente na região. Porém, assim como já citado por Calazans (2015), é essencial o desenvolvimento de estudos que visem o conhecimento das concentrações basais dos metais da bacia, de forma que possam ser relacionados seus impactos causados.

Segundo Piveli (s.d.), os malefícios do cádmio para o ser humano permeiam o fato de esta ser uma substância irritante gastrointestinal, podendo causar intoxicação aguda ou crônica sob a forma de sais solúveis. Para animais, por exemplo, o excesso de cádmio no organismo pode causar anemia, retardamento de crescimento e morte.

O mercúrio total, por sua vez, é largamente utilizado nos garimpos, durante o processo de extração do ouro. Segundo Galvão e Corey (1987), essa amalgamação é fonte de contaminação do meio ambiente, pois o metal passa na forma de vapor ou por meio dos rejeitos minerais, que podem chegar às águas e ao solo. Devido sua execução se dar de maneira pouco desenvolvida tecnologicamente e sem grandes cuidados, o mercúrio acaba sendo descarregado nos corpos hídricos, o que gera um aumento constante de sua concentração, uma vez que esse metal apresenta efeito cumulativo.

O padrão de potabilidade fixado pela Portaria n.º 36 do Ministério da Saúde para mercúrio é igual a 0,001 mg/L. Na região do Paraopeba, todas as estações que apresentaram informações acerca de mercúrio total indicaram uma média superior ao limite máximo da Classe 2 da Deliberação Normativa nº 1/08 e ao padrão de potabilidade, como mostra a Figura 6.25. A estação BP086 apresentou média histórica superior aos demais, chegando a 0,25 mg/L.

Figura 6.25 - Média histórica de cádmio total e de mercúrio total



FONTE: COBRAPE, 2018.

6.4.2. Estimativa de cargas metálicas e seus impactos sobre os corpos hídricos

A metodologia utilizada para a estimativa das cargas de metais foi similar ao descrito no 6.4.1. Para tanto, utilizou-se como base as demandas estimadas no *Item 8.1.6*, uma taxa de retorno de 90% (ANA, 2013) e as concentrações descritas no Quadro 6.9.

Quadro 6.9 - Concentrações de Poluentes da Mineração

Substância	Concentração (mg/L)
Cádmio	0,0005
Cromo Total	0,0450
Cobre	0,0150
Ferro	0,6000
Chumbo	0,0100
Níquel	0,0138
Prata	0,0016
Zinco	0,1350
Arsênio	0,1775
Mercurio	0,0003

FONTE: Minas Gerais, 1999.

O Quadro 6.10 apresenta a estimativa realizada para os municípios com demanda para o setor da mineração, na região o ferro foi o metal que teve maior carga dentre os analisados, quase três vezes mais que arsênio.

De acordo com a FEAM (2016), minério de ferro é a segunda substância mais extraída na bacia, ficando atrás apenas da areia. O ferro não constitui um tóxico para o consumo humano, contudo pode conferir sabor e odor à água, além de trazer problemas indesejáveis quanto a canalizações, tendo, portanto, a aceitação da água reduzida pela população (PICANÇO, LOPES e SOUZA, 2002). O arsênio, por sua vez, mesmo em baixas concentrações caracteriza-se por ser um problema crescente de saúde pública, uma vez que pode ocasionar lesões cutâneas graves e perturbações neurológicas (CUNHA, 2008).

Quadro 6.10 - Carga de Metais Estimada por Município em kg/dia

Município	Cádmio	Cromo	Cobre	Ferro	Chumbo	Níquel	Zinco	Prata	Arsênio	Mercúrio
Belo Vale	0,00	0,32	0,11	4,27	0,07	0,10	0,96	0,01	1,26	0,00
Betim	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
Bonfim	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
Brumadinho	0,00	0,40	0,13	5,37	0,09	0,12	1,21	0,01	1,59	0,00
Cachoeira da Prata	0,00	0,05	0,02	0,68	0,01	0,02	0,15	0,00	0,20	0,00
Caetanópolis	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Congonhas	0,01	0,51	0,17	6,74	0,11	0,15	1,52	0,02	1,99	0,00
Conselheiro Lafaiete	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Contagem	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cristiano Ottoni	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Curvelo	0,01	1,15	0,38	15,36	0,26	0,35	3,46	0,04	4,54	0,01
Desterro de Entre Rios	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Entre Rios de Minas	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Esmeraldas	0,01	0,54	0,18	7,17	0,12	0,16	1,61	0,02	2,12	0,00
Felixlândia	0,00	0,02	0,01	0,27	0,00	0,01	0,06	0,00	0,08	0,00
Florestal	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Fortuna de Minas	0,00	0,27	0,09	3,66	0,06	0,08	0,82	0,01	1,08	0,00
Igarapé	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Inhaúma	0,00	0,01	0,00	0,12	0,00	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00
Itatiaiuçu	0,00	0,07	0,02	0,99	0,02	0,02	0,22	0,00	0,29	0,00
Itaúna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jeceaba	0,00	0,34	0,11	4,59	0,08	0,11	1,03	0,01	1,36	0,00

Município	Cádmio	Cromo	Cobre	Ferro	Chumbo	Níquel	Zinco	Prata	Arsênio	Mercúrio
Lagoa Dourada	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Maravilhas	0,00	0,02	0,01	0,22	0,00	0,01	0,05	0,00	0,07	0,00
Mário Campos	0,00	0,22	0,07	2,87	0,05	0,07	0,65	0,01	0,85	0,00
Mateus Leme	0,00	0,01	0,00	0,11	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00
Moeda	0,00	0,01	0,00	0,08	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
Ouro Preto	0,00	0,03	0,01	0,45	0,01	0,01	0,10	0,00	0,13	0,00
Papagaios	0,00	0,02	0,01	0,21	0,00	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00
Paraopeba	0,00	0,29	0,10	3,93	0,07	0,09	0,88	0,01	1,16	0,00
Pequi	0,01	0,99	0,33	13,15	0,22	0,30	2,96	0,04	3,89	0,01
Piedade dos Gerais	0,00	0,13	0,04	1,73	0,03	0,04	0,39	0,00	0,51	0,00
Resende Costa	0,00	0,17	0,06	2,29	0,04	0,05	0,51	0,01	0,68	0,00
São Brás do Suaçuí	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
São Joaquim de Bicas	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
São José da Varginha	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Sete Lagoas	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Total	0,06	5,61	1,87	74,74	1,25	1,71	16,82	0,20	22,11	0,03

FONTE: COBRAPE, 2018.

Uma vez que a interpretação dos impactos dos metais é facilitada por meio de concentrações, utilizou-se da estrutura básica do modelo descrito no *Item 6.4.1* para estimar as concentrações desses metais nos trechos de rio do PDRH Paraopeba. Para tanto, considerou-se que toda carga gerada de metais, chega aos corpos hídricos e que as mesmas podem ser acumuladas de montante para jusante, sem considerar um decaimento entre os trechos. Os limites legais previstos para cada metal, base para a interpretação dos resultados está no Figura 6.11.

Quadro 6.11 - Concentrações Limites de Metais em mg/L

Substância	Classe 1 e Classe 2	Classe 3
Cádmio	0,001	0,010
Cromo Total	0,050	0,050
Cobre	0,009	0,013
Ferro	0,300	5,000
Chumbo	0,010	0,033
Níquel	0,025	0,025
Prata	0,010	0,050
Zinco	0,180	5,000
Arsênio*	0,010	0,033
Mercurio	0,010	0,020

* Caso seja destinado para captação ou irrigação o limite da Classe 1 é 0,14 µg/L

FONTE: Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1/2008.

Nas duas vazões de referência, mais de 97% dos trechos não teriam uma concentração de metais associada, tanto por não possuir demanda quanto por não possuírem carga de montante dessas substâncias. Os demais 23% dos trechos ficam com concentrações compatíveis com a Classe 2 ou Classe 3, no caso do Cromo e Níquel, cuja concentração limite é igual para as duas classes. Menos de 1% dos trechos tem concentrações compatíveis com a Classe 4, isso ocorreu para cromo, cobre, chumbo, níquel e arsênio, este último com maior frequência.

A Figura 6.26 apresenta o resultado por trecho de rio para a $Q_{7,10}$ e a Figura 6.27 para a $Q_{95\%}$, considerando a pior classe dentre os dez metais considerados, as duas figuras são bastante similares e a Classe 3 se sobressai na calha principal e em seus principais afluentes, denotando um alerta quanto à questão dessas substâncias na região.

Cabe destacar, que segundo relatório da FEAM (2016), ocorre recirculação de cerca de 80% do efluente da mineração, dessa forma, os resultados aqui apresentados estariam superestimados. Porém, o mesmo relatório cita o fato de ser difícil mensurar o volume real desse tipo de efluente que efetivamente chega aos corpos hídricos. Além disso, o relatório trabalhou apenas com informações de empreendimentos com algum tipo de regularização ambiental, podendo não refletir a real situação resultante da atividade minerária. Conforme destacado por Farias (2002), o perfil minerário brasileiro é composto por 95% de pequenas empresas, sendo a determinação do número de empreendimentos de pequeno porte uma empreitada complexa devido ao grande número de empresas que produzem na informalidade, aliada à frequentes paralisações das atividades.

Dessa forma, acredita-se que os resultados aqui apresentados contribuem para um alerta quanto aos possíveis impactos da atividade e contribui para as discussões do PDRH Paraopeba. Reitera-se a necessidade de estudos específicos na região afim de subsidiar uma melhor interpretação quanto à relação entre os metais, a atividade minerária e a qualidade da água.