



**ESTADO DE MINAS GERAIS**  
**INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS**  
**Gerência de Monitoramento da Qualidade das Águas**

**Nota Técnica nº 3/IGAM/GEMOQ/2019**

**PROCESSO Nº 2240.01.0000361/2019-73**

**1. ASSUNTO**

Justificativa de Alteração do Plano de Monitoramento Emergencial do rio Paraopeba

**2. REFERÊNCIAS**

Plano de Monitoramento Emergencial do rio Paraopeba

**3. RESUMO**

A presente Nota Técnica tem como finalidade justificar a necessidade de alteração do Plano de Monitoramento Emergencial do rio Paraopeba tendo em vista a realização de monitoramento diário no período de 26/01 a 11/03 (45 dias).

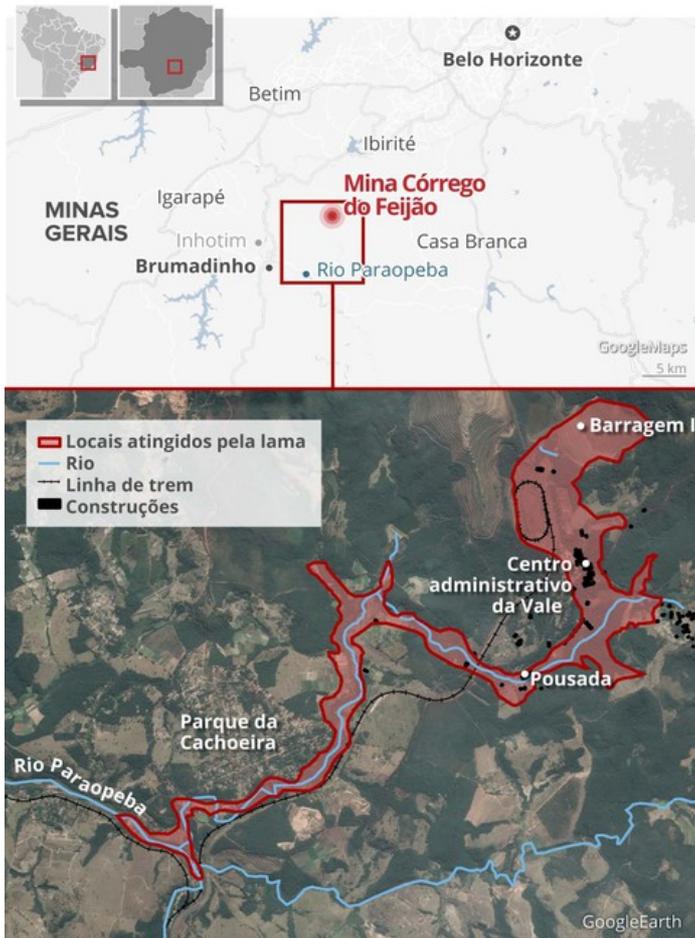
**4. ANÁLISE**

**1.Introdução**

No dia 25 de janeiro de 2019 rompeu-se a chamada barragem B1 no complexo da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA no município de Brumadinho, espalhando uma espessa massa de rejeitos, com perdas humanas e materiais. Esse rejeito verteu pelos cursos hídricos mais próximos, atingindo o rio Paraopeba. Ao chegar nesse corpo de água, o material pode tê-lo afetado não só por seus contaminantes associados, mas também por materiais e produtos que com sua força ele tenha carregado.

## O caminho da lama

Após rompimento de barragem em Brumadinho, rejeitos encobriram a região e atingiram rio



Infográfico elaborado em: 25/01/2019

**Figura 1: Imagens da área da Barragem I da Mina do Córrego Feijão, após o rompimento.**

**Fonte: G1, Globo, disponível em <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/01/27/tragedia-em-brumadinho-o-caminho-da-lama.ghtml>>. Acessado em 14/03/2019.**

Como responsável legal pelo monitoramento da qualidade da bacia do rio Paraopeba, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) atualmente tem em sua rede básica 12 pontos amostrais localizados na calha do rio principal, desde 1997, com frequência trimestral e análise de diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Este documento apresenta proposta para a revisão do Programa Emergencial do Monitoramento da Qualidade da Água e Sedimentos do rio Paraopeba, que objetivou, primeiramente, acompanhar a evolução dos impactos e o avanço da pluma de rejeitos em função do rompimento da Barragem da VALE/AS.

## **2. Avaliação do Plano de Amostragem Emergencial do rio Paraopeba**

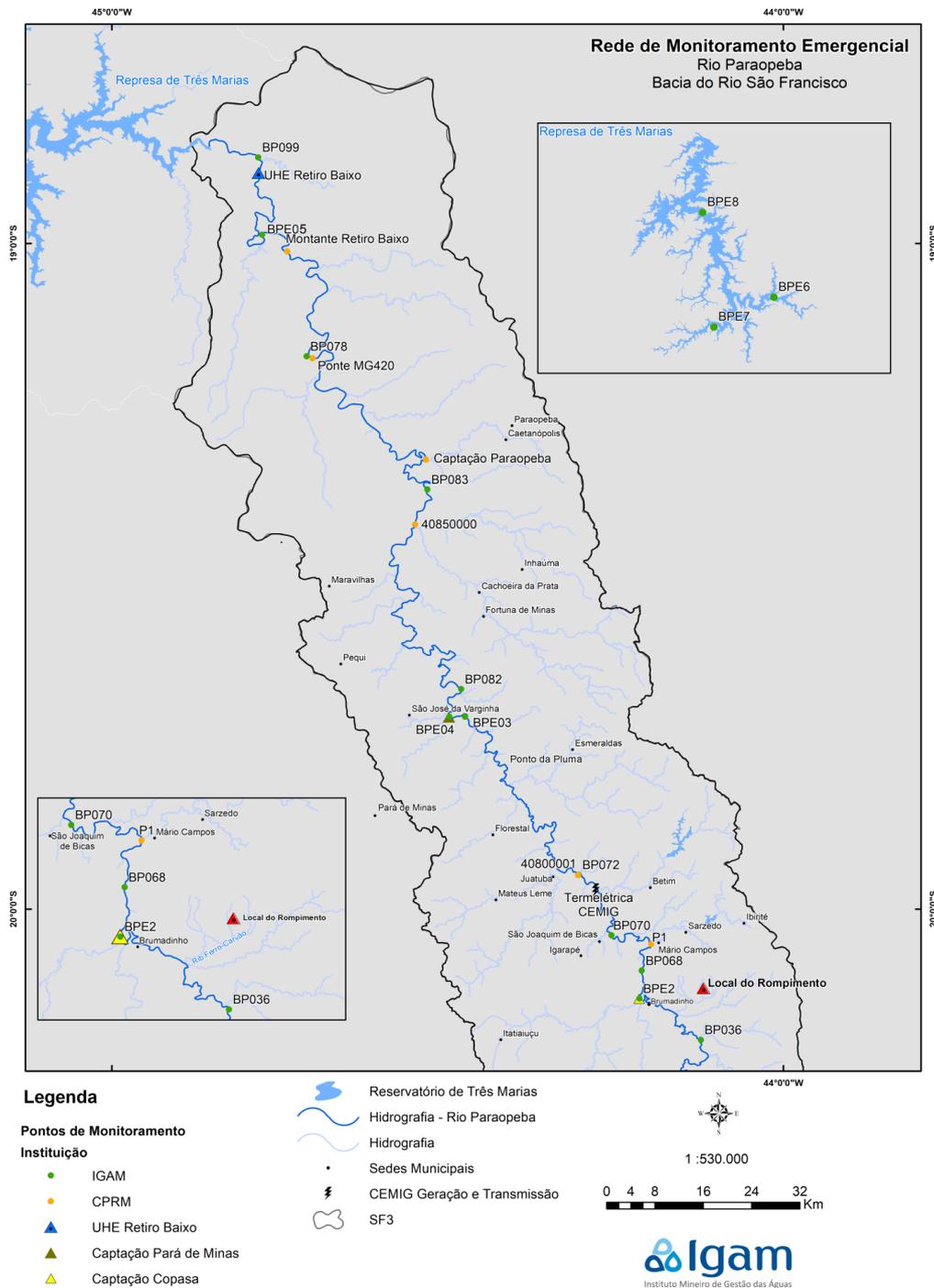
Acionada para realizar monitoramento do impacto dos rejeitos nos recursos hídricos, a autarquia implementou, no dia seguinte ao desastre (26 de janeiro de 2019) o Programa Emergencial de Monitoramento, emitindo, desde então, informativos diários sobre a qualidade das águas a fim de informar os usuários de recursos hídricos, órgãos de governo e sociedade civil sobre o estado das águas.

A rede amostral selecionada aproveitou 8 pontos da rede básica do monitoramento regular do Igam, sendo um logo a montante do trecho impactado e os 7 demais a jusante, totalizando ao menos 300 Km de extensão monitorada, tendo uma distância média em torno de 40 Km entre os pontos. Em função do desastre esse programa foi intensificado, tendo sido implantados, até o momento, mais 7 pontos adicionais. O Igam solicitou ao laboratório a realização de coletas e análises emergenciais da qualidade da água e sedimentos no rio Paraopeba, trabalho este que se iniciou no dia seguinte ao evento com o planejamento do roteiro e deslocamento da equipe para a área.

O plano emergencial contemplou a seleção dos pontos, dos parâmetros e da frequência da coleta das amostras, com o objetivo de avaliar o grau de interferência dos recursos hídricos afetados, permitindo, ainda, a avaliação dos níveis de poluição e degradação ambiental.

### **PONTOS SELECIONADOS:**

Para acompanhar a situação da qualidade das águas e o deslocamento da pluma de rejeitos foram implantados mais 7 pontos de monitoramento ao longo do rio Paraopeba: na captação de água da Copasa em Brumadinho (BPE2), a montante da captação de água do município de Pará de Minas (BPE3), na captação de água do município de Pará de Minas (BPE4), no remanso da UHE Retiro Baixo (BPE5) e 3 novas estações de amostragem localizadas dentro da represa de Três Marias, localizadas nos municípios de Felixlândia (BPE6), Abaeté (BPE7) e Três Marias (BPE8) (Figura 1).



**Figura 1: Localização Geográfica da Rede de Monitoramento Emergencial do rio Paraopeba.**

#### PARÂMETROS

Parâmetros básicos da água: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, turbidez, sólidos totais, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais, bem como os metais: alumínio dissolvido, ferro dissolvido e manganês total. Também foram analisados os seguintes contaminantes: arsênio total, cádmio total, chumbo total, cobre dissolvido, cromo total, mercúrio total, níquel total, zinco total e selênio total.

#### FREQUÊNCIA

O monitoramento diário da qualidade das águas do rio Paraopeba foi realizado em 11 estações (Tabela 1) de monitoramento nos primeiros 45 dias após o rompimento da barragem B1.

Para acompanhar a situação da qualidade da água dentro do reservatório de Três Marias, foram implantadas pelo Igam 3 novas estações de amostragem dentro da represa, localizadas nos municípios de Felixlândia (BPE6), Abaeté (BPE7) e Três Marias (BPE8). O monitoramento destas estações teve início em 2 de março, em função do avanço da lama verificado nos trechos de montante, sendo que, a princípio, a frequência de amostragem foi definida como semanal na primeira (BPE6) e mensal nas duas últimas estações de amostragem (BPE7 e BPE8). Adicionalmente, também foi inserido um ponto de monitoramento a montante do remanso da UHE Retiro Baixo, cujo monitoramento semanal se iniciou em 8 de março.

#### 2.1 Considerações Gerais - Justificativa Alteração Plano de Monitoramento

Tendo em vista a realização de monitoramento diário no período de 26/01 a 11/03 (45 dias), em 11 estações de monitoramento ao longo do rio Paraopeba, das quais 3 estações foram implantadas exclusivamente para o acompanhamento da situação da qualidade da água após o rompimento da barragem B1, o Igam realizou uma revisão do Plano de Monitoramento, com base nas seguintes considerações:

1. É possível verificar que os parâmetros como turbidez, sólidos em suspensão totais, ferro dissolvido e manganês total apresentaram alteração em função do rompimento da barragem B1 em Brumadinho, bem da presença de metais como chumbo, mercúrio e níquel, que excederam os limites de classe 2 em vários trechos, e em valores acima dos níveis históricos medidos pelo IGAM.
2. Também é possível verificar aqueles em que não foi possível identificar relação com o material proveniente da barragem, como por exemplo a série de nitrogênio; óleos e graxas, cálcio total e potássio dissolvido;
3. Durante os 45 dias de monitoramento observou-se que nas primeiras semanas após o desastre foram identificados aumentos significativos, principalmente, para os parâmetros turbidez, sólidos em suspensão totais, ferro dissolvido e manganês total ao longo do rio Paraopeba. A figura 2 exemplifica os resultados obtidos para a turbidez.

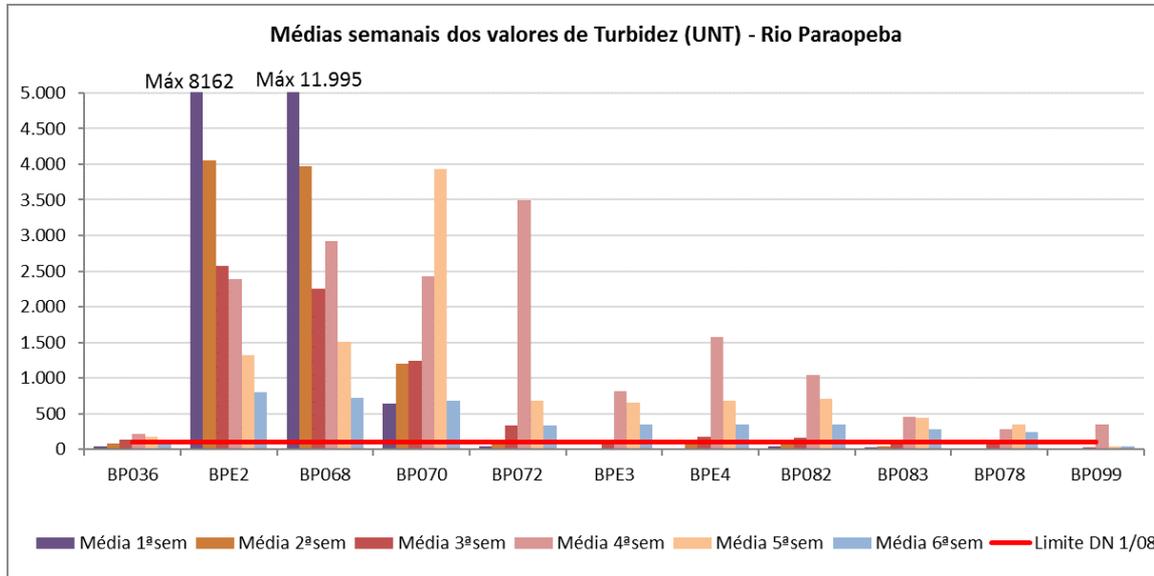


Figura 2: Valores médios semanais de turbidez para as estações de monitoramento da calha do rio Paraopeba.

4. Atualmente não se observa mudança significativa nos valores dos parâmetros que estiveram mais relacionados ao rompimento da barragem B1 em Brumadinho, como ilustrado na Figura 3 para os dados de turbidez obtidos até a data de 11/03/19. As mudanças que ocorreram nas semanas subsequentes ao desastre se deram em função do volume de chuvas registradas na bacia que contribuiu com a remobilização do material proveniente da Barragem B1 depositado no leito do rio, sobretudo nos primeiros 40 km, bem como o deslocamento da frente de rejeitos para trechos de jusante. Ou seja, são oscilações que não permitem, até o momento, afirmar por quanto tempo serão observadas alterações em função do material ainda depositado nas margens e calha dos corpos de água afetados.

Na figura 3 são apresentados os resultados de turbidez obtidos do dia 25 de janeiro (antes do rompimento da barragem B1), dia 26 de janeiro (primeiro dia após o rompimento) e na última semana de monitoramento (entre os dias 6 e 11 de março).

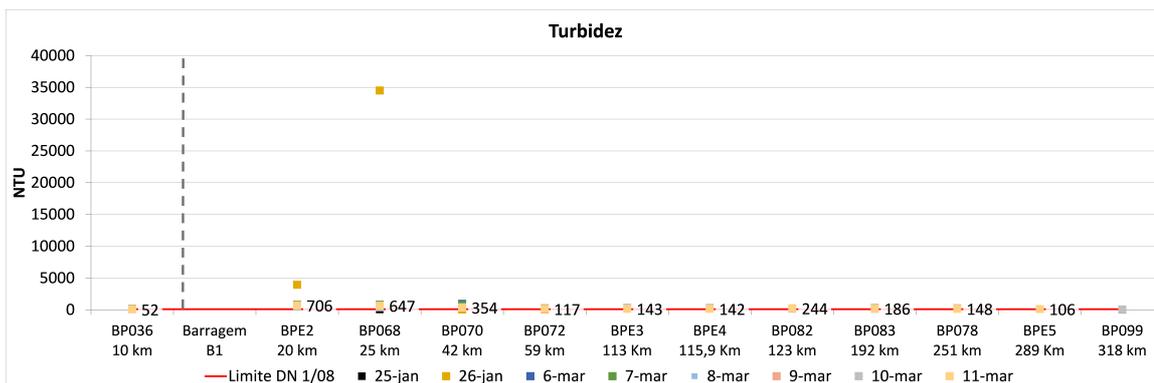


Figura 3: Resultados de turbidez ao longo da calha do rio Paraopeba na 6ª semana do monitoramento emergencial.

5. Durante o período do monitoramento emergencial foi possível acompanhar as alterações dos níveis de turbidez ao longo da calha do rio e o deslocamento da lama. Em 20/02, a estação BP083, na localidade de Papagaios, cerca de 192 Km a jusante da barragem, foi verificado o valor de 1.520 NTU de turbidez, superior ao valor máximo da série histórica observado, de 489 NTU, evidenciando a presença da frente de rejeitos neste trecho do rio Paraopeba. No dia 21/02, registrou-se o valor de 818 NTU na estação BP078 (cerca de 251 Km de distância da Barragem B1), superando a máxima histórica de 766 NTU, indicando o avanço da lama.

Conforme resultados obtidos, registra-se que até o momento, o trecho a jusante da UHE Retiro Baixo (BP099) ainda não sofreu alterações da qualidade da água que refletissem a chegada da lama.

6. Foi realizada uma avaliação do aumento ou redução percentual dos valores de turbidez encontrados na estação BPE3 (montante da captação de Pará de Minas), localizada a montante da cortina anti-turbidez, com relação a estação BPE4 (na captação de Pará de Minas).

Minas), localizada a jusante da cortina ( Figura 4 ). As cortinas objetivam controlar o espalhamento dos sedimentos em suspensão na água, evitando a dispersão das partículas sólidas existentes em suspensão na água (argila, silte, matéria orgânica, etc.).

De maneira geral, os valores medidos na estação de monitoramento BPE3 e BPE4 apresentam pouca variação na maioria dos dados, mostrando uma redução em apenas 32 % dos resultados medidos (9 em 28). Para os resultados que indicaram redução, verificou-se que não houve redução maior que 30% nos valores. Ainda, verifica-se que muitos valores encontrados na estação localizada a jusante da cortina de retenção de sedimentos (BPE4) são superiores aos valores encontrados a montante da membrana (BPE3), conforme mostrado na tabela abaixo (dias 20 e 23/02, por exemplo).

Salienta-se que a estação de monitoramento emergencial BPE3 está a aproximadamente 3 km a montante da estação BPE4 e que entre as duas estações consta uma cortina de retenção de sedimentos.

Turbidez NTU	Mont. Capt. Pará de M. BPE3	Captção Pará de M. BPE4	% de redução ou aumento nos valores do BPE para BPE4	Sólidos totais mg/L	Mont. Capt. Pará de M. BPE3	Captção Pará de M. BPE4	% de redução ou aumento nos valores do BPE para BPE4
Limite DN 1/08	100	100		Limite DN 1/08	Não Previsto	Não Previsto	
12/02/2019	155	155	0%	12/02/2019	144	145	1%
13/02/2019	124	132	6%	13/02/2019	116	127	9%
14/02/2019	107	130	21%	14/02/2019	131	140	7%
15/02/2019	118	123	4%	15/02/2019	147	133	-10%
16/02/2019	154	184	19%	16/02/2019	165	170	3%
17/02/2019	210	214	2%	17/02/2019	204	192	-6%
18/02/2019	265	277	5%	18/02/2019	254	244	-4%
19/02/2019	3487	8468	143%	19/02/2019	2508	2918	16%
20/02/2019	832	1115	34%	20/02/2019	574	586	2%
21/02/2019	427	434	2%	21/02/2019	324	321	-1%
22/02/2019	346	370	7%	22/02/2019	258	272	5%
23/02/2019	1906	2105	10%	23/02/2019	960	992	3%
24/02/2019	828	869	5%	24/02/2019	506	542	7%
25/02/2019	532	513	-4%	25/02/2019	620	566	-9%
26/02/2019	324	320	-1%	26/02/2019	202	210	4%
27/02/2019	290	297	2%	27/02/2019	216	221	2%
28/02/2019	313	309	-1%	28/02/2019	241	243	1%
01/03/2019	386	383	-1%	01/03/2019	225	224	0%
02/03/2019	834	783	-6%	02/03/2019	421	490	16%
03/03/2019	529	555	5%	03/03/2019	270	231	-14%
04/03/2019	437	426	-3%	04/03/2019	284	268	-6%
05/03/2019	365	337	-8%	05/03/2019	208	206	-1%
06/03/2019	252	254	1%	06/03/2019	190	183	-4%
07/03/2019	208	210	1%	07/03/2019	167	177	6%
08/03/2019	176	204	16%	08/03/2019	142	147	4%
09/03/2019	192	178	-7%	09/03/2019	165	152	-8%
10/03/2019	177	211	19%	10/03/2019	154	167	8%
11/03/2019	143	142	-1%				

Figura 4: Tabela com aumento ou redução percentual dos valores de turbidez e sólidos totais encontrados na estação BPE3 e BPE4

Nota: percentual negativo na tabela indica que houve redução dos valores na estação BPE4, comparativamente a BPE3.

Para alguns parâmetros como o chumbo total ( Figura 5), não se verificou redução nos valores de montante para jusante. Ao contrário, constatou-se que 33% dos resultados medidos para o chumbo total foram maiores após a cortina, no BPE4, comparativamente ao trecho de montante (BPE3). Também foi verificado uma ocorrência semelhante para o mercúrio total, em 19/02/19:

Chumbo Total mg/L	Mont. Capt. Pará de M. BPE3	Captação Pará de M. BPE4	% de redução ou aumento nos valores do BPE para BPE4	Mercurio Total µg/L	Mont. Capt. Pará de M. BPE3	Captação Pará de M. BPE4	% de redução ou aumento nos valores do BPE para BPE4
Limite DN 1/08	0,01	0,01		Limite DN 1/08	0,2	0,2	
12/02/2019	<0,005	<0,005	0%	12/02/2019	<0,2	<0,2	0%
13/02/2019	<0,005	<0,005	0%	13/02/2019	<0,2	<0,2	0%
14/02/2019	<0,005	<0,005	0%	14/02/2019	<0,2	<0,2	0%
15/02/2019	<0,005	<0,005	0%	15/02/2019	<0,2	<0,2	0%
16/02/2019	<0,005	<0,005	0%	16/02/2019	<0,2	<0,2	0%
17/02/2019	<0,005	<0,005	0%	17/02/2019	<0,2	<0,2	0%
18/02/2019	0,007	0,007	0%	18/02/2019	<0,2	<0,2	0%
19/02/2019	0,037	0,017	-54%	19/02/2019	0,545	0,595	9%
20/02/2019	0,01	0,013	30%	20/02/2019	<0,2	<0,2	0%
21/02/2019	0,009	0,009	0%	21/02/2019	<0,2	<0,2	0%
22/02/2019	0,006	0,008	33%	22/02/2019	<0,2	<0,2	0%
23/02/2019	0,013	0,015	15%	23/02/2019	<0,2	<0,2	0%
24/02/2019	0,012	0,012	0%	24/02/2019	<0,2	<0,2	0%
25/02/2019	0,012	0,009	-25%	25/02/2019	<0,2	<0,2	0%
26/02/2019	0,009	0,01	11%	26/02/2019	<0,2	<0,2	0%
27/02/2019	0,008	0,009	13%	27/02/2019	<0,2	<0,2	0%
28/02/2019	0,01	0,011	10%	28/02/2019	<0,2	<0,2	0%
01/03/2019	0,009	0,01	11%	01/03/2019	<0,2	<0,2	0%
02/03/2019	0,011	0,012	9%	02/03/2019	<0,2	<0,2	0%
03/03/2019	0,011	0,011	0%	03/03/2019	<0,2	<0,2	0%
04/03/2019	0,007	0,007	0%	04/03/2019	<0,2	<0,2	0%
05/03/2019	0,006	0,006	0%	05/03/2019	<0,2	<0,2	0%
06/03/2019	0,006	0,006	0%	06/03/2019	<0,2	<0,2	0%
07/03/2019	0,006	0,006	0%	07/03/2019	<0,2	<0,2	0%
08/03/2019	<0,005	<0,005	0%	08/03/2019	<0,2	<0,2	0%
09/03/2019	<0,005	<0,005	0%	09/03/2019	<0,2	<0,2	0%
10/03/2019	<0,005	<0,005	0%	10/03/2019	<0,2	<0,2	0%
11/03/2019	0,006	<0,005	0%	11/03/2019	<0,2	<0,2	0%

Figura 5: Tabela com aumento ou redução percentual dos valores de chumbo total e mercúrio total encontrados na estação BPE3 e BPE4

7. O valor orçado para o monitoramento emergencial do rio Paraopeba já ultrapassou o limite de 10% previsto no atual contrato do IGAM com o laboratório, comprometendo assim os recursos do mesmo.

## 2.2 Conclusão e recomendações

Tendo em vista os resultados do monitoramento da qualidade da água no rio Paraopeba com registro da presença de metais nas estações de monitoramento situadas até a estação BP078, bem como a aproximação da pluma de rejeitos do reservatório da UHE Retiro Baixo, recomenda-se as seguintes alterações ao Plano de Monitoramento Emergencial do Rio Paraopeba:

- Manutenção do monitoramento diário em 2 estações de monitoramento do rio Paraopeba: na estação BP099 e no trecho a montante do remanso da UHE Retiro Baixo (BPE5) para monitorar o avanço da lama de rejeitos;
- Manutenção do Monitoramento semanal das águas superficiais nas estações: BPE2, BP072, BP082, BP078, além das estações BPE5 e BP099;
- Alteração da frequência do monitoramento dos sedimentos para mensal, nas estações monitoradas, a exceção das estações BPE5 e BP099, que será quinzenal;
- Exclusão da estação de monitoramento BPE4, localizada na captação de Pará de Minas, a jusante das cortinas anti-turbidez implantadas pela VALE, uma vez que a mesma foi implantada a princípio para verificar a efetividade da cortina, o que, pelos dados do monitoramento do IGAM, não se mostrou efetiva.

Adicionalmente informa-se que os Informativos do monitoramento da qualidade da água superficial serão publicados as segundas e sextas-feiras, e os de sedimentos mensalmente.

O Plano de Monitoramento completo e revisado encontra-se no Anexo I(3790198).

Tabela 1: Alterações propostas na revisão do Plano de Monitoramento emergencial do rio Paraopeba realizado pelo Igam.

Estação	Município	Distância até a Barragem B1	Descrição	Data do início da coleta diária	Frequência de coleta - Até 11/03/19		Frequência de coleta - A partir de 15/03/19	
					Água	Sedimentos	Água	Sedimentos
BP036	Brumadinho	10 km	Rio Paraopeba na localidade de Melo Franco	28/01/2019	Diária	Semanal	Mensal	Mensal
BPE2	Brumadinho	19,7 km	Rio Paraopeba na captação da COPASA	26/01/2019	Diária	Semanal	Semanal	Mensal
BP068	São Joaquim de Bicas	24,8 km	Rio Paraopeba 5 km a jusante da captação da COPASA em Brumadinho	26/01/2019	Diária	Semanal	Mensal	---
BP070	Betim, São Joaquim de Bicas	42 km	Rio Paraopeba a jusante da foz do Ribeirão Sarzedo, próximo à cidade de São Joaquim de Bicas	26/01/2019	Diária	Semanal	Mensal	---
BP072	Betim	59 km	Rio Paraopeba a jusante da foz do Rio Betim, na divisa dos municípios de Betim e Juatuba	26/01/2019	Diária	Semanal	Semanal	Mensal
BPE3	Esmeraldas	112,8	Rio Paraopeba a montante da captação de Pará de Minas	12/02/2019	Diária	Semanal	Semanal	Mensal
BPE4	Pará de Minas	115,9	Rio Paraopeba na captação de Pará de Minas	08/02/2019	Diária	Semanal	Excluída <sup>3</sup>	
BP082	Esmeraldas, São José da Varginha	123,1 km	Rio Paraopeba na localidade de São José, em Esmeraldas	27/01/2019	Diária	Semanal	Semanal	Mensal

BP083	Papagaios, Paraopeba	192,4 km	Rio Paraopeba logo após a foz do Ribeirão São João em Paraopeba	27/01/2019	Diária	Semanal	Mensal	---
BP078	Curvelo, Pompéu	250,9 km	Rio Paraopeba a jusante da foz do Rio Pardo em Pompéu	27/01/2019	Diária	Semanal	Semanal	Mensal
BPE5	Pompéu	289 km	Rio Paraopeba logo a montante da UHE de Retiro Baixo, em seu remanso	08/03/2019	Diária	Semanal	<b>Diária</b>	Quinzenal
BP099	Felixlândia	318,3 km	Rio Paraopeba a montante de sua foz na barragem de Três Marias	27/01/2019	Diária	Semanal1	<b>Diária</b>	Quinzenal
BPE6	Felixlândia	Aprox. 353,1 km	Remanso da represa de Três Marias no Município de Felixlândia	02/03/2019	Semanal	---	Mensal1	---
BPE7	Abaeté	Aprox.400,1 km	Remanso da represa de Três Marias no Município de Abaeté	02/03/2019	Mensal	---	Mensal2	---
BPE8	Três Marias	Aprox. 423,1 km	Corpo da represa de Três Marias no Município de Três Marias	02/03/2019	Mensal	---	Mensal2	---

1 Diária após chegada pluma no BPE99

2 Semanal após chegada pluma no BPE6

3 Esta estação foi implantada para verificar a efetividade das membranas para redução de turbidez, após análise do Igam verificou-se baixa efetividade das mesmas.



Documento assinado eletronicamente por **Katiane Cristina de Brito Almeida, Gerente**, em 19/03/2019, às 14:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.mg.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3789301** e o código CRC **E2FFA4C6**.