



MINA CÓRREGO DO FEIJÃO

Resultados de Monitoramento



13 de Março de 2019



Plano de Monitoramento



Cronologia dos fatos

- Dia 25/01: rompimento barragem B1 da mina Córrego Feijão.
- Barragem continha 11,7 milhões de m³ de material, ocupando uma área de 249 mil m². Com o acidente, houve o espalhamento dos rejeitos ali depositados ao longo do vale do Córrego Ferro e Carvão e consequentemente no rio Paraopeba.
- No mesmo dia do acidente iniciou-se um amplo monitoramento do Rio Paraopeba.
- Início do monitoramento 24h de turbidez em 4 pontos ao longo do rio, no dia 27/02.
- Inicialmente foram instalados 44 pontos de monitoramento até 31/Jan, passando para 48 pontos em 9/Fev. Posteriormente foram adicionados 17 pontos incluindo 8 tributários, perfazendo o total atual de 65 pontos. Hoje temos pontos a montante do evento, no córrego do Feijão, no córrego Ferro Carvão, no rio Paraopeba, em vários tributários, nos reservatórios das usinas hidrelétricas de Retiro Baixo e Três Marias e no Rio São Francisco.
- Iniciado o mapeamento de usuários ribeirinhos e fornecimento de água na primeira semana após o acidente.
- Início do monitoramento da qualidade de água subterrânea em 27/Jan;
- Foi contratada a COPPE-Coordenação de Programas de Pós Graduação em Engenharia, vinculada à Universidade Federal do Rio de Janeiro, para atuar como revisora e validadora dos dados;



Programa de Qualidade das Águas Superficiais e Sedimento

Descrição Geral

- **Pontos de amostragem:** 65 pontos de Água Superficial e Sedimento :
 - **Região Montante** – Compreende pontos de afluentes do rio Paraopeba montante do evento.
 - **Região 1A (até 40 km do acidente)** – Compreende os pontos localizados no município de Brumadinho/MG e Mário Campos/MG, a jusante do evento e na área mais próxima ao mesmo.
 - **Região 1B (de 40 km até 75 km do acidente)** – Compreende os pontos localizados entre São Joaquim de Bicas/MG até 2 km a jusante da foz do rio Betim
 - **Região 2 (de 75 km até 470 km do acidente)** – Compreende os pontos localizados próximos Juatuba/MG até a Represa de Três Marias.
 - **Região 3 (de 470 km até 2615 km do acidente)** – Compreende trecho entre a Represa de Três Marias e a foz do Rio São Francisco.
 - **Tributários** – Compreende os pontos localizados em tributários do Rio Paraopeba.

Região Montante	Região 1A	Região 1B	Região 2	Região 3	Tributários
5 pontos	7 pontos	6 pontos	20 pontos	19 pontos	8 pontos
PT-01, PT-07, PT-08, PT-10, PT-52	PT-02, PT-05, PT-09, PT-11, PT-12, PT-13 e PT-47-E	PT-03, PT-04, PT-06, PT-14 PT-15, PT-48	PT-16, PT-17, PT-18, PT-19, PT-20, PT-21, PT-22, PT-23, PT-24, PT-28, PT-29, PT-43, PT-49, PT-50, PT-51, PT-53, PT-54, PT-55, CE-01, CE-02	PT-25, PT-26, PT-27, PT-30, PT-31, PT-32, PT-33, PT-34, PT-35, PT-36, PT-37, PT-38, PT-39, PT-40, PT-41, PT-42, PT-44, PT-45, PT-46	TT-01, TT-02, TT-03, TT-04, TT-05, TT-06, TT-07, TT-08



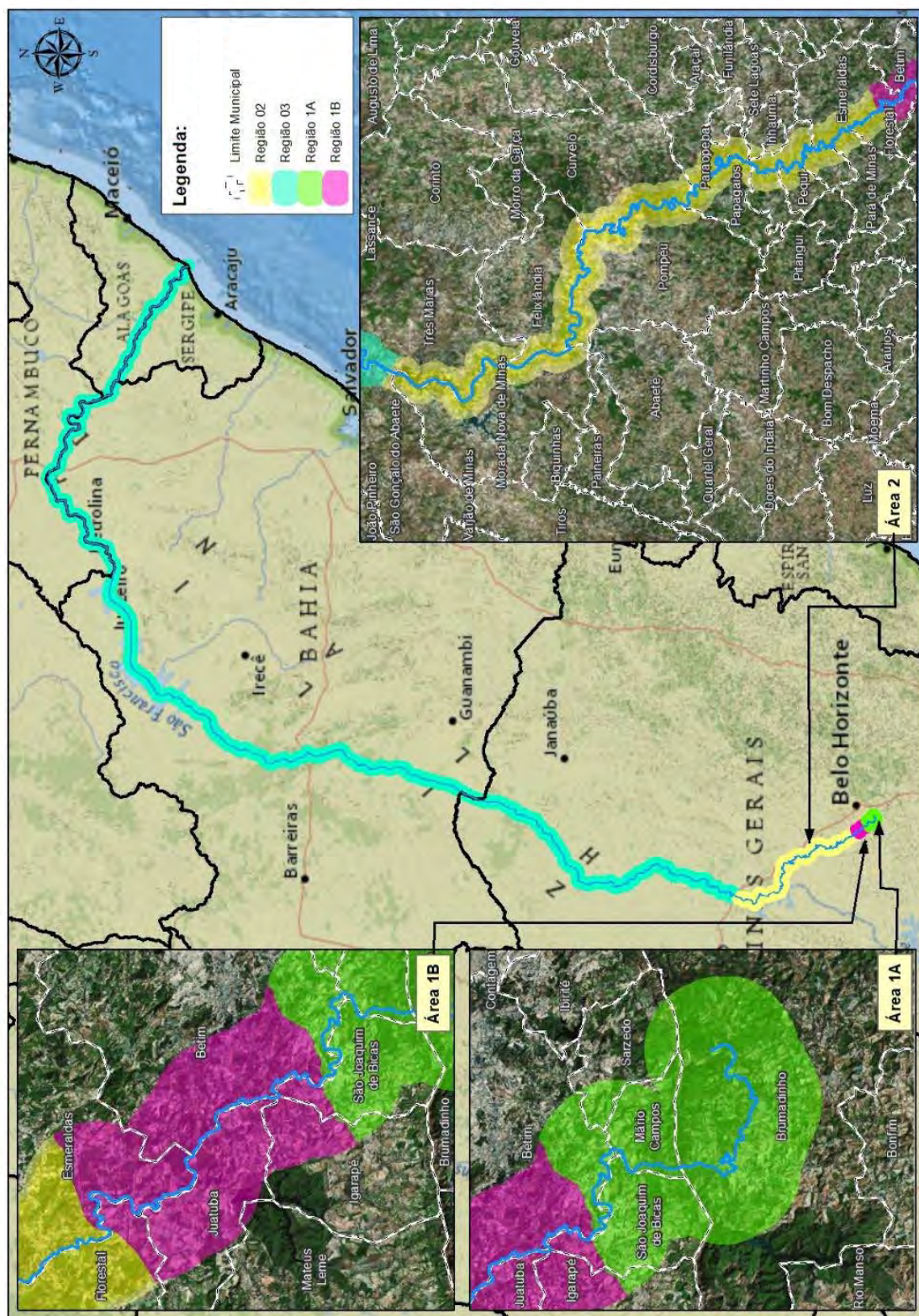
Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais

Tributários

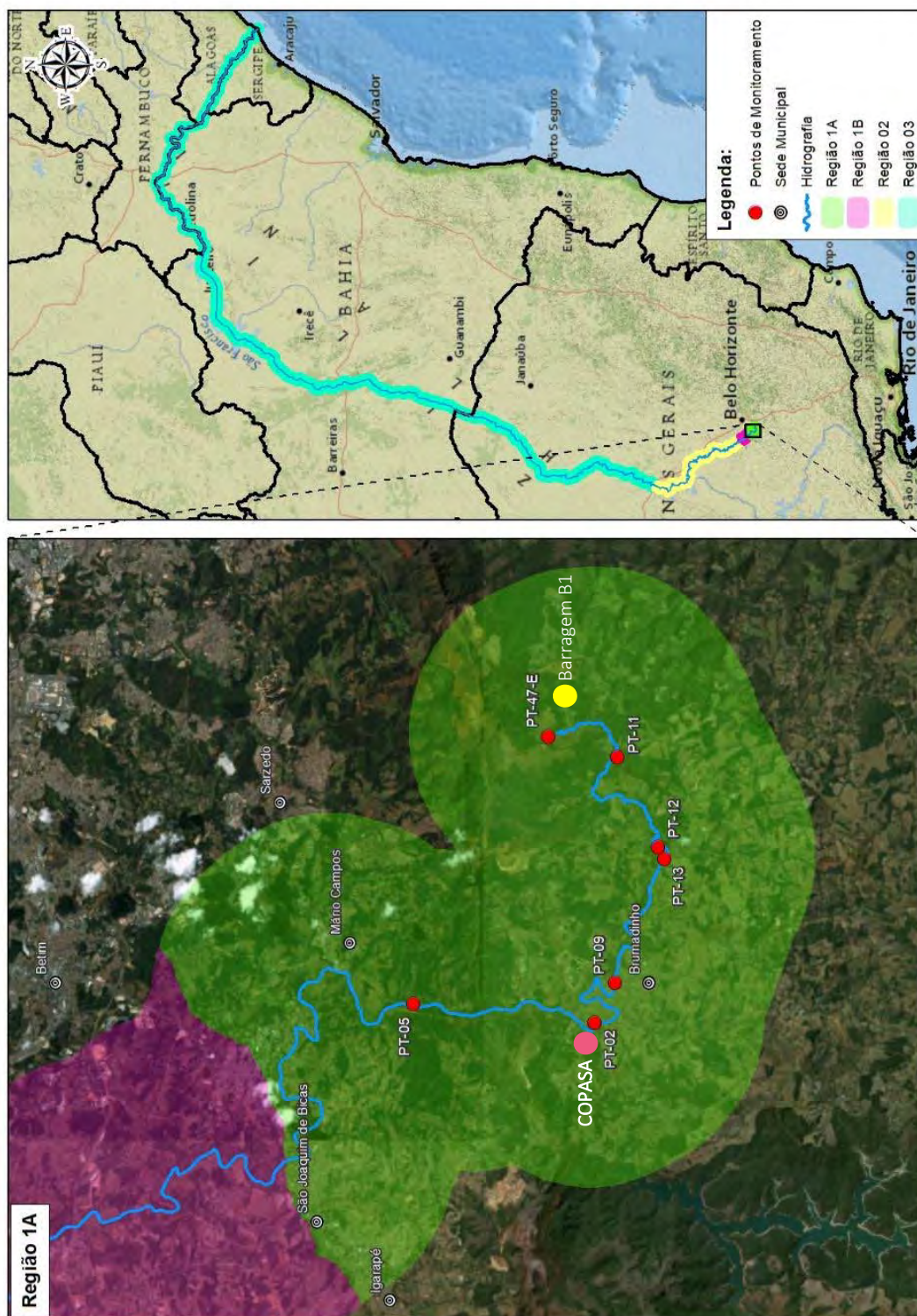
Nome	Sub-bacia	Descrição
TT-01	rio Betim	rio Betim 2 km a montante da confluência com o rio Paraopeba.
TT-02	ribeirão Sarzedo	ribeirão Sarzedo 600 m a montante da confluência com o rio Paraopeba.
TT-03	rio Manso	rio Manso a 600 m a montante da confluência com o rio Paraopeba.
TT-04	ribeirão Serra Azul	ribeirão Serra Azul 900 m a montante da confluência com o rio Paraopeba.
TT-05	ribeirão Grande	ribeirão Grande 500 m a montante da confluência com o rio Paraopeba.
TT-06	ribeirão São João	ribeirão São João 300 m a montante da confluência com o rio Paraopeba (Ponte).
TT-07	ribeirão do Cedro	ribeirão do Cedro 14 km a montante da confluência com o rio Paraopeba.
TT-08	rio Pardo	rio Pardo a jusante do córrego Buriti do Fundo.
CE-01	ribeirão dos Gomes	ribeirão dos Gomes 400 m a montante da confluência com o rio Paraopeba



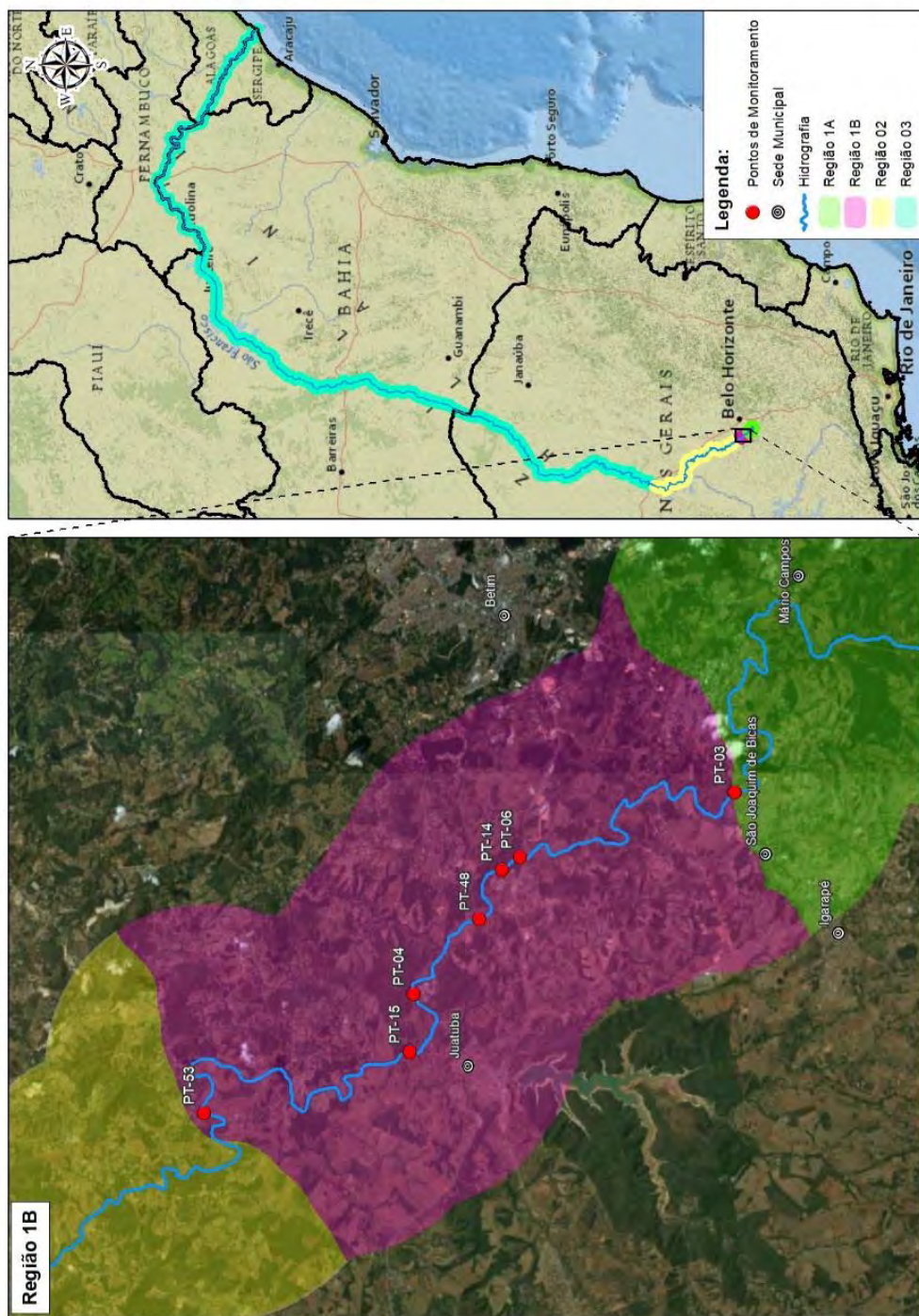
Localização das Áreas de Interesse



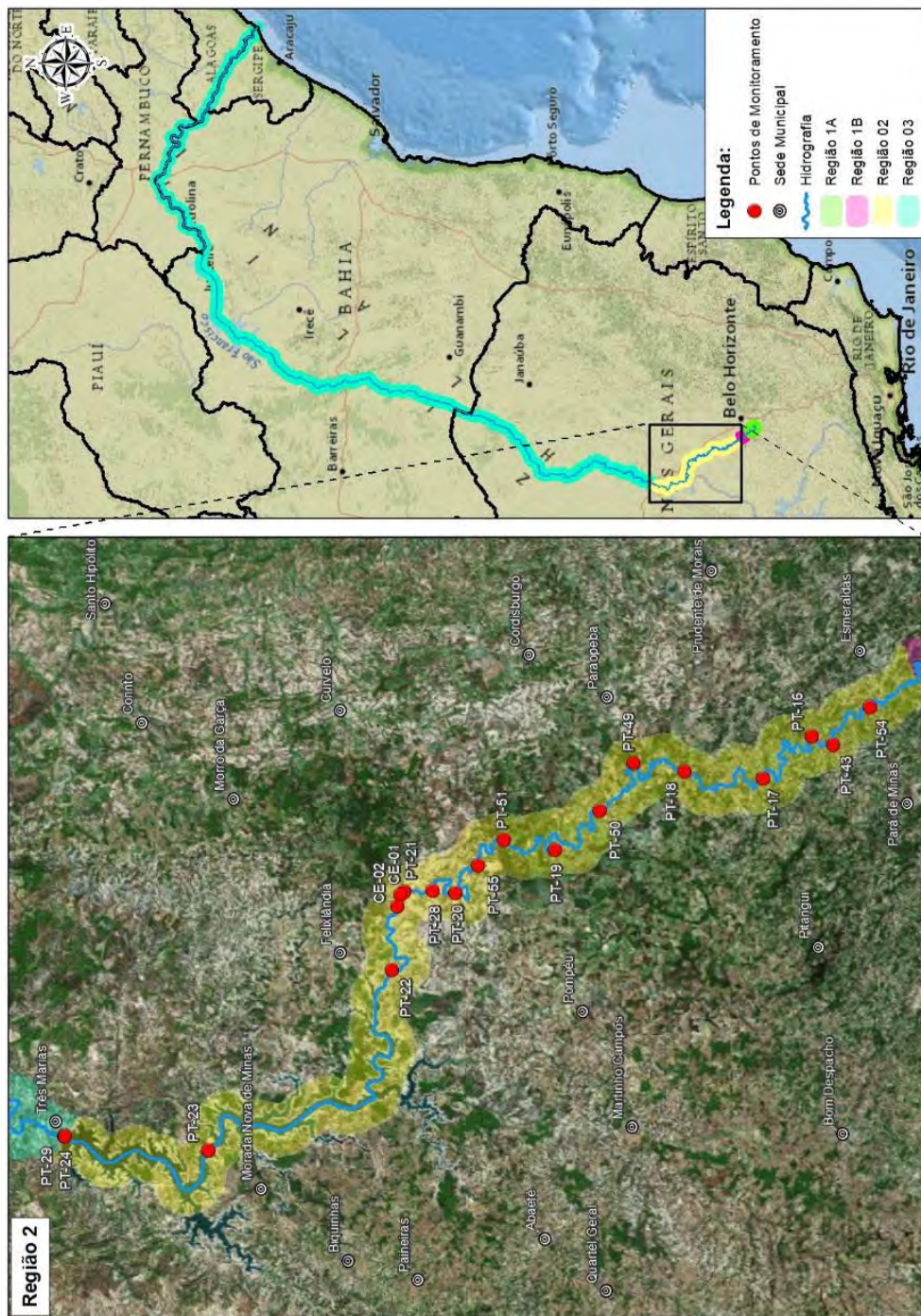
Localização das Áreas de Interesse – Área 1A



Localização das Áreas de Interesse – Área 1B



Localização das Áreas de Interesse – Área 2



Localização das Áreas de Interesse – Área 3





Programa de Qualidade das Águas Superficiais e Sedimento

Escopo Analítico (Físicos e Químicos)

Pacote Analítico dos sub Programas Emergenciais

Sub programas	programas				Turbidez	Frequência
	Conama 357 e 430	COPAM 01/2008	Conama 420	Conama 454		
	X		X	X		
	Qualidade Água	X			X	diário
Qualidade do Sedimento			X	X		semanal
Turbidez 24hs					X	horário

Obs: O escopo analítico considera os parâmetros e frequências estabelecidos nos Autos de Fiscalização;



Programa de Qualidade das Águas Superficiais e Sedimento

Escopo Analítico - Água Doce

Grupo	Parâmetro
Ametais	Cloro, Fósforo, Fósforo
Anions	Cianeto, Cianeto livre, Cloreto, Fluoreto, Fosfato (como P), Nitrito, Nitrato, Sulfato, Sulfeto
Físico-Químicos	Condutividade elétrica, Cor verdadeira, Corantes Artificiais, Gosto, Materiais Flutuantes, Odor, Óleos e graxas visíveis, Oxigênio dissolvido, pH, Potencial de oxido-redução, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos sedimentáveis, Sólidos suspensos totais, Sólidos Totais, Sólidos Totais Fixos, Sólidos voláteis, Temperatura, Turbidez
Metais (Totais e Dissolvidos)	Alumínio, Antimônio, Arsênio, Bário, Berílio, Bismuto, Boro, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo hexavalente, Cromo trivalente, Estanho, Estrôncio, Ferro, Lítio, Magnésio, Manganês, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Paládio, Platina, Prata, Rhódio total, Selênio, Sódio, Tálcio dissolvido, Tálcio total, Telúrio, Titânio, Urânio, Vanádio, Zinco
Microbiológicos	Coliformes totais, Contagem de cianobactérias, Densidade de cianobactérias, Escherichia coli
Outros	2,4,5-T (Ácido 2,4,5-Triclorofenoxiacético), 2,4,5-TP (Ácido 2-(2,4,5-Triclorofenoxi)propanoico), 2,4-D (Ácido (2,4-diclorofenoxi)acético), Acrilamida, Clorofila-a, Diclroetenos, Glifosato, Sólidos Totais, Sólidos Totais Fixos, Tributilestanho
PCB	PCB's (soma 7/lista holandesa)
Pesticidas	Alacolor, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Azinfós Metil, Benzidina, Carbaril, Clordano, DDT + DDE + DDD, Demeton (Demeton-O + Demeton-S), Dodecacolor pentaciclodecano, Endosulfan (alfa + beta + sulfato), Endrin, g-HCH, Heptacloro e heptacloro epóxido, Malationa, Metolacolor, Metoxicloro, Parationa, Rodamina, Simazina, Toxafeno, Trifluralina
SVOC	2,4,6-Triclorofenol, 2,4-Diclorofenol, 2-Clorofenol, 3,3-Diclorobenzidina, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno, Criseno, Dibenzo(a,h)antraceno, Fenol, Hexaclorobenzeno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Pentaclorofenol
VOC	1,1-Dicloroeteno, 1,2-Dicloroeteno, Benzeno, Clorofórmio, Diclorometano, Estireno, Etilbenzeno, m,p-Xilenos, o-Xileno, Tetracloro de carbono, Tetracloroeteno, Tolueno, Tricloroeteno, Xilenos
Inorgânicos	Alcalinidade total, Corantes Artificiais, Cromo hexavalente, DBO, DQO, Nitrogênio amoniacal, Nitrogênio orgânico, Óleo mineral, Óleos e graxas totais, Óleos e graxas vegetais e animais, Potássio Dissolvido, Potássio Total, Radioatividade Alfa, Radioatividade Beta, Resíduos Sólidos Objetáveis, Substâncias Ativas ao Azul de Metileno, Sulfeto de hidrogênio, Sulfetos como H2S não dissociado



Programa de Qualidade das Águas Superficiais e Sedimento

Escopo Analítico - Água Salina

Grupo	Parâmetro
Ânions	Cianeto livre, Fluoreto, Nitrito, Sulfeto
Bacteriológicos	Escherichia coli
Físico-Químicos	Condutividade elétrica in loco, Cor verdadeira, Materiais Flutuantes, Odor, Óleos e graxas visíveis, Oxigênio dissolvido, pH, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos sedimentáveis, Sólidos suspensos totais, Sólidos Totais, Temperatura, Turbidez
Metais (Totais e Dissolvidos)	Alumínio, Antimônio, Arsênio, Bário, Berílio, Bismuto, Boro, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Estanho, Estrôncio, Ferro, Lítio, Magnésio, Manganês, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Prata, Selênio, Sódio, Tálcio, Telúrio, Titânio, Urânio, Vanádio, Zinco, Zircônio
Outros	2,4,5-T (Ácido 2,4,5-Triclorofenoxiacético), 2,4,5-TP (Ácido 2-(2,4,5-Triclorofenoxi)propanoico), 2,4-D (Ácido (2,4-diclorofenoxi)acético), Polifosfato, Sólidos Totais, Tributilestanho
PCB	Bifenila Policlorada (PCBs)
Pesticidas	Aldrin + Dieldrin, Azinfos Metil, Carbaril, Demeton (Demeton-O + Demeton-S), Dodecacloro pentaciclodecano, Endosulfan (alfa + beta + sulfato), Endrin, g-Clordano, g-HCH, Heptacloro e heptacloro epóxido, Malationa, Metoxicloro, Toxafeno
SVOC	Fenol, Pentaclorofenol
TOC	Carbono orgânico total
VOC	Benzeno, Clorobenzeno, Etilbenzeno, m,p-Xilenos, o-Xileno, Tolueno, Triclorobenzenos totais, Tricloroeteno, Xilenos



Programa de Qualidade das Águas Superficiais e Sedimento

Escopo Analítico - Sedimento

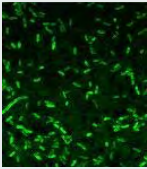
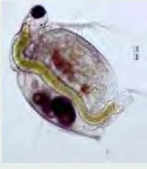
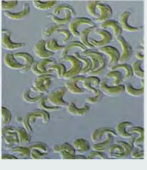
Grupo	Parâmetro
Ânions	Fosfato (como P), Nitrato, Nitrito
Microbiológicos	Densidade de cianobactérias
Outros	Tributílestanho, Análise Granulométrica
PCB	PCB's (soma 7/lista holandesa)
Pesticidas	a-Clordano, a-HCH, Aldrin, b-HCH, d-HCH, Dieldrin, Endrin, g-Clordano, g-HCH, P,P-DDD, P,P-DDE, P,P-DDT
SVOC	2,3,4,5-Tetraclorofenol, 2,3,4,6-Tetraclorofenol, 2,4,5-Triclorofenol, 2,4,6-Triclorofenol, 2,4-Diclorofenol, 2-Chlorofenol, 2-Metilnaftaleno, 3,4-Diclorofenol, Acenafeno, Acenafileno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(g,h,i)perileno, Benzo(k)fluoranteno, Cresóis totais, Criseno, Di(2-etilhexil)ftalato, Dibenzo(a,h)antraceno, Dibutil ftalato, Dimetilftalato, Fenantreno, Fenol, Fluoranteno, Fluoreno, Hexaclorobenzeno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Pentaclorofenol, Pireno, Total de PAHs (L. Holandesa)
TOC	Carbono orgânico total
VOC	1,1,1-Tricloroetano, 1,1-Dicloroetano, 1,1-Dicloroeteno, 1,2,3,4-Tetraclorobenzeno, 1,2,3,5-Tetraclorobenzeno, 1,2,3-Triclorobenzeno, 1,2,4,5-Tetraclorobenzeno, 1,2,4-Triclorobenzeno, 1,2-Diclorobenzeno, 1,2-Dicloroetano, 1,3,5-Triclorobenzeno, 1,3-Diclorobenzeno, 1,4-Diclorobenzeno, Benzeno, cis-1,2-Dicloroeteno, Cloroto de vinila, Clorobenzeno, Clorofórmio, Diclorometano, Estireno, Etilbenzeno, Naftaleno, Tetracloreto de carbono, Tetracloroeteno, Tolueno, trans-1,2-Dicloroeteno, Tricloroeteno, Xilenos
Metais	Alumínio, Antimônio, Arsênio, Bário, Berílio, Bismuto, Boro, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Estanho, Estrôncio, Ferro, Lítio, Magnésio, Manganês, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Prata, Selênio, Sódio, Tálcio, Telúrio, Titânio, Urânio, Vanádio, Zinco



Programa de Qualidade das Águas Superficiais e Sedimento

Escopo Analítico (Ecotoxicidade)

- Avaliar se os níveis de ecotoxicidade foram **alterados** com a passagem da pluma;
- Verificar se os elementos químicos, presentes na água e sedimento, estão **biodisponíveis**, em níveis capazes de causar efeitos adversos aos organismos aquáticos.

Tipo de Ambiente	Aquático					Sedimento
Espécie	<i>Vibrio fischeri</i>	<i>Daphnia similis</i>	<i>Raphidocelis subcapitata</i>	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	<i>Danio rerio</i>	<i>Hyalella azteca</i>
						
	Bacteria	Crustacea	Algae	Crustacea	Fish	Crustacea
	ABNT 15411-3:2012	ABNT 12713:2009 ABNT 12648:2011	ABNT 12648:2011	ABNT 13373:2010 ABNT 15088:2011	ABNT 15470:2013	
Duração do ensaio	15-30 min	2 dias	3 dias	7 dias	4 dias	10 dias
Tipo de exposição	Aguda	Aguda	Crônica	Crônica	Aguda	Aguda
Expressão dos resultados de acordo com a norma	CE20, CE50, FT	CE50, FT, Tóxico e Não Tóxico	CENO, CEO, VC, CE50, Tóxico e Não Tóxico	CENO, CEO, VC, Tóxico e Não Tóxico	CL50, FT, Tóxico e Não Tóxico	Tóxico e Não Tóxico

Obs: Em água salobra, serão empregados organismos marinhos



Avaliação de Bioacumulação de Metais na Ictiofauna

Objetivo:

- Realizar avaliação dos impactos de bioacumulação de metais em espécies de peixes.
- O escopo aqui apresentado levou em conta as fragilidades encontradas nos estudos em situações semelhantes, tentando ao máximo minimizá-las, tais como:
 - número amostral por espécie;
 - análise realizada em cada indivíduo coletado;
 - espécies comestíveis;
 - espécies de peixes de 3 diferentes níveis tróficos e diferentes níveis na coluna d'água (herbívoros, carnívoros e detritívoros);
 - utilização de diferentes tipos de coleta, específicas para cada tipo de peixe;
 - análise química seguindo QA/QC robusto;
 - amostras coletadas dentro e fora da área afetada em ponto referência e controle;
 - limite de detecção suficiente para atender as futuras perguntas quanto ao risco de consumo de pescado.





Avaliação de Bioacumulação de Metais na Ictiofauna

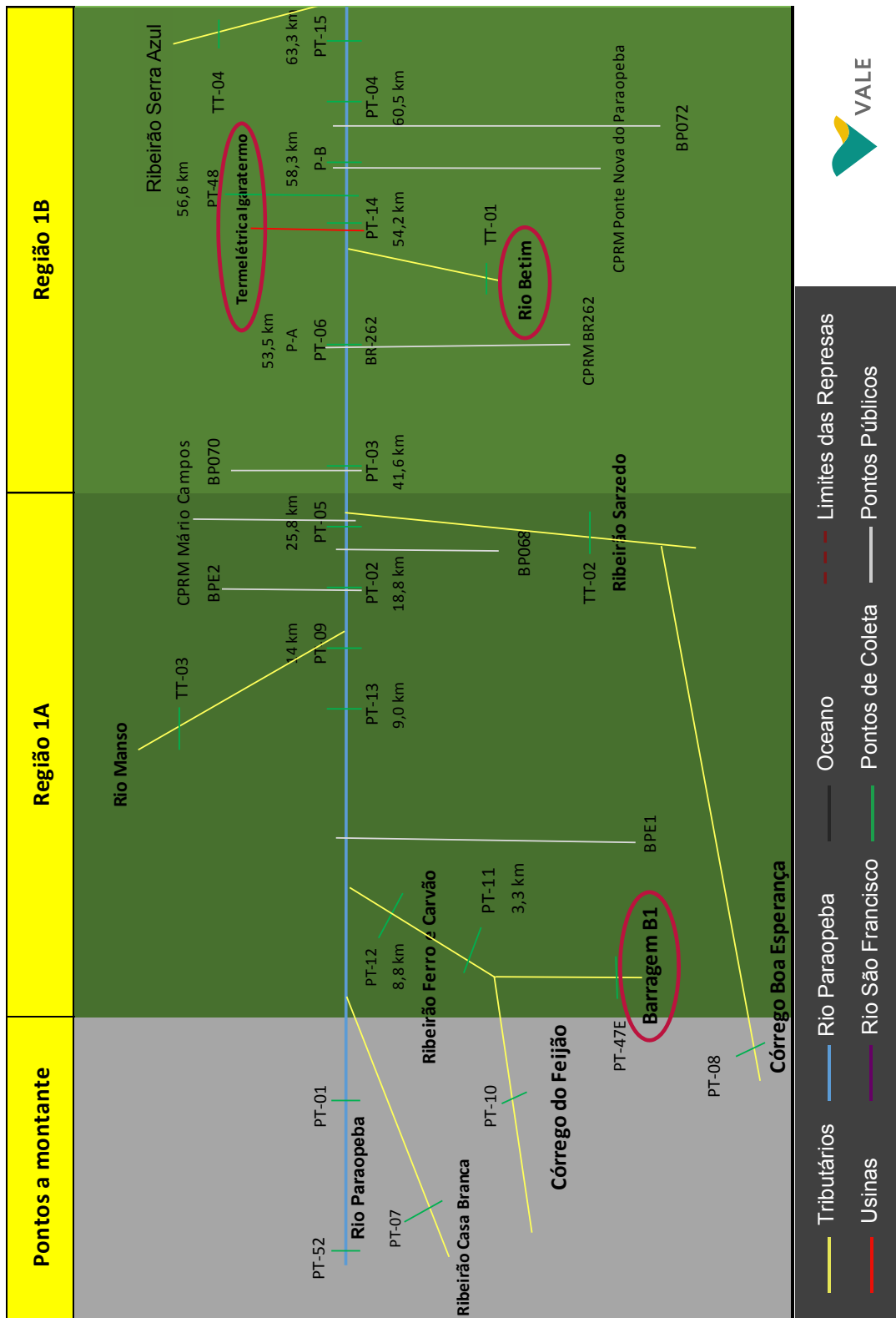
Espécies com base nas amostragens já realizadas e a literatura para bacia do rio Paraopeba, pela sua representatividade local e diferentes níveis tróficos, função da sua abundância local e/ou importância na pesca.

Estações de Coletas:

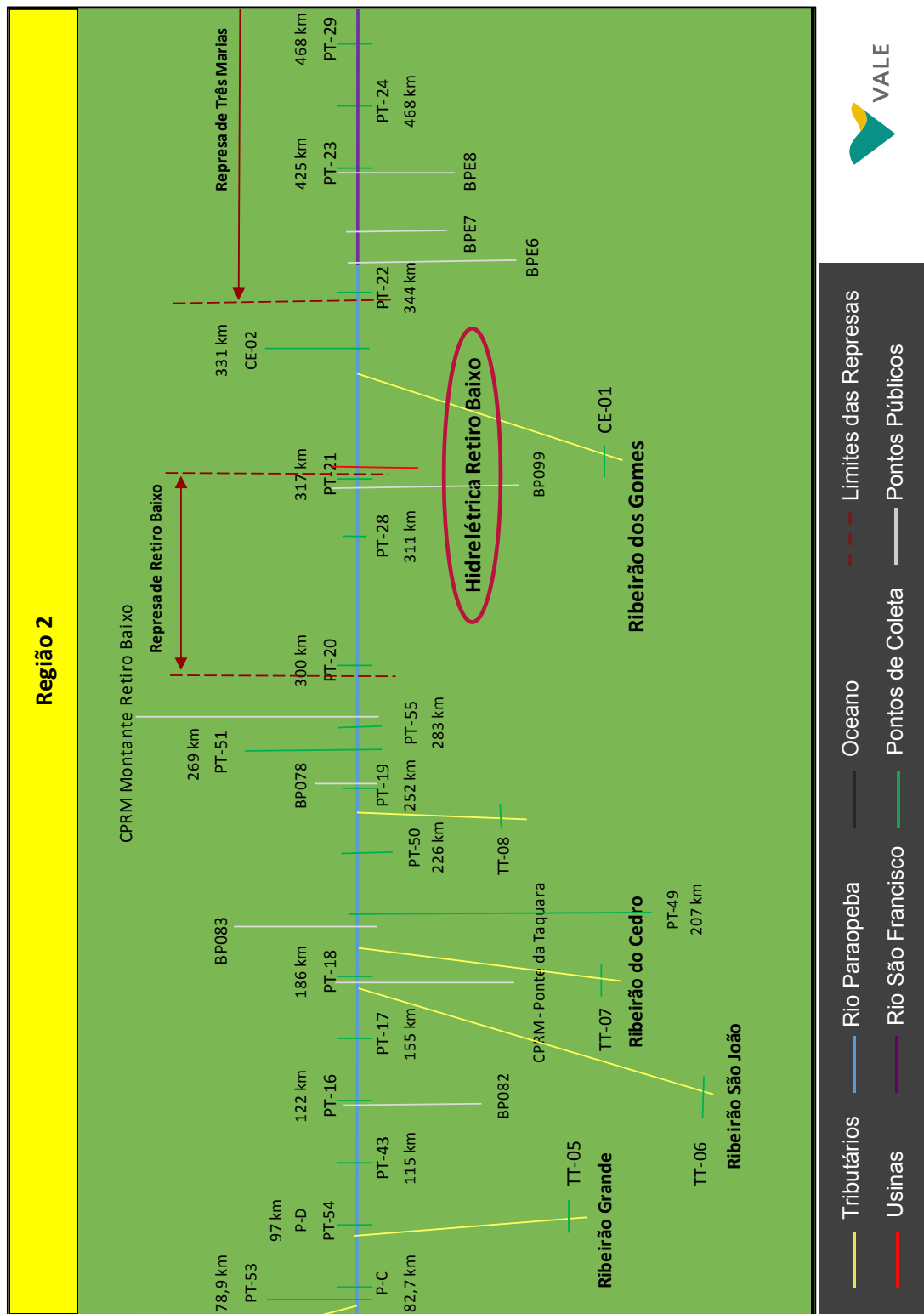
ID	Área de Amostragem	X	Y
ICTIO - 01	Rio Paraopeba a jusante do local do acidente em Esmeraldas (Iuatuba) (PT-04)	571282,0	7795139,0
ICTIO - 02	Rio Paraopeba a jusante do local do acidente em São Joaquim de Bicas ponte BR-381 (PT-03)	577794,0	7784024,0
ICTIO - 03	Ponte MG 060 (PT-16)	554446,6	7824895,9
ICTIO - 04	Ponte da Taquara	547299,0	7852185,0
ICTIO - 05	Cachoeira do Choro	528088,0	7897130,0
ICTIO - 06	Vertedouro Barragem do Retiro – Felixlândia (PT-21)	522926,0	7912547,0
ICTIO - 07	Rio São Francisco em frente ao antigo depósito da indústria metalúrgica (PT-30)	473703,0	7989242,0
ICTIO - 08	Rio São Francisco na altura de Pirapora (PT-47)	507184,0	8086548,0
ICTIO - 09	Rio São Francisco a jusante da cidade de Januária (PT-34)	470040,6	7954660,3
ICTIO - 10	Rio Paraopeba a montante do córrego Ferro e Carvão – Pontilhão de Moeda	600135,0	7750085,0
ICTIO - 11	Rio Manso	578076,0	7772063,0
ICTIO - 12	Rio Betim	578370,0	7791685,0
ICTIO - 13	Ribeirão Macacos	548034,0	7851683,0



Extensão unifilar do trecho monitorado – Montante até 1B



Extensão unifilar do trecho monitorado – Região 2



Extensão unifilar do trecho monitorado – Região 3 até a Foz

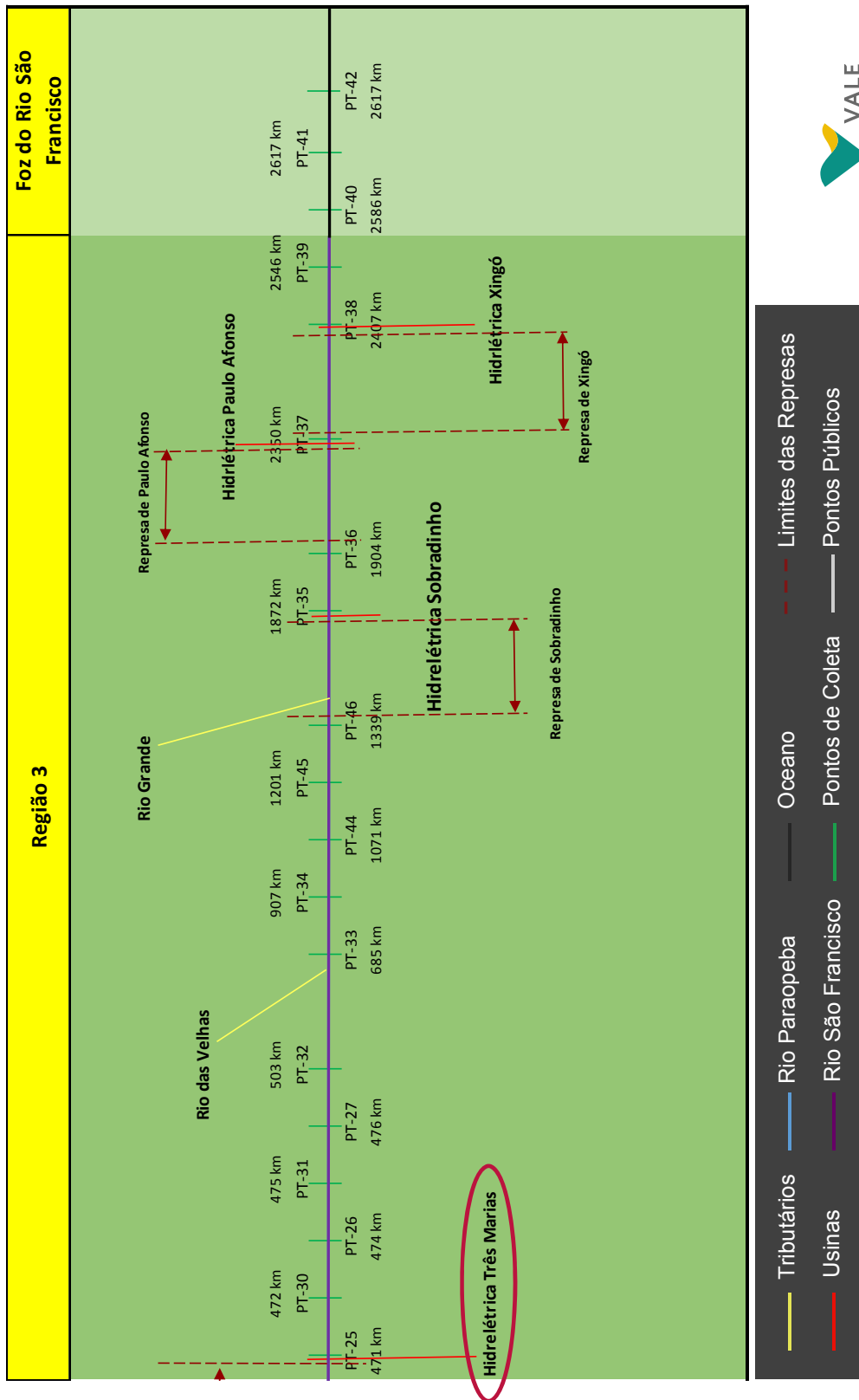
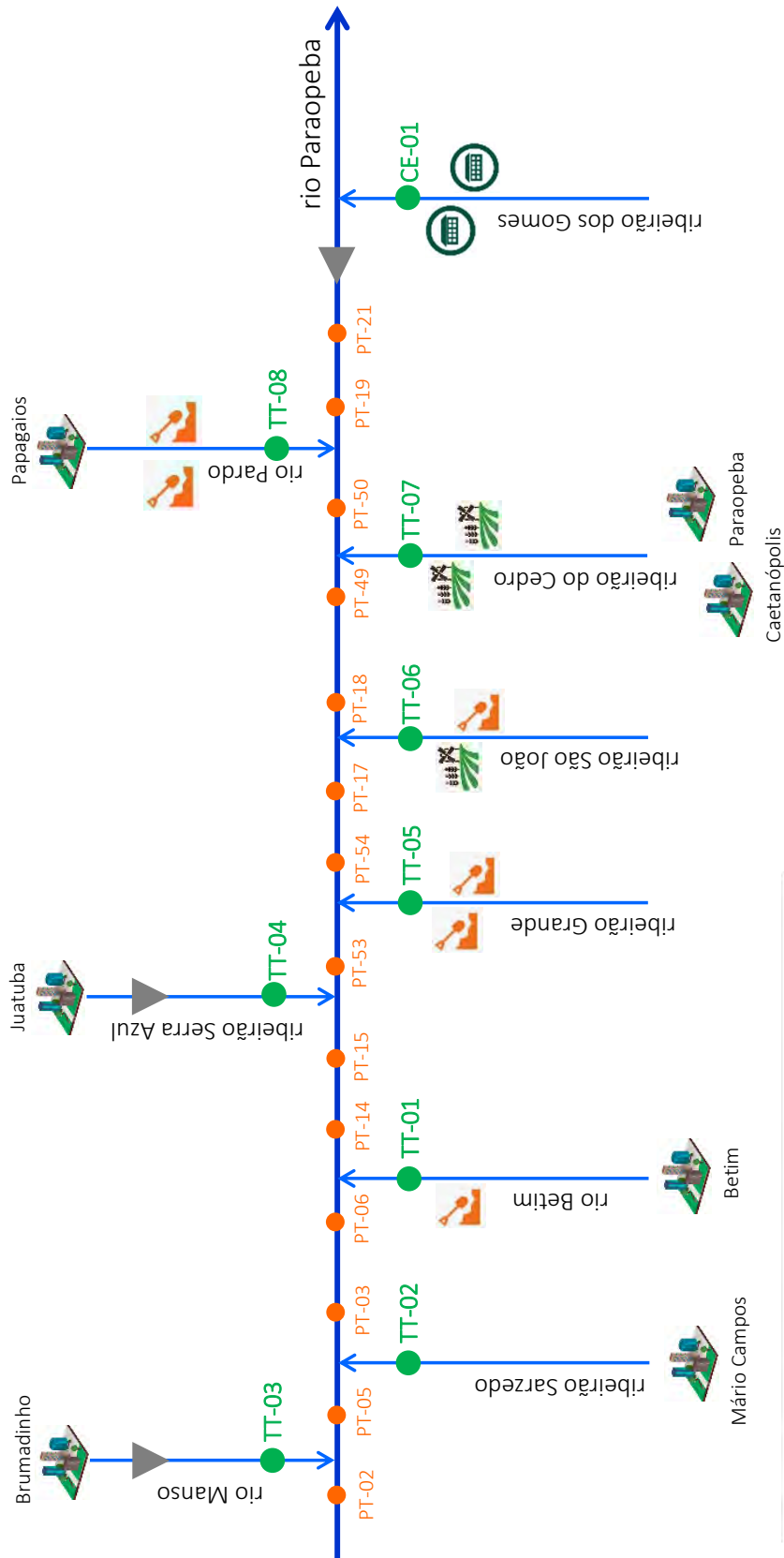


Diagrama Unifilar Tributários



Caracterização dos Rejeitos e Solo

- Logo após o rompimento da barragem B1, foram coletadas 4 amostras de rejeito considerando a maior proximidade possível da estrutura rompida;
- Após a liberação da área pelo corpo de bombeiros, realizou-se na semana de 19/02 a coleta de 10 amostras adicionais de rejeito, sendo 4 dentro do reservatório e as demais ao longo da planície do ferro e carvão, através do apoio de helicóptero;
- Para um maior detalhamento da distribuição espacial dos rejeitos ao longo da área afetada, foram realizadas 12 novas coleta próxima as residências, fazendas e propriedades de maneira geral;



Caracterização dos Rejeitos e Solo

- Coleta de 26 amostras de rejeitos para caracterização a norma ABNT NBR 10.004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação e outras avaliações geoquímicas;
- Amostras coletadas dentro do antigo reservatório, ao longo da planície afetada do Córrego Ferro e Carvão e próximos a ocupações de entorno;
- Coleta de solos afetados e não afetados para avaliação química e ensaios geoquímicos.

Ensaios adicionais:

- Composição química global em todas as amostras;
- Interlaboratorial nas amostras já avaliadas;
- Separação de alíquotas para ensaios futuros;
- Ensaio de elutriação (Simula dragagem ou ressuspensão pós ruptura) com água do rio Paraopeba;
- Ecotoxicidade dos extratos elutriados (Danio, Daphnia, Ceriodaphnia e Vibrio);
- Análise granulométrica nas seguintes escala granulométrica-Todas as amostras;
- Amostras de sedimentos e solos serão avaliadas dentro do mesmo contexto.



Programa de Qualidade dos Rejeitos – Pontos de Coleta



Programa de Qualidade dos Rejeitos - Amostragens



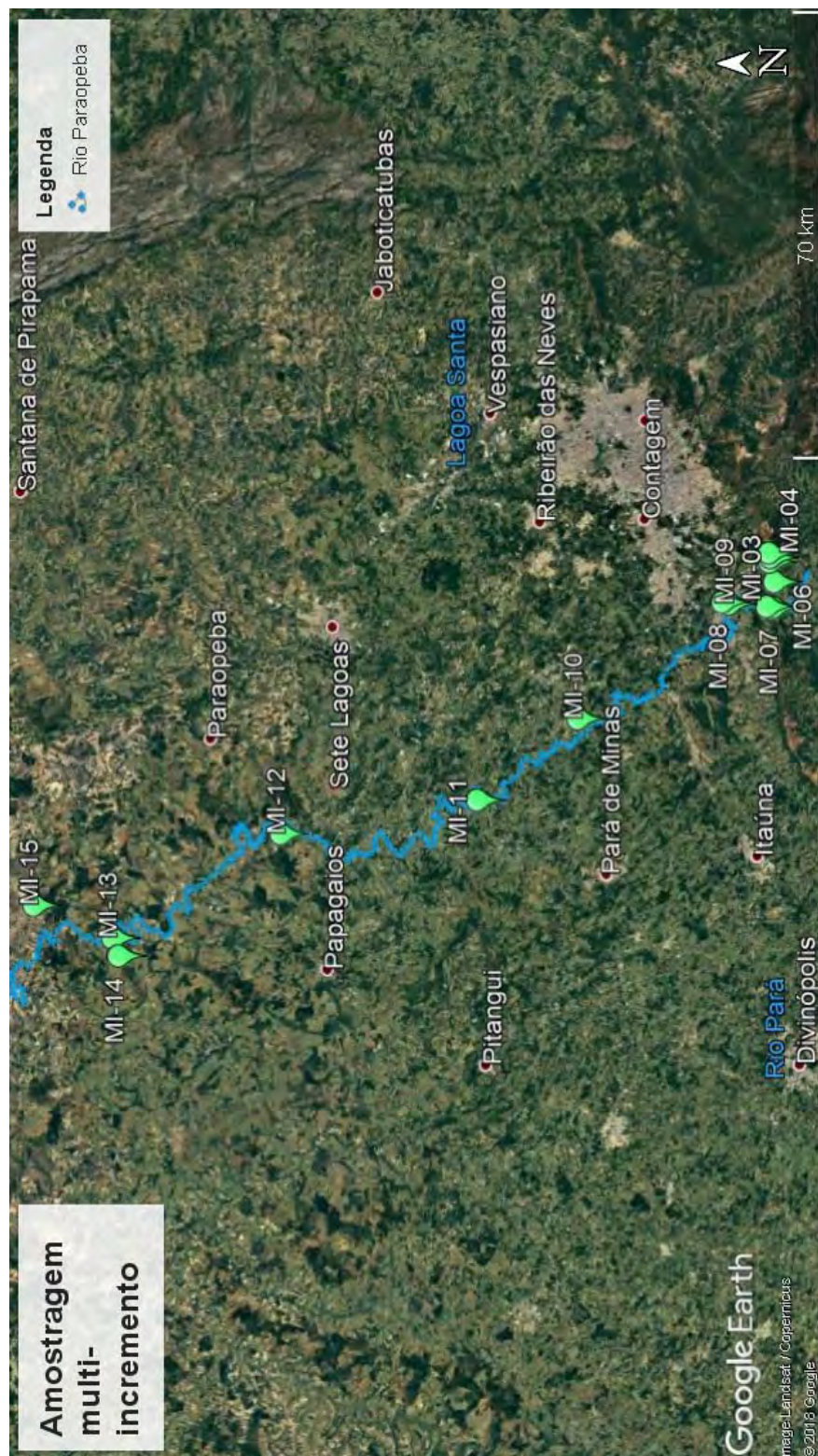
Coleta de rejeito na área afetada

Coleta de rejeito dentro da Barragem B1



Avaliação Geoquímica do Solo – Análise Multi incremento

- Avaliação de background da geoquímica de solos ao longo da Bacia do Rio Paraopeba;
- Essa coleta está sendo realizada utilizando metodologia de multi incrementos e as amostras coletadas serão avaliadas tanto em relação aos teores totais de metais e ensaios geoquímicos específicos.



Avaliação Geoquímica do Solo Regional – CPRM (Baseline)

- Foi realizado estudo de baseline de solo para a região de Brumadinho utilizando os dados oficiais do CPRM disponíveis no ‘Projeto Avaliação Potencial Recursos Minerais Estratégicos do Brasil’ - CPRM, com amostragens desenvolvidas entre 2011 e 2014 para os metais arsênio, chumbo, níquel (este somente solo), urânio, zinco (este último somente sedimento de corrente).
- Três métodos estatísticos foram aplicados para os cálculos das faixas de background e para as classes de anomalias de primeira e segunda ordem. O número de amostras utilizadas foram:
 - ✓ Arsênio: 1019 amostras de solo.
 - ✓ Chumbo: 1019 amostras de solo e 124 amostras ao longo do rio Paraopeba.
 - ✓ Níquel: 1019 amostras de solo.
 - ✓ Urânio: 1019 amostras de solo e 124 amostras ao longo do rio Paraopeba.
 - ✓ Zinco: 1389 amostras de sedimento de corrente, das áreas denominadas Quadrilátero Ferrífero (418 amostras); Januária (396 amostras); Rio Verde Pequeno (93 amostras) e Vazante-Paracatu (482 amostras).



Empresas e Laboratórios Contratados:

- **Laboratórios:**
 - ✓ ALS (Corplab)
 - ✓ Bioagri
 - ✓ SGS Geosol
 - ✓ Aplysia
- **Consultorias:**
 - ✓ Arcadis - (Consolidação e Gestão dos dados)
 - ✓ Geoenviron – (Avaliação dos Rejeitos e Solos)
 - ✓ Mdgeo – (Avaliação Água Subterrânea)
 - ✓ Watergeo – (Avaliação Água Subterrânea)
 - ✓ Tecma – (Tratamento de Água)



Resultados



Baseline - Instituto Mineiro de Gestão das Águas - Igam

- Resultados pretéritos ao rompimento da barragem: avaliação da série histórica entre 2000 e 2018.
- 8 pontos analisados em ao longo do rio Paraopeba:
 - Melo Franco
 - Brumadinho
 - São Joaquim de Bicas
 - Divisa de Betim a Juatuba
 - Esmeraldas
 - Paraopeba
 - Pompéu
 - Entre a UHE Retiro Baixo e a UHE Três Marias



Baseline - Instituto Mineiro de Gestão das Águas - Igam

- Resultados (levando em consideração o enquadramento Classe II do rio):
 - **Turbidez:** variação de 0,8 NTU até 1856 NTU (18 vezes limite estabelecido)
 - **Ferro dissolvido:** variação de 0,03 mg/L até 1,57 mg/L (5 vezes limite legal)
 - **Manganês Total:** valor máximo de 1,73 mg/L (18 vezes o limite legal)
 - **Alumínio dissolvido:** variação de 0,11 mg/L a 0,68 mg/L (7 vezes o limite legal)
 - **Chumbo Total:** valor máximo de 0,35 mg/L, superando o limite legal em 3,5 vezes.
 - **Arsênio Total:** O valor máximo de 0,0802 (8 vezes o limite legal) padrão legal para classe 2.
 - **Cobre dissolvido:** excedido em 2 estações



Resultados de Qualidade

- Mais de 250.000 resultados foram disponibilizados até o momento;
- **Água Superficial e Sedimentos**
 - Dados de campo até 11/03/2019.
 - Dados laboratoriais até 04/03/2019 para água e 25/02/2019 para sedimento.

- **Ecotoxicologia**

- 621 resultados disponibilizados até 04/03. Os demais resultados serão disponibilizados a partir de 22/03.

- **Rejeitos:**

- Resultados disponíveis das amostras AM-01, AM-02, AM-03, e AM-04 em 21/02. Demais amostras em processamento. Próxima semana resultados parciais e previsão de conclusão em 20 dias.

- **Solo:**

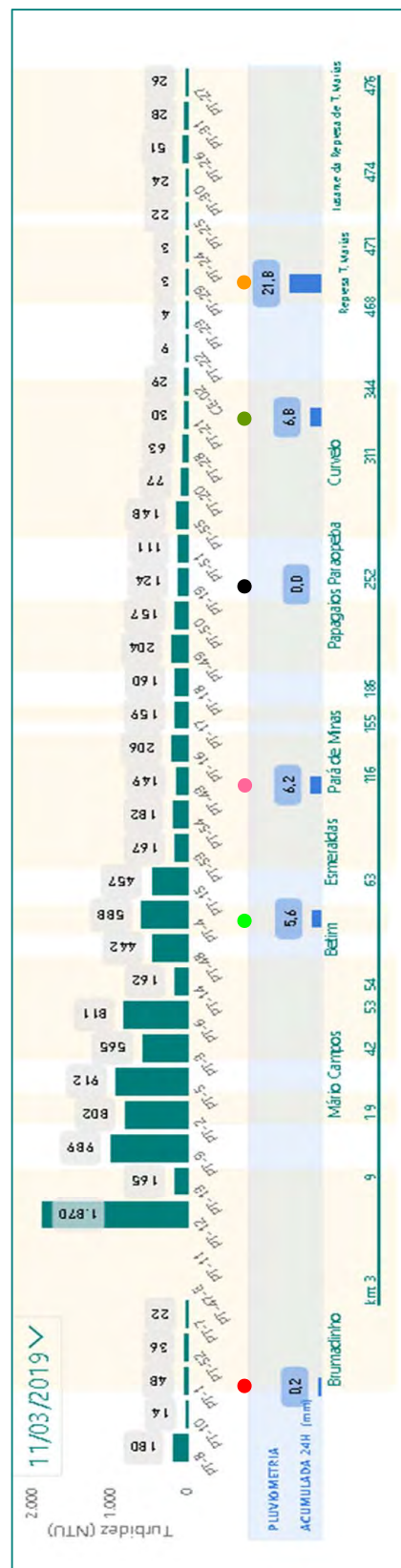
- Resultados disponibilizados a partir do dia 22/03.



Dados de Qualidade - Turbidez

Localização da Pluma e Turbidez:

Os Informes de Resultados Analíticos emitidos entre 08 e 11/03/2019, indicam que a frente potencial de pluma de turbidez foi definida no reservatório da Barragem de Retiro Baixo, entre o PT-20 (300 km da área do evento da Barragem I) e o PT-28 (311 km). Os pontos de turbidez estão correlacionados também ao aumento das concentrações de Fe total e Mn total.

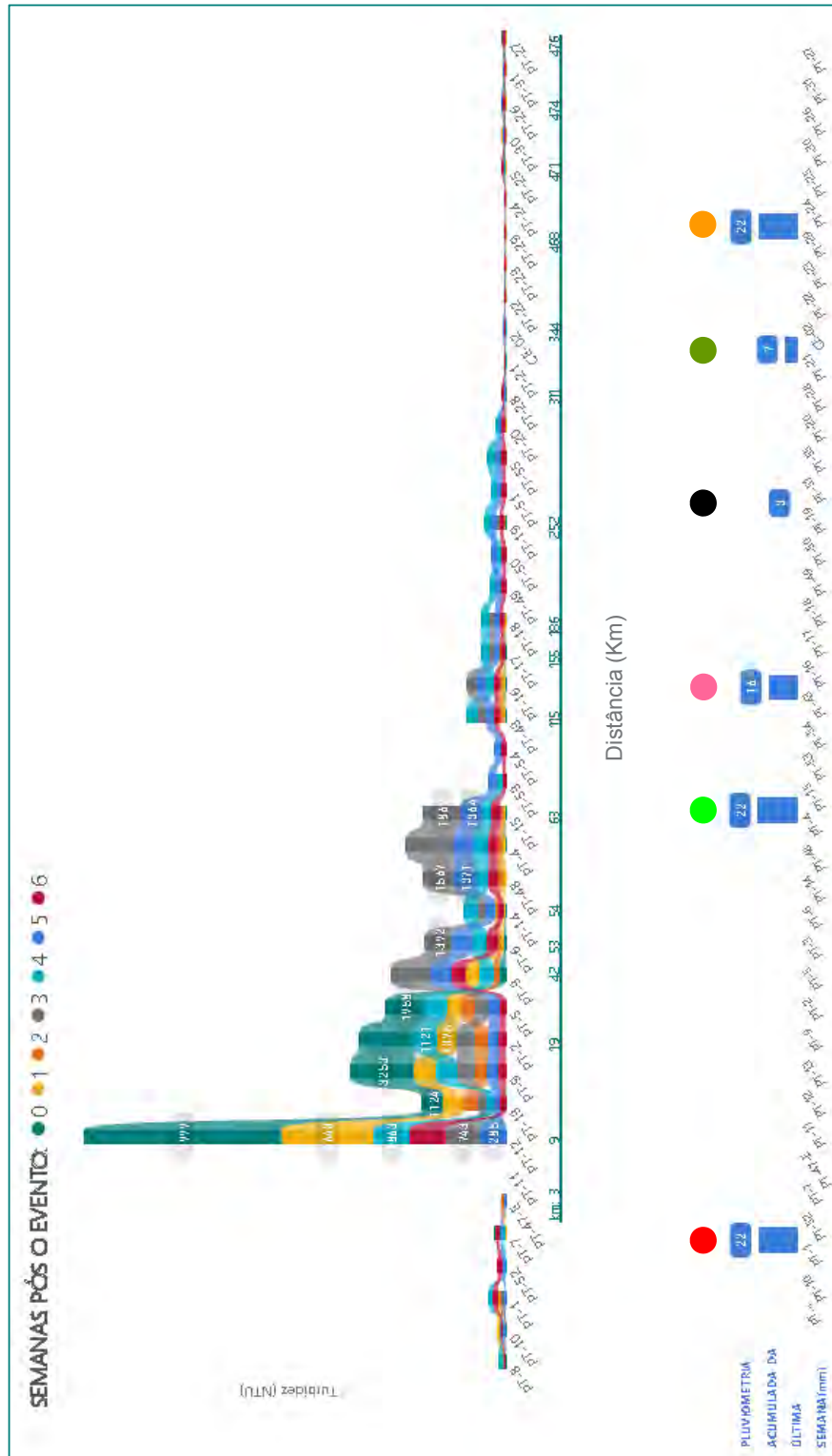


Estações Pluviométricas (ANA/CPRM/INEMT/Retiro Baixo)

- Alberto Flores
- Ponte Nova do Paraopeba
- Florestal
- UHE Três Marias Porto Mesquita
- Retiro Baixo Almas
- Três Marias



Dados de Qualidade - Média Semanal de Turbidez



Estações Pluviométricas (ANA/CPRM/INEMT/Retiro Baixo)

- Alberto Flores
- Ponte Nova do Paraopeba
- Florestal
- UHE Três Marias Porto Mesquita
- Retiro Baixo Almas
- Três Marias



Dados de Qualidade - Metais

Resultados Água:

Metais:

As maiores concentrações de **As**, **Ba**, **Pb** e **U** se concentraram na Região 1A, apesar de estes elementos também serem verificados com concentrações acima do COPAM também na região 1B.

O elemento **Zn** apresenta concentrações acima do COPAM na região a jusante da Represa de Três Marias em pontos e períodos distintos. Os resultados acima do referido limite para **As** foi verificado no ponto localizado a aproximadamente 680 km (PT-33) da área do evento.

Resultados Sedimentos:

Metais:

As, **Ni** e **Zn** acima do CONAMA 454 em amostras coletadas em pontos localizados **após a Barragem de Três Marias**, região que não apresenta influência da pluma de turbidez decorrente do evento na Barragem I.

A Região 1 apresenta variações pontuais nas concentrações de **Ni** e **Pb**.



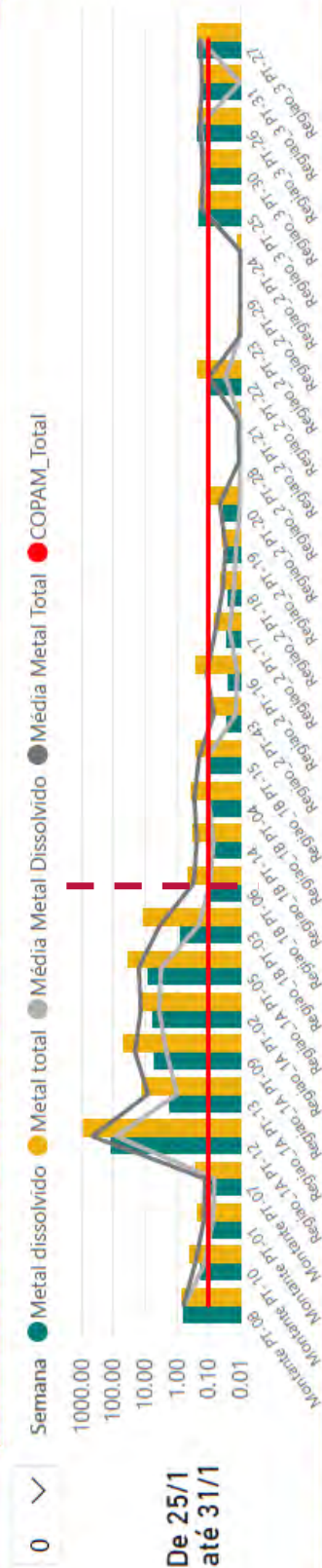
Dados de Qualidade – Metais (Água Superficial)

MÁXIMA E MÉDIA SEMANAL DE CONCENTRAÇÕES

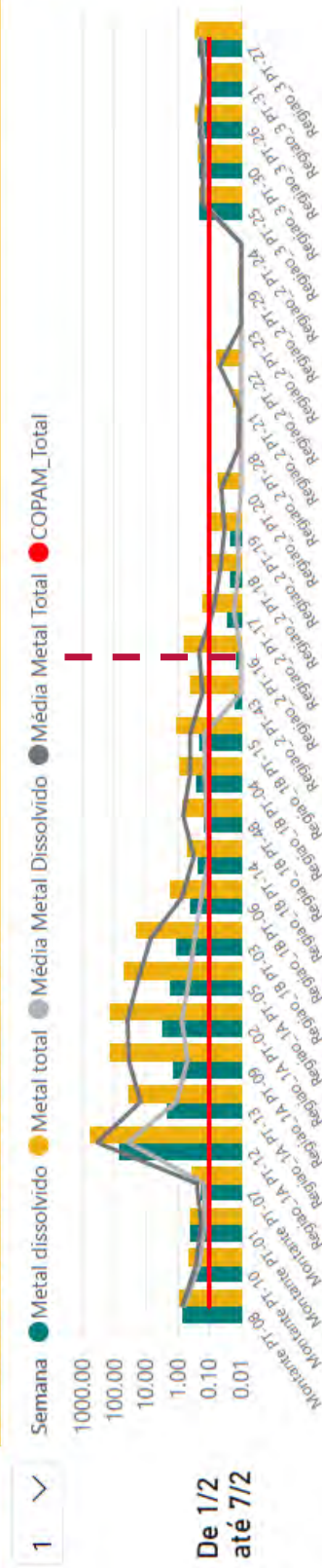


SUBSTÂNCIA: MANGANÊS (mg/l)

Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

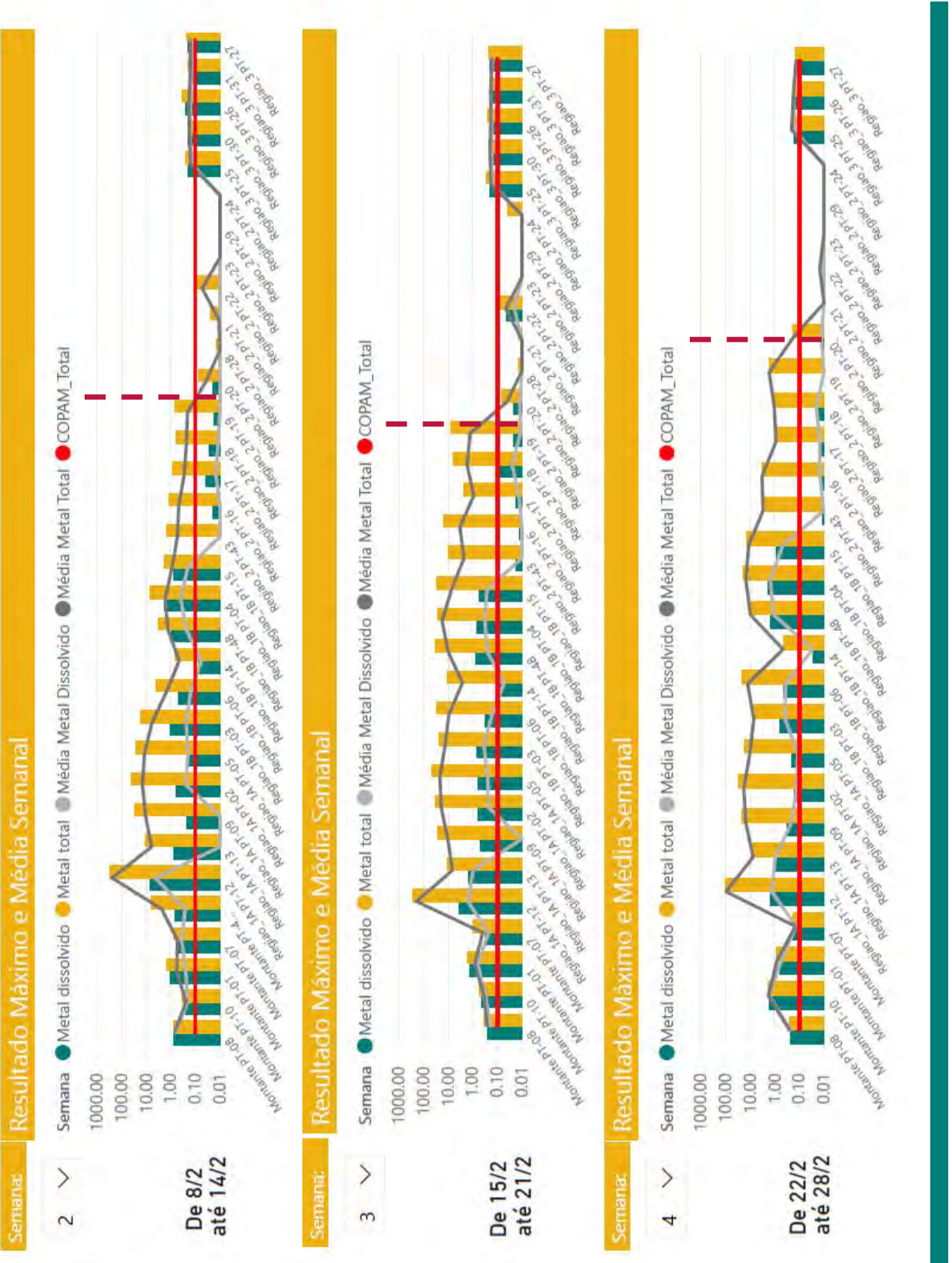


Semana: Resultado Máximo e Média Semanal



¹ O conteúdo das notas de rodapé devem ser dados ou informações que não podem ser separados do conteúdo principal do texto. Essa informação complementar deve respeitar os limites do slide e seguir a configuração em Atrial 9 na cor cinza.





MÁXIMA E MÉDIA SEMANAL DE CONCENTRAÇÕES

SUBSTÂNCIA: ALUMÍNIO (mg/l)

Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

0  Semana  Metal dissolvido  Metal total  Média Metal Dissolvido  Média Metal Total  COPAM_Dissolvido

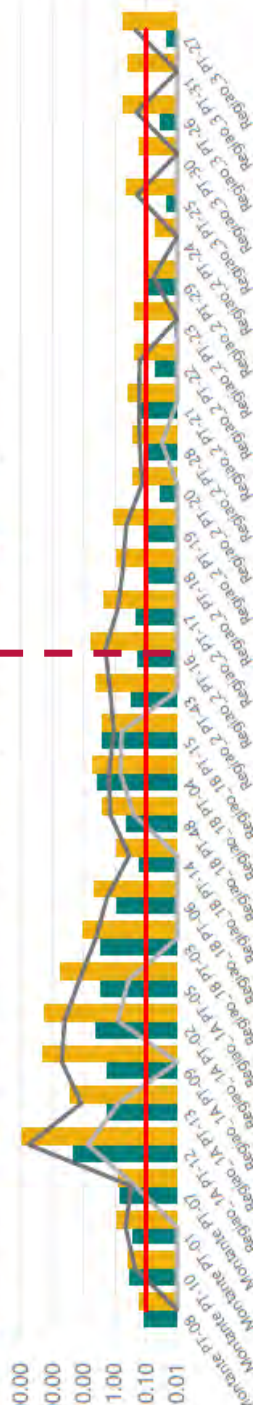
De 25/1
até 31/1



Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

1  Semana  Metal dissolvido  Metal total  Média Metal Dissolvido  Média Metal Total  COPAM_Dissolvido

De 1/2
até 7/2

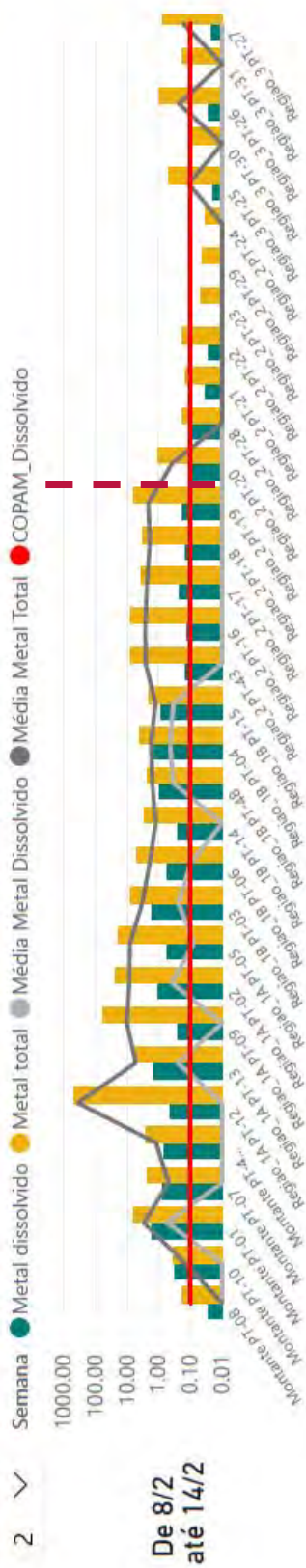


¹ O conteúdo das notas de rodapé devem ser dados ou informações que não podem ser separados do conteúdo principal do texto. Essa informação complementar deve respeitar os limites do slide e seguir a configuração em Atrial 9 na cor cinza.

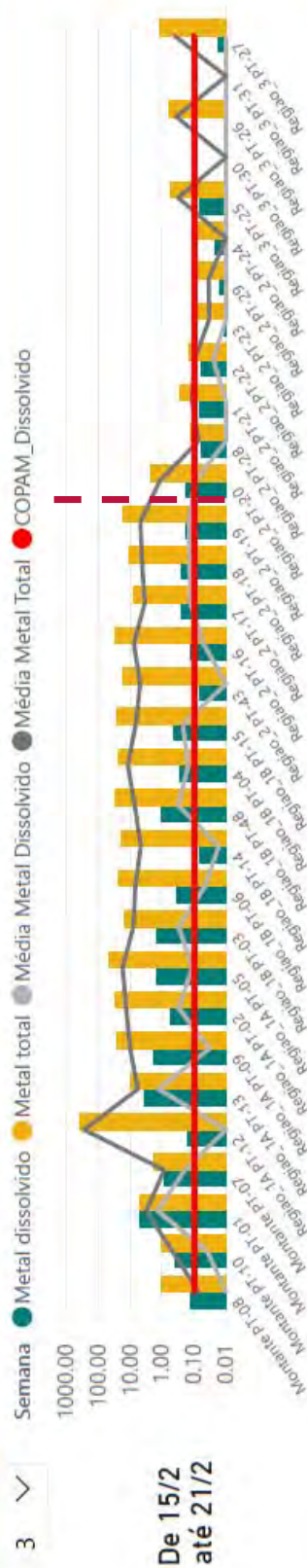




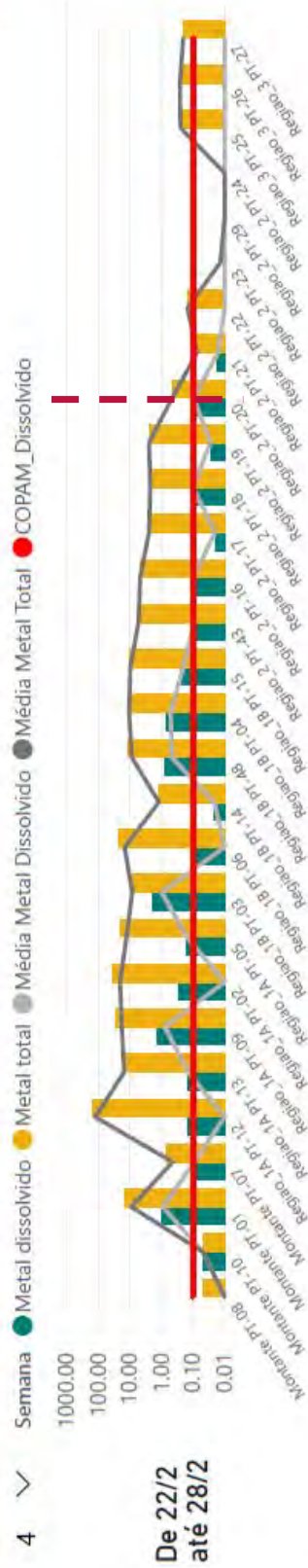
Semana: **Resultado Máximo e Média Semanal**



Semana: **Resultado Máximo e Média Semanal**



Semana: **Resultado Máximo e Média Semanal**

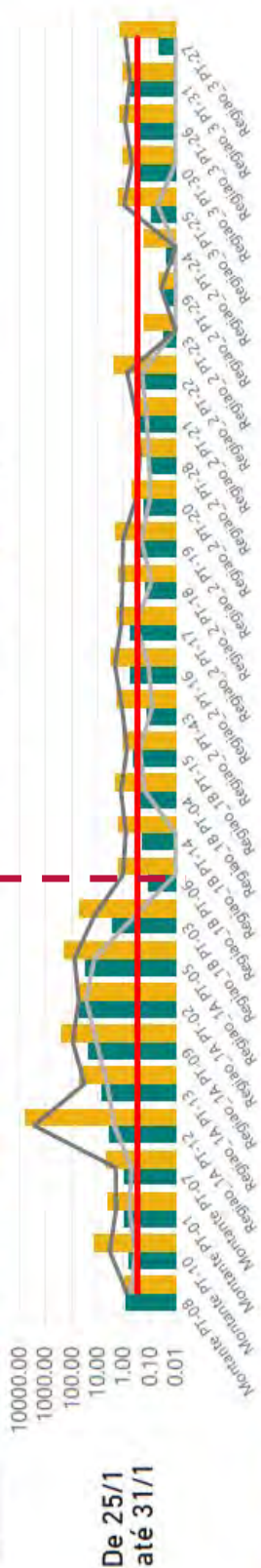


MÁXIMA E MÉDIA SEMANAL DE CONCENTRAÇÕES

SUBSTÂNCIA: FERRO (mg/l)

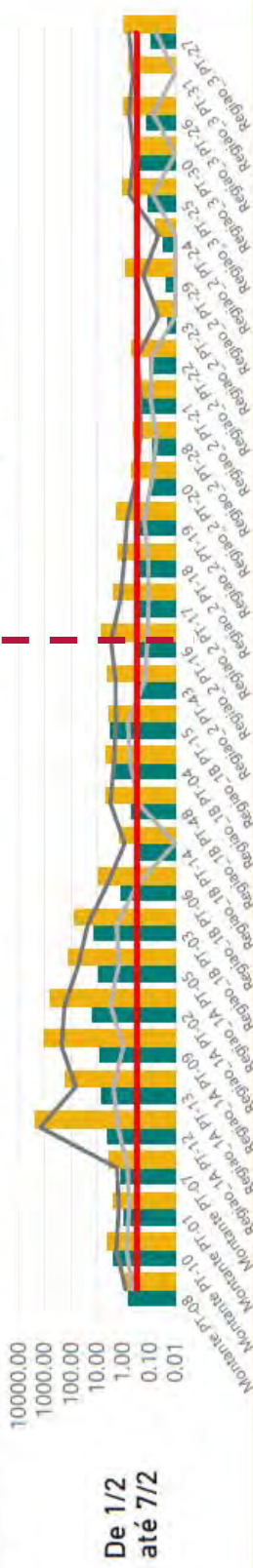
Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

0  Semana  Metal dissolvido  Metal total  Média Metal Dissolvido  Média Metal Total  COPAM_Dissolvido



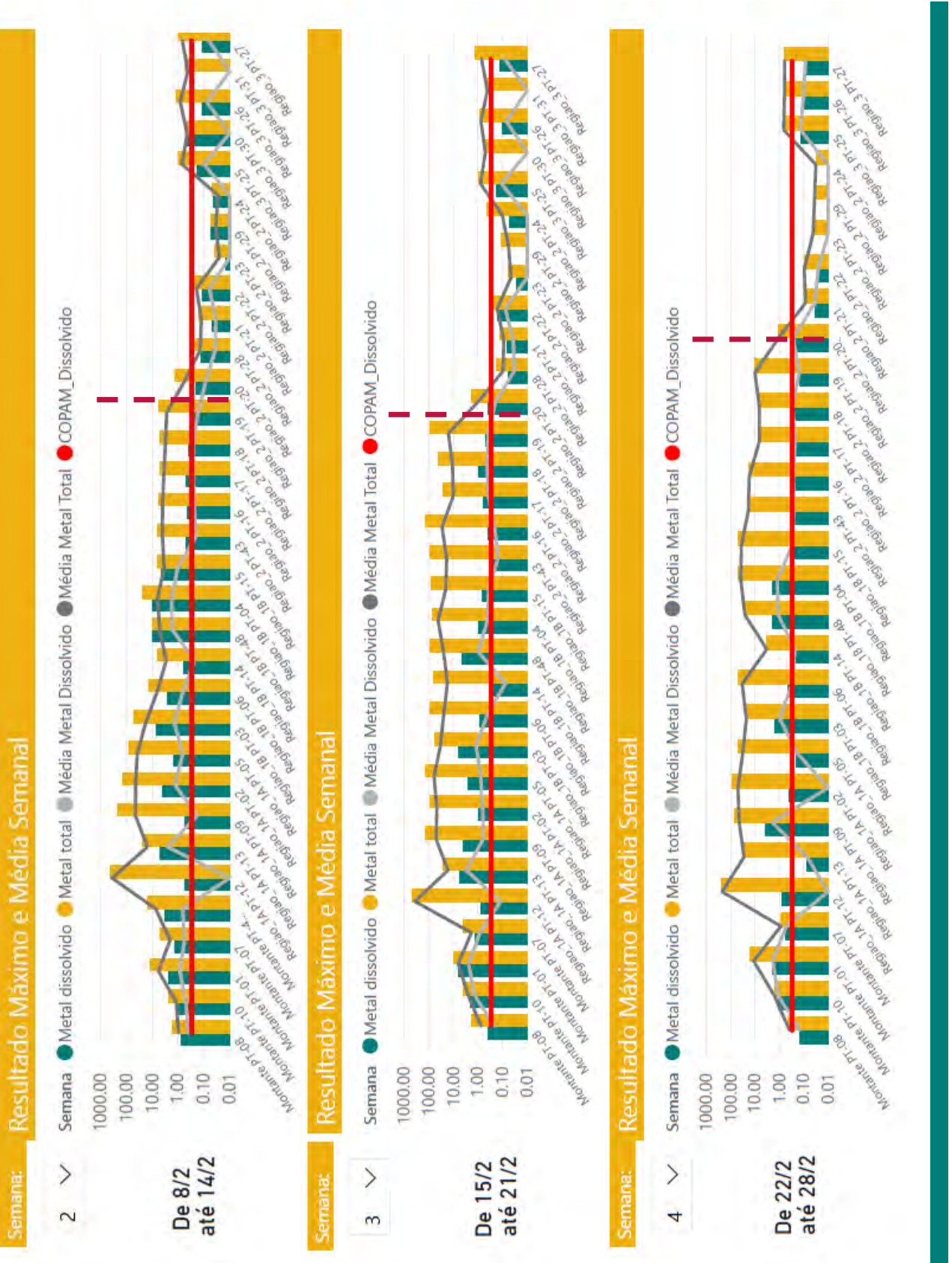
Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

1  Semana  Metal dissolvido  Metal total  Média Metal Dissolvido  Média Metal Total  COPAM_Dissolvido



¹ O conteúdo das notas de rodapé devem ser dados ou informações que não podem ser separados do conteúdo principal do texto. Essa informação complementar deve respeitar os limites do slide e seguir a configuração em Atrial 9 na cor cinza.



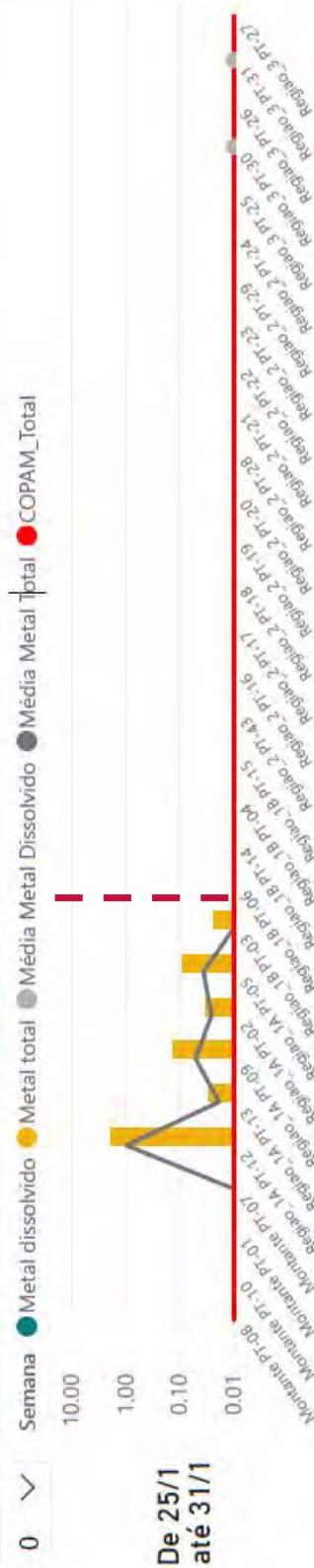


MÁXIMA E MÉDIA SEMANAL DE CONCENTRAÇÕES

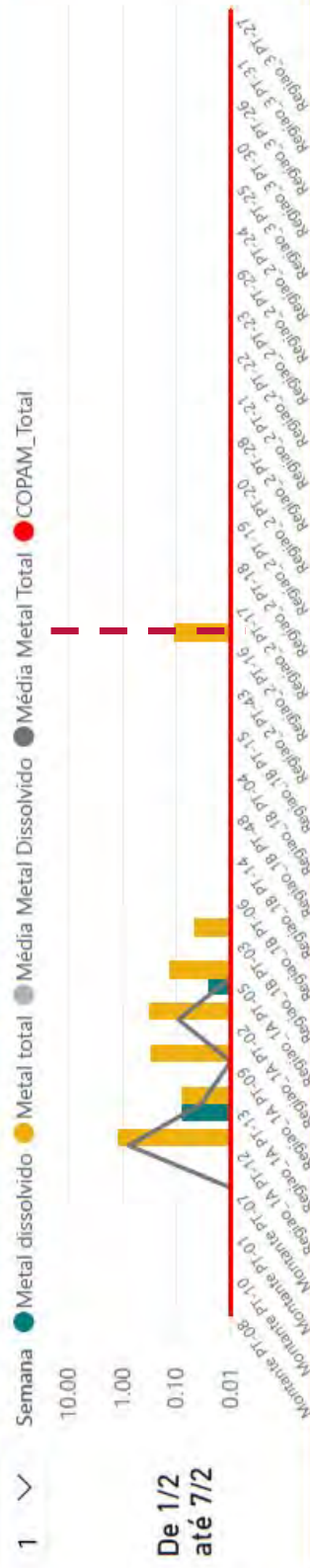


SUBSTÂNCIA: CHUMBO (mg/l)

Semana: Resultado Máximo e Média Semanal



Semana: Resultado Máximo e Média Semanal



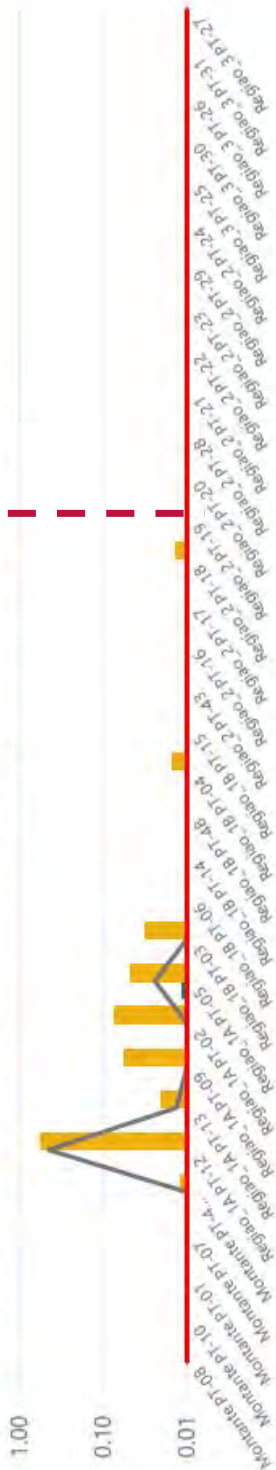
¹ O conteúdo das notas de rodapé devem ser dados ou informações que não podem ser separados do conteúdo principal do texto. Essa informação complementar deve respeitar os limites do slide e seguir a configuração em Atrial 9 na cor cinza.



Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

2 ☒ Semana ☒ Metal dissolvido ☒ Metal total ☒ Média Metal Dissolvido ☒ Média Metal Total ☒ COPAM_Total

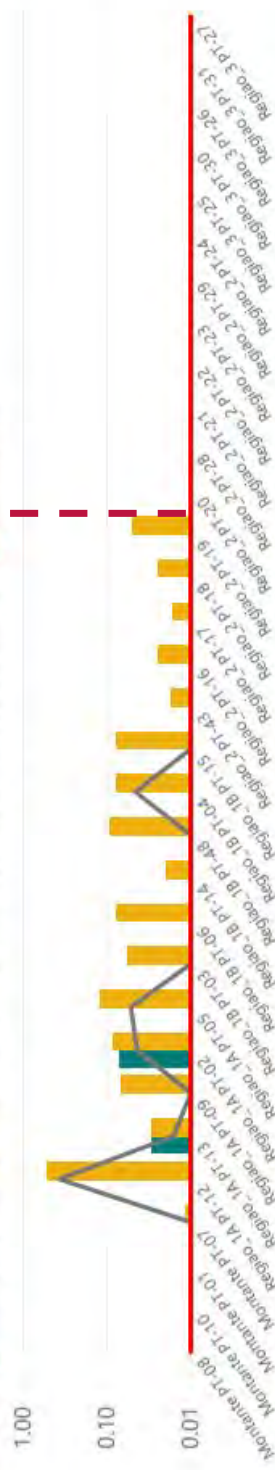
De 8/2
até 14/2



Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

3 ☒ Semana ☒ Metal dissolvido ☒ Metal total ☒ Média Metal Dissolvido ☒ Média Metal Total ☒ COPAM_Total

De 15/2
até 21/2



Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

4 ☒ Semana ☒ Metal dissolvido ☒ Metal total ☒ Média Metal Dissolvido ☒ Média Metal Total ☒ COPAM_Total

De 22/2
até 28/2



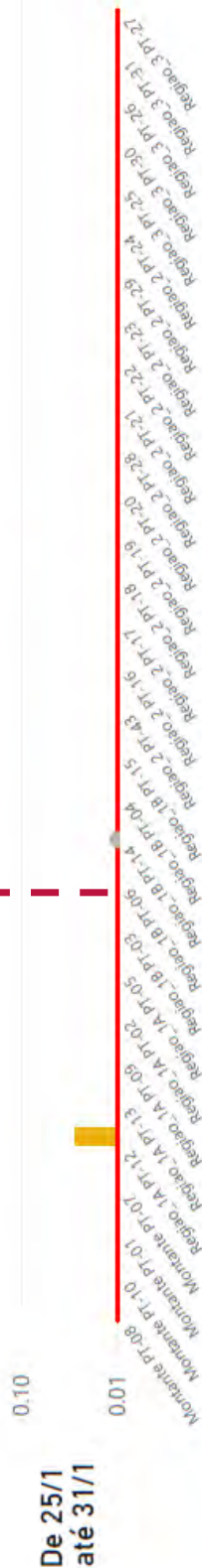
MÁXIMA E MÉDIA SEMANAL DE CONCENTRAÇÕES



SUBSTÂNCIA: MERCÚRIO (mg/l)

Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

0 Semana Metal dissolvido Metal total Média Metal Dissolvido Média Metal Total ReferenciaCOPAM_HgT



Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

1 Semana Metal dissolvido Metal total Não aplicável Média Metal Dissolvido Média Metal Total ReferenciaCOPAM_HgT

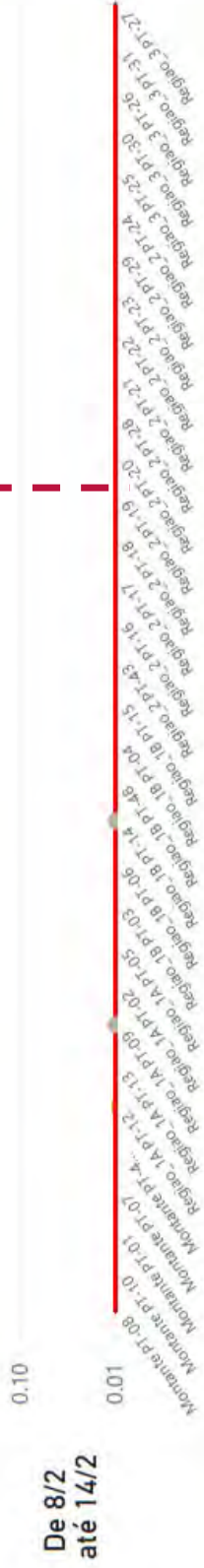


¹ O conteúdo das notas de rodapé devem ser dados ou informações que não podem ser separados do conteúdo principal do texto. Essa informação complementar deve respeitar os limites do slide e seguir a configuração em Atrial 9 na cor cinza.



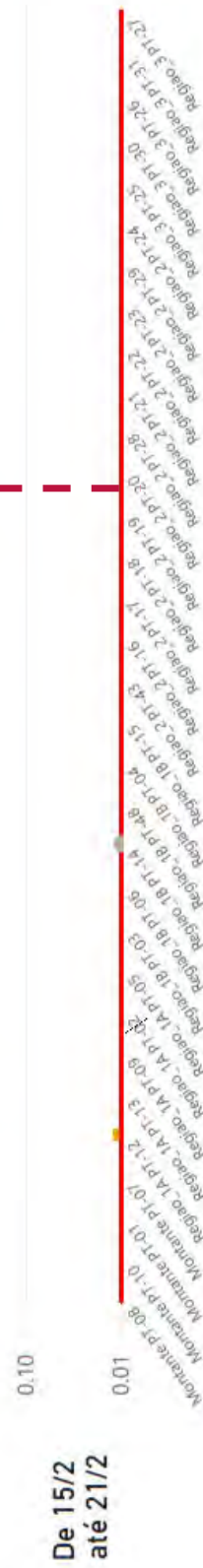
Semana: **Resultado Máximo e Média Semanal**

2 ☒ Semana ● Metal dissolvido ● Metal total ● Não aplicável ● Média Metal Dissolvido ● Média Metal Total ● ReferenciaCOPAM_HgT



Semana: **Resultado Máximo e Média Semanal**

3 ☒ Semana ● Metal dissolvido ● Metal total ● Não aplicável ● Média Metal Dissolvido ● Média Metal Total ● ReferenciaCOPAM_HgT



Semana: **Resultado Máximo e Média Semanal**

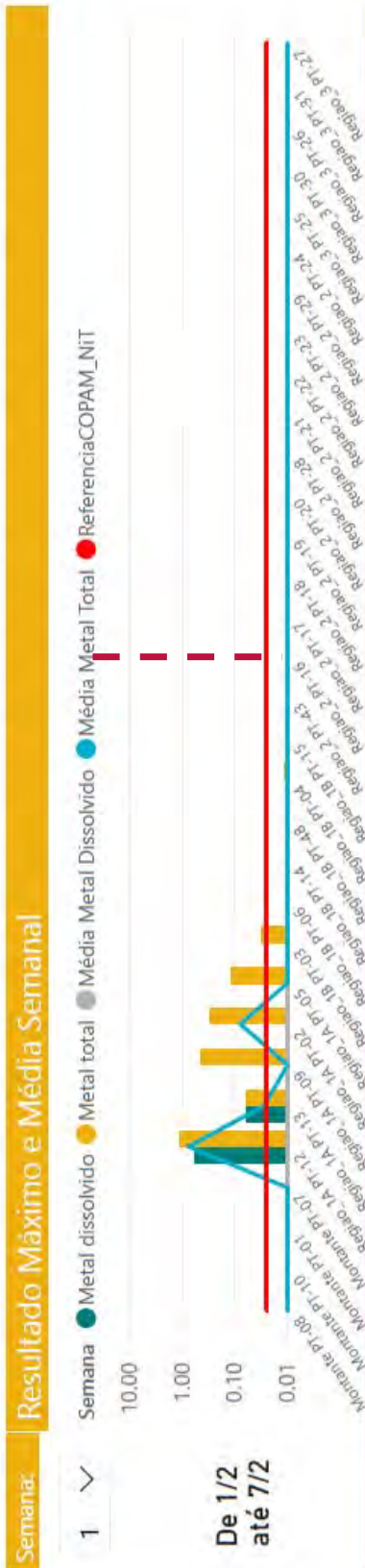
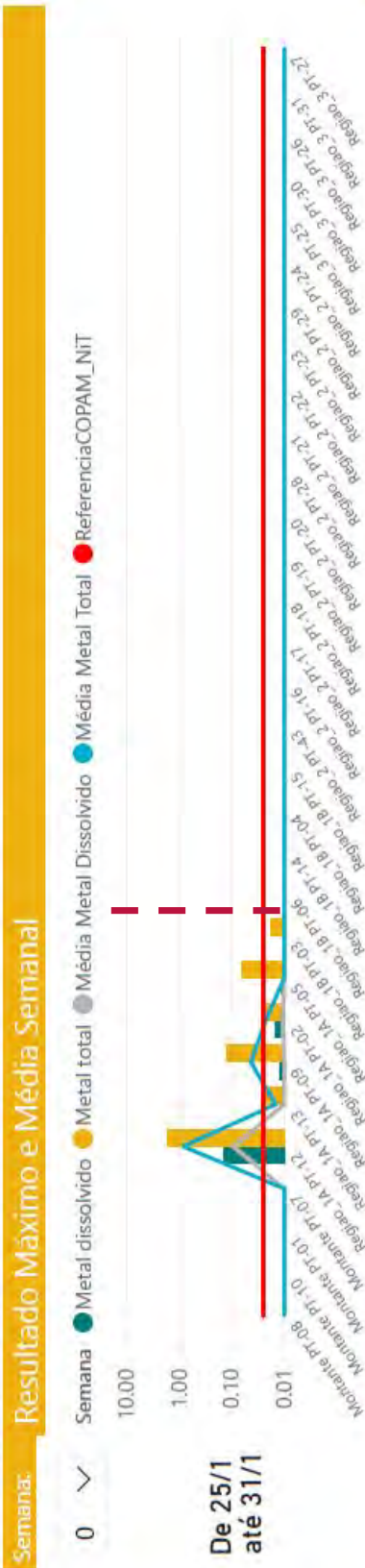
4 ☒ Semana ● Metal dissolvido ● Metal total ● Média Metal Dissolvido ● Média Metal Total ● ReferenciaCOPAM_HgT



MÁXIMA E MÉDIA SEMANAL DE CONCENTRAÇÕES



SUBSTÂNCIA: NÍQUEL (mg/l)

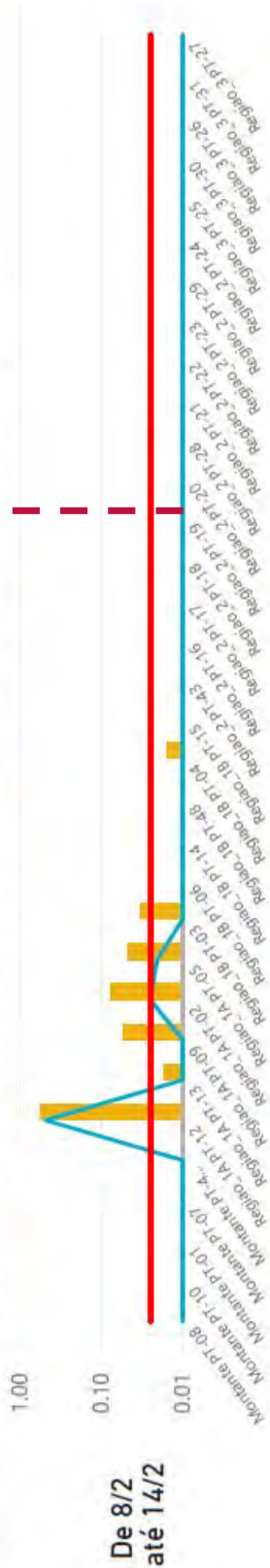


¹ O conteúdo das notas de rodapé devem ser dados ou informações que não podem ser separados do conteúdo principal do texto. Essa informação complementar deve respeitar os limites do slide e seguir a configuração em Atrial 9 na cor cinza.



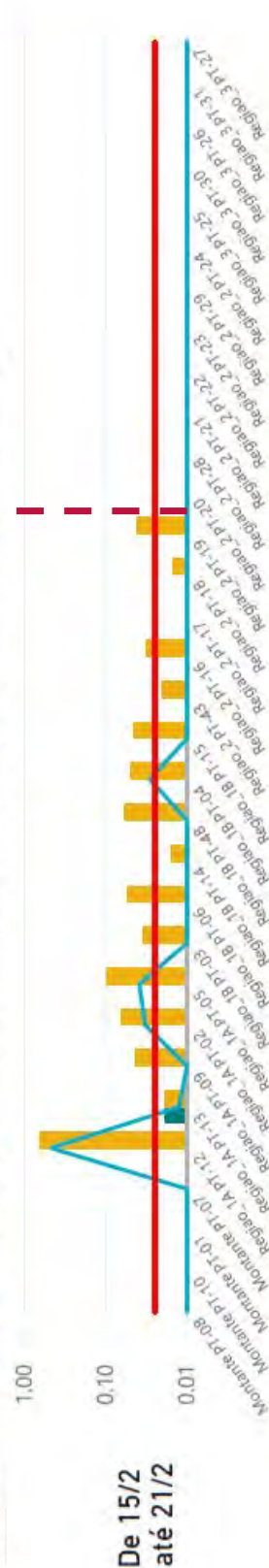
Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

2 ☒ Semana ☒ Metal dissolvido ☒ Metal total ☒ Média Metal Dissolvido ☒ Média Metal Total ☒ ReferenciaCOPAM_NiT



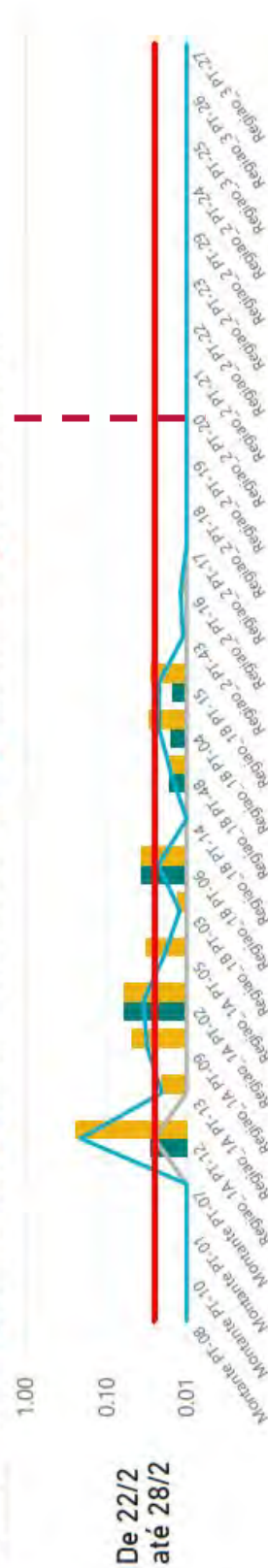
Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

3 ☒ Semana ☒ Metal dissolvido ☒ Metal total ☒ Média Metal Dissolvido ☒ Média Metal Total ☒ ReferenciaCOPAM_NiT



Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

4 ☒ Semana ☒ Metal dissolvido ☒ Metal total ☒ Média Metal Dissolvido ☒ Média Metal Total ☒ ReferenciaCOPAM_NiT





Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

2 ☒ Semana ☒ Metal dissolvido ☒ Metal total ☒ Média Metal Dissolvido ☒ Média Metal Total ☒ ReferenciaCOPAM_UT



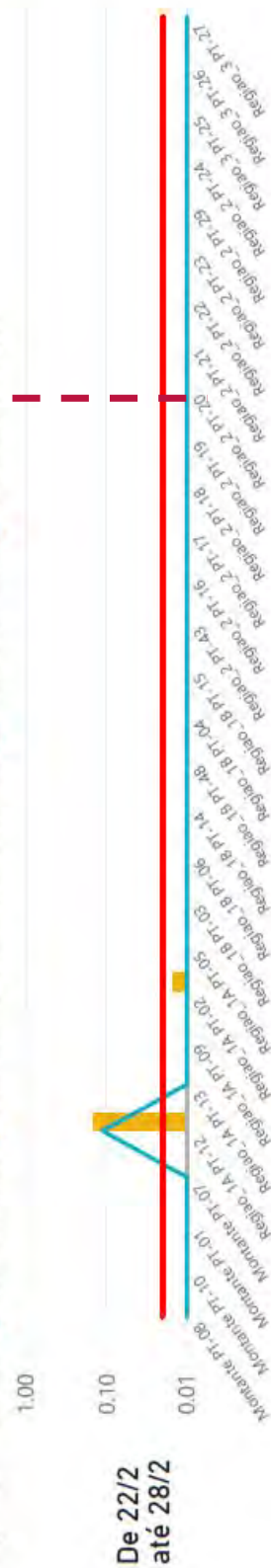
Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

3 ☒ Semana ☒ Metal dissolvido ☒ Metal total ☒ Média Metal Dissolvido ☒ Média Metal Total ☒ ReferenciaCOPAM_UT



Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

4 ☒ Semana ☒ Metal dissolvido ☒ Metal total ☒ Média Metal Dissolvido ☒ Média Metal Total ☒ ReferenciaCOPAM_UT



MÁXIMA E MÉDIA SEMANAL DE CONCENTRAÇÕES



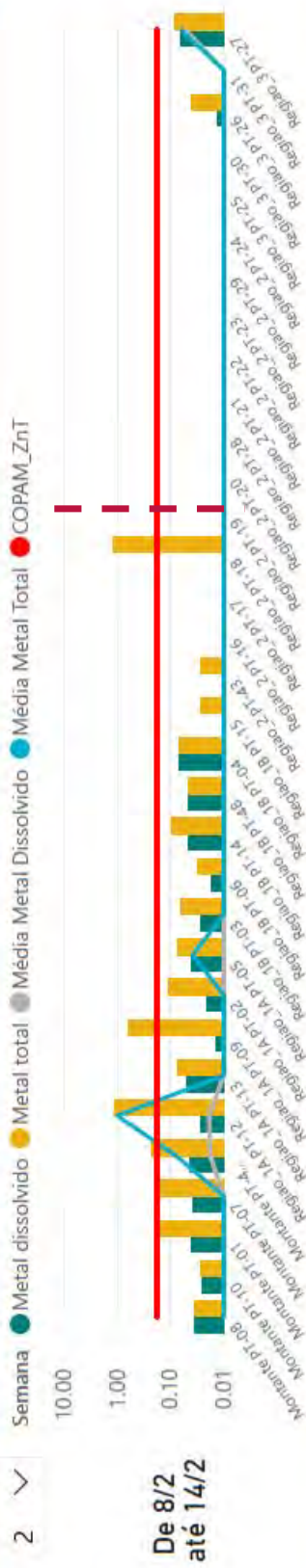
SUBSTÂNCIA: ZINCO (mg/l)



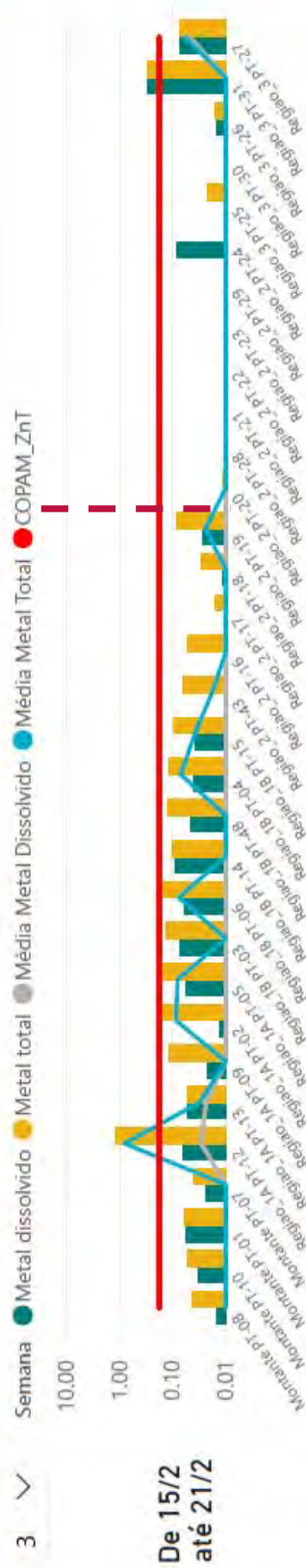
¹ O conteúdo das notas de rodapé devem ser dados ou informações que não podem ser separados do conteúdo principal do texto. Essa informação complementar deve respeitar os limites do slide e seguir a configuração em Anál 9 na cor cinza.



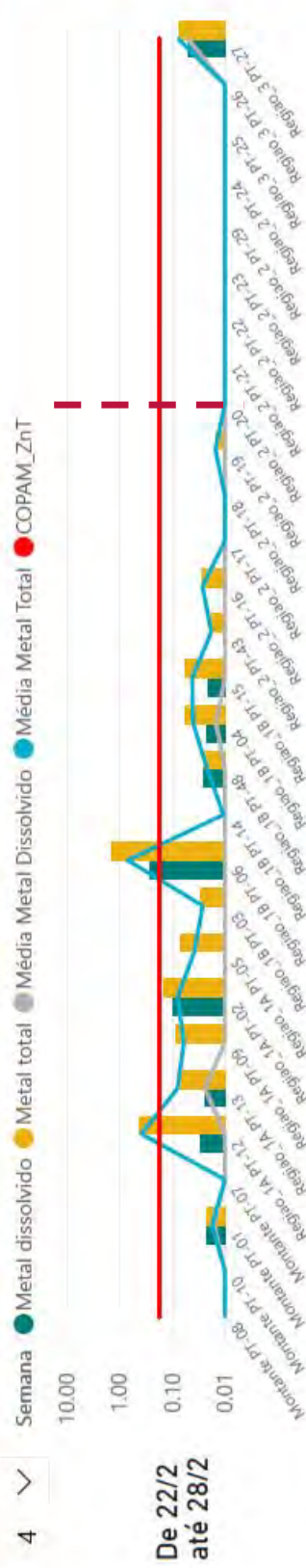
Semana: Resultado Máximo e Média Semanal



Semana: Resultado Máximo e Média Semanal

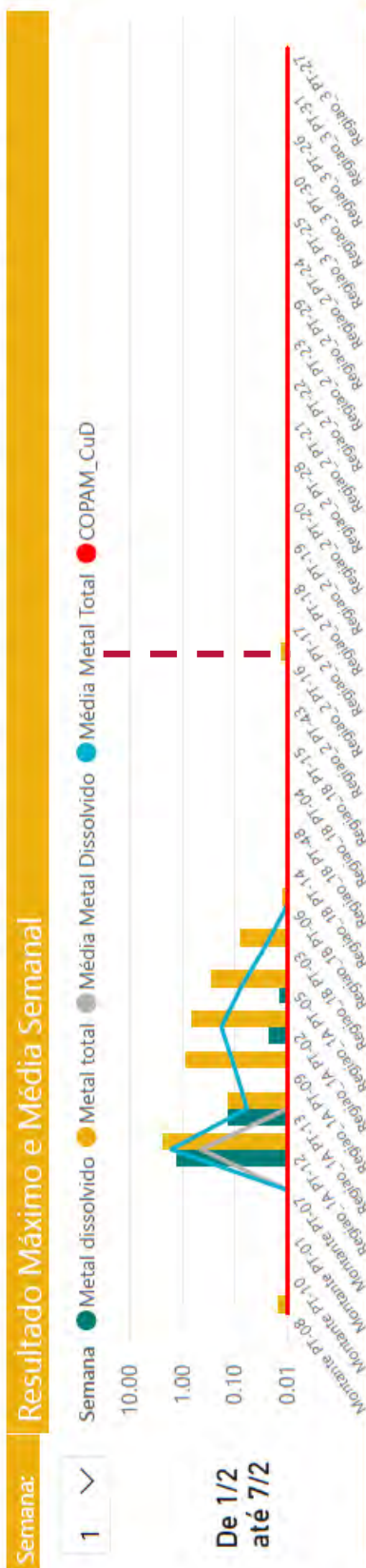
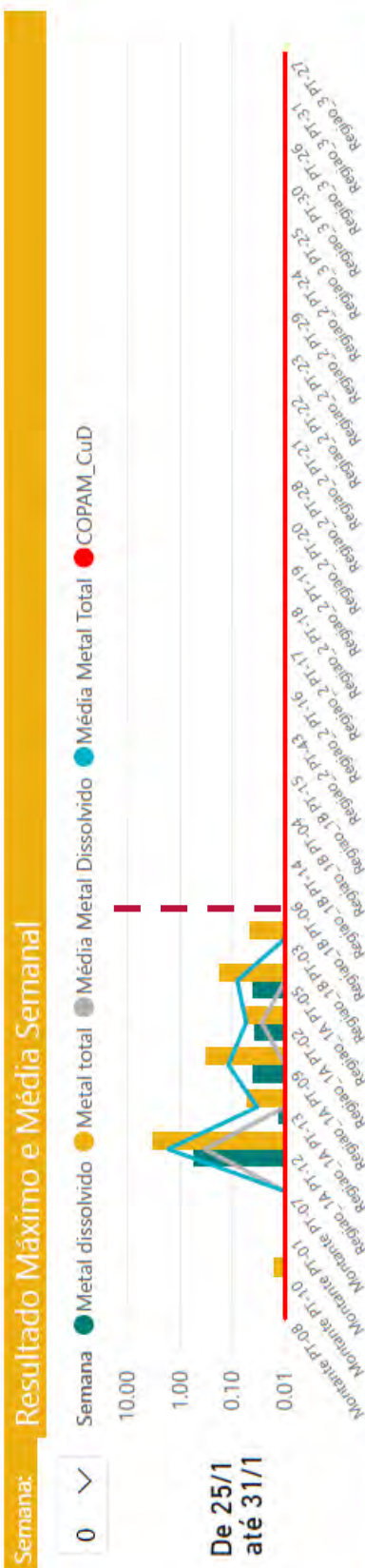


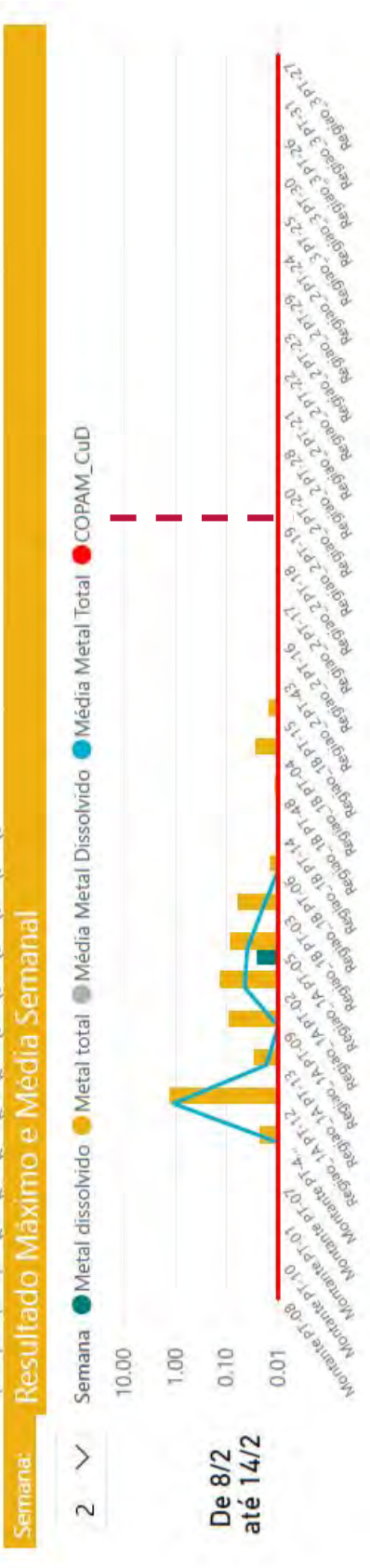
Semana: Resultado Máximo e Média Semanal



MÁXIMA E MÉDIA SEMANAL DE CONCENTRAÇÕES

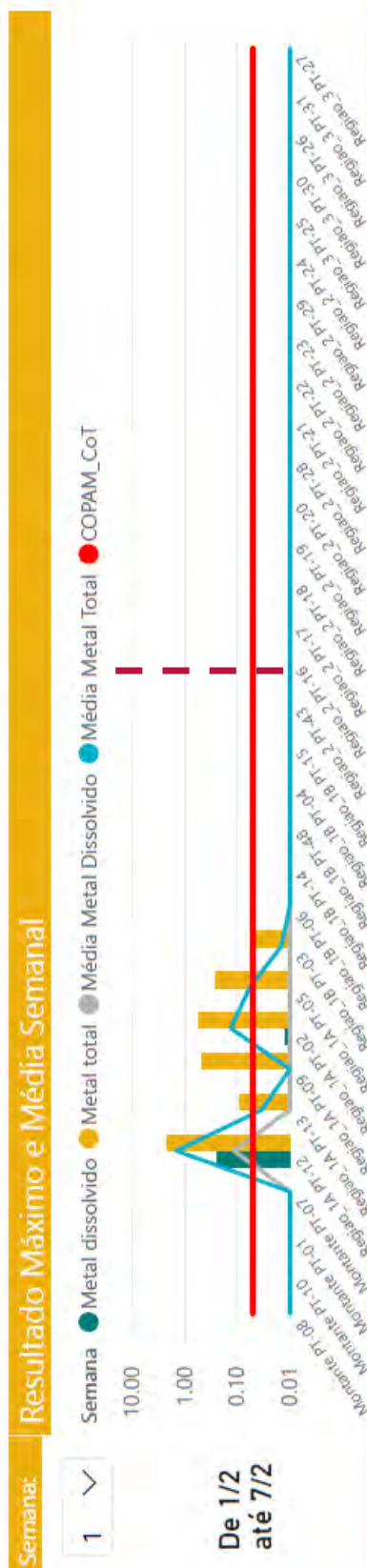
SUBSTÂNCIA: COBRE (mg/l)





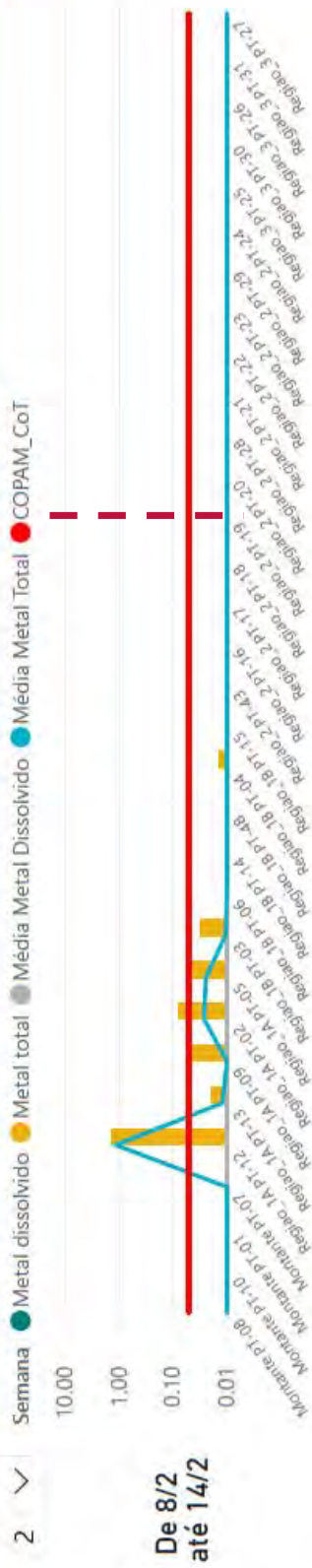
MÁXIMA E MÉDIA SEMANAL DE CONCENTRAÇÕES

SUBSTÂNCIA: COBALTO (mg/l)

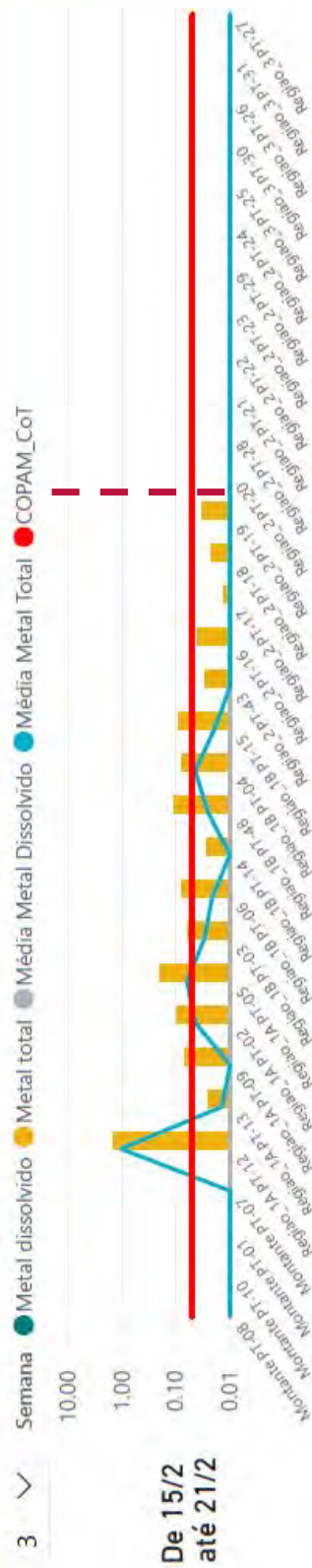




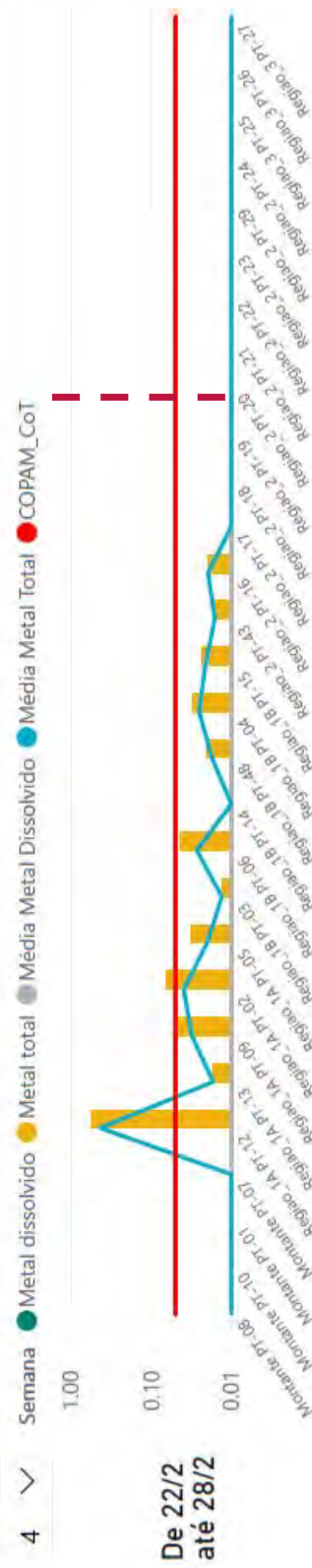
Semana: **Resultado Máximo e Média Semanal**



Semana: **Resultado Máximo e Média Semanal**



Semana: **Resultado Máximo e Média Semanal**



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



MÁXIMA E MÉDIA SEMANAL DE CONCENTRAÇÕES

SUBSTÂNCIA: Alumínio (mg/kg)

Semana: 0 Resultado Máximo e Média Semanal

0 Semana ● Resultado Máximo ● Resultado Médio ● CONAMA (Nível 1 Água Doce)

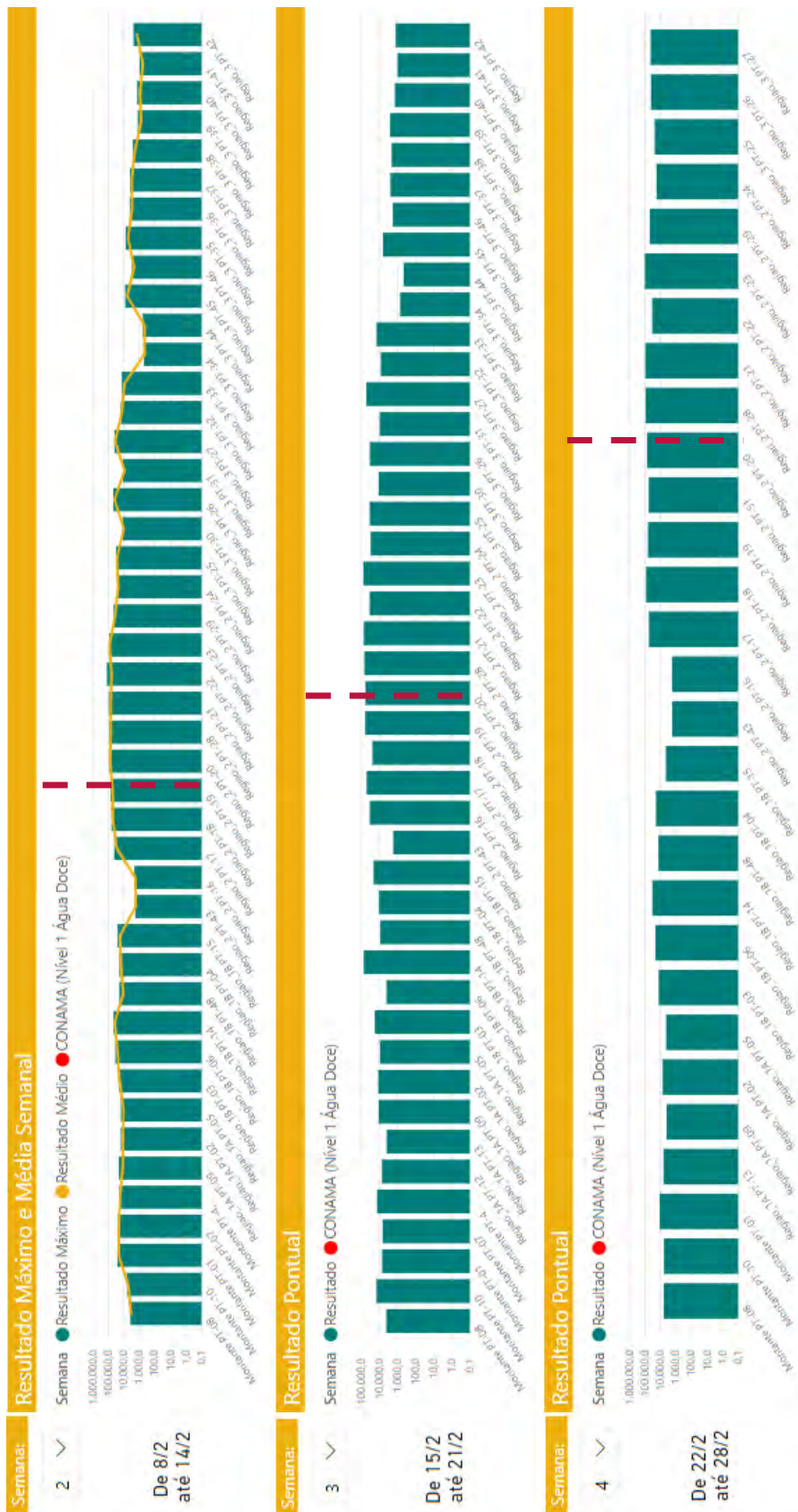


Semana: 1 Resultado Máximo e Média Semanal

1 Semana ● Resultado Máximo ● Resultado Médio ● CONAMA (Nível 1 Água Doce)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)

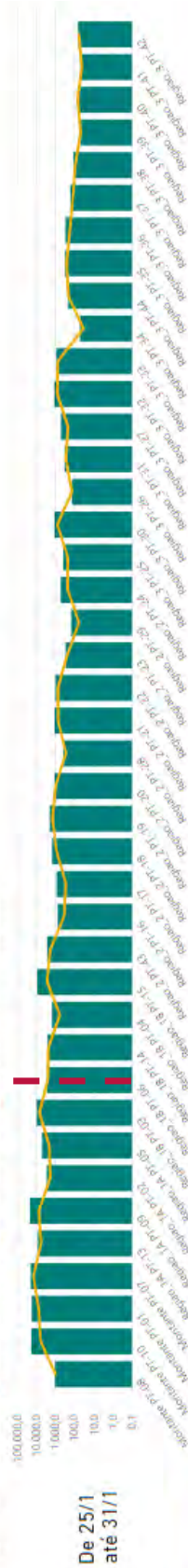


MÁXIMA E MÉDIA SEMANAL DE CONCENTRAÇÕES

SUBSTÂNCIA: Manganês (mg/kg)

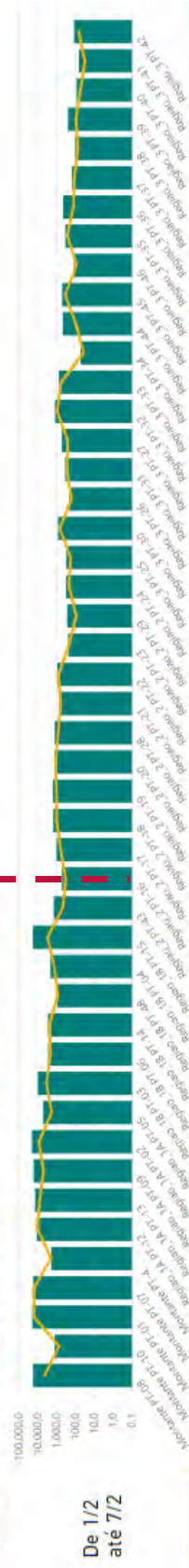
Resultado Máximo e Média Semanal

0 Semana: Resultado Máximo Resultado Médio CONAMA (Nível 1 Água Doce)



Resultado Máximo e Média Semanal

1 Semana: Resultado Máximo Resultado Médio CONAMA (Nível 1 Água Doce)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



MÁXIMA E MÉDIA SEMANAL DE CONCENTRAÇÕES

SUBSTÂNCIA: Chumbo (mg/kg)

Semana: 0 Resultado Máximo e Média Semanal

0 Semana ● Resultado Máximo ● Resultado Médio ● CONAMA (Nível 1 Água Doce)



Semana: 1 Resultado Máximo e Média Semanal

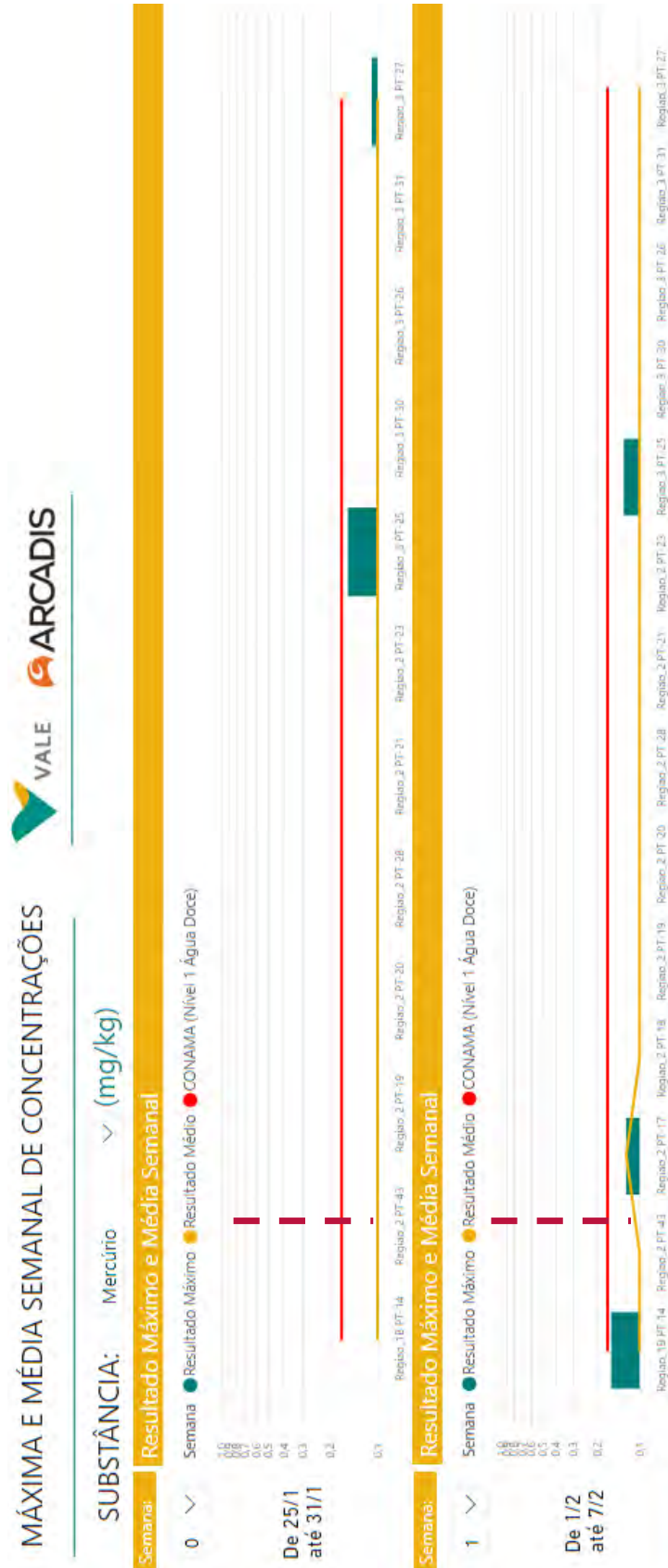
1 Semana ● Resultado Máximo ● Resultado Médio ● CONAMA (Nível 1 Água Doce)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



MÁXIMA E MÉDIA SEMANAL DE CONCENTRAÇÕES

SUBSTÂNCIA: Zinco (mg/kg)

Semana: 0 Resultado Máximo e Média Semanal

0 Semana Resultado Máximo Resultado Médio CONAMA (Nível 1 Água Doce)



Semana: 1 Resultado Máximo e Média Semanal

1 Semana Resultado Máximo Resultado Médio CONAMA (Nível 1 Água Doce)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)

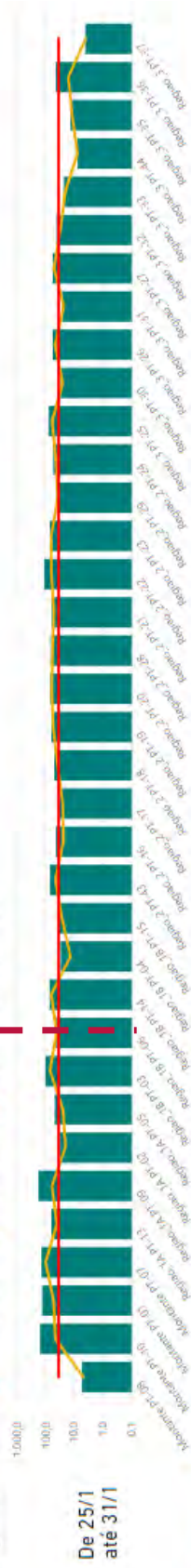


MÁXIMA E MÉDIA SEMANAL DE CONCENTRAÇÕES

SUBSTÂNCIA: Cobre (mg/kg)

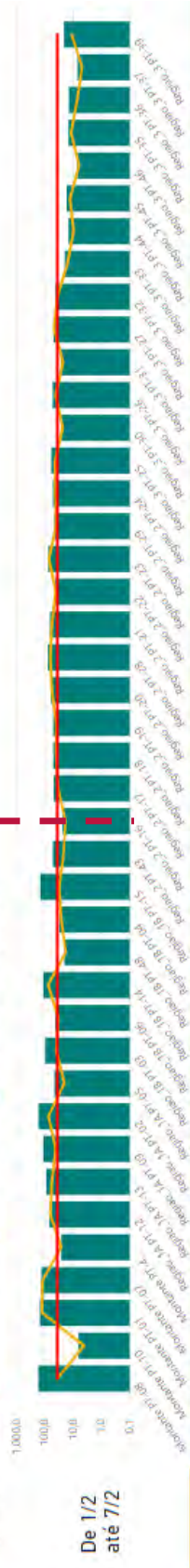
Semana: 0 Resultado Máximo e Média Semanal

0 Semana ● Resultado Máximo ● Resultado Médio ● CONAMA (Nível 1 Água Doce)

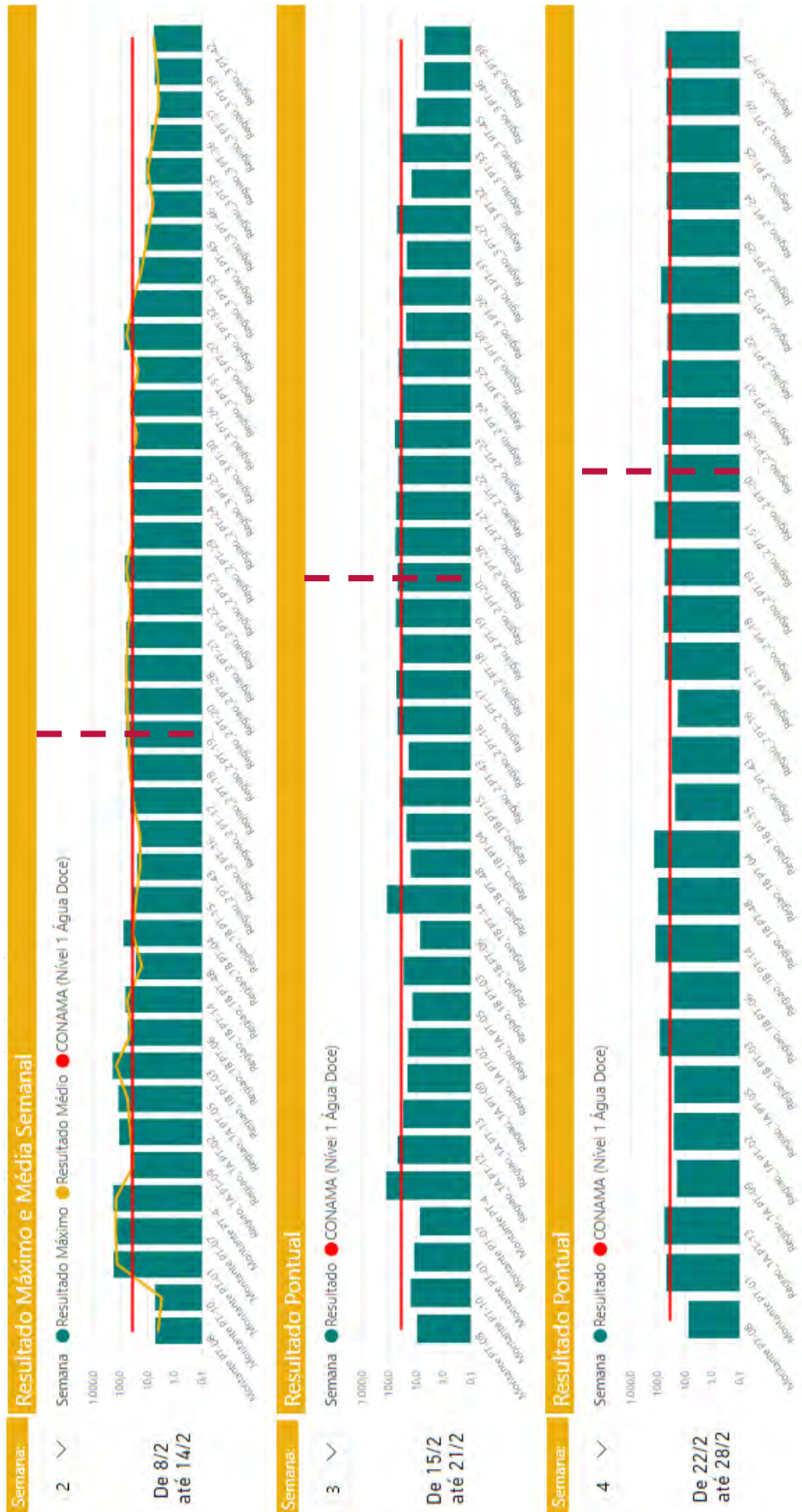


Semana: 1 Resultado Máximo e Média Semanal

1 Semana ● Resultado Máximo ● Resultado Médio ● CONAMA (Nível 1 Água Doce)



Dados de Qualidade – Metais (Sedimento)

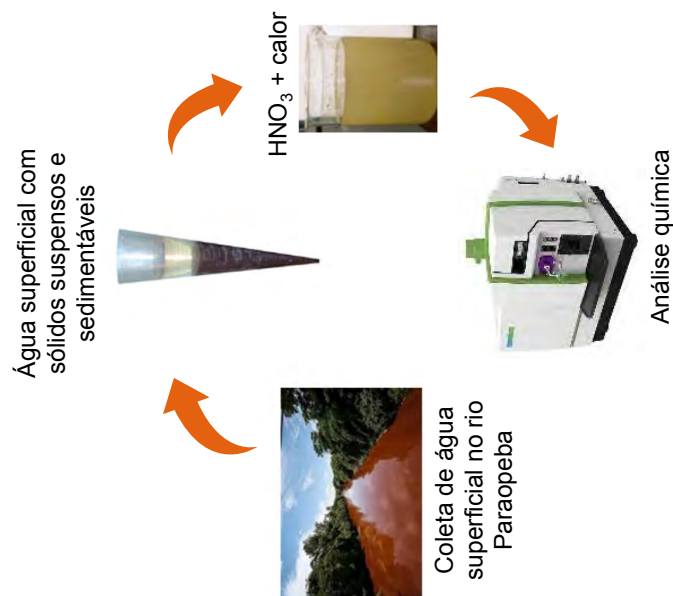


Dados de Qualidade - Metais

Os resultados analíticos revelam uma baixa concentração de metais dissolvidos nas amostras de água superficial se comparados aos teores totais para maioria dos parâmetros analisados.

Por sua vez, estão sendo verificadas concentrações elevadas de metais totais nessas mesmas amostras. Essa diferença indica que as concentrações elevadas de metais totais estão relacionadas com os metais presentes nos sólidos associados (suspensos e sedimentáveis) e não com o material dissolvido na água.

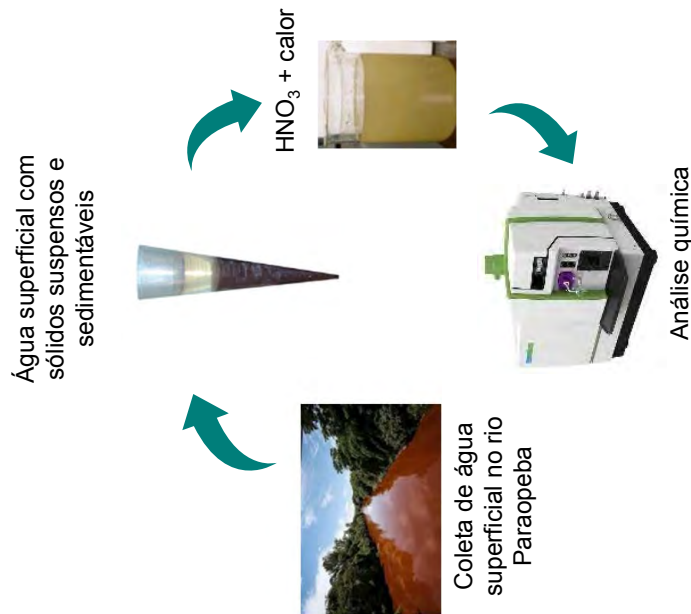
O processo de preservação e preparação da amostra previamente a análise de metais provoca uma dissolução forçada dos sólidos em suspensão de uma maneira que não ocorre no ambiente.





Influência dos Rejeitos na Alteração da Qualidade das Águas

Teste de Filtração



Teste de Filtração (10 dias consecutivos)

Dia 08/02	Turbidez (NTU) 4540			
	Total	Faixa Branca 7 Micras	0.45 Micras	0.20 Micras
Alumínio (mg/L)	0,94	0,43	< 0,05	0,27
Ferro (mg/L)	2,34	0,59	< 0,1	< 0,1
Manganês (mg/L)	1,952	0,025	< 0,025	< 0,025
Chumbo (mg/L)	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cobre (mg/L)	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Urânio (mg/L)	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Zinco (mg/L)	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cálcio (mg/L)	5,06	4,31	3,88	3,41

Dia 17/02	Turbidez (NTU) 2380			
	Total	Faixa Branca 7 Micras	0.45 Micras	0.20 Micras
Alumínio (mg/L)	20,81	0,66	0,22	0,26
Ferro (mg/L)	135,16	1,24	0,32	< 0,1
Manganês (mg/L)	12.278	0,044	< 0,025	< 0,025
Chumbo (mg/L)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cobre (mg/L)	0,081	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Urânio (mg/L)				
Zinco (mg/L)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cálcio (mg/L)	4,59	2,82	3,78	2,71



Programa de Qualidade dos Rejeitos, Sedimento e Solo

Com relação aos primeiros dados obtidos pode-se destacar os seguintes aspectos:

- ✓ O rejeito foi classificado como **Não Perigoso**. Sendo 2 amostras **Inertes** e 2 **Não Inertes**, em função da solubilização de Ferro, Alumínio e Manganês.
- ✓ Os "rejeitos", em termos da presença de metais traços, apresentam por vezes teores diminutos se comparados aos sedimentos e solos que vem sendo amostrados e analisados, em zonas ainda não impactadas;
- ✓ Dados geoquímicos históricos têm mostrado que os teores de metais traços contidos nos rejeitos são da mesma magnitude ou inferiores que os dados existentes nos bancos de dados públicos para solo;



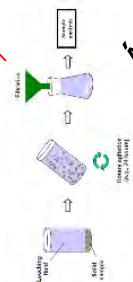
Caracterização Rejeitos

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ABNT 10.004

Composição Química Rejeitos

ABNT 10.004

Parâmetro	Unidade	AM 01-A	AM 01-B	AM 02-A	AM 02-B	AM 03-A	AM 03-B	AM 04-A	AM 04-B
Ferro	%	48,7	48,1	35,8	35,4	58,5	58,9	54,2	52,9
Manganês	%	0,44	0,45	0,22	0,22	0,36	0,38	0,47	0,45
Alumínio	%	4,65	4,77	9,81	9,65	2,25	2,33	3,12	3,05
Chumbo	mg/kg	20,5	19,2	21	23,8	10,1	10,3	19,1	16,3
Zinco	mg/kg	41	39	34	31	33	32	46	42
Cobre	mg/kg	27	35,6	18,5	22,3	20,3	19,2	28,2	28,9
Níquel	mg/kg	9,2	8,7	6,2	6,9	8,1	8,8	7,5	9,4
Ársênio	mg/kg	14	13	9	10	9	10	10	10
Bário	mg/kg	146	144	127	141	97	92	150	135
Cádmio	mg/kg	0,15	0,14	0,07	0,06	0,07	0,07	0,17	0,17
Cromo	mg/kg	17	4	26	14	12	2	18	22
Mercurio	mg/kg	8,2	7,9	5,6	5,8	8,9	7,6	9,6	9,4
Cobalto	mg/kg	17	17	32	36	9	9	17	16
Vanádio	mg/kg	1,3	1,04	0,72	0,79	1,04	1,05	1,28	1,09
Antimônio	mg/kg	1,5	1,35	1,38	1,49	1,4	1,23	1,45	1,4
Molibdênio	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-
Prata	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-
Selênio	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-



água

Ácido acético

Parâmetro	Unidade	VMP 01	2/1/2019	2/1/2019	2/1/2019	2/1/2019	2/1/2019
Ferro	mg Fe/L	0,3	<0,1	AM02	AM03	AM04	<0,1
Manganês	mg Mn/L	0,1	3,63	4,96	0,071	<0,025	<0,025
Alumínio	mg Al/L	0,2	<0,005	0,64	<0,05	<0,05	<0,05
Chumbo	mg Pb/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco	mg Zn/L	5,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cobre	mg Cu/L	2,0	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009
Níquel	mg Ni/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ársênio	mg As/L	-	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Bário	mg Ba/L	0,7	0,04	0,04	0,02	<0,01	<0,01
Cádmio	mg Cd/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cromo	mg Cr/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mercurio	mg Hg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Cobalto	mg Co/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanádio	mg V/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Antimônio	mg Sb/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Boro	mg B/L	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdênio	mg Mo/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Prata	mg Ag/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Selênio	mg Se/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Parâmetro	Unidade	VMP 01*	2/1/2019	2/1/2019	2/1/2019	2/1/2019	2/1/2019
Ferro	mg Fe/L	-	<0,1	0,15	<0,1	<0,1	<0,1
Manganês	mg Mn/L	-	17,7	24,5	4,88	0,456	0,456
Alumínio	mg Al/L	-	0,07	0,23	0,11	0,10	0,10
Chumbo	mg Pb/L	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco	mg Zn/L	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cobre	mg Cu/L	-	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009
Níquel	mg Ni/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ársênio	mg As/L	1	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Bário	mg Ba/L	70	0,48	0,50	0,19	0,10	0,10
Cádmio	mg Cd/L	0,5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cromo	mg Cr/L	5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mercurio	mg Hg/L	0,1	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Cobalto	mg Co/L	-	0,017	0,018	0,006	<0,005	<0,005
Vanádio	mg V/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Antimônio	mg Sb/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Boro	mg B/L	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdênio	mg Mo/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Prata	mg Ag/L	5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Selênio	mg Se/L	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

• Potencial baixo de liberação de Metais traços pelo rejeito;

• Até o momento nas condições avaliadas potencial para liberar Mn, Fe e Al.



Caracterização do Rejeito Vs Sedimentos

Amostras de Rejeito

Composição Química Rejeitos

Parâmetro	Unidade	AM 01-A	AM 01-B	AM 02-A	AM 02-B	AM 03-A	AM 03-B	AM 04-A	AM 04-B
Ferro	%	48.7	48.1	35.8	35.4	58.5	58.9	54.2	52.9
Manganês	%	0.44	0.45	0.22	0.36	0.38	0.38	0.47	0.45
Alumínio	%	4.65	4.77	9.81	9.65	2.25	2.33	3.12	3.05
Chumbo	mg/kg	20.5	19.2	21	23.8	30.1	10.3	19.1	16.3
Zinco	mg/kg	41	39	34	31	33	32	46	42
Cobre	mg/kg	27	35.6	18.5	22.3	20.3	19.2	28.2	28.9
Níquel	mg/kg	9.2	8.7	6.2	6.9	8.1	8.8	7.5	9.4
Arsênio	mg/kg	14	13	9	10	9	10	10	10
Bário	mg/kg	146	144	127	141	97	92	150	135
Cádmio	mg/kg	0.15	0.14	0.07	0.06	0.07	0.07	0.17	0.17
Cromo	mg/kg	17	4	26	14	12	2	18	22
Mercurio	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-
Cobalto	mg/kg	8.2	7.9	5.6	5.8	8.9	7.6	9.6	9.4
Vanádio	mg/kg	17	17	32	36	9	9	17	16
Antimônio	mg/kg	1.3	1.04	0.79	1.04	1.05	1.05	1.28	1.09
Boro	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-
Molibdênio	mg/kg	1.5	1.35	1.38	1.49	1.4	1.23	1.45	1.4
Prata	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-
Selênio	mg/kg	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2

Composição Química Sedimento Montante PT-01

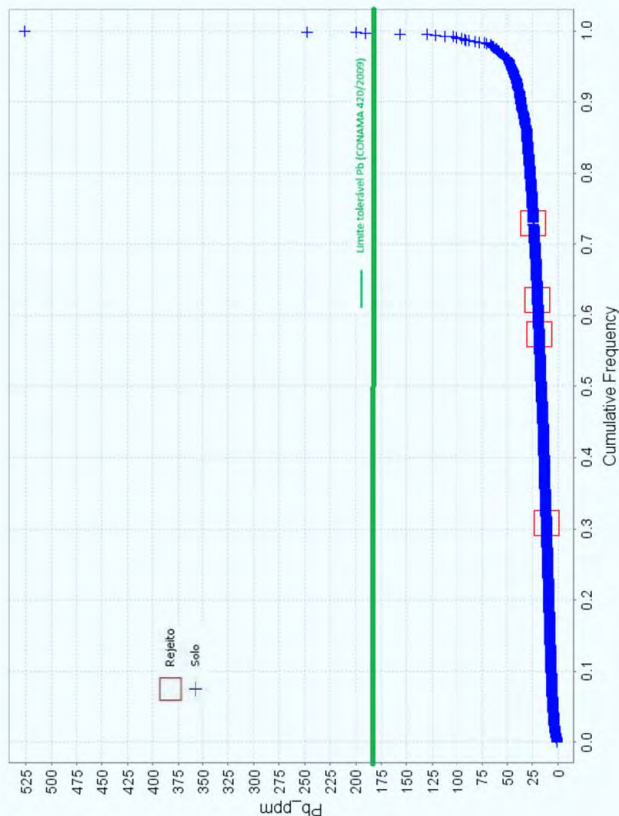
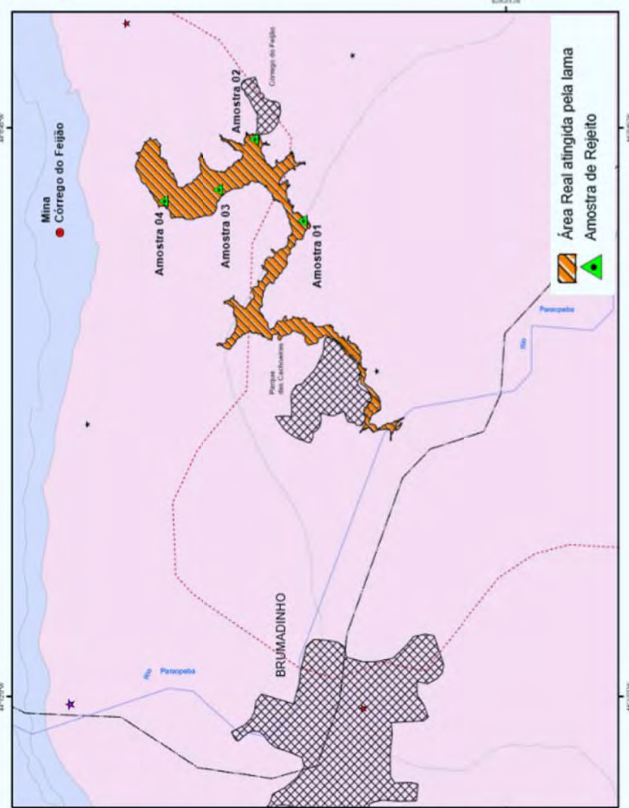
PT-01 Parâmetro	Unidade	CONAMI		1/27/2019	1/28/2019	1/29/2019	1/31/2019	2/1/2019	2/2/2019
		A 454 - Água Doce	Nível 1						
Ferro	mg/kg	-	-	27347	127740	168868	215055	227854	203788
Manganês	mg/kg	-	-	952	11170	17539	577	10730	14241
Alumínio	mg/kg	-	-	7029	8974	16361	6162	17190	17123
Chumbo	mg/kg	35	91.3	8.4	20	36	8.9	29	33
Zinco	mg/kg	123	315	21	45	85	27	82	84
Cobre	mg/kg	35.7	197	11	64	132	3.9	101	120
Níquel	mg/kg	18	35.9	10	21	8.9	5	32	35
Arsênio	mg/kg	5.9	17	5.1	4.7	8.9	5	12	10
Bário	mg/kg	-	-	55	128	225	25	163	194
Cádmio	mg/kg	0.6	3.5	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Cromo	mg/kg	37.3	90	32	13	23	20	29	26
Mercurio	mg/kg	0.17	0.488	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Cobalto	mg/kg	-	-	8	15	28	2.7	21	25
Vanádio	mg/kg	-	-	28	12	23	17	23	24
Antimônio	mg/kg	-	-	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Boro	mg/kg	-	-	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Molibdênio	mg/kg	-	-	<0.40	<0.5	<0.87	<0.38	<0.76	<0.85
Prata	mg/kg	-	-	<0.25	1.5	<0.43	<0.25	<0.38	<0.42
Selênio	mg/kg	-	-	<2	<2	<3.5	<2.3	<3	<3.4

Composição Química Sedimento Jusante PT-09

PT-09 Parâmetro	Unidade	CONAMI		1/28/2019	1/31/2019	2/1/2019	2/2/2019	2/4/2019
		A 454 - Água Doce	Nível 1					
Ferro	mg/kg	-	-	63165	310522	55642	66845	152987
Manganês	mg/kg	-	-	2801	21897	2855	2888	15947
Alumínio	mg/kg	-	-	15732	19832	15100	13222	12471
Chumbo	mg/kg	35	91.3	15	41	14	13	28
Zinco	mg/kg	123	315	54	122	59	46	72
Cobre	mg/kg	35.7	197	30	178	29	30	112
Níquel	mg/kg	18	35.9	16	50	16	17	32
Arsênio	mg/kg	5.9	17	9.4	17	8.5	8.8	5.7
Bário	mg/kg	-	-	92	249	102	89	183
Cádmio	mg/kg	0.6	3.5	<0.25	<0.42	<0.41	<0.41	<0.35
Cromo	mg/kg	37.3	90	62	44	54	48	19
Mercurio	mg/kg	0.17	0.488	<0.51	<0.48	<0.48	<0.48	<0.39
Cobalto	mg/kg	-	-	14	34	15	13	23
Vanádio	mg/kg	-	-	53	30	57	48	15
Antimônio	mg/kg	-	-	<0.25	<0.42	<0.41	<0.41	<0.35
Boro	mg/kg	-	-	<10	<17	<16	0.5	1.1
Molibdênio	mg/kg	-	-	<0.5	<0.84	<0.82	<0.82	<0.7
Prata	mg/kg	-	-	<0.25	<0.42	<0.41	<0.41	<0.35
Selênio	mg/kg	-	-	<2	<3.4	<3.3	<3.3	<2.8



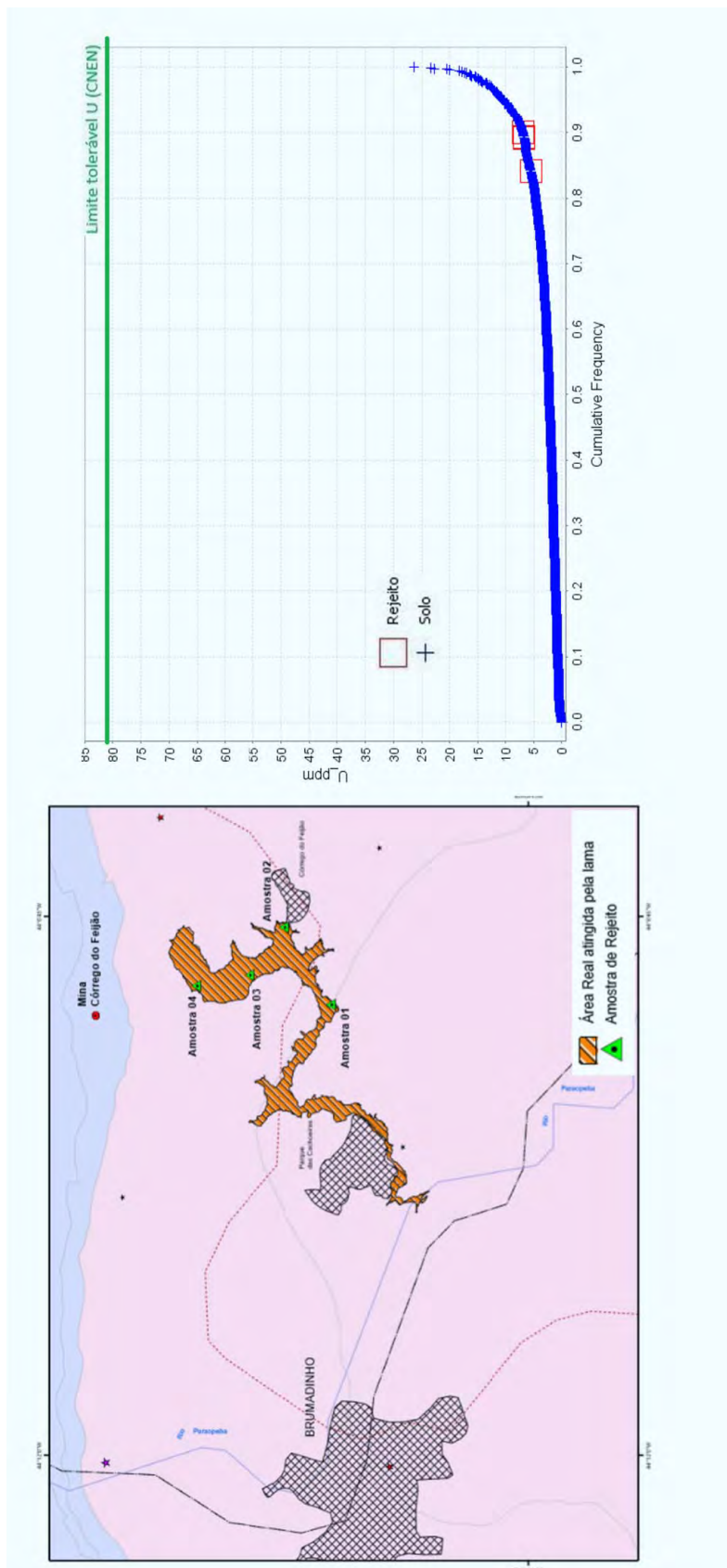
Avaliação Geoquímica do Solo Regional – Chumbo (CPRM)



No gráfico nota-se que no universo de 1019 amostras de solo da área Quadrilátero Ferrífero existem 4 casos com teores superiores a esse Valor de Investigação e que todas as 4 amostras de rejeito apresentam valores abaixo do limite de tolerância da legislação (valor máximo 24ppm).



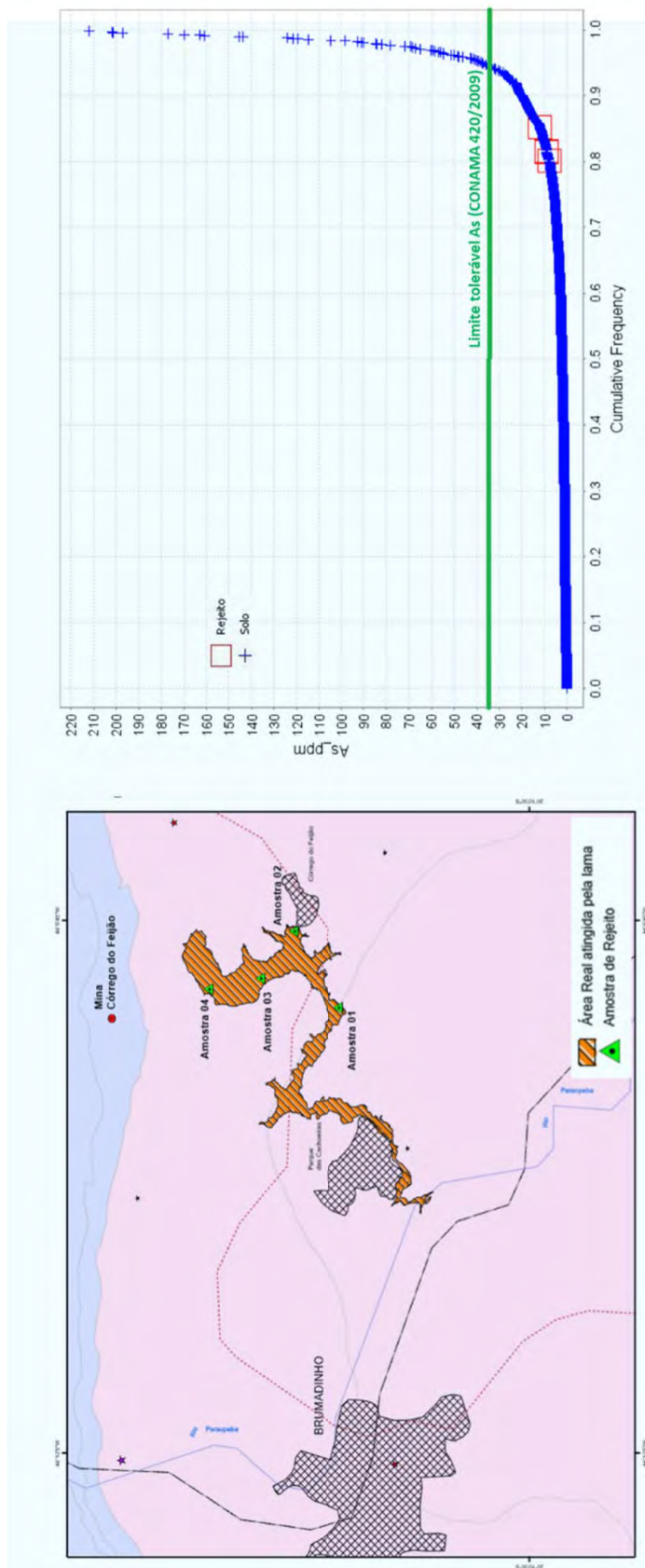
Avaliação Geoquímica do Solo Regional – Urânio (CPRM)



Todas amostras de solo (máximo 26,4 ppm) e todas amostras de rejeito (máximo 6,9 ppm) registram teores muito inferiores ao limite tolerável de urânio (83,3 ppm*), segundo CNEN.



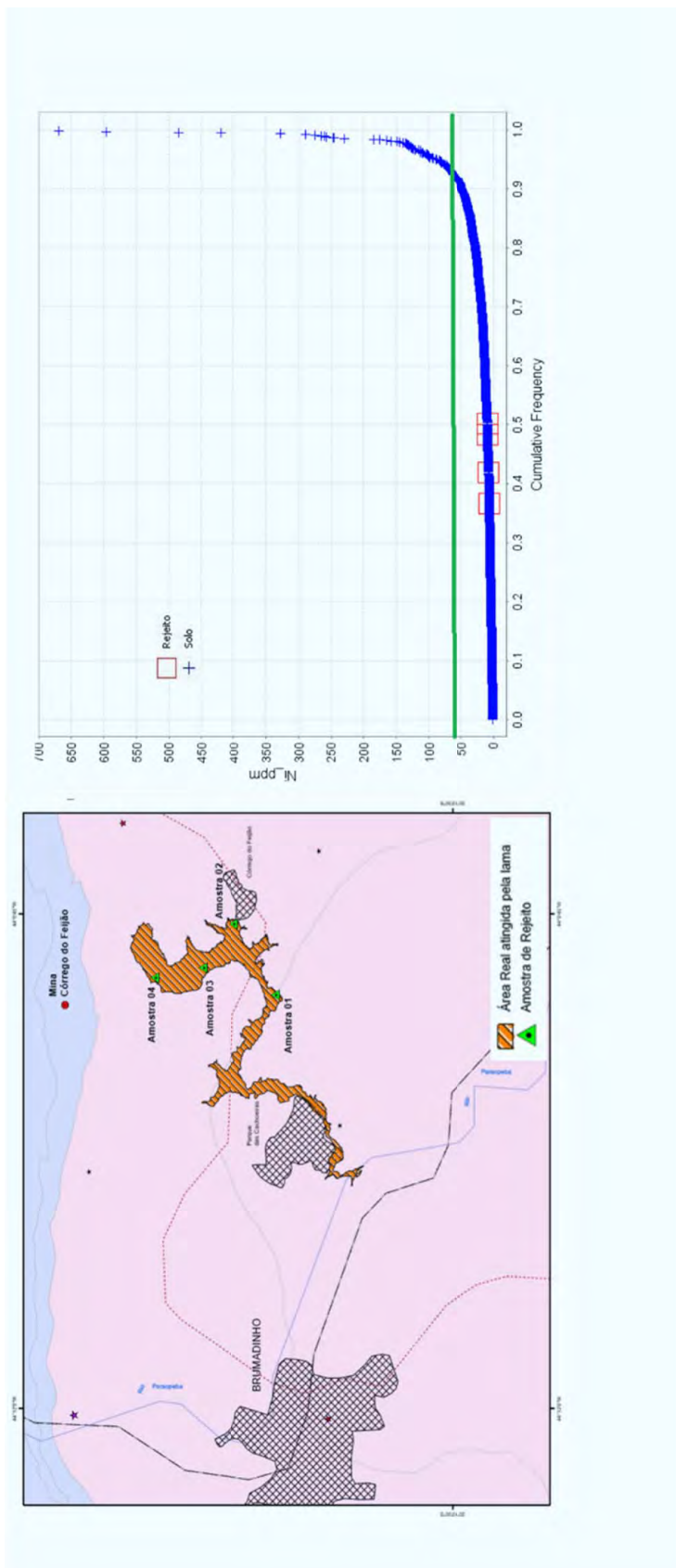
Avaliação Geoquímica do Solo Regional – Arsênio (CPRM)



No universo de 1019 amostras de solo da área Quadrilátero Ferrífero existem 59 casos com teores superiores ao Valor de Investigação, de provável natureza geogênica.



Avaliação Geoquímica do Solo Regional – Níquel (CPRM)



No gráfico nota-se que no universo de 1019 amostras de solo da área Quadrilátero Ferrífero existem 68 casos com teores superiores ao Valor de Investigação.

As 4 amostras de rejeito (média de 7,7 ppm e máximo de 9,3 ppm Ni) têm valores inferiores ao limite do CONAMA.



Resultados de Ecotoxicidade

Resultados Liberados

Tipo de Ambiente	Aquático				Sedimento
Espécie	Vibrio fischeri	Daphnia similis	Raphidocelis subcapitata	Ceriodaphnia dubia	Danio rerio
Grupo Taxonômico	Bactéria	Crustacea	Algae	Crustacea	Fish
Método	ABNT 15411-3:2012	ABNT 12713:2009	ABNT 12648:2011	ABNT 13373:2010	ABNT 15088:2011
Duração do ensaio	15-30 min	2 dias	3 dias	7 dias	10 dias
Tipo de exposição	Aguda	Aguda	Crônica	Crônica	Aguda
Expressão dos resultados de acordo com a norma	OE20, CE50, FT	CE50, FT, Tóxico e Não Tóxico	CENO, CEO, VC, CE50, Tóxico e Não Tóxico	CENO, CEO, VC, Tóxico e Não Tóxico	CL50, FT, Tóxico e Não Tóxico

Resultados Liberados

Obs: Em água salobra, serão empregados organismos marinhos



Resultados de Ecotoxicidade

Organismo	Bactéria luminescente	Microcrustáceo filtrador
Amostras processadas	469	152
Período	20 dias (até 14/02)	8 dias (até 02/02)
Resultados Gerais	2 98 Não Tóxicas 98% (458/469)	0 100 Não Tóxicas 100% (152/152)

● amostras não tóxicas (em %)
 ● amostras tóxicas (em %)



Resultados de Ecotoxicidade

- ✓ Com base nos resultados consolidados até o momento nas bacias do rio Paraopeba e do rio São Francisco, para o microcrustáceo *Daphnia similis* não foi observada ecotoxicidade aguda (100% não tóxico);
- ✓ Em relação aos resultados liberados para a bactéria *Vibrio fischeri*, foi evidenciado que as condições anteriores estão sendo mantidas após a passagem da pluma (97% não tóxico);



CONCLUSÕES



Conclusão Geral

- Os dados do CPRM indicaram concentrações de metais pesados nas matrizes de solo e sedimento.
- Encontrado metais pesados no sedimento a jusante do reservatório de 3 Marias acima dos limites legais.
- Os resultados de caracterização dos rejeitos apresentam metais pesados abaixo dos valores máximos encontrados na região (dados CPRM) e abaixo dos limites legais existentes para solo (CONAMA).
- Rejeito classificado segundo ABNT 10.004 como Não Perigoso - Não Inerte.
- As maiores concentrações de metais estão correlacionadas ao posicionamento da pluma de rejeito, sendo predominantemente nas regiões 1A e 1B (primeiros 70 km após o rompimento).
- Os dados de qualidade de água demonstram maior concentrações de metais totais, sendo identificados poucos valores acima dos limites para metais dissolvidos, tendendo a reduzir a biodisponibilidade dos compostos para o meio.
- Resultados de Ecotoxicidade até o momento não apresentaram toxicidade aguda para organismos aquáticos (bactérias luminescentes e crustáceos). Análises em outros organismos aquáticos e terrestres em andamento.
- Laboratório BIOAGRI contratado para fazer análises de bioacumulação em vegetais e animais.

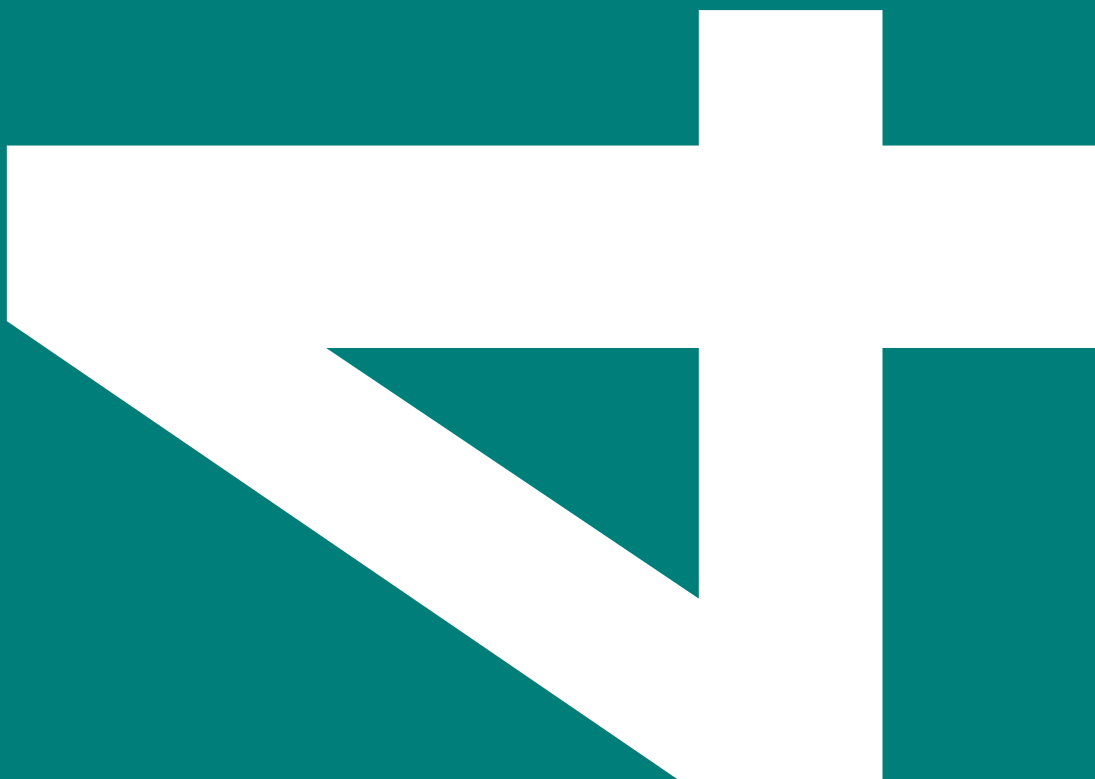


Conclusão Geral

- Resultados apontam que a contenção de rejeitos no trecho inicial é crucial para controle da fonte ativa e consequente recuperação do rio. As obras emergenciais deste trecho encontram-se em discussão.
- A COPPE - UFRJ foi contratada para validar metodologia, plano de monitoramento e os resultados analíticos
- O modelo preliminar de carreamento do rejeito, realizado pela Empresa Potamos, estima que quantidade de rejeito depositada no rio Paraopeba é equivalente ao material carreado naturalmente no rio ao longo de 1 ano (aprox. 3 milhões de m³).
- O mesmo modelo de carreamento estima que 77% do rejeito ficará depositado no reservatório da usina hidrelétrica de Retiro Baixo e o restante chegará ao reservatório da usina hidrelétrica de 3 Marias, não chegando nenhum material ao rio São Francisco.



Análise de Água Subterrânea Bacia do Paraopeba



Mapeamento de poços

Desde o dia 27/01/2019 foram realizadas coletas em 135 pontos, entre cisternas (41) e poços tubulares (94), localizados nas margens do Rio Paraopeba, no trecho do Córrego Ferro-Carvão até a Represa Três Marias, obtidos a partir de diferentes fontes, conforme apresentado a seguir:

- 04 pontos compilados a partir do site do SIAGAS;
- 15 poços compilados a partir dos dados de outorga do IGAM (outorgados);
- 102 pontos identificados no mapeamento de usuários no entorno do Rio Paraopeba;
- 14 pontos identificados em campo durante as atividades de coleta;

Ressalta-se que dos 135 pontos coletados, 17 estão localizados numa distância inferior a 100 metros do curso d'água afetado pelo rompimento (Córrego Ferro-Carvão e Rio Paraopeba), sendo 12 cisternas e 5 poços tubulares.



Padrões de Qualidade

- Portaria de Consolidação nº 5 - Água para consumo humano/padrão de potabilidade;
- Resolução CONAMA nº 396 - Uso preponderante da água para consumo humano;

As análises e as coletas foram realizadas pelo laboratório ALS Corplab;

Até o momento foram disponibilizados 105 laudos de análise e estão sendo realizando a validação técnica dos resultados.



Elementos analisados

Alcalinidade	Alumínio	Cobre	Níquel	Amônia (como NH3)
Alcalinidade Total	Antimônio	Cromo	Potássio	Radioatividade Alfa
Cianeto Total	Arsênio	Ferro	Prata	Radioatividade Beta
Condutividade	Bário	Fósforo	Selênio	Sólidos Dissolvidos Totais
Cor Aparente	Berílio	Lítio	Sódio	Sólidos Suspensos Totais
Dureza	Boro	Magnésio	Titânio	Sulfeto
Oxigênio Dissolvido in situ	Cádmio	Manganês	Urânio	Cloreto
pH in situ	Cálcio	Merúrio	Vanádio	Fluoreto
Potencial Redox in situ	Chumbo	Molibdênio	Zinco	Nitrato como N
Temperatura in situ	Cobalto	Sílica Dissolvida	Sulfato	Nitrito como N
Turbidez in situ	Orgânicos	Agrotóxicos	Desinfetantes	





Ações para mitigação de impacto sobre o abastecimento de água no município de Pará de Minas



Medidas para subsidiar as ações

- Levantamento batimétrico na captação do Rio Paraopeba;
- Instalação de cinco barreiras de membranas filtrantes no curso do Rio Paraopeba, confinando o ponto de captação da Concessionária Águas de Pará de Minas (CAPAM).
- Realização de testes de eficiência com três tipos de floculantes/coagulantes para melhoria da qualidade da água (principalmente cor e turbidez).
- Estudo hidrológico mananciais da região de Pará de Minas para verificar a disponibilidade hídrica (dentre eles Sanhudo, Cova D'anta, Raiz, Bom Sucesso, Pará e Paraopeba).
- Monitoramento horário dos padrões de qualidade de água do Rio Paraopeba (Turbidez, Cor, Condutividade elétrica e pH), monitoramento da Portaria 5 de 2017 do Ministério da saúde e CONAMA 357 de 2005;

Ações Imediatas

- Disponibilização pela Vale de 3 caminhões pipa de 20 m³ para eventuais necessidades;
- Formalização da disponibilidade e liberação de até 100 l/s pelo SAAE de Itaúna para eventual demanda emergencial.
- Instalação no Paiva de um gerador para viabilizar o bombeamento sem interrupções e no Paciência de dois geradores e uma bomba de maior potência (aumento da vazão captável em 40 l/s);
- Reabilitação e repontencialização do bombeamento de três poços pré existentes, aumentando a disponibilidade de água em 20,5 l/s.



Ações Curto prazo (até 3 meses)

- Perfuração de 25 poços (localados até o momento, número pode variar pela disponibilidade hídrica)
- Implantação de obra na Confluência do Moreira com o Cova D'anta

Ações Médio prazo (até 16 meses)

- Implantação de obra no Rio Pará

FONTE	VAZÃO(l/s)	OBSERVAÇÃO	PRAZO (MESES)	VALOR ESTIMADO(R\$)
Perfuração de poços (expectativa 3 l/s/poço)	até 80	implantação através de várias frentes de trabalho. ineficiência operacional no sistema de tratamento e distribuição existente. Prazo não considera a negociação pelo uso da terra com terceiros	1,5	4,5 M
Captação nova Córrego Moreira, Caixa Areia e poços de aluvião	96	SOLUÇÃO PROVISÓRIA Uso de terreno de terceiro	4	14,3 M
Captação nova Rio Pará	284	SOLUÇÃO DEFINITIVA e legado para o sistema de abastecimento de Pará de Minas Possibilidade de implantação em faixa de domínio da BR-262	16	40 M a 100 M



Ações para garantia do abastecimento de água para consumo humano, animal e agrícola



Fornecimento de Água

Descrição Geral

- No dia 11/03 foram distribuídos 1.027.066,00 litros, sendo a distribuição de água mineral para consumo humano de 45.621,00 litros, a distribuição de água potável para dessedentação animal de 495.589,00 litros, irrigação no valor de 475.256,00 litros e 10.600,00 litros para atendimento principalmente aos Postos de Atendimento Vale.
- O volume total até a data de 11/03 é de: 28.214.895,50 litros de água.”
- Os municípios atendidos até ao momento são: Brumadinho, Alberto Flores, Florestal, Mario Campos, São Joaquim de Bicas, Betim, Igarapé, São José de Varginha, Pará de Minas, Esmeralda.
- Estão sendo atendidos os usos de dessedentação animal, irrigação e consumo humano.



