

**SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.**  
**CERTIFICADO DE ENSAIOS**  
**MA1906449 - B**

MA1906449.0001

| PARÂMETROS                 | UNIDADE | PROVEDOR EXTERNO | LOCAL                 |  | COORDENADA           |        | RESULTADO |          |
|----------------------------|---------|------------------|-----------------------|--|----------------------|--------|-----------|----------|
|                            |         |                  | RESULTADOS ANALÍTICOS |  |                      |        |           |          |
|                            |         |                  | VMP                   |  | REFERÊNCIA ANALÍTICA | LQ     |           | IE       |
| RN0003                     |         |                  |                       |  |                      |        |           |          |
| Benzeno                    | mg/L    | 0029             | 0,5                   |  | [EN] 8260 C          | 0,001  | -         | <0,001   |
| Benzo(a)pireno             | mg/L    | 0029             | 0,07                  |  | [EN] 8270 D          | 5e-005 | -         | <0,00005 |
| Clordano (isômeros)        | mg/L    | 0029             | 0,02                  |  | [EN] 8270 D          | 5e-005 | -         | <0,00005 |
| Cloreto de vinila          | mg/L    | 0029             | 0,5                   |  | [EN] 8260 C          | 0,0005 | -         | <0,0005  |
| Clorobenzeno               | mg/L    | 0029             | 100                   |  | [EN] 8260 C          | 0,001  | -         | <0,001   |
| Clorofórmio                | mg/L    | 0029             | 6                     |  | [EN] 8260 C          | 0,001  | -         | <0,001   |
| Cresol Total               | mg/L    | 0029             | 200                   |  | [EN] 8270 D          | 0,0005 | -         | <0,0005  |
| DDT (DDT+ DDE + DDD)       | mg/L    | 0029             | 0,2                   |  | [EN] 8270 D          | 5e-005 | -         | <0,00005 |
| Endrin                     | mg/L    | 0029             | 0,06                  |  | [EN] 8270 D          | 3e-005 | -         | <0,00003 |
| Heptacloro e seu epóxido   | mg/L    | 0029             | 0,003                 |  | [EN] 8270 D          | 2e-005 | -         | <0,00002 |
| Hexaclorobenzeno           | mg/L    | 0029             | 0,1                   |  | [EN] 8270 D          | 3e-005 | -         | <0,00003 |
| Hexaclorobutadieno         | mg/L    | 0029             | 0,5                   |  | [EN] 8260 C          | 0,0005 | -         | <0,0005  |
| Hexacloroetano             | mg/L    | 0029             | 3                     |  | [EN] 8270 D          | 0,0005 | -         | <0,0005  |
| Lindano (g BHC)            | mg/L    | 0029             | 0,2                   |  | [EN] 8270 D          | 5e-005 | -         | <0,00005 |
| m-Cresol                   | mg/L    | 0029             | 200                   |  | [EN] 8270 D          | 0,001  | -         | <0,001   |
| Metilacetona               | mg/L    | 0029             | 200                   |  | [EN] 8260 C          | 0,001  | -         | <0,001   |
| Metoxicloro                | mg/L    | 0029             | 2                     |  | [EN] 8270 D          | 3e-005 | -         | <0,00003 |
| Nitrobenzeno               | mg/L    | 0029             | 2                     |  | [EN] 8270 D          | 0,0005 | -         | <0,0005  |
| o-Cresol                   | mg/L    | 0029             | 200                   |  | [EN] 8270 D          | 0,0005 | -         | <0,0005  |
| p-Cresol                   | mg/L    | 0029             | 200                   |  | [EN] 8270 D          | 0,001  | -         | <0,001   |
| Pentaclorofenol            | mg/L    | 0029             | 0,9                   |  | [EN] 8270 D          | 5e-005 | -         | <0,00005 |
| Peso Amostra               | g       |                  | N.A.                  |  | [AB] 10005/04        | 0,1    | 5,78      | 60,8     |
| Peso Amostra (VOC)         | g       |                  | N.A.                  |  | [AB] 10005/04        | 0,1    | 2,91      | 30,4     |
| pH Extrato Lixiviado       | -       |                  | N.A.                  |  | [AB] 10005/04        | 1      | 0,94      | 4,94     |
| pH Extrato Lixiviado (VOC) | -       |                  | N.A.                  |  | [AB] 10005/04        | 2      | 1,39      | 4,72     |
| Piridina                   | mg/L    | 0029             | 5                     |  | [EN] 8260 C          | 4      | -         | <4       |
| Sólidos Secos              | %       |                  | N.A.                  |  | [AB] 10005/04        | 0      | 7,75      | 82,2     |
| Tempo Lixiviação           | H       |                  | N.A.                  |  | [AB] 10005/04        | 0      | 1,70      | 18       |
| Tempo Lixiviação (VOC)     | H       |                  | N.A.                  |  | [AB] 10005/04        | 0      | 1,70      | 18       |
| Tetracloro de carbono      | mg/L    | 0029             | 0,2                   |  | [EN] 8260 C          | 0,001  | -         | <0,001   |
| Tetracloroetileno          | mg/L    | 0029             | 4                     |  | [EN] 8260 C          | 0,001  | -         | <0,001   |
| Toxafeno                   | µg/L    | 0029             | N.A.                  |  | [EN] 505             | 0,01   | -         | <0,01    |
| Tricloroetileno            | mg/L    | 0029             | 7                     |  | [EN] 8260 C          | 0,001  | -         | <0,001   |
| Volume                     | mL      |                  | N.A.                  |  | [AB] 10005/04        | 0      | 94,28     | 1000     |
| Volume (VOC)               | mL      |                  | N.A.                  |  | [AB] 10005/04        | 0      | 47,14     | 500      |



Marcos Filipe Gonçalves Silva  
 CRQ II 02202046 - Responsável Técnico



Silvano Eduardo da Silva  
 CRBio 087859/04-D - Signatário Autorizado

Revisor: Cristina Mendes

Page 2 of 2

Telefone +55 31 3045-0200 Fax +55 31 3045-0223 www.sgsgeosol.com.br Certificados ISO 9001, ISO 14001 e ISO/IEC 17025.  
 Os resultados expressos neste Certificado se referem somente ao material recebido. Proibida a reprodução parcial deste documento.

Número do documento: 20042019211834500000111079030  
<https://pje.tjmg.jus.br:443/pje/Processo/ConsultaDocumento/listView.seam?x=20042019211834500000111079030>  
 Assinado eletronicamente por: CASSIO ROBERTO DOS SANTOS ANDRADE - 20/04/2020 19:21:18

Num. 112415461 - Pág. 188

**SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.**  
**CERTIFICADO DE ENSAIOS**  
**MA1906450 - A**

**INFORMAÇÕES DO CLIENTE**

|   |                                   |  |
|---|-----------------------------------|--|
| <b>NOME</b><br>VALE S.A.  | <b>CONTATO</b><br>Guilherme Alves | <b>PROJETO</b><br>Caracterização Rejeitos Feijão |
| <b>ENDEREÇO</b><br>AV DOUTOR MARCO PAULO SIMON JARDIM 3580 - MINA DE AGUAS CLARAS - NOVA LIMA | <b>CEP</b><br>34006270            | <b>UF</b><br>MG - Brazil                         |
|   |                                   | <b>COTAÇÃO</b><br>QT-010266/5                    |

**DATAS**

|                                     |                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>INICIADO</b><br>15/03/2019 21:50 | <b>COMPLETADO</b><br>16/05/2019 10:31 |
| <b>RECEBIDO</b><br>15/03/2019 21:50 | <b>EMITIDO</b><br>27/05/2019 15:08    |

**AMOSTRAGEM**

|  |  |                                   |
|--|--|-----------------------------------|
| <b>PLANO</b><br>PLA-1905829                      | <b>MATRIZ</b><br>Resíduo Solubilização_Inorgânicos | <b>QTE. AMOSTRA</b><br>1          |
| <b>RESPONSÁVEL</b><br>Cliente com Frasco Próprio | <b>PERIODICIDADE</b><br>Não Informado              | <b>TIPO AMOSTRAGEM</b><br>Cliente |

**LEGENDA: SIGLAS**

|                                   |                            |                                    |   |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|---|
| <b>BLK</b> = Branco               | <b>O</b> = Objetável       | <b>V.A</b> = Virtualmente Ausente  | <b>VMP</b> = Valor Máximo Permitido               |
| <b>DUP</b> = Duplicata            | <b>N.A</b> = Não Aplicável | <b>V.P</b> = Virtualmente Presente | <b>INF</b> = Não reportado devido a interferentes |
| <b>LNR</b> = Listada não Recebida | <b>N.D</b> = Não Detectado | <b>-</b> = Não analisada           | <b>LQ</b> = Limite de Quantificação               |
| <b>I.S</b> = Amostra Insuficiente | <b>N.O</b> = Não Objetável | <b>[ ]</b> = Notas e observações   | <b>IE</b> = Incerteza (U)Expandida                |

**LEGENDA : REFERÊNCIA NORMATIVA (VMP)**

RN0004: ABNT NBR 10004(2004) Anexo G - Solubilização

**LEGENDA : REFERÊNCIA ANALÍTICA**

[AB] ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas  
 [S12] Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 22nd (2012)

**NOTAS**

A incerteza Expandida (U), refere-se a medição, é estimada para um nível de confiança de 95% com fator de Abrangência (K) = 2. A incerteza global, incluindo a da amostragem pode ser solicitada.  
 Quando todo processo analítico (coleta e análise) é responsabilidade da SGS Geosol Laboratórios, garante-se que as análises são executadas dentro do prazo analítico de cada parâmetro, seguindo o método referenciado. Quando a coleta é de responsabilidade do cliente, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.  
 A SGS Geosol Laboratórios fornece certificado de controle de qualidade, carta de controle, cromatogramas e resumo da metodologia a pedido do cliente.

**MA1906450.0001**

| PONTO                 | LOCAL   | COORDENADA |                      |       |           |
|-----------------------|---------|------------|----------------------|-------|-----------|
| AM17A                 |         |            |                      |       |           |
| <b>AMOSTRADO</b>      |         |            |                      |       |           |
| Sim                   |         |            |                      |       |           |
| RESULTADOS ANALÍTICOS |         |            |                      |       |           |
| PARÂMETROS            | UNIDADE | VMP        |                      |       | RESULTADO |
|                       |         | RN0004     | REFERÊNCIA ANALÍTICA | LQ    |           |
| Alumínio Total        | mg Al/L | 0,2        | [S12] 3030, 3120 B   | 0,05  | <0,05     |
| Antimônio Total       | mg/L    | N.A.       | [S12] 3125           | 0,005 | <0,005    |
| Arsênio Total         | mg/L    | 0,01       | [S12] 3125           | 0,004 | <0,004    |
| Bário Total           | mg Ba/L | 0,7        | [S12] 3030, 3120 B   | 0,01  | <0,01     |
| Bário Total           | mg/L    | N.A.       | [S12] 3125           | 0,001 | 0,001     |
| Berílio Total         | mg Be/L | N.A.       | [S12] 3030, 3120 B   | 0,004 | <0,004    |
| Bismuto Total         | mg Bi/L | N.A.       | [S12] 3030, 3120 B   | 0,1   | <0,1      |
| Bismuto Total         | mg/L    | N.A.       | [S12] 3125           | 0,001 | <0,001    |
| Boro Total            | mg B/L  | N.A.       | [S12] 3030, 3120 B   | 0,05  | <0,05     |
| Boro Total            | mg/L    | N.A.       | [S12] 3125           | 0,01  | <0,01     |
| Cádmio Total          | mg Cd/L | 0,005      | [S12] 3030, 3120 B   | 0,001 | <0,001    |
| Cádmio Total          | mg/L    | N.A.       | [S12] 3125           | 0,001 | <0,001    |
| Cálcio Total          | mg Ca/L | N.A.       | [S12] 3030, 3120 B   | 0,25  | 0,32      |
| Chumbo Total          | mg Pb/L | 0,01       | [S12] 3030, 3120 B   | 0,01  | <0,01     |



MA1906450.0001

| PONTO<br>AM17A          |            | LOCAL  | COORDENADA                |        |       |           |
|-------------------------|------------|--------|---------------------------|--------|-------|-----------|
| RESULTADOS ANALÍTICOS   |            |        |                           |        |       |           |
| PARÂMETROS              | UNIDADE    | VMP    |                           | LQ     | IE    | RESULTADO |
|                         |            | RN0004 | REFERÊNCIA ANALÍTICA      |        |       |           |
| Chumbo Total            | mg/L       | N.A.   | [S12] 3125                | 0,002  | -     | <0,002    |
| Cianeto Total           | mg CN-/L   | 0,07   | [S12] 4500 CN- B, C, D, E | 0,01   | -     | <0,01     |
| Cloreto                 | mg Cl-/L   | 250    | [S12] 4110 B              | 1      | -     | <1        |
| Cobalto Total           | mg Co/L    | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,005  | -     | <0,005    |
| Cobalto Total           | mg/L       | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001  | -     | <0,001    |
| Cobre Total             | mg Cu/L    | 2,0    | [S12] 3030, 3120 B        | 0,009  | -     | <0,009    |
| Cobre Total             | mg/L       | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001  | -     | <0,001    |
| Cromo Total             | mg Cr/L    | 0,05   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,01   | -     | <0,01     |
| Cromo Total             | mg/L       | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001  | -     | <0,001    |
| Escândio Total          | mg Sc/L    | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,03   | -     | <0,03     |
| Escândio Total          | mg/L       | N.A.   | [S12] 3125                | 0,005  | -     | <0,005    |
| Estanho Total           | mg Sn/L    | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,2    | -     | <0,2      |
| Estanho Total           | mg/L       | N.A.   | [S12] 3125                | 0,01   | -     | <0,01     |
| Estrôncio Total         | mg Sr/L    | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,1    | -     | <0,1      |
| Estrôncio Total         | mg/L       | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001  | 0,001 | 0,019     |
| Fenóis Totais           | mg/L       | 0,01   | [S12] 5530 B, C, D        | 0,002  | -     | <0,002    |
| Ferro Total             | mg Fe/L    | 0,3    | [S12] 3030, 3120 B        | 0,1    | -     | <0,1      |
| Fluoreto                | mg F-/L    | 1,5    | [S12] 4110 B              | 0,05   | -     | <0,05     |
| Ítrio Total             | mg Y/L     | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,1    | -     | <0,1      |
| Lantânio Total          | mg La/L    | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,2    | -     | <0,2      |
| Lítio Total             | mg Li/L    | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,1    | -     | <0,1      |
| Lítio Total             | mg/L       | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001  | -     | <0,001    |
| Magnésio Total          | mg Mg/L    | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,25   | 0,11  | 1,44      |
| Manganês Total          | mg Mn/L    | 0,1    | [S12] 3030, 3120 B        | 0,025  | -     | <0,025    |
| Mercurio Total          | mg Hg/L    | 0,001  | [S12] 3112 B              | 0,0002 | -     | <0,0002   |
| Molibdênio Total        | mg Mo/L    | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,01   | -     | <0,01     |
| Molibdênio Total        | mg/L       | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001  | -     | <0,001    |
| Níquel Total            | mg Ni/L    | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,01   | -     | <0,01     |
| Níquel Total            | mg/L       | N.A.   | [S12] 3125                | 0,002  | -     | <0,002    |
| Nitrato (N)             | mg N_NO3/L | 10     | [S12] 4110 B              | 0,02   | -     | <0,02     |
| pH Extrato Solubilizado | -          | N.A.   | [AB] 10006/05             | 1      | 1,22  | 7,92      |
| Potássio Total          | mg K/L     | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,25   | 0,31  | 0,68      |
| Potencial Redox         | mV         | N.A.   | [S12] 2580 B              | -1999  | 9,22  | 195       |
| Prata Total             | mg Ag/L    | 0,05   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,005  | -     | <0,005    |
| Prata Total             | mg/L       | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001  | -     | <0,001    |
| Selênio Total           | mg/L       | 0,01   | [S12] 3125                | 0,01   | -     | <0,01     |
| Sódio Total             | mg Na/L    | 200    | [S12] 3030, 3120 B        | 0,5    | -     | <0,5      |
| Sulfato                 | mg SO4/L   | 250    | [S12] 4110 B              | 1      | 1,36  | 12,6      |
| Surfactantes Aniônicos  | mg MBAS/L  | 0,5    | [S12] 5540 C              | 0,3    | -     | <0,3      |
| Tálio Total             | mg/L       | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001  | -     | <0,001    |
| Telúrio Total           | mg Te/L    | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,3    | -     | <0,3      |
| Telúrio Total           | mg/L       | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001  | -     | <0,001    |
| Titânio Total           | mg Ti/L    | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,1    | -     | <0,1      |



MA1906450.0001

| PONTO<br>AM17A        |         | LOCAL  | COORDENADA           |       |    |           |
|-----------------------|---------|--------|----------------------|-------|----|-----------|
| RESULTADOS ANALÍTICOS |         |        |                      |       |    |           |
| VMP                   |         |        |                      |       |    |           |
| PARÂMETROS            | UNIDADE | RN0004 | REFERÊNCIA ANALÍTICA | LQ    | IE | RESULTADO |
| Titânio Total         | mg/L    | N.A.   | [S12] 3125           | 0,001 | -  | <0,001    |
| Tório Total           | mg/L    | N.A.   | [S12] 3125           | 0,001 | -  | <0,001    |
| Tungstênio Total      | mg W/L  | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B   | 0,2   | -  | <0,2      |
| Tungstênio Total      | mg/L    | N.A.   | [S12] 3125           | 0,002 | -  | <0,002    |
| Urânio Total          | mg/L    | N.A.   | [S12] 3125           | 0,001 | -  | <0,001    |
| Vanádio Total         | mg V/L  | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B   | 0,01  | -  | <0,01     |
| Vanádio Total         | mg/L    | N.A.   | [S12] 3125           | 0,001 | -  | <0,001    |
| Zinco Total           | mg Zn/L | 5,0    | [S12] 3030, 3120 B   | 0,1   | -  | <0,1      |
| Zinco Total           | mg/L    | N.A.   | [S12] 3125           | 0,05  | -  | <0,05     |
| Zircônio Total        | mg Zr/L | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B   | 0,2   | -  | <0,2      |
| Zircônio Total        | mg/L    | N.A.   | [S12] 3125           | 0,001 | -  | <0,001    |

MA1906450.0001(DUP)

| PONTO<br>AM17A        |          | LOCAL  | COORDENADA                |       |       |           |
|-----------------------|----------|--------|---------------------------|-------|-------|-----------|
| AMOSTRADO<br>Sim      |          |        |                           |       |       |           |
| RESULTADOS ANALÍTICOS |          |        |                           |       |       |           |
| VMP                   |          |        |                           |       |       |           |
| PARÂMETROS            | UNIDADE  | RN0004 | REFERÊNCIA ANALÍTICA      | LQ    | IE    | RESULTADO |
| Alumínio Total        | mg Al/L  | 0,2    | [S12] 3030, 3120 B        | 0,05  | -     | <0,05     |
| Antimônio Total       | mg/L     | N.A.   | [S12] 3125                | 0,005 | -     | <0,005    |
| Arsênio Total         | mg/L     | 0,01   | [S12] 3125                | 0,004 | -     | <0,004    |
| Bário Total           | mg Ba/L  | 0,7    | [S12] 3030, 3120 B        | 0,01  | -     | <0,01     |
| Bário Total           | mg/L     | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001 | 0,001 | 0,006     |
| Berílio Total         | mg Be/L  | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,004 | -     | <0,004    |
| Bismuto Total         | mg Bi/L  | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,1   | -     | <0,1      |
| Bismuto Total         | mg/L     | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001 | -     | <0,001    |
| Boro Total            | mg B/L   | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,05  | -     | <0,05     |
| Boro Total            | mg/L     | N.A.   | [S12] 3125                | 0,01  | -     | <0,01     |
| Cádmio Total          | mg Cd/L  | 0,005  | [S12] 3030, 3120 B        | 0,001 | -     | <0,001    |
| Cádmio Total          | mg/L     | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001 | -     | <0,001    |
| Cálcio Total          | mg Ca/L  | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,25  | 0,34  | 5,71      |
| Chumbo Total          | mg Pb/L  | 0,01   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,01  | -     | <0,01     |
| Chumbo Total          | mg/L     | N.A.   | [S12] 3125                | 0,002 | -     | <0,002    |
| Cianeto Total         | mg CN-/L | 0,07   | [S12] 4500 CN- B, C, D, E | 0,01  | -     | <0,01     |
| Cloreto               | mg Cl-/L | 250    | [S12] 4110 B              | 1     | -     | <1        |
| Cobalto Total         | mg Co/L  | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,005 | -     | <0,005    |
| Cobalto Total         | mg/L     | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001 | -     | <0,001    |
| Cobre Total           | mg Cu/L  | 2,0    | [S12] 3030, 3120 B        | 0,009 | -     | <0,009    |
| Cobre Total           | mg/L     | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001 | -     | <0,001    |
| Cromo Total           | mg Cr/L  | 0,05   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,01  | -     | <0,01     |
| Cromo Total           | mg/L     | N.A.   | [S12] 3125                | 0,001 | -     | <0,001    |
| Escândio Total        | mg Sc/L  | N.A.   | [S12] 3030, 3120 B        | 0,03  | -     | <0,03     |
| Escândio Total        | mg/L     | N.A.   | [S12] 3125                | 0,005 | -     | <0,005    |

Page 3 of 4

Telefone +55 31 3045-0200 Fax +55 31 3045-0223 www.sgsgeosol.com.br Certificados ISO 9001, ISO 14001 e ISO/IEC 17025.  
Os resultados expressos neste Certificado se referem somente ao material recebido. Proibida a reprodução parcial deste documento.



MA1906450.0001(DUP)

| PONTO<br>AM17A          |            | LOCAL  | COORDENADA |                      |        |      |           |
|-------------------------|------------|--------|------------|----------------------|--------|------|-----------|
| RESULTADOS ANALÍTICOS   |            |        |            |                      |        |      |           |
| PARÂMETROS              | UNIDADE    | VMP    |            | REFERÊNCIA ANALÍTICA | LQ     | IE   | RESULTADO |
|                         |            | RN0004 |            |                      |        |      |           |
| Estanho Total           | mg Sn/L    | N.A.   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,2    | -    | <0,2      |
| Estanho Total           | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,01   | -    | <0,01     |
| Estrôncio Total         | mg Sr/L    | N.A.   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,1    | -    | <0,1      |
| Estrôncio Total         | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,001  | -    | 0,021     |
| Fenóis Totais           | mg/L       | 0,01   |            | [S12] 5530 B, C, D   | 0,002  | -    | <0,002    |
| Ferro Total             | mg Fe/L    | 0,3    |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,1    | -    | <0,1      |
| Fluoreto                | mg F-/L    | 1,5    |            | [S12] 4110 B         | 0,05   | -    | <0,05     |
| Ítrio Total             | mg Y/L     | N.A.   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,1    | -    | <0,1      |
| Lantânio Total          | mg La/L    | N.A.   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,2    | -    | <0,2      |
| Lítio Total             | mg Li/L    | N.A.   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,1    | -    | <0,1      |
| Lítio Total             | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,001  | -    | <0,001    |
| Magnésio Total          | mg Mg/L    | N.A.   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,25   | 0,12 | 1,54      |
| Manganês Total          | mg Mn/L    | 0,1    |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,025  | -    | <0,025    |
| Mercurio Total          | mg Hg/L    | 0,001  |            | [S12] 3112 B         | 0,0002 | -    | <0,0002   |
| Molibdênio Total        | mg Mo/L    | N.A.   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,01   | -    | <0,01     |
| Molibdênio Total        | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,001  | -    | <0,001    |
| Níquel Total            | mg Ni/L    | N.A.   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,01   | -    | <0,01     |
| Níquel Total            | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,002  | -    | <0,002    |
| Nitrato (N)             | mg N_NO3/L | 10     |            | [S12] 4110 B         | 0,02   | -    | <0,02     |
| pH Extrato Solubilizado | -          | N.A.   |            | [AB] 10006/05        | 1      | 1,23 | 8,01      |
| Potássio Total          | mg K/L     | N.A.   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,25   | -    | 0,99      |
| Potencial Redox         | mV         | N.A.   |            | [S12] 2580 B         | -1999  | 9,16 | 194       |
| Prata Total             | mg Ag/L    | 0,05   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,005  | -    | <0,005    |
| Prata Total             | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,001  | -    | <0,001    |
| Selênio Total           | mg/L       | 0,01   |            | [S12] 3125           | 0,01   | -    | <0,01     |
| Sódio Total             | mg Na/L    | 200    |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,5    | -    | <0,5      |
| Sulfato                 | mg SO4/L   | 250    |            | [S12] 4110 B         | 1      | 1,34 | 12,2      |
| Surfactantes Aniônicos  | mg MBAS/L  | 0,5    |            | [S12] 5540 C         | 0,3    | -    | <0,3      |
| Tálio Total             | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,001  | -    | <0,001    |
| Telúrio Total           | mg Te/L    | N.A.   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,3    | -    | <0,3      |
| Telúrio Total           | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,001  | -    | <0,001    |
| Titânio Total           | mg Ti/L    | N.A.   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,1    | -    | <0,1      |
| Titânio Total           | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,001  | -    | <0,001    |
| Tório Total             | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,001  | -    | <0,001    |
| Tungstênio Total        | mg W/L     | N.A.   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,2    | -    | <0,2      |
| Tungstênio Total        | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,002  | -    | <0,002    |
| Urânio Total            | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,001  | -    | <0,001    |
| Vanádio Total           | mg V/L     | N.A.   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,01   | -    | <0,01     |
| Vanádio Total           | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,001  | -    | <0,001    |
| Zinco Total             | mg Zn/L    | 5,0    |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,1    | -    | <0,1      |
| Zinco Total             | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,05   | -    | <0,05     |
| Zircônio Total          | mg Zr/L    | N.A.   |            | [S12] 3030, 3120 B   | 0,2    | -    | <0,2      |
| Zircônio Total          | mg/L       | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,001  | -    | <0,001    |



Marcos Filipe Gonçalves Silva  
CRQ II 02202046 - Responsável Técnico



Silvano Eduardo da Silva  
CRBio 087859/04-D - Signatário Autorizado

Revisor: Cristina Mendes

Page 4 of 4

Telefone +55 31 3045-0200 Fax +55 31 3045-0223 www.sgsgeosol.com.br Certificados ISO 9001, ISO 14001 e ISO/IEC 17025.  
Os resultados expressos neste Certificado se referem somente ao material recebido. Proibida a reprodução parcial deste documento.

Número do documento: 20042019211834500000111079030

<https://pje.tjmg.jus.br:443/pje/Processo/ConsultaDocumento/listView.seam?x=20042019211834500000111079030>

Assinado eletronicamente por: CASSIO ROBERTO DOS SANTOS ANDRADE - 20/04/2020 19:21:18

Num. 112415461 - Pág. 192

**SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.**  
**CERTIFICADO DE ENSAIOS**  
**MA1906450 - B**

**INFORMAÇÕES DO CLIENTE**

|   |                                   |  |
|---|-----------------------------------|--|
| <b>NOME</b><br>VALE S.A.  | <b>CONTATO</b><br>Guilherme Alves | <b>PROJETO</b><br>Caracterização Rejeitos Feijão |
| <b>ENDEREÇO</b><br>AV DOUTOR MARCO PAULO SIMON JARDIM 3580 - MINA DE AGUAS CLARAS - NOVA LIMA | <b>CEP</b><br>34006270            | <b>UF</b><br>MG - Brazil                         |
|   |                                   | <b>COTAÇÃO</b><br>QT-010266/5                    |

**DATAS**

|                                     |                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>INICIADO</b><br>15/03/2019 21:50 | <b>COMPLETADO</b><br>16/05/2019 10:31 |
| <b>RECEBIDO</b><br>15/03/2019 21:50 | <b>EMITIDO</b><br>27/05/2019 15:08    |

**AMOSTRAGEM**

|  |  |                                   |
|--|--|-----------------------------------|
| <b>PLANO</b><br>PLA-1905829                      | <b>MATRIZ</b><br>Resíduo Solubilização_Inorgânicos | <b>QTE. AMOSTRA</b><br>1          |
| <b>RESPONSÁVEL</b><br>Cliente com Frasco Próprio | <b>PERIODICIDADE</b><br>Não Informado              | <b>TIPO AMOSTRAGEM</b><br>Cliente |

**LEGENDA: SIGLAS**

|                                   |                            |                                    |   |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|---|
| <b>BLK</b> = Branco               | <b>O</b> = Objetável       | <b>V.A</b> = Virtualmente Ausente  | <b>VMP</b> = Valor Máximo Permitido               |
| <b>DUP</b> = Duplicata            | <b>N.A</b> = Não Aplicável | <b>V.P</b> = Virtualmente Presente | <b>INF</b> = Não reportado devido a interferentes |
| <b>LNR</b> = Listada não Recebida | <b>N.D</b> = Não Detectado | <b>-</b> = Não analisada           | <b>LQ</b> = Limite de Quantificação               |
| <b>I.S</b> = Amostra Insuficiente | <b>N.O</b> = Não Objetável | <b>[ ]</b> = Notas e observações   | <b>IE</b> = Incerteza (U)Expandida                |

**LEGENDA : REFERÊNCIA NORMATIVA (VMP)**

RN0004: ABNT NBR 10004(2004) Anexo G - Solubilização

**LEGENDA : REFERÊNCIA ANALÍTICA**

[AB] ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas  
 [S12] Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 22nd (2012)

**NOTAS**

A incerteza Expandida (U), refere-se a medição, é estimada para um nível de confiança de 95% com fator de Abrangência (K) = 2. A incerteza global, incluindo a da amostragem pode ser solicitada.  
 Quando todo processo analítico (coleta e análise) é responsabilidade da SGS Geosol Laboratórios, garante-se que as análises são executadas dentro do prazo analítico de cada parâmetro, seguindo o método referenciado. Quando a coleta é de responsabilidade do cliente, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.  
 A SGS Geosol Laboratórios fornece certificado de controle de qualidade, carta de controle, cromatogramas e resumo da metodologia a pedido do cliente.

**MA1906450.0001**

| <b>PONTO</b><br>AM17A        | <b>LOCAL</b>   | <b>COORDENADA</b> |                             |           |           |                  |
|------------------------------|----------------|-------------------|-----------------------------|-----------|-----------|------------------|
| <b>AMOSTRADO</b><br>Sim      |                |                   |                             |           |           |                  |
| <b>RESULTADOS ANALÍTICOS</b> |                |                   |                             |           |           |                  |
| <b>VMP</b>                   |                |                   |                             |           |           |                  |
| <b>PARÂMETROS</b>            | <b>UNIDADE</b> | <b>RN0004</b>     | <b>REFERÊNCIA ANALÍTICA</b> | <b>LQ</b> | <b>IE</b> | <b>RESULTADO</b> |
| Berílio Total                | mg/L           | N.A.              | [S12] 3125                  | 0,001     | -         | <0,001           |
| Lântanio Total               | mg/L           | N.A.              | [S12] 3125                  | 0,001     | -         | <0,001           |
| Umidade                      | %              | N.A.              | [AB] 10006/04               | 0,01      | 1,65      | 17,5             |
| Ytrio Total                  | mg/L           | N.A.              | [S12] 3125                  | 0,001     | -         | <0,001           |

**MA1906450.0001(DUP)**

| <b>PONTO</b><br>AM17A        | <b>LOCAL</b>   | <b>COORDENADA</b> |                             |           |           |                  |
|------------------------------|----------------|-------------------|-----------------------------|-----------|-----------|------------------|
| <b>AMOSTRADO</b><br>Sim      |                |                   |                             |           |           |                  |
| <b>RESULTADOS ANALÍTICOS</b> |                |                   |                             |           |           |                  |
| <b>VMP</b>                   |                |                   |                             |           |           |                  |
| <b>PARÂMETROS</b>            | <b>UNIDADE</b> | <b>RN0004</b>     | <b>REFERÊNCIA ANALÍTICA</b> | <b>LQ</b> | <b>IE</b> | <b>RESULTADO</b> |
| Berílio Total                | mg/L           | N.A.              | [S12] 3125                  | 0,001     | -         | <0,001           |
| Lântanio Total               | mg/L           | N.A.              | [S12] 3125                  | 0,001     | -         | <0,001           |



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

**CERTIFICADO DE ENSAIOS**

**MA1906450 - B**

MA1906450.0001(DUP)

| PONTO<br>AM17A        |         | LOCAL  | COORDENADA |                      |       |    |           |
|-----------------------|---------|--------|------------|----------------------|-------|----|-----------|
| RESULTADOS ANALÍTICOS |         |        |            |                      |       |    |           |
| PARÂMETROS            | UNIDADE | VMP    |            | REFERÊNCIA ANALÍTICA | LQ    | IE | RESULTADO |
|                       |         | RN0004 |            |                      |       |    |           |
| Umidade               | %       | N.A.   |            | [AB] 10006/04        | 0,01  | -  | --        |
| Ytrio Total           | mg/L    | N.A.   |            | [S12] 3125           | 0,001 | -  | <0,001    |



Marcos Filipe Gonçalves Silva  
CRQ II 02202046 - Responsável Técnico



Silvano Eduardo da Silva  
CRBio 087859/04-D - Signatário Autorizado

Revisor: Cristina Mendes

Page 2 of 2

Telefone +55 31 3045-0200 Fax +55 31 3045-0223 www.sgsgeosol.com.br Certificados ISO 9001, ISO 14001 e ISO/IEC 17025.  
Os resultados expressos neste Certificado se referem somente ao material recebido. Proibida a reprodução parcial deste documento.

Número do documento: 20042019211834500000111079030  
<https://pje.tjmg.jus.br:443/pje/Processo/ConsultaDocumento/listView.seam?x=20042019211834500000111079030>  
 Assinado eletronicamente por: CASSIO ROBERTO DOS SANTOS ANDRADE - 20/04/2020 19:21:18

Num. 112415461 - Pág. 194



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

CERTIFICADO DE ENSAIOS

MA1906451 - B

INFORMAÇÕES DO CLIENTE

|  |                            |   |
|--|----------------------------|---|
| NOME<br>VALE S.A.  | CONTATO<br>Guilherme Alves | PROJETO<br>Caracterização Rejeitos Feijão |
| ENDEREÇO<br>AV DOUTOR MARCO PAULO SIMON JARDIM 3580 - MINA DE AGUAS CLARAS - NOVA LIMA | CEP<br>34006270            | UF<br>MG - Brazil                         |
|  |                            | COTAÇÃO<br>QT-010266/2                    |

DATAS

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| INICIADO<br>15/03/2019 21:50 | COMPLETADO<br>14/05/2019 13:36 |
| RECEBIDO<br>15/03/2019 21:50 | EMITIDO<br>14/05/2019 13:58    |

AMOSTRAGEM

|   |   |                            |
|---|---|----------------------------|
| PLANO<br>PLA-1905829                      | MATRIZ<br>Resíduo Solubilização_Orgânicos | QTE. AMOSTRA<br>1          |
| RESPONSÁVEL<br>Cliente com Frasco Próprio | PERIODICIDADE<br>Não Informado            | TIPO AMOSTRAGEM<br>Cliente |

LEGENDA: SIGLAS

|                            |                     |                             |  |
|----------------------------|---------------------|-----------------------------|--|
| BLK = Branco               | O = Objetável       | V.A = Virtualmente Ausente  | VMP = Valor Máximo Permitido               |
| DUP = Duplicata            | N.A = Não Aplicável | V.P = Virtualmente Presente | INF = Não reportado devido a interferentes |
| LNR = Listada não Recebida | N.D = Não Detectado | - = Não analisada           | LQ = Limite de Quantificação               |
| I.S = Amostra Insuficiente | N.O = Não Objetável | [ ] = Notas e observações   | IE = Incerteza (U)Expandida                |

LEGENDA : REFERÊNCIA NORMATIVA (VMP)

RN0004: ABNT NBR 10004(2004) Anexo G - Solubilização

LEGENDA : REFERÊNCIA ANALÍTICA

[AB] ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas  
[EN] Environmental Protection Agency  
[VE] Verificar Escopo do Provedor Externo

NOTAS

A incerteza Expandida (U), refere-se a medição, é estimada para um nível de confiança de 95% com fator de Abrangência (K) = 2. A incerteza global, incluindo a da amostragem pode ser solicitada.  
Quando todo processo analítico (coleta e análise) é responsabilidade da SGS Geosol Laboratórios, garante-se que as análises são executadas dentro do prazo analítico de cada parâmetro, seguindo o método referenciado. Quando a coleta é de responsabilidade do cliente, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.  
A SGS Geosol Laboratórios fornece certificado de controle de qualidade, carta de controle, cromatogramas e resumo da metodologia a pedido do cliente.

PROVEDOR EXTERNO

|             |                                |          |
|-------------|--------------------------------|----------|
| COD<br>0029 | CNPJ/CPF<br>62.480.173/0003-73 | CRL-0267 |
|-------------|--------------------------------|----------|

MA1906451.0001

| PONTO<br>AM17A           | LOCAL   | COORDENADA       |         |  |                      |        |    |           |
|--------------------------|---------|------------------|---------|--|----------------------|--------|----|-----------|
| AMOSTRADO<br>Sim         |         |                  |         |  |                      |        |    |           |
| RESULTADOS ANALÍTICOS    |         |                  |         |  |                      |        |    |           |
| PARÂMETROS               | UNIDADE | PROVEDOR EXTERNO | VMP     |  | REFERÊNCIA ANALÍTICA | LQ     | IE | RESULTADO |
|                          |         |                  | RN0004  |  |                      |        |    |           |
| 2,4,5-T                  | mg/L    | 0029             | 0,002   |  | [VE]                 | 0,001  | -  | <0,001    |
| 2,4,5-TP                 | mg/L    | 0029             | 0,03    |  | [VE]                 | 0,001  | -  | <0,001    |
| 2,4-D                    | mg/L    | 0029             | 0,03    |  | [VE]                 | 0,0005 | -  | <0,0005   |
| Aldrin e Dieldrin        | mg/L    | 0029             | 0,00003 |  | [VE]                 | 3e-005 | -  | <0,00003  |
| Clordano (isômeros)      | mg/L    | 0029             | 0,0002  |  | [VE]                 | 0,0001 | -  | <0,0001   |
| DDT (DDT+ DDE + DDD)     | mg/L    | 0029             | 0,002   |  | [VE]                 | 0,0005 | -  | <0,0005   |
| Endrin                   | mg/L    | 0029             | 0,0006  |  | [VE]                 | 0,0001 | -  | <0,0001   |
| Heptacloro e seu epóxido | mg/L    | 0029             | 0,00003 |  | [VE]                 | 2e-005 | -  | <0,00002  |
| Hexaclorobenzeno         | mg/L    | 0029             | 0,001   |  | [VE]                 | 1e-005 | -  | <0,00001  |
| Lindano (g - BHC)        | mg/L    | 0029             | 0,002   |  | [VE]                 | 5e-005 | -  | <0,00005  |





**CERTIFICADO DE ENSAIOS**

**MA1906451 - B**

MA1906451.0001

| PONTO<br>AM17A          |         | LOCAL               | COORDENADA |  |                      |        |      |           |
|-------------------------|---------|---------------------|------------|--|----------------------|--------|------|-----------|
| RESULTADOS ANALÍTICOS   |         |                     |            |  |                      |        |      |           |
| PARÂMETROS              | UNIDADE | PROVEDOR<br>EXTERNO | VMP        |  | REFERÊNCIA ANALÍTICA | LQ     | IE   | RESULTADO |
|                         |         |                     | RN0004     |  |                      |        |      |           |
| Metoxicloro             | mg/L    | 0029                | 0,02       |  | [VE]                 | 0,0005 | -    | <0,0005   |
| pH Extrato Solubilizado | -       |                     | N.A.       |  | [AB] 10006/05        | 0,01   | 0,75 | 7,91      |
| Toxafeno                | µg/L    | 0029                | 5          |  | [EN] 505             | 0,01   | -    | <0,01     |
| Umidade                 | %       |                     | N.A.       |  | [AB] 10006/05        | 0,01   | 1,69 | 17,85     |



Marcos Filipe Gonçalves Silva  
CRQ II 02202046 - Responsável Técnico



Silvano Eduardo da Silva  
CRBio 087859/04-D - Signatário Autorizado



## **Anexo II**

**Relatório Técnico “Avaliação dos níveis de chumbo detectados em campo pelo método do espectrômetro XRF portátil em relação aos reais níveis de chumbo existentes nos rejeitos da barragem B1”**





---

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CHUMBO DETECTADOS EM  
CAMPO PELO MÉTODO DO ESPECTRÔMETRO XRF  
PORTÁTIL EM RELAÇÃO OS REAIS NÍVEIS DE CHUMBO  
EXISTENTES NOS REJEITOS DA BARRAGEM B1.**

**RT-MIN-VL-CF-04-19**

---

**ELABORADO PARA:**



**ABRIL DE 2019**



**Referência: Relatório Técnico nº 011-2019 DEAMB/SEMAD/DEAMB/2019**

**Objetivo: Esclarecimento sobre os níveis de chumbo detectados em campo pelo método do Espectrômetro XRF Portátil e os reais níveis de chumbo existentes nos rejeitos da barragem B1.**

## **1.0 Introdução**

O presente documento visa esclarecer sobre os níveis de chumbo existentes nos rejeitos da Barragem B1, e que foram associados a elevadas concentrações, após campanha de avaliação dos níveis de metais presentes nos rejeitos utilizando Espectrômetro XRF Portátil.

Esta avaliação foi conduzida utilizando-se uma técnica semi-quantitativa e que precisa ter seus resultados validados por outros métodos quantitativos.

A referida campanha de determinação dos níveis de metais nos rejeitos utilizando o equipamento de Espectrômetro XRF Portátil, foi realizada entre 02 e 03 de fevereiro de 2019, pela empresa J.Ometto Proteção Radiológica e Engenharia de Materiais LTDA.

Este trabalho foi realizado sob coordenação da empresa Arcadis, que compilou estas informações no relatório intitulado "Apresentação dos Resultados das Atividades de Coleta e Análises Químicas de Metais em Campo com Utilização do Equipamento XRF, elaborado para a VALE", apresentado a SEMAD segundo protocolo xxxx.

Na ocasião da realização dos trabalhos de campo, alíquotas dos pontos avaliados pela técnica de campo foram coletadas "validar" os resultados produzidos pela avaliação de campo, através de análises químicas em laboratório.

## **2.0 Metodologia dos trabalhos de determinação de campo (Espectrômetro XRF Portátil) realizados.**

Conforme descrito anteriormente, entre 02 e 03 de fevereiro de 2019, a empresa J.Ometto Proteção Radiológica e Engenharia de Materiais LTDA realizou coleta e análise em campo de materiais de rejeito da barragem em Brumadinho, considerando aplicações analíticas para "ANÁLISE GEOQUÍMICA DE SOLOS E SEDIMENTOS", em conformidade as especificações abaixo:

- CNEN-NE-6.02 "Licenciamento de Instalações Radiativas";
- CNEN-NN-3.01 "Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica";



- INMETRO VIM:2008 - Vocabulário Internacional de Metrologia (Primeira Edição Brasileira);
- EPA 6200 – FIELD PORTABLE X-RAY FLUORESCENCE SPECTROMETRY FOR THE DETERMINATION OF ELEMENTAL CONCENTRATIONS IN SOIL AND SEDIMENT (**Anexo I**)

Durante a execução foram observadas restrições de acesso a certos pontos por questões de segurança, sendo estes pontos em geral acessados com auxílio de helicóptero. Foram executados e avaliados 23 pontos distribuídos pela área afetada. Os pontos avaliados constam na **Figura 1**, a seguir.

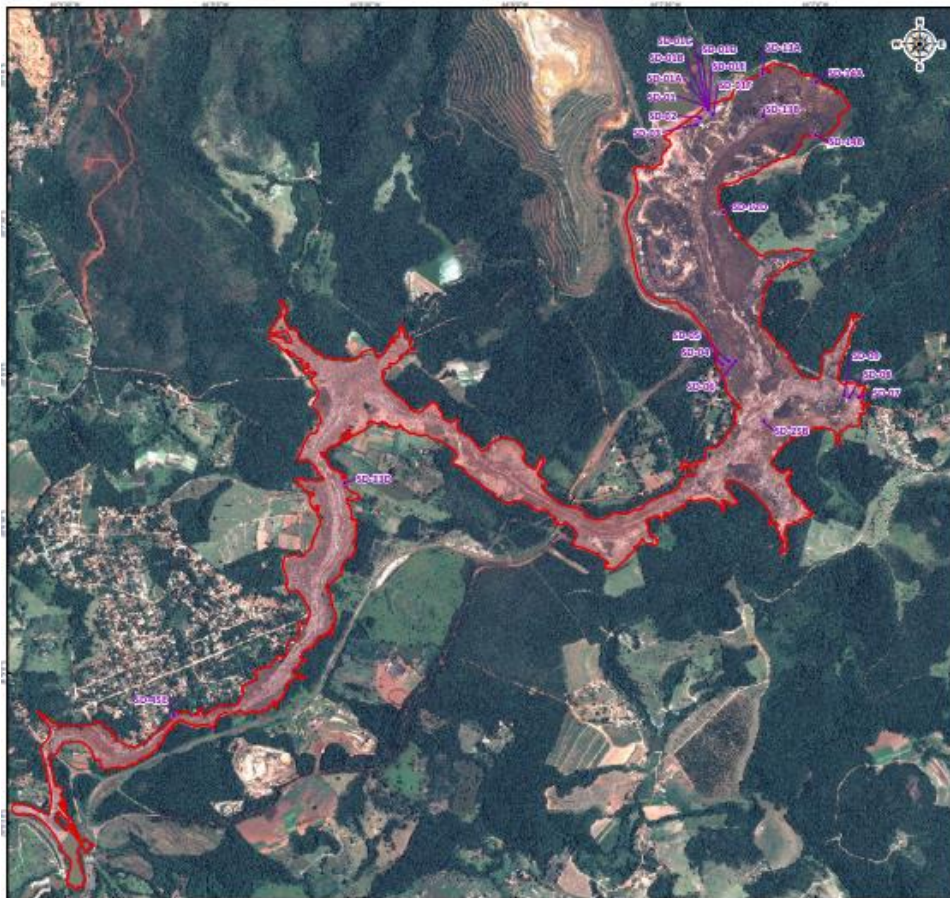


Figura1-Localções das determinações de teores de metais utilizando equipamento de campo e coleta de amostras para confirmação dos resultados.

As análises da composição química de materiais por fluorescência de Raios-X, conforme Relatório de Ensaio Químicos abrangendo 15 metais, sendo estes: alumínio (Al), silício (Si), potássio (K), cálcio (Ca), cromo (Cr), níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), arsênio (As), selênio (Se), molibdênio (Mo), cádmio (Cd), antimônio (Sb), mercúrio (Hg) e chumbo (Pb).



No **Anexo II** está apresentado o relatório completo com a descrição dos trabalhos e determinações de campo realizadas, já apresentado anteriormente a SEMAD segundo o protocolo **XXXXX**.

As alíquotas coletadas no mesmo ponto e momento das determinadas em campo foram enviadas ao laboratório SGS Geosol, onde foram analisadas para os mesmos parâmetros e outros adicionais, utilizando-se os seguintes ensaios quantitativos:

**Análise de Rocha Total** – A análise de rocha total foi feita por espectroscopia de fluorescência de raios-X (XRF).

**Análise de Metais-traço** – A caracterização da composição de metais-traço de uma amostra é geralmente um processo de duas etapas, incluindo uma digestão ácida para liberar os elementos na fase de solução, seguida da análise dos elementos no digerido resultante. De acordo com a Resolução CONAMA 420/2009, a análise elementar deve feita conforme o Método USEPA 3050B (USEPA 1996). Como observado no método “Este método não consiste de uma técnica de digestão total para a maioria das amostras. Trata-se de uma digestão ácida muito forte que dissolverá quase todos os elementos que poderiam se tornar ‘ambientalmente disponíveis’. O método foi concebido para que elementos ligados em estruturas de silicatos não sejam normalmente dissolvidos por este procedimento, uma vez que eles normalmente não apresentam mobilidade no meio ambiente”.

Cabe ressaltar que, as técnicas utilizadas no laboratório da SGS Geosol são quantitativas e são as oficialmente aceitas para determinação de metais em matrizes sólidas (Rejeitos, Solos e Sedimentos), sendo inclusive as técnicas descritas no procedimento USEPA 6200 (*Field portable x-ray fluorescence spectrometry for the determination of elemental concentrations in soil and sediment*) como técnicas para validação dos resultados do Espectrômetro XRF Portátil.

Os laudos analíticos referentes às determinações realizadas na SGS Geosol estão apresentados no **Anexo III**.

### **3.0 Descrição dos princípios de determinação de metais pelo de espectrômetro XRF portátil e suas limitações**

A fluorescência de raios X por dispersão de energia é uma técnica analítica multi-elementar não destrutiva capaz de identificar elementos com número atômico Z maior ou igual a 12, através dos raios X característicos  $K\alpha$ ,  $K\beta$  ou  $L\alpha$ ,  $L\beta$  dos elementos que estão presentes em uma amostra particular.



Neste método, o material a ser analisado é atingido com um feixe de Raios X que interage com os átomos da amostra provocando a ionização das camadas mais internas dos átomos. O preenchimento das vacâncias resultantes, por elétrons mais periféricos, induz a emissão de raios X característicos dos elementos constituintes da amostra.

O método USEPA 6200 fornece uma metodologia para empreender investigações semi-quantitativas podem:

- Auxiliar na determinação da densidade e amostragem de amostragem do solo locais para trabalhos de investigação do local (investigações no nível do nível exploratório);
- Fornecer uma indicação do grau de heterogeneidade dos contaminantes presentes no local;
- Ser usado para aumentar os dados utilizados na avaliação do risco potencial para a saúde humana exposição média ao local, desde que os objetivos de qualidade dos dados sejam atendidos e uma verificação adequada dos resultados seja realizada;
- Ser usado em uma investigação preliminar no site, auxiliando (com informações fontes) para determinar se é mais provável que o site esteja contaminado.

Segundo USEPA 6200 tais investigações semiquantitativas são métodos de rastreio, a serem usados juntamente com outras técnicas para validação dos resultados levantados (por exemplo, espectrometria de absorção atômica com chama (FLAA), espectrometria de absorção atômica de fornos de grafite (GFAA), espectrometria de emissão atômica com plasma indutivamente (ICP-AES), ou espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplada, (ICP-MS)).

A principal vantagem deste método é o fato do mesmo se tratar de um procedimento rápido de triagem de campo. Os limites inferiores de detecção do método são tipicamente acima do nível regulatório da característica de toxicidade para a maioria dos analitos.

A sensibilidade do método ou limite inferior de detecção depende de vários fatores, incluindo o analito de interesse, o tipo de detector utilizado, o tipo de fonte de excitação, a força da fonte de excitação, contagem de tempos usados para irradiar a amostra, matriz física efeitos, efeitos de matriz química e interferências espectrais de Inter elementos.



Algumas das principais fontes de erro que afetam a exatidão técnica referem-se ao teor de umidade na amostra, tamanhos de grãos e interferências espectrais de Inter elementos.

#### **4.0 Resultados obtidos**

As Tabelas 1 e 2 abaixo apresentam respectivamente, os resultados obtidos nas determinações de campo e de laboratório. Apenas como referência, os resultados foram comparados com os limites previstos para qualidade de solos (prevenção) da resolução Conama 420/2009.





Figura 1: Resultados obtidos nas determinações de campo

| PONTO (LOCALIZAÇÃO)  | ELEM.:     | Al    | Si   | K    | Ca    | Cr     | Ni     | Cu    | Zn    | As    | Se    | Mo    | Cd    | Sb     | Hg    | Pb      |
|--|------------|-------|------|------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|---------|
|  |            | %     | %    | %    | mg/kg | mg/kg  | mg/kg  | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg  | mg/kg | mg/kg   |
| Conama 420/2009 (Prevenção)  |            | -     | -    | -    | -     | 75     | 30     | 60    | 300   | 15    | 5     | 30    | 1,3   | 2      | 0,5   | 72      |
| <b>SD-01 (Ponto 1)</b><br>Altitude 902m S 20°07'06.5<br>W 44°07'21.7   | SUPERFÍCIE | ND    | 2,95 | ND   | ND    | ND     | 33,54  | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND     | ND    | 2793,49 |
| <b>SD-01A (1A)</b><br>Altitude 902m S 20°07'06.5<br>W 44°07'21.7       | SUPERFÍCIE | ND    | 2,87 | ND   | ND    | ND     | 49,48  | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND     | ND    | 3385,79 |
| <b>SD-01B (1B)</b><br>Altitude 902m S 20°07'06.5<br>W 44°07'21.7       | 15cm       | ND    | 3,25 | 0,01 | ND    | ND     | 14,23  | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND     | ND    | 2687,15 |
| <b>SD-01C (1C)</b><br>S 20°07'06.6<br>W 44°07'21.6                     | SUPERFÍCIE | ND    | 3,09 | ND   | ND    | ND     | 46,62  | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND     | ND    | 2091,96 |
| <b>SD-01D (1D)</b><br>S 20°07'06.8<br>W 44°07'21.4                     | SUPERFÍCIE | ND    | 3,72 | 0,07 | ND    | ND     | 55,57  | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND     | ND    | 2798,16 |
| <b>SD-01E (1E)</b><br>S 20°07'07.0<br>W 44°07'21.4                     | SUPERFÍCIE | 1,92  | 5,92 | 1,09 | 100   | ND     | 11,00  | 3,32  | 43,22 | 4,71  | 2,13  | 14,28 | ND    | 31,74  | ND    | 21,82   |
| <b>SD-01F (1F)</b><br>S 20°07'07.9<br>W 44°07'20.5                     | SUPERFÍCIE | ND    | 3,00 | ND   | ND    | ND     | 123,47 | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND     | ND    | 3487,09 |
| <b>SD-02 (Ponto 2)</b><br>Altitude 886m S 20°07'08.6<br>W 44°07'23.0   | SUPERFÍCIE | 1,55  | 5,62 | 0,72 | 200   | ND     | 18,60  | ND    | 30,76 | 5,68  | ND    | ND    | ND    | 20,56  | ND    | ND      |
| <b>SD-03 (Ponto 3)</b><br>Altitude 880<br>S 20°07'09.9<br>W 44°07'23.8 | SUPERFÍCIE | 1,49  | 4,34 | 0,43 | 100   | 28,16  | 19,20  | 7,88  | 54,15 | 6,45  | 4,26  | 3,58  | ND    | 9,14   | ND    | ND      |
| <b>SD-04 (Ponto 4)</b><br>Altitude 826m S 20°07'58.2<br>W 44°07'18.6   | SUPERFÍCIE | 0,69  | 4,49 | 0,40 | 400   | ND     | 23,82  | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | 1,21   | ND    | 490,21  |
| <b>SD-05 (Ponto 5)</b><br>Altitude 819m S 20°07'58.2<br>W 44°07'58.2   | SUPERFÍCIE | ND    | 3,62 | 0,03 | 100   | ND     | 53,82  | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | 0      | ND    | 1716,92 |
| <b>SD-06 (Ponto 6)</b><br>Altitude 818m S 20°07'57.4<br>W 44°07'16.0   | SUPERFÍCIE | 0,17  | 4,14 | 0,08 | 600   | ND     | 79,02  | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | 0      | ND    | 887,16  |
| <b>SD-12D (Lama 12D)</b>   | SUPERFÍCIE | 0,89  | 3,13 | ND   | ND    | ND     | 15,72  | ND    | ND    | ND    | 15,32 | 8,24  | ND    | 0      | 4,78  | 126,04  |
| <b>SD-13A</b>  | SUPERFÍCIE | 0,09  | 4,66 | ND   | 300   | ND     | 35,93  | ND    | ND    | ND    | 2,17  | ND    | ND    | 4,80   | ND    | 1504,86 |
| <b>SD-13B</b>  | SUPERFÍCIE | ND    | 3,36 | ND   | 600   | ND     | 102,34 | 6,02  | 16,21 | ND    | 1,16  | ND    | ND    | 17,34  | ND    | 1164,55 |
| <b>SD-14A</b>  | SUPERFÍCIE | ND    | 3,15 | 0,10 | 200   | ND     | 64,10  | ND    | 19,76 | ND    | ND    | ND    | ND    | 30,11  | ND    | 1167,07 |
| <b>SD-14B</b>  | SUPERFÍCIE | 0     | 4,35 | 0,02 | 400   | ND     | 21,47  | ND    | ND    | ND    | 3,30  | ND    | ND    | ND     | ND    | 406,83  |
| <b>SD-25B (Lama 25B)</b>   | SUPERFÍCIE | 1,04  | 3,10 | ND   | ND    | ND     | 5,59   | ND    | 17,85 | ND    | 6,82  | ND    | ND    | 2,49   | ND    | 74,37   |
| <b>SD-33D (Lama 33D)</b>   | SUPERFÍCIE | 1,27  | 3,15 | ND   | ND    | ND     | ND     | 6,18  | 26,00 | ND    | 10,80 | ND    | 8,94  | ND     | ND    | 51,59   |
| <b>SD-45E (Lama 45E)</b>   | SUPERFÍCIE | 1,28  | 3,13 | ND   | ND    | 1,91   | ND     | 4,93  | 23,64 | ND    | 12,29 | ND    | 10,04 | ND     | ND    | 53,83   |
| <b>SD-07 (Ponto 07)</b><br>Altitude 810m S 20°08'04.7<br>W 44°06'51.3  | SUPERFÍCIE | 89,10 | 0,41 | 0,07 | 300   | 133,42 | 37,80  | 26,45 | 68,65 | 2,33  | ND    | 28,37 | 36,01 | 105,32 | ND    | 6,73    |
| <b>SD-08 (Ponto 08)</b><br>Altitude 812m S 20°08'04.5<br>W 44°06'53.2  | SUPERFÍCIE | 45,63 | 3,52 | ND   | 100   | ND     | 31,51  | ND    | 37,55 | ND    | ND    | ND    | ND    | 50,04  | ND    | 34,15   |
| <b>SD-09 (Ponto 09)</b><br>Altitude 812m S 20°08'04.1<br>W 44°06'54.3  | SUPERFÍCIE | 0,47  | 4,27 | 0,09 | 100   | ND     | 26,82  | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | 38,42  | ND    | 510,74  |



Figura 2: Resultados obtidos nas determinações de laboratório

| PONTO (LOCALIZAÇÃO)  | ELEM:      | Al   | Si    | K     | Ca    | Cr    | Ni    | Cu    | Zn    | As    | Se    | Mo    | Cd    | Sb    | Hg    | Pb    | Fe    |
|--|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  |            | %    | %     | %     | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| <b>Conama 420/2009 (Prevenção)</b>                                     |            | -    | -     | -     | -     | 75    | 30    | 60    | 300   | 15    | 5     | 30    | 1,3   | 2     | 0,5   | 72    | -     |
| <b>SD-01 (Ponto 1)</b><br>Altitude 902m S 20°07'06.5<br>W 44°07'21.7   | SUPERFÍCIE | 0,19 | 1,27  | <0.01 | <0.01 | <1    | 1,4   | 6,3   | 28    | 4     | <1    | 0,64  | 0,04  | 0,44  | 0,07  | 4,7   | 66,64 |
| <b>SD-01A (1A)</b><br>Altitude 902m S 20°07'06.5<br>W 44°07'21.7       | SUPERFÍCIE | 0,21 | 1,61  | <0.01 | <0.01 | <1    | 2,4   | 9     | 25    | 4     | <1    | 0,65  | 0,06  | 0,38  | 0,07  | 4,9   | 65,24 |
| <b>SD-01B (1B)</b><br>Altitude 902m S 20°07'06.5<br>W 44°07'21.7       | 15cm       | 0,29 | 2,50  | <0.01 | 0,01  | <1    | 2,5   | 8,3   | 27    | 7     | <1    | 0,79  | 0,04  | 0,51  | 0,06  | 6,9   | 64,12 |
| <b>SD-01C (1C)</b><br>S 20°07'06.6<br>W 44°07'21.6                     | SUPERFÍCIE | 0,22 | 1,89  | <0.01 | <0.01 | <1    | 6,1   | 9,6   | 27    | 6     | <1    | 0,85  | 0,05  | 0,45  | 0,05  | 5,7   | 65,59 |
| <b>SD-01D (1D)</b><br>S 20°07'06.8<br>W 44°07'21.4                     | SUPERFÍCIE | 0,38 | 3,74  | 0,01  | <0.01 | <1    | 5     | 11,4  | 25    | 6     | <1    | 0,88  | 0,04  | 0,53  | 0,07  | 7,3   | 61,25 |
| <b>SD-01E (1E)</b><br>S 20°07'07.0<br>W 44°07'21.4                     | SUPERFÍCIE | 1,04 | 27,88 | 0,08  | <0.01 | 2     | 1,4   | 4,4   | 10    | 4     | <1    | 1,1   | 0,02  | 0,18  | 0,01  | 15,3  | 7,84  |
| <b>SD-01F (1F)</b><br>S 20°07'07.9<br>W 44°07'20.5                     | SUPERFÍCIE | 0,19 | 0,61  | <0.01 | <0.01 | <1    | 16,4  | 20,9  | 32    | 4     | <1    | 1,04  | 0,14  | 0,65  | 0,06  | 15,4  | 66,78 |
| <b>SD-02 (Ponto 2)</b><br>Altitude 886m S 20°07'08.6<br>W 44°07'23.0   | SUPERFÍCIE | 1,7  | 18,17 | 0,06  | 0,02  | 10    | 1,7   | 10,5  | 26    | 8     | <1    | 1,21  | 0,04  | 0,48  | 0,04  | 20,7  | 27,51 |
| <b>SD-03 (Ponto 3)</b><br>Altitude 880<br>S 20°07'09.9<br>W 44°07'23.8 | SUPERFÍCIE | 2,24 | 23,09 | 0,08  | <0.01 | 28    | 9,1   | 15,6  | 36    | 5     | <1    | 0,83  | 0,06  | 0,28  | 0,02  | 26,8  | 13,93 |
| <b>SD-04 (Ponto 4)</b><br>Altitude 826m S 20°07'58.2<br>W 44°07'18.6   | SUPERFÍCIE | 1,25 | 10,90 | 0,04  | 0,07  | 8     | 6,8   | 18,5  | 34    | 8     | <1    | 1,43  | 0,07  | 0,58  | 0,06  | 17    | 44,03 |
| <b>SD-05 (Ponto 5)</b><br>Altitude 819m S 20°07'58.2<br>W 44°07'58.2   | SUPERFÍCIE | 0,63 | 5,75  | 0,01  | 0,02  | <1    | 13,2  | 29,8  | 35    | 8     | <1    | 1,26  | 0,11  | 0,53  | 0,09  | 9,1   | 56,49 |
| <b>SD-06 (Ponto 6)</b><br>Altitude 818m S 20°07'57.4<br>W 44°07'16.0   | SUPERFÍCIE | 1,18 | 7,50  | 0,02  | 0,04  | 6     | 23,2  | 83,3  | 62    | 14    | <1    | 2,07  | 0,34  | 0,81  | 0,14  | 22,2  | 49,21 |
| <b>SD-12D (Lama 12D)</b>   | SUPERFÍCIE | 0,44 | 4,60  | 0,02  | 0,01  | <1    | 5,9   | 17,6  | 34    | 7     | <1    | 1,05  | 0,1   | 0,62  | 0,1   | 10,5  | 60,13 |
| <b>SD-13A</b>  | SUPERFÍCIE | 1,31 | 10,99 | 0,01  | 0,05  | 4     | 20,5  | 84,7  | 69    | 14    | <1    | 1,9   | 0,32  | 0,76  | 0,17  | 20,6  | 43,82 |
| <b>SD-13B</b>  | SUPERFÍCIE | 1,52 | 9,57  | 0,02  | 0,07  | 8     | 24,7  | 102,9 | 80    | 17    | <1    | 2,1   | 0,37  | 0,9   | 0,14  | 25,2  | 45,36 |
| <b>SD-14A</b>  | SUPERFÍCIE | 2,23 | 8,37  | 0,02  | 0,04  | 10    | 16,7  | 91,7  | 80    | 22    | <1    | 2,44  | 0,29  | 1,02  | 0,2   | 39,2  | 39,9  |
| <b>SD-14B</b>  | SUPERFÍCIE | 1,3  | 11,64 | 0,01  | 0,06  | 3     | 12,6  | 69,3  | 64    | 17    | <1    | 1,74  | 0,29  | 0,86  | 0,11  | 34,7  | 41,79 |
| <b>SD-25B (Lama 25B)</b>   | SUPERFÍCIE | 0,99 | 7,36  | 0,05  | 0,02  | 4     | 10,5  | 33,4  | 47    | 10    | <1    | 1,74  | 0,16  | 0,74  | 0,13  | 15,6  | 54,11 |
| <b>SD-33D (Lama 33D)</b>   | SUPERFÍCIE | 0,72 | 6,58  | 0,02  | 0,03  | 7     | 19,1  | 53,8  | 52    | 10    | <1    | 1,79  | 0,24  | 0,64  | 0,14  | 19    | 53,13 |
| <b>SD-45E (Lama 45E)</b>   | SUPERFÍCIE | 0,71 | 7,13  | 0,01  | 0,03  | 9     | 20,3  | 56,5  | 49    | 10    | <1    | 1,63  | 0,24  | 0,62  | 0,11  | 18,5  | 52,43 |
| <b>SD-07 (Ponto 07)</b><br>Altitude 810m S 20°08'04.7<br>W 44°06'51.3  | SUPERFÍCIE | 3,72 | 20,79 | 0,07  | 0,03  | 12    | 3,9   | 16,9  | 28    | 9     | <1    | 1,36  | 0,07  | 0,44  | 0,08  | 21,3  | 20,23 |
| <b>SD-08 (Ponto 08)</b><br>Altitude 812m S 20°08'04.5<br>W 44°06'53.2  | SUPERFÍCIE | 0,22 | 1,66  | <0.01 | <0.01 | <1    | <0.5  | 3,2   | 25    | 5     | <1    | 0,57  | 0,03  | 0,44  | 0,04  | 5,5   | 66,43 |
| <b>SD-09 (Ponto 09)</b><br>Altitude 812m S 20°08'04.1<br>W 44°06'54.3  | SUPERFÍCIE | 0,26 | 10,90 | 0,01  | <0.01 | 3     | 9,3   | 17    | 29    | 5     | <1    | 0,67  | 0,09  | 0,56  | 0,04  | 11,1  | 50,12 |



## 5.0 Discussão dos resultados

Pode-se notar pelos resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2 que:

- De maneira geral os dados obtidos pelo procedimento de campo, quando detectados, apresentavam maiores concentrações de metais se comparados aos dados de laboratório. Valendo a ressalva que os limites de detecção do método de campo são significativamente superiores aos limites dos equipamentos de laboratório. Por este motivo vários elementos apareceram não detectados na Tabela com os resultados obtidos em campo (Tabela 1).
- Os dados de campo sugeriram várias extrapolações aos limites previstos para qualidade de solos (prevenção) da resolução Conama 420/2009, enquanto nas determinações de laboratório apenas o arsênio apareceu acima destes limites em três amostras, sendo este limite (prevenção) o mais restritivo previsto na resolução Conama 420/2009. Vale lembrar ainda que o arsênio possui um background mais elevado em toda região do quadrilátero ferrífero.
- A majoração da magnitude dos resultados determinados pelo equipamento de campo foi especialmente notada no caso do chumbo, onde teores superiores a 3000 mg/kg foram reportados, enquanto os teores médios determinados em laboratório ficaram no entorno dos 16mg/kg.
- Essa distorção provavelmente aconteceu por interferências relacionadas aos teores de umidade das amostras, e a interferências espectrais. As amostras possuíam umidade significativa o que atrapalha as medidas, visto que foram coletadas logo em seguida ao acidente.
- Com relação as interferências espectrais, Gazley et al.(2010) demonstraram que nas determinações usando equipamentos portáteis de XRF onde as amostras possuíam altos teores de Fe, as mesmas interferiam nas determinações dos teores de Pb. Segundo o autor, essa interferência ocorre devido ao empilhamento de picos de Fe K $\alpha$  (6.405 keV) a  $\sim$ 12.8 keV, que é proximal ao Pb L $\beta$  (12.614 keV) e picos Bi L $\rho$  (13,023 keV), e que em outras palavras levam a determinações errôneas de Pb e Bi.



## 6.0 Outras informações relevantes

Além das amostras coletadas e relatadas acima, um conjunto de 33 amostras de rejeitos espalhados pós acidente da barragem B1 foi coletado desde o antigo reservatório da barragem B1 até a confluência do córrego Ferro e Carvão com rio Paraopeba. Um mapa com a locação dessas amostras está apresentado no **Anexo IV** deste relatório xxxxxxxx.

Essas amostras estão sendo ensaiadas para determinação dos teores totais de metais bem como em relação a sua classificação segundo a NBR ABNT 10.004.

Deste universo de 33 amostras 29 foram classificadas como resíduo Classe IIB (Não Perigoso -Inerte) e 4 como Classe A (Não Perigoso-Não Inerte), indicando baixo potencial dos rejeitos em mobilizar metais traços, vale ainda ressaltar que nenhuma das amostras apresentou concentrações de chumbo superiores aos limites nos ensaios de lixiviação e solubilização.

Destes resultados, apenas os laudos finais de quatro amostras estão disponíveis e estão apresentados no **Anexo V**, os demais assim que estiverem disponíveis em sua versão final serão apresentados à SEMAD.

Com relação à composição química global, os resultados para estas quatro amostras estão também disponíveis (**Anexo VI**) e mostram também teores diminutos de chumbo se comparados as determinações de campo com o equipamento portátil de XRF.

## 7.0 Implicações das informações apresentadas para a disposição dos rejeitos na pilha de estéril

Ainda que amostras de estéril não tenham sido coletadas e ensaiadas para fins da discussão do presente relatório, é muito provável que a características de composição química destes materiais seja similar aos dos rejeitos ensaiados e discutidos brevemente na seção anterior. Além disto, as legislações aplicáveis para fins de disposição final de “resíduos” não são baseadas em termos de composição química global, e sim em termos da classificação segundo a NBR ABNT 10.004, que para os rejeitos tem sugerido que a maioria de seu conteúdo seja classificados como resíduos Classe IIB resíduos não perigoso Inerte.

Em outras palavras, os resultados obtidos até o momento sugerem que aspectos relacionados aos teores de metais totais nos rejeitos e mesmo em termos de mobilidade destes metais não trazem implicações em termos de disposição dos mesmos na pilha de estéril.



## **ANEXOS**

**ANEXO I-PROCEDIMENTO USEPA 6200**

**ANEXO II-RELATÓRIO DETERMINAÇÕES DE CAMPO PXRf**

**ANEXO III-LAUDOS ENSAIOS QUANTITATIVOS SGS-GEOSOL**

**ANEXO IV-MAPA LOCAÇÃO COLETAS DE REJEITOS**

**ANEXO V-RELATÓRIOS CLASSIFICAÇÃO DE REJEITOS SEGUNDO NBR ABNT  
10.004**

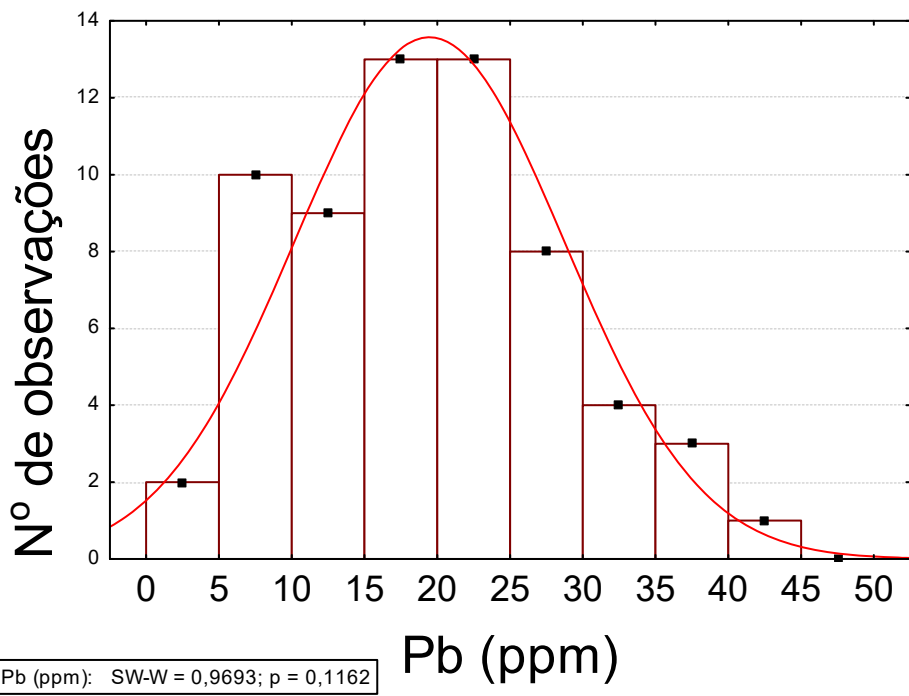
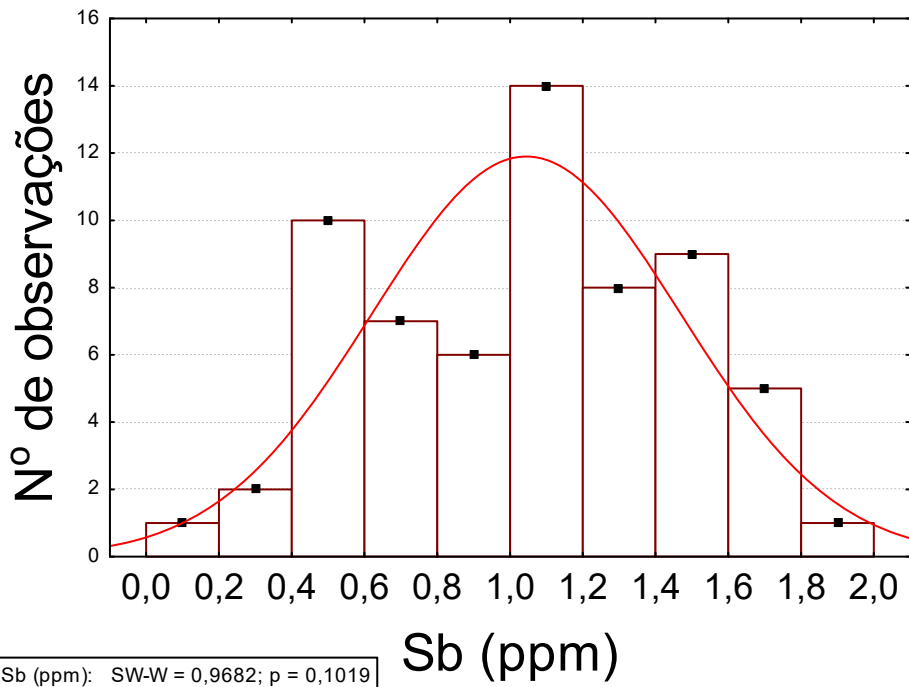
**ANEXO VI-LAUDOS COMPOSIÇÃO QUÍMICA GLOBAL REJEITOS**

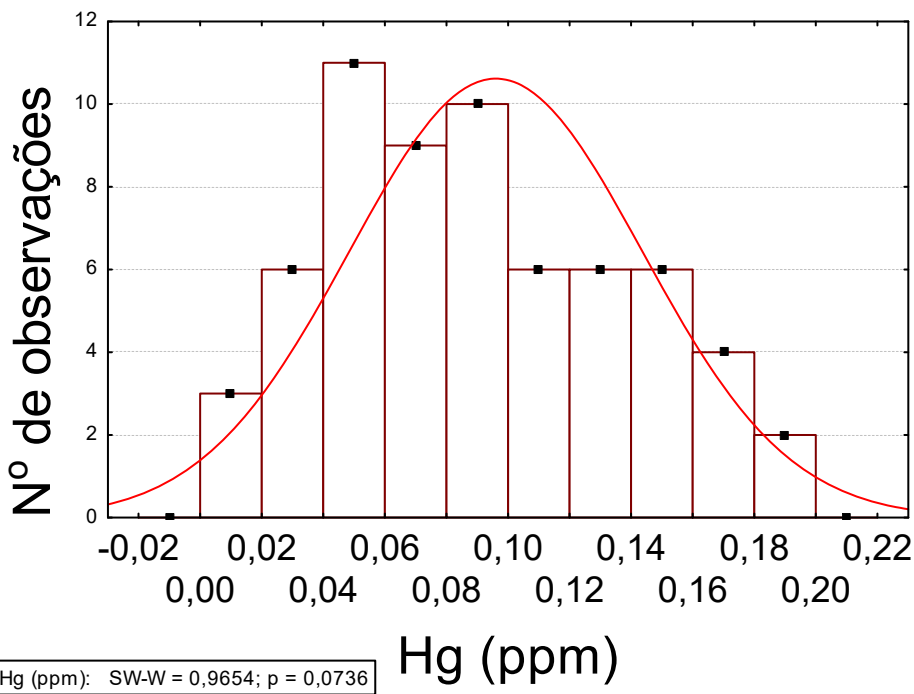
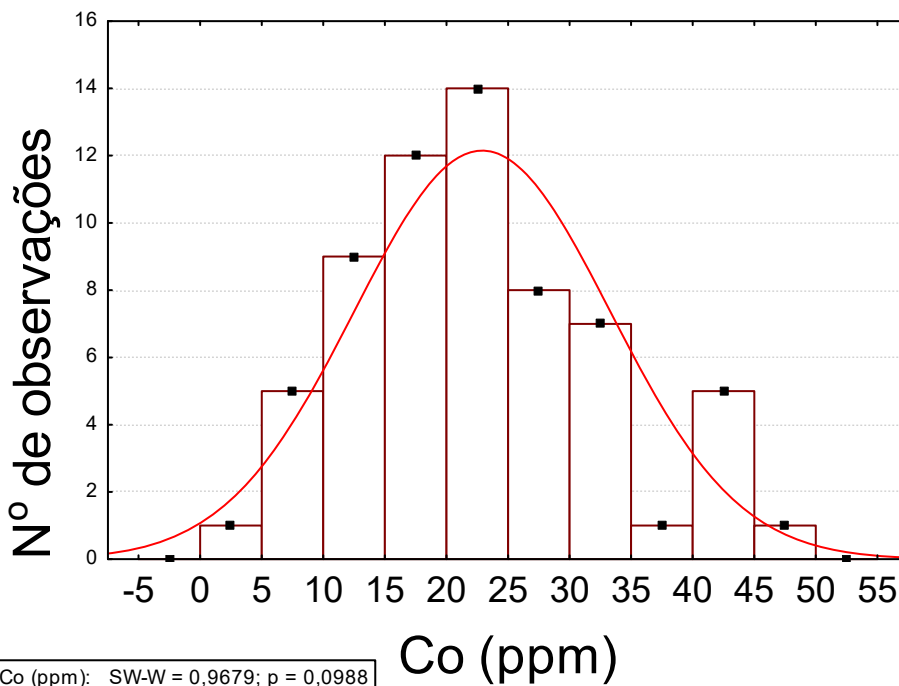


## **Anexo III**

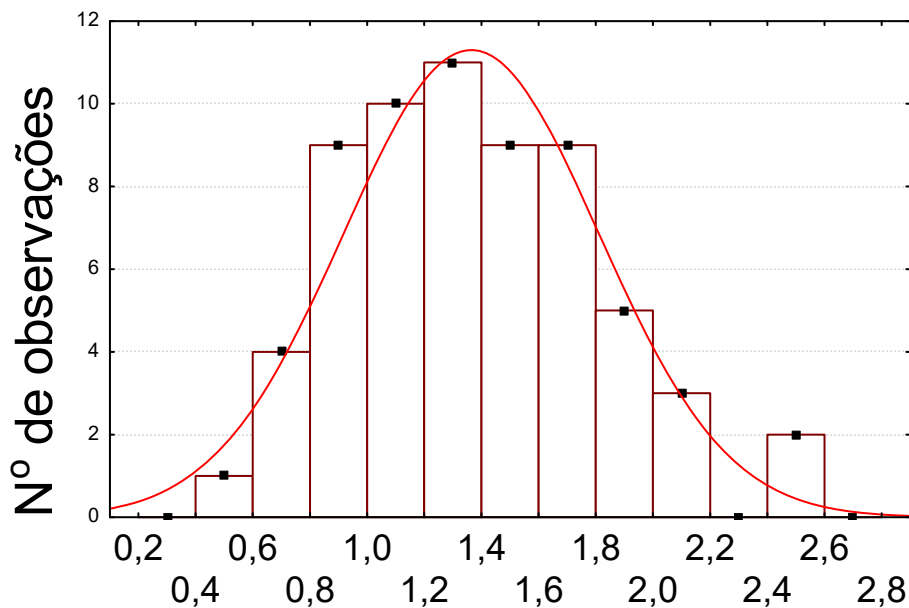
### **Distribuição de Frequência de amostras de rejeitos, solos e sedimentos (13 parâmetros)**







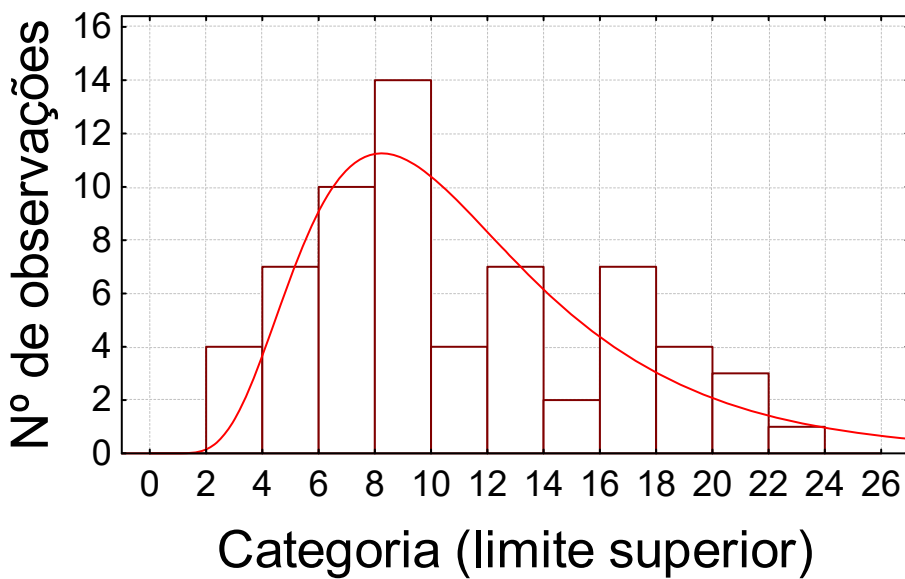




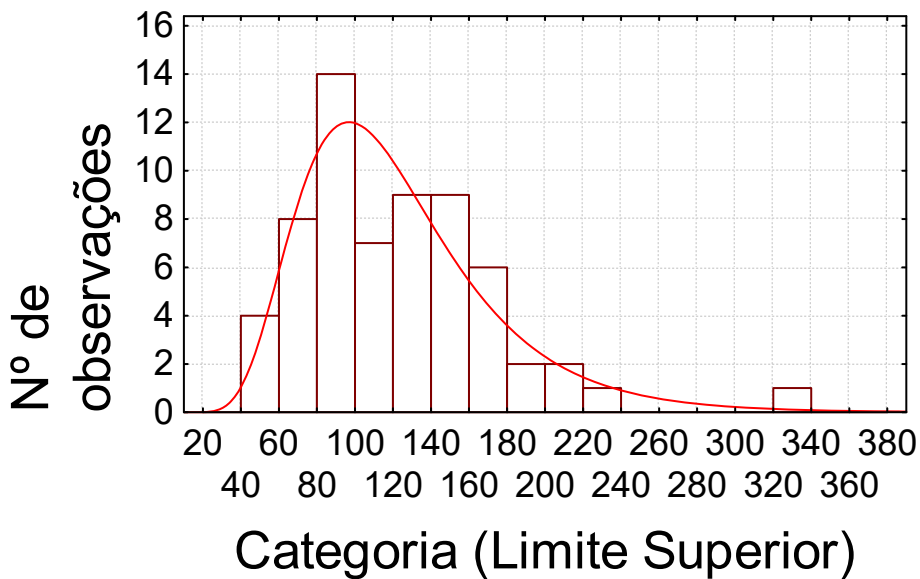
Mo (ppm): SW-W = 0,9754; p = 0,2368

Mo (ppm)

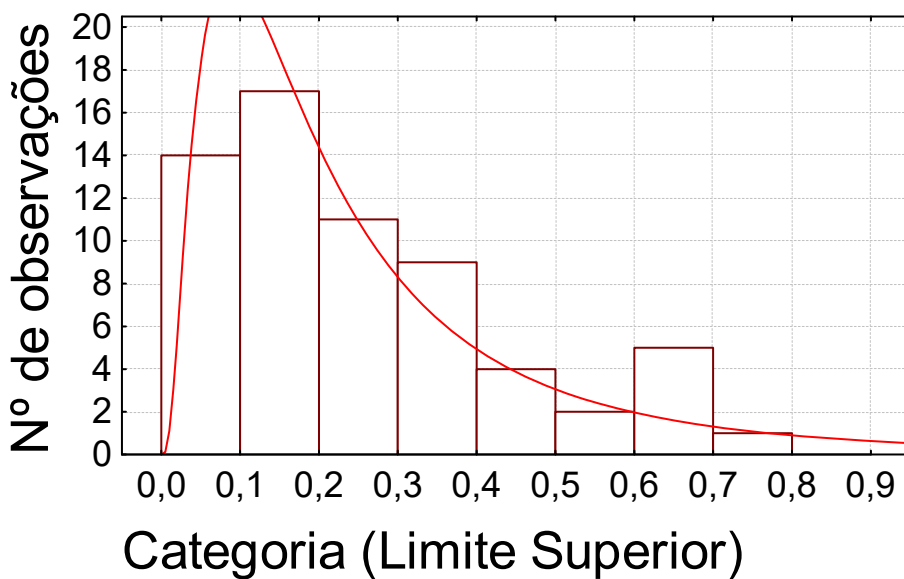
Variável: As (ppm), Distribuição: Log-normal  
 Kolmogorov-Smirnov d = 0,09623, p = n.s.  
 Chi-Square test = 11,20638, df = 5 (adjusted), p = 0,04744

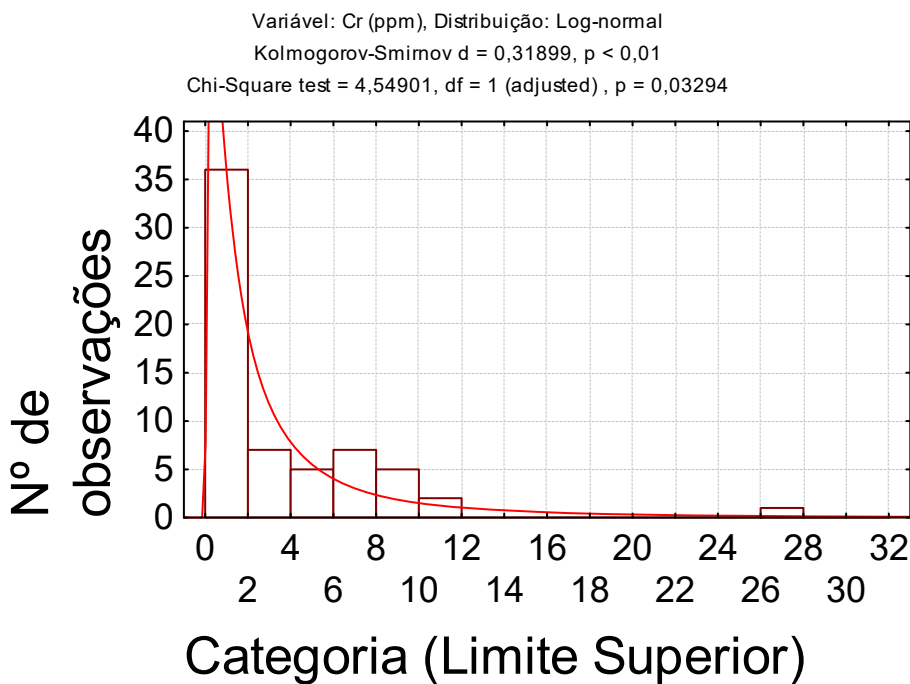
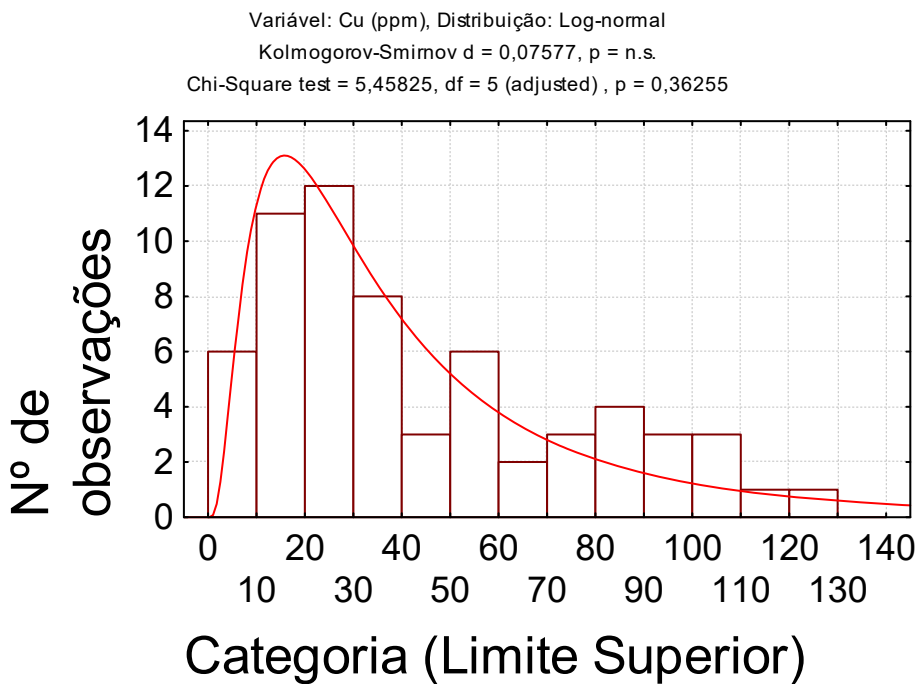


Variável: Ba (ppm), Distribuição: Log-normal  
 Kolmogorov-Smirnov d = 0,06895, p = n.s.  
 Chi-Square test = 3,01104, df = 3 (adjusted) , p = 0,38993

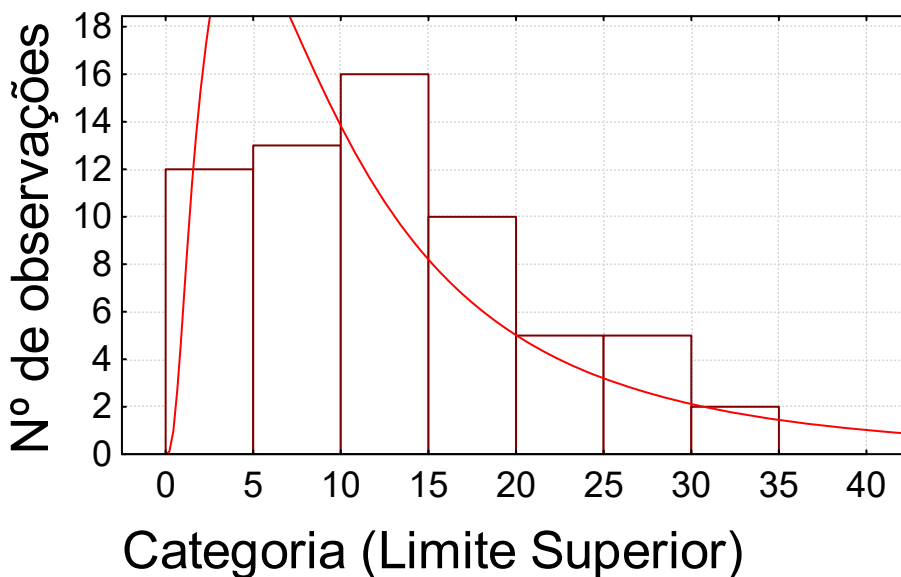


Variável: Cd (ppm), Distribuição: Log-normal  
 Kolmogorov-Smirnov d = 0,08829, p = n.s.  
 Chi-Square test = 1,22040, df = 3 (adjusted) , p = 0,74811

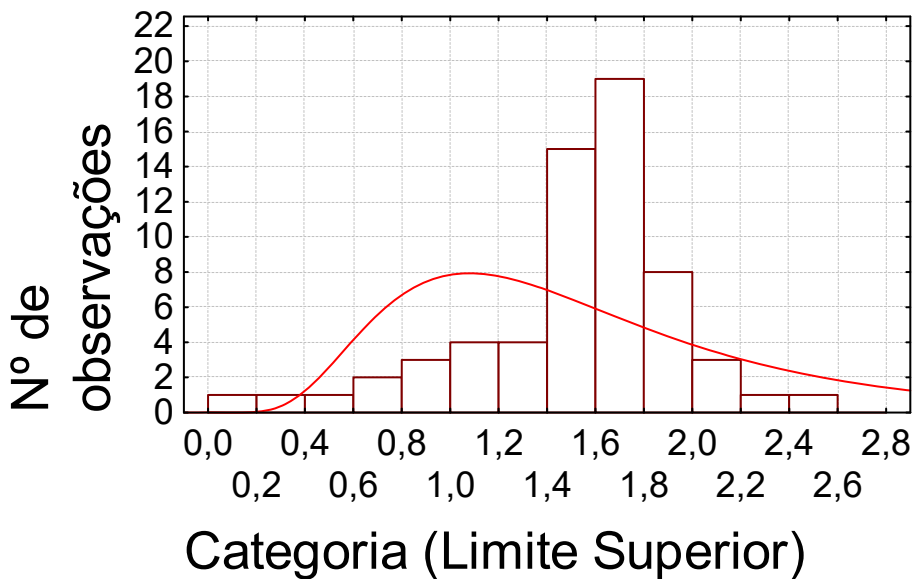




Variável: Ni (ppm), Distribuição: Log-normal  
 Kolmogorov-Smimov  $d = 0,13579$ ,  $p < 0,20$   
 Chi-Square test = 11,24071,  $df = 3$  (adjusted),  $p = 0,01049$



Variável: Ag (ppm), Distribuição: Log-normal  
 Kolmogorov-Smimov  $d = 0,27409$ ,  $p < 0,01$   
 Chi-Square test = 63,22048,  $df = 5$  (adjusted),  $p = 0,00000$



## Anexo III. Programas de Controle Ambiental (PCA) – Amplo

# PCA

## PROGRAMAS DE CONTROLE AMBIENTAL

MAIO/2019

**LICENCIAMENTO AMBIENTAL CORRETIVO - OBRAS EMERGENCIAIS  
DECORRENTES DA RUPTURA DA BARRAGEM DA MINA CÓRREGO DO  
FEIJÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE SUA ÁREA DE INFLUÊNCIA**



Número do documento: 2004201921191320000111079036

<https://pje.tjmg.jus.br:443/pje/Processo/ConsultaDocumento/listView.seam?x=2004201921191320000111079036>

Assinado eletronicamente por: CASSIO ROBERTO DOS SANTOS ANDRADE - 20/04/2020 19:21:19

Num. 112415467 - Pág. 2

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>APRESENTAÇÃO</b> .....  | <b>11</b> |
| <b>1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA CONSULTORA</b> ..... | <b>12</b> |
| <b>2 PROGRAMAS AMBIENTAIS DO MEIO FÍSICO</b> .....                   | <b>13</b> |
| 2.1 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR.....                | 13        |
| 2.1.1 <i>Introdução</i> .....  | 13        |
| 2.1.2 <i>Justificativa</i> .....                                     | 13        |
| 2.1.3 <i>Objetivos</i> .....   | 13        |
| 2.1.4 <i>Público Alvo e/ou Abrangência</i> .....                     | 13        |
| 2.1.5 <i>Requisitos Legais</i> .....                                 | 14        |
| 2.1.6 <i>Metodologia</i> .....                                       | 15        |
| 2.1.7 <i>Metas e Indicadores</i> .....                               | 22        |
| 2.1.8 <i>Equipe Técnica</i> .....                                    | 22        |
| 2.1.9 <i>Avaliação e Acompanhamento</i> .....                        | 22        |
| 2.1.10 <i>Responsabilidade pela Execução do Programa</i> .....       | 22        |
| 2.1.11 <i>Cronograma</i> .....                                       | 23        |
| 2.2 PROGRAMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....                     | 24        |
| 2.2.1 <i>Introdução</i> .....  | 24        |
| 2.2.2 <i>Justificativa</i> .....                                     | 24        |
| 2.2.3 <i>Objetivos</i> .....   | 24        |
| 2.2.4 <i>Público Alvo e/ou Abrangência</i> .....                     | 24        |
| 2.2.5 <i>Requisitos Legais</i> .....                                 | 24        |
| 2.2.6 <i>Metodologia</i> .....                                       | 24        |
| 2.2.7 <i>Metas e Indicadores</i> .....                               | 41        |
| 2.2.8 <i>Equipe Técnica</i> .....                                    | 41        |
| 2.2.9 <i>Avaliação e Acompanhamento</i> .....                        | 41        |
| 2.2.10 <i>Responsabilidade pela Execução do Programa</i> .....       | 42        |
| 2.2.11 <i>Cronograma</i> .....                                       | 42        |
| 2.3 PROGRAMA DE CARACTERIZAÇÃO DO REJEITO .....                      | 43        |
| 2.3.1 <i>Introdução</i> .....  | 43        |
| 2.3.2 <i>Justificativa</i> .....                                     | 43        |
| 2.3.3 <i>Objetivos</i> .....   | 43        |
| 2.3.4 <i>Público Alvo e/ou Abrangência</i> .....                     | 43        |
| 2.3.5 <i>Requisitos Legais</i> .....                                 | 43        |
| 2.3.6 <i>Metodologia</i> .....                                       | 43        |
| 2.3.7 <i>Metas e Indicadores</i> .....                               | 51        |
| 2.3.8 <i>Equipe Técnica</i> .....                                    | 51        |
| 2.3.9 <i>Avaliação e Acompanhamento</i> .....                        | 51        |
| 2.3.10 <i>Responsabilidade pela Execução do Programa</i> .....       | 51        |
| 2.3.11 <i>Cronograma</i> .....                                       | 51        |
| 2.4 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RUÍDO E VIBRAÇÃO .....              | 53        |
| 2.4.1 <i>Introdução</i> .....  | 53        |
| 2.4.2 <i>Justificativa</i> .....                                     | 53        |
| 2.4.3 <i>Objetivos</i> .....   | 53        |



|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 2.4.4    | <i>Público Alvo e/ou Abrangência</i> .....                                 | 53         |
| 2.4.5    | <i>Requisitos Legais</i> .....   | 54         |
| 2.4.6    | <i>Metodologia</i> .....   | 55         |
| 2.4.7    | <i>Metas e Indicadores</i> .....   | 59         |
| 2.4.8    | <i>Equipe Técnica</i> .....  | 59         |
| 2.4.9    | <i>Avaliação e Acompanhamento</i> .....                                    | 59         |
| 2.4.10   | <i>Responsabilidade pela Execução do Programa</i> .....                    | 60         |
| 2.4.11   | <i>Cronograma</i> .....  | 60         |
| 2.5      | <b>PLANO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS</b> .....                          | 61         |
| 2.5.1    | <i>Programa de Monitoramento Da Qualidade Das Águas Superficiais</i> ..... | 61         |
| 2.5.2    | <i>Programa de Monitoramento De Águas Subterrâneas</i> .....               | 72         |
| 2.5.3    | <i>Programa de Gestão Hidrológica</i> .....                                | 77         |
| 2.5.4    | <i>Programa de Monitoramento De Efluentes</i> .....                        | 85         |
| 2.6      | <b>PROGRAMA DE GESTÃO DE ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS</b> .....                  | 95         |
| 2.6.1    | <i>Introdução</i> .....  | 95         |
| 2.6.2    | <i>Justificativa</i> .....   | 96         |
| 2.6.3    | <i>Objetivos</i> .....   | 96         |
| 2.6.4    | <i>Público Alvo e/ou Abrangência</i> .....                                 | 96         |
| 2.6.5    | <i>Requisitos Legais</i> .....   | 97         |
| 2.6.6    | <i>Metodologia</i> .....   | 98         |
| 2.6.7    | <i>Metas e Indicadores</i> .....   | 103        |
| 2.6.8    | <i>Equipe Técnica</i> .....  | 104        |
| 2.6.9    | <i>Avaliação e Acompanhamento</i> .....                                    | 104        |
| 2.6.10   | <i>Responsabilidade pela Execução do Programa</i> .....                    | 104        |
| 2.6.11   | <i>Cronograma</i> .....  | 104        |
| <b>3</b> | <b>PROGRAMAS AMBIENTAIS DO MEIO BIÓTICO</b> .....                          | <b>106</b> |
| 3.1      | <b>PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA BIODIVERSIDADE</b> .....                   | 106        |
| 3.1.1    | <i>Introdução</i> .....  | 106        |
| 3.1.2    | <i>Justificativa</i> .....   | 106        |
| 3.1.3    | <i>Objetivos</i> .....   | 106        |
| 3.1.4    | <i>Público Alvo e/ou Abrangência</i> .....                                 | 106        |
| 3.1.5    | <i>Requisitos Legais</i> .....   | 106        |
| 3.1.6    | <i>Metodologia</i> .....   | 107        |
| 3.1.7    | <i>Metas e Indicadores</i> .....   | 107        |
| 3.1.8    | <i>Equipe Técnica</i> .....  | 109        |
| 3.1.9    | <i>Avaliação e Acompanhamento</i> .....                                    | 109        |
| 3.1.10   | <i>Responsabilidade pela Execução do Programa</i> .....                    | 109        |
| 3.1.11   | <i>Cronograma</i> .....  | 109        |
| 3.2      | <b>PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA ATROPELADA</b> .....                 | 110        |
| 3.2.1    | <i>Introdução</i> .....  | 110        |
| 3.2.2    | <i>Justificativa</i> .....   | 110        |
| 3.2.3    | <i>Objetivos</i> .....   | 111        |
| 3.2.4    | <i>Público Alvo e/ou Abrangência</i> .....                                 | 111        |
| 3.2.5    | <i>Requisitos Legais</i> .....   | 111        |
| 3.2.6    | <i>Metodologia</i> .....   | 111        |





|        |  |            |
|--------|--|------------|
| 3.2.7  | Metas e Indicadores.....                                     | 113        |
| 3.2.8  | Equipe Técnica.....  | 114        |
| 3.2.9  | Avaliação e Acompanhamento.....                              | 114        |
| 3.2.10 | Responsabilidade pela Execução do Programa.....              | 114        |
| 3.2.11 | Cronograma.....  | 114        |
| 3.2.12 | Bibliografia.....  | 115        |
| 3.3    | PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....                | 116        |
| 3.3.1  | Introdução.....  | 116        |
| 3.3.2  | Caracterização da Área a ser Recuperada.....                 | 117        |
| 3.3.3  | Sistematização das Ações de Restauração.....                 | 138        |
| 3.3.4  | Monitoramento da Restauração.....                            | 170        |
| 3.3.5  | Bibliografia.....  | 178        |
| 3.4    | PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO.....                                 | 183        |
| 3.4.1  | Introdução.....  | 183        |
| 3.4.2  | Justificativa.....   | 183        |
| 3.4.3  | Objetivos.....   | 183        |
| 3.4.4  | Público Alvo e/ou Abrangência.....                           | 183        |
| 3.4.5  | Requisitos Legais.....                                       | 183        |
| 3.4.6  | Metodologia.....   | 187        |
| 3.4.7  | Metas e Indicadores.....                                     | 192        |
| 3.4.8  | Equipe Técnica.....  | 194        |
| 3.4.9  | Avaliação e Acompanhamento.....                              | 194        |
| 3.4.10 | Responsabilidade pela Execução do Programa.....              | 194        |
| 3.4.11 | Cronograma.....  | 194        |
| 3.5    | PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE INSETOS VETORES..... | 196        |
| 3.5.1  | Introdução.....  | 196        |
| 3.5.2  | Justificativa.....   | 196        |
| 3.5.3  | Objetivos.....   | 196        |
| 3.5.4  | Público Alvo e/ou Abrangência.....                           | 196        |
| 3.5.5  | Requisitos Legais.....                                       | 196        |
| 3.5.6  | Metodologia.....   | 197        |
| 3.5.7  | Metas e Indicadores.....                                     | 199        |
| 3.5.8  | Equipe Técnica.....  | 199        |
| 3.5.9  | Avaliação e Acompanhamento.....                              | 199        |
| 3.5.10 | Responsabilidade pela Execução do Programa.....              | 200        |
| 3.5.11 | Cronograma.....  | 200        |
| 3.5.12 | Bibliografia.....  | 200        |
| 4      | <b>PROGRAMAS AMBIENTAIS DO MEIO SOCIOECONOMICO.....</b>      | <b>201</b> |
| 4.1    | PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL.....                          | 201        |
| 4.1.1  | Introdução.....  | 201        |
| 4.1.2  | Justificativa.....   | 201        |
| 4.1.3  | Objetivos.....   | 202        |
| 4.1.4  | Público Alvo e Abrangência.....                              | 202        |
| 4.1.5  | Requisitos Legais.....                                       | 202        |
| 4.1.6  | Metodologia.....   | 202        |



|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 4.1.7  | Metas e Indicadores.....                                  | 204 |
| 4.1.8  | Equipe Técnica.....                                       | 205 |
| 4.1.9  | Avaliação e Acompanhamento.....                           | 205 |
| 4.1.10 | Responsabilidade pela Execução do Programa.....           | 205 |
| 4.1.11 | Cronograma.....   | 205 |
| 4.2    | PROGRAMA DE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL DO TRABALHADOR..... | 207 |
| 4.2.1  | Introdução.....   | 207 |
| 4.2.2  | Justificativa.....  | 208 |
| 4.2.3  | Objetivos.....  | 208 |
| 4.2.4  | Público Alvo.....   | 208 |
| 4.2.5  | Requisitos Legais.....                                    | 209 |
| 4.2.6  | Metodologia.....  | 209 |
| 4.2.7  | Metas e Indicadores.....                                  | 210 |
| 4.2.8  | Equipe Técnica.....                                       | 210 |
| 4.2.9  | Avaliação e Acompanhamento.....                           | 211 |
| 4.2.10 | Responsabilidade pela Execução do Programa.....           | 211 |
| 4.2.11 | Cronograma.....   | 211 |
| 4.3    | PROGRAMA SINALIZAÇÃO E CONTROLE DE TRÁFEGO.....           | 212 |
| 4.3.1  | Introdução.....   | 212 |
| 4.3.2  | Justificativa.....  | 212 |
| 4.3.3  | Objetivos.....  | 212 |
| 4.3.4  | Público Alvo e/ou Abrangência.....                        | 213 |
| 4.3.5  | Requisitos Legais.....                                    | 213 |
| 4.3.6  | Metodologia.....  | 213 |
| 4.3.7  | Metas e Indicadores.....                                  | 214 |
| 4.3.8  | Equipe Técnica.....                                       | 215 |
| 4.3.9  | Avaliação e Acompanhamento.....                           | 215 |
| 4.3.10 | Responsabilidade pela Execução do Programa.....           | 215 |
| 4.3.11 | Cronograma.....   | 215 |
| 4.4    | PROGRAMA DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA.....                  | 216 |
| 4.4.1  | Introdução.....   | 216 |
| 4.4.2  | Justificativa.....  | 216 |
| 4.4.3  | Objetivos.....  | 216 |
| 4.4.4  | Público Alvo e/ou Abrangência.....                        | 217 |
| 4.4.5  | Requisitos Legais.....                                    | 217 |
| 4.4.6  | Metodologia.....  | 217 |
| 4.4.7  | Metas e Indicadores.....                                  | 218 |
| 4.4.8  | Equipe Técnica.....                                       | 218 |
| 4.4.9  | Avaliação e Acompanhamento.....                           | 218 |
| 4.4.10 | Responsabilidade pela Execução do Programa.....           | 218 |
| 4.4.11 | Cronograma.....   | 218 |
| 4.5    | PROGRAMA DE MONITORAMENTO SOCIOECONÔMICO.....             | 220 |
| 4.5.1  | Introdução.....   | 220 |
| 4.5.2  | Justificativa.....  | 220 |
| 4.5.3  | Objetivos.....  | 220 |
| 4.5.4  | Público Alvo e/ou Abrangência.....                        | 221 |



|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 4.5.5    | Requisitos Legais.....                           | 221        |
| 4.5.6    | Metodologia .....                                | 221        |
| 4.5.7    | Equipe Técnica .....                             | 222        |
| 4.5.8    | Avaliação e Acompanhamento.....                  | 222        |
| 4.5.9    | Responsabilidade pela Execução do Programa ..... | 222        |
| 4.5.10   | Cronograma .....                                 | 222        |
| <b>5</b> | <b>EQUIPE TÉCNICA.....</b>                       | <b>224</b> |

## **ANEXO:**

|   |            |
|---|------------|
| <b>ANEXO I – EQUIPE TÉCNICA: CTF / IBAMA E ART/CREA-MG E CRBIO.....</b> | <b>225</b> |
|---|------------|



## LISTA DE TABELA

|   |     |
|---|-----|
| TABELA 2-1: PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR – CONAMA nº491/18. ....  | 14  |
| TABELA 2-2: CRITÉRIOS PARA EPISÓDIOS AGUDOS DE POLUIÇÃO DO AR. ....   | 15  |
| TABELA 2-3: LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO AUTOMÁTICA DA QUALIDADE DO AR. ....   | 20  |
| TABELA 2-4: CRONOGRAMA EXECUTIVO– PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR – OBRAS EMERGENCIAIS. ....   | 23  |
| TABELA 2-5: RESULTADOS JÁ DISPONIBILIZADOS. ....  | 27  |
| TABELA 2-6: CRONOGRAMA EXECUTIVO– PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – OBRAS EMERGENCIAIS. ....  | 42  |
| TABELA 2-7: CRONOGRAMA PARA A EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE CARACTERIZAÇÃO DO REJEITO. ....   | 52  |
| TABELA 2-8: LIMITES DOS NÍVEIS DE RUÍDO POR TIPOS DE ÁREAS. ....  | 54  |
| TABELA 2-9: VIBRAÇÕES: PERCEPÇÃO DOS HUMANOS E SEUS EFEITOS SOBRE AS EDIFICAÇÕES. ....  | 55  |
| TABELA 2-10: LOCAIS DE REALIZAÇÃO DAS MEDIÇÕES DE RUÍDO E DE VIBRAÇÃO. ....   | 56  |
| TABELA 2-11: CRONOGRAMA EXECUTIVO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RUÍDO E VIBRAÇÃO – OBRAS EMERGENCIAIS. ....  | 60  |
| TABELA 2-12: REDE DE AMOSTRAGEM DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS. ....   | 64  |
| TABELA 2-13: PARÂMETROS DE ANÁLISE. ....  | 66  |
| TABELA 2-14: CRONOGRAMA EXECUTIVO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS – OBRAS EMERGENCIAIS. ....  | 72  |
| TABELA 2-15: REDE DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. ....  | 73  |
| TABELA 2-16: PARÂMETROS DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA. ....  | 75  |
| TABELA 2-17: CRONOGRAMA EXECUTIVO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – OBRAS EMERGENCIAIS. ....  | 76  |
| TABELA 2-18: OUTORGAS – AUTORIZAÇÃO EMERGENCIAL. ....   | 80  |
| TABELA 2-19: REDE PREVISTA PARA O PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO. ....   | 82  |
| TABELA 2-20: CRONOGRAMA EXECUTIVO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE VAZÕES – OBRAS EMERGENCIAIS. ....  | 84  |
| TABELA 2-21: PONTOS DE MONITORAMENTO DE EFLUENTES. ....   | 86  |
| TABELA 2-22: PARÂMETROS MONITORADOS E FREQUÊNCIA DO MONITORAMENTO – EFLUENTES LÍQUIDOS. ....  | 91  |
| ESTE PROGRAMA SERÁ EXECUTADO ININTERRUPTAMENTE DURANTE TODA A IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO DAS OBRAS EMERGENCIAS, DESDE O INÍCIO DO FUNCIONAMENTO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTOS DE EFLUENTES LÍQUIDOS. O CRONOGRAMA APRESENTADO ABAIXO SE REFERE AO PERÍODO DE UM ANO E SE APLICARÁ A TODO O PERÍODO DE VIGÊNCIA DA LICENÇA AMBIENTAL. TABELA 2-23: CRONOGRAMA EXECUTIVO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE EFLUENTES – OBRAS EMERGENCIAIS. .... | 94  |
| TABELA 2-24: INSTRUMENTAÇÃO POR ESTRUTURA – QUANTIDADE E PERIODICIDADE. ....  | 102 |
| TABELA 2-25: CRONOGRAMA EXECUTIVO PROGRAMA DE GESTÃO GEOTÉCNICA – OBRAS EMERGENCIAIS. ....  | 105 |
| TABELA 3-1: METAS E INDICADORES PRELIMINARES DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA BIODIVERSIDADE. ....   | 108 |
| TABELA 3-2: METAS E INDICADORES DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA ATROPELADA. ....  | 114 |
| TABELA 3-3: CRONOGRAMA DO PRIMEIRO ANO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE FAUNA ATROPELADA NA ÁREA DAS OBRAS EMERGENCIAIS EM BRUMADINHO (MG) ....  | 114 |
| TABELA 3-4: TABELA RESUMO COM AS ESPÉCIES ARBÓREAS OCORRENTES NA MATA ATLÂNTICA E CERRADO, COM USO POTENCIAL COMO FITORREMEIADORAS LEVANTADAS POR MEIO DE REVISÃO DE LITERATURA. ....   | 124 |
| TABELA 3-5 - CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO DE DEGRADAÇÃO DOS FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL (FES). ....   | 128 |
| TABELA 3-6: REFERÊNCIAS DE TEORES DE ELEMENTOS QUÍMICOS PARA FERTILIZAÇÃO NAS ÁREAS TERRESTRES DIRETAMENTE AFETADAS PELO REJEITO. ....  | 136 |
| TABELA 3-7: SITUAÇÕES GERAIS ENCONTRADAS NA BACIA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO, QUE ERAM ORIGINALMENTE OCUPADAS COM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, E AS RESPECTIVAS ESTRATÉGIAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL RECOMENDADAS. BRUMADINHO, MG, 2019. ....  | 139 |
| TABELA 3-8 - ESPÉCIES RECOMENDADAS PARA COBERTURA INICIAL COMO ADUBAÇÃO VERDE EM SOLOS DEGRADADOS OU PARA REVEGETAÇÃO EMERGENCIAL. ....   | 153 |



|   |     |
|---|-----|
| TABELA 3-9: LISTA DE ESPÉCIES NATIVAS REGIONAIS INDICADAS PARA A RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE ÁREAS DEGRADADAS NA BACIA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO, BRUMADINHO, MG, ONDE: GP É O GRUPO DE PLANTIO, D A DIVERSIDADE E R O RECOBRIMENTO. OS STATUS DE AMEAÇA SÃO SEGUNDO IUCN (1), MMA (2) E BIODIVERSITAS (3)..... | 158 |
| TABELA 3-10 - CRONOGRAMA DA FASE DE IMPLANTAÇÃO DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL DAS ÁREAS DEGRADADAS QUE ERAM ORIGINALMENTE OCUPADAS COM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, CONFORME A LIBERAÇÃO DESSAS ÁREAS PARA RESTAURAÇÃO AO LONGO DO TEMPO.....   | 169 |
| TABELA 3-11: CRONOGRAMA DA FASE DE MANUTENÇÃO DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL DAS ÁREAS DEGRADADAS, CONFORME A LIBERAÇÃO DESSAS ÁREAS PARA RESTAURAÇÃO AO LONGO DO TEMPO.....  | 169 |
| TABELA 3-12: VALORES DE REFERÊNCIA PARA FLORESTAS E MATAS CILIARES (ADAPTADO: RESOLUÇÃO SMA-SP 32, DE 3 DE ABRIL DE 2014).....  | 174 |
| TABELA 3-13: ESTADOS QUALITATIVOS DE REFERÊNCIA PARA FLORESTAS E MATAS CILIARES (ADAPTADO: RESOLUÇÃO SMA-SP 32, DE 3 DE ABRIL DE 2014).....   | 174 |
| TABELA 3-14: QUANTITATIVO DE APP NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA PELAS OBRAS EMERGENCIAIS, POR TIPOLOGIA DE USO E COBERTURA DO SOLO.....  | 188 |
| TABELA 3-15: COMPENSAÇÃO POR INDIVÍDUOS ARBÓREOS PROTEGIDOS, REFERENTE ÀS OBRAS EMERGENCIAIS EM BRUMADINHO (MG).....  | 191 |
| TABELA 3-16: SÍNTESE FINAL DOS QUANTITATIVOS DE COMPENSAÇÃO FLORESTAL E RECUPERAÇÃO DE APPS.....  | 191 |
| TABELA 3-17: CRONOGRAMA PARA EXECUÇÃO DO PLANO DE COMPENSAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....  | 195 |
| TABELA 3-18: ÁREAS POTENCIAIS PARA O MONITORAMENTO DE MOSQUITOS VETORES DE DOENÇA DURANTE AS OBRAS EMERGENCIAIS EM BRUMADINHO (MG).....   | 197 |
| TABELA 4-1: CRONOGRAMA EXECUTIVO PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL – OBRAS EMERGENCIAIS.....   | 206 |
| TABELA 4-2: CRONOGRAMA EXECUTIVO PROGRAMA DE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL DO TRABALHADOR – OBRAS EMERGENCIAIS.....   | 211 |
| TABELA 4-3: CRONOGRAMA EXECUTIVO PROGRAMA DE SINALIZAÇÃO E CONTROLE DO TRÁFEGO – OBRAS EMERGENCIAIS.....  | 215 |
| TABELA 4-4: CRONOGRAMA EXECUTIVO PROGRAMA DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA – OBRAS EMERGENCIAIS.....  | 219 |
| TABELA 4-5: CRONOGRAMA EXECUTIVO PROGRAMA DE MONITORAMENTO SOCIOECONÔMICO – OBRAS EMERGENCIAIS.....   | 223 |
| TABELA 5-1: EQUIPE TÉCNICA ENVOLVIDA NA ELABORAÇÃO DO PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL - LICENCIAMENTO AMBIENTAL CORRETIVO DAS OBRAS EMERGENCIAIS DECORRENTES DA RUPTURA DA BARRAGEM DA MINA CÓRREGO DO FEIJÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE SUA ÁREA DE INFLUÊNCIA.....  | 224 |



## LISTA DE FIGURA

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 2-1: ESCALA RINGELMANN PARA MONITORAMENTO DE FUMAÇA PRETA.....   | 17  |
| FIGURA 2-2: REDE DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR. ....  | 21  |
| FIGURA 2-3: GESTÃO DE RESÍDUOS CÓRREGO DO FEIJÃO/BRUMADINHO. ....   | 26  |
| FIGURA 2-4: PONTOS DE COLETA DE REJEITOS. ....  | 28  |
| FIGURA 2-5: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTOCAGEM TEMPORÁRIA E DEPOSIÇÃO DE REJEITO. ....  | 29  |
| FIGURA 2-6: LOCALIZAÇÃO DOS DIRS. ....  | 30  |
| FIGURA 2-7: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS DIRS DE EMERGÊNCIA E TRANSBORDO DA MINA DE CÓRREGO DO FEIJÃO E JANGADA. ....  | 34  |
| FIGURA 2-8: LOCALIZAÇÃO DO DIR DE EMERGÊNCIA E TRANSBORDO DOS MATERIAIS PROVENIENTES DO DESMONTE DO RAMAL FERROVIÁRIO. ....   | 37  |
| FIGURA 2-9: PONTO DE AMOSTRAGEM, FLANGE DE INSPEÇÃO.....  | 39  |
| FIGURA 2-10: MALHA DE AMOSTRAGEM NA PILHA DE ESTÉRIL. ....  | 40  |
| FIGURA 2-11 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO DE RUÍDO E VIBRAÇÃO .....   | 57  |
| FIGURA 2-12: REDE DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS. ....  | 65  |
| FIGURA 2-13: REDE DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – POÇOS. ....  | 74  |
| FIGURA 2-14: REDE DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – ETAF1.....   | 74  |
| FIGURA 2-15: LOCALIZAÇÃO DAS SOLICITAÇÕES DE OUTORGAS EMERGENCIAIS. ....  | 81  |
| FIGURA 2-16: PONTOS MONITORAMENTO DE EFLUENTES. ....  | 87  |
| FIGURA 2-17: FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRATAMENTO ETE.....  | 88  |
| FIGURA 2-18: FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRATAMENTO ETEO. ....  | 89  |
| FIGURA 2-19: FAZENDA IRACEMA E ARRANJO DAS ESTRUTURAS DA ETAF 1. ....   | 89  |
| FIGURA 2-20: LAYOUT GERAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO ETAF 2. ....   | 90  |
| FIGURA 2-21: ESTRUTURAS ALVO DO PROGRAMA DE GESTÃO DE ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS.....   | 95  |
| FIGURA 3-1: DIFERENTES CATEGORIAS DA FITORREMEDIAÇÃO. FONTE: LIMA ET AL. (2014). ....   | 120 |
| FIGURA 3-2: DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES EM FUNÇÃO DO PH NO SOLO. ....   | 137 |
| FIGURA 3-3: DESENHO ESQUEMÁTICO DO PLANTIO DE ADENSAMENTO COM ESPÉCIES PIONEIRAS E SECUNDÁRIAS INICIAIS USANDO ESPAÇAMENTO 2,0 X 2,0 M E COM POSTERIOR PLANTIO DE ENRIQUECIMENTO COM ESPÉCIES TARDIAS E CLÍMAX USANDO ESPAÇAMENTO 3,0 X 6,0 M. (RODRIGUES ET AL., 2010). .... | 147 |
| FIGURA 3-4: ESQUEMA DE REALIZAÇÃO DE COVETA LATERAL. APÓS A INSTALAÇÃO DA MUDA NA COVA E FECHAMENTO DA MESMA, PERFURAR A COVETA LATERAL (TRACEJADO VERMELHO) A UMA DISTÂNCIA DE 10 CM DA MUDA E A 10 CM DE PROFUNDIDADE. ....   | 150 |
| FIGURA 3-5: DESENVOLVIMENTO E CRESCIMENTO DO ADUBO VERDE E ESPÉCIES DE RECOBRIMENTO, REALIZANDO A FUNÇÃO DE RECOBRIR RAPIDAMENTE A ÁREA DE RESTAURAÇÃO.....   | 156 |
| FIGURA 3-6: SENESCÊNCIA DAS ESPÉCIES DE ADUBO VERDE, QUE NÃO TOLERAM SOMBREAMENTO E TEM CICLO CURTO DE VIDA, ESTABELECIMENTO E CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES DE RECOBRIMENTO ARTIFICIAL. ....  | 156 |
| FIGURA 3-7: PLANTIO DE ENRIQUECIMENTO COM O GRUPO DE DIVERSIDADE NO TEMPO DE 1 A 2 ANOS APÓS A IMPLANTAÇÃO, EM ESPAÇAMENTO DE 6,0 X 3,0M. ....  | 158 |
| FIGURA 3-8: ILUSTRAÇÃO ESQUEMÁTICA DE NUCLEAÇÃO COM GALHARIA+TERMITEIROS, QUE PODE SER UMA TÉCNICA PARA CONTRIBUIR COM A RESTAURAÇÃO. ....  | 167 |
| FIGURA 3-9: VISTA AÉREA DA PARCELA AMOSTRAL 4 X 25 M (ADAPTADO: PORTARIA CBRN 01/2015).....   | 171 |
| FIGURA 3-10: ESQUEMA DE ESTIMATIVA DA COBERTURA DE COPAS POR PROJEÇÃO DE COPA PARA FORMAÇÕES FLORESTAIS. PROTOCOLO DE MONITORAMENTO PARA PROJETOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL, SMA, 2015. DESCONSIDERAR ÁREAS DE EXÓTICAS E ÁREA DE CLAREIRAS NA SOMATÓRIA. ....                 | 171 |
| FIGURA 3-11: REPRESENTAÇÃO DE UMA PARCELA COM INDIVÍDUOS NATIVOS REGENERANTES (SETAS). ....   | 172 |
| FIGURA 3-12: MAPA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO ENTORNO DA BACIA DO FERRO-CARVÃO. ....  | 189 |
| FIGURA 3-13: ÁREAS POTENCIAIS PARA DESTINAÇÃO DA COMPENSAÇÃO FLORESTAL. ....  | 193 |



## LISTA DE FOTO

|   |     |
|---|-----|
| FOTO 2-1: ESTAÇÃO AUTOMÁTICA DE QUALIDADE DO AR – BAM1020 MET ONE.....  | 19  |
| FOTO 2-2: VISTA DE ESPAÇO NA OFICINA DE JANGADA PARA DISPOSIÇÃO TEMPORÁRIA DE RESÍDUOS PERIGOSOS.....   | 31  |
| FOTO 2-3: VISTA DA PDE MENEZES III. ....  | 35  |
| FOTO 2-4: VISTA DA PDE MENEZES III EM TRABALHO DO CORPO DE BOMBEIROS. ....  | 35  |
| FOTO 2-5: VISTA DO DIR I COM VEÍCULOS. ....   | 35  |
| FOTO 2-6: VISTA DO DIR I COM SUCATAS DIVERSAS JÁ TRIADOS E A SEREM ORGANIZADOS. ....  | 35  |
| FOTO 2-7: VISTA DE PARTE DO DIR PARA ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO DE MATERIAIS FERROVIÁRIOS, SITUADA NA LATERAL DO RAMAL.....   | 37  |
| FOTO 2-8: EXEMPLO DE ASPECTO PANORÂMICO DE CÉLULAS DE CAMPO – SÍTIO 1.....  | 50  |
| FOTO 2-9: EXEMPLO DE ASPECTO PANORÂMICO DE CÉLULAS DE CAMPO SÍTIO 2. ....   | 50  |
| FOTO 2-10: ENTRADA DO VERTEDOIRO – BARRAGEM MENEZES II – ....   | 90  |
| FOTO 2-11: ENTRADA DO VERTEDOIRO – BARRAGEM MENEZES II – ....   | 90  |
| FOTO 3-1: TRECHO DE ÁREA DEGRADADA PELA FORÇA DOS REJEITOS ORIUNDOS DA BARRAGEM ROMPIDA, COM INTENSA REGENERAÇÃO DE ESPÉCIES HERBÁCEAS. BACIA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO, BRUMADINHO, MG, ABRIL/2019.....   | 129 |
| FOTO 3-2: ÁREA DECLIVOSA ONDE É NECESSÁRIA A REMOÇÃO DO REJEITO DE MINÉRIO E A REGULARIZAÇÃO DO TERRENO, PERMITINDO UMA ESTABILIDADE MÍNIMA PARA A ADOÇÃO DAS AÇÕES DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL. BACIA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO, BRUMADINHO, MG, ABRIL/2019. ....  | 130 |
| FOTO 3-3: ÁREA COBERTA POR REJEITOS DE MINERAÇÃO. BACIA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO, BRUMADINHO, MG, ABRIL/2019.....   | 130 |
| FOTO 3-4: TRECHO DE FLORESTA COM NECESSIDADE DE RESTAURAÇÃO, COM DOSSSEL, DESCONTÍNUO, PRESENÇA DE LIANAS EM DESEQUILÍBRIO, PRESENÇA DE INDIVÍDUOS EXÓTICOS DE EUCALIPTOS E COBERTURA DE GRAMÍNEAS NAS BORDAS. BACIA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO, BRUMADINHO, MG, ABRIL/2019. ....   | 132 |
| FOTO 3-5: TRECHO DE FLORESTA ONDE O REJEITO COBRIU O SOLO, DESTRUINDO PARTE DA REGENERAÇÃO, SEM AFETAR O DOSSSEL. BACIA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO, BRUMADINHO, MG, ABRIL/2019. ....  | 132 |
| FOTO 3-6: INDIVÍDUOS REGENERANTES PRESENTES EM ÁREA DE FLORESTA AFETADA POR REJEITOS: DA ESQUERDA PARA DIREITA, ESPÉCIES ARBÓREAS NAS IMAGENS SUPERIORES E ESPÉCIE HERBÁCEA E LIANA NAS IMAGENS INFERIORES. BACIA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO, BRUMADINHO, MG, ABRIL/2019. ....  | 133 |
| FOTO 3-7: TRECHO DE FLORESTA COM NECESSIDADE DE RESTAURAÇÃO. ESSE TRECHO ENCONTRA-SE EM ÁREA PLANA E AFETADA PELOS REJEITOS, UM MATERIAL MUITO ENCHARCADO QUE PERMANECE DEPOSITADO NO TERRENO, O QUE ESTÁ LEVANDO À MORTALIDADE GENERALIZADA DA VEGETAÇÃO. BACIA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO, BRUMADINHO, MG, ABRIL/2019. .... | 133 |
| FOTO 3-8: PASTO COM BAIXA REGENERAÇÃO NATURAL DE ESPÉCIES ARBUSTIVO-ARBÓREAS. BACIA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO, BRUMADINHO, MG, ABRIL/2019. ....  | 134 |
| FOTO 3-9: EXEMPLO DE TALUDE RECONFORMADO E RECOBERTO POR BIOMANTA ANTIEROSIVA. ESTE EXEMPLO PODE SER UTILIZADO NAS SUPERFÍCIES DECLIVOSAS DA ANTIGA BARRAGEM B I. LOCAL: RECÔNCAVO BAIANO. ....   | 141 |
| FOTO 3-10: ROÇADA MECANIZADA NO CAMPUS LUIZ DE QUEIROZ ESALQ/USP, PIRACICABA – SP.....  | 143 |
| FOTO 3-11: ROÇADA SEMI-MECANIZADA (A) E (B).....  | 143 |
| FOTO 3-12: CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS, DISTRIBUIÇÃO DE MIP’S PELA ÁREA. ....  | 145 |
| FOTO 3-13: APLICAÇÃO DE FORMICIDA EM PÓ DIRETAMENTE NO FORMIGUEIRO.....   | 145 |
| FOTO 3-14: ASPECTO DE UMA MOTO-COVEADORA (A) E ABERTURA DE COVA COM MOTO-COVEADORA (B). ....  | 148 |
| FOTO 3-15: ACIMA, ABERTURA DE COVETAS. ABAIXO, PREPARO DE MIX DE ADUBO VERDE E SEMEADURA DIRETA DE ADUBO VERDE, FAZENDA INTERMONTES, RIBEIRÃO GRANDE, SP.....   | 149 |
| FOTO 3-16: (A) MUDAS JÁ FORA DO TUBETE, (B) INTRODUÇÃO DA MUDA DENTRO DO TUBO DA PLANTADORA, (C) INSERÇÃO DA PONTA DO TUBO NO FUNDO DA LINHA, LIBERANDO A MUDA E (D) COMPACTAÇÃO DO SOLO AO REDOR DA MUDA COM O PÉ. ....  | 152 |
| FOTO 3-17: (A) APLICAÇÃO DE HIDROGEL ATRAVÉS DE TANQUE MODIFICADO E (B) TUBO DE FORNECIMENTO DE HIDROGEL LIGADO À PLANTADORA MANUAL, PERMITINDO SUA APLICAÇÃO JUNTO AO PLANTIO DA MUDA, FAZENDA GUARIROBA, CAMPINAS, SP. ....   | 168 |



## APRESENTAÇÃO

Este Plano de Controle Ambiental – PCA – integra o processo de regularização das Obras Emergenciais que estão sendo implantadas e operadas na bacia do ribeirão Ferro-Carvão e por um segmento de dois 2 km do rio Paraopeba.

Integra o conjunto de documentos de base técnico-administrativo em conjunto com o Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA, com objetivo de subsidiar o Licenciamento Ambiental Corretivo (LOC).

Sua elaboração resulta da identificação dos impactos ambientais durante a elaboração do EIA, que tratou da análise dos impactos ambientais resultantes da implantação, operação e desativação das Obras Emergenciais em implantação para minimizar e controlar os efeitos socioambientais decorrentes da ruptura da Barragem B I da Mina Córrego do Feijão, de propriedade da Vale, localizados no município de Brumadinho-MG.

Os programas apontados neste documento foram definidos por uma equipe multidisciplinar e devem ser considerados como o conjunto de medidas que sustenta a viabilidade do desenvolvimento das ações de implantação e operação das Obras Emergenciais necessárias para devido tratamento dos impactos do rompimento da Barragem B I da Mina Córrego do Feijão.

As ações foram estruturadas considerando a implantação de todas as obras necessárias à contenção dos rejeitos, do tratamento dos efluentes, das operações de dragagem e do restabelecimento das condições de circulação na área afetada pelo rompimento da Barragem B I, bem como processo de transferência de águas fluviais de modo a favorecer os trabalhos de mitigação e controle na área em análise.

Resumidamente, as intervenções previstas estão distribuídas em dois conjuntos espaciais chamados Trechos 1 e 2 que reúnem as Obras Emergenciais, as quais têm os seguintes objetivos:

- Conter a massa de sedimentos na calha do ribeirão Ferro-Carvão, impedindo o mais breve e tanto quanto possível, que a pluma de sedimentos carreados por esse curso d'água (Trecho 1) avance para o rio Paraopeba (Trecho 2);
- Melhorar a qualidade da água que aflui ao rio Paraopeba e do próprio Paraopeba;
- Dar condições à recuperação ambiental da área afetada pela massa de rejeitos a partir da remoção, estabilização e contenção da mesma (Trecho 1);
- Remover os rejeitos depositados rio Paraopeba de tal forma que, no trecho a ser dragado (2 km), o rio recupere a sua lâmina d'água e que ele não extrapole a calha fluvial, invadindo terrenos marginais (Trecho 2).





## 1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA CONSULTORA

| Dados de Identificação do Empreendedor |  |
|--|--|
| Empreendimento                         | Licenciamento Ambiental Corretivo das Obras Emergenciais decorrentes da ruptura da barragem da Mina Córrego do Feijão e recuperação ambiental de sua área de influência.<br>Endereço: ECT Alberto Flores-Fazenda Córrego do Feijão, Brumadinho MG.<br>CEP 35.700-370 |
| Empreendedor                           | Vale S.A.  |
|  | CNPJ: 33.592.510/0053-85   |
| Atividade do Empreendimento            | Obras Emergenciais - Dragagem  |
| Representante legal                    | Nome: Gleuza Jesué<br>Endereço: Avenida Dr. Marco Paulo Simon Jardim, 3580.<br>MAC - Prédio 4 – 3º andar<br>Mina de Águas Claras – Nova Lima - MG<br>CEP: 34.006.270<br>Tel/Fax: (31) 39163361<br>e-mail: central.ambiental.brumadinho@vale.com                      |

| Dados de Identificação da Empresa de Consultoria |   |
|--|---|
| Empresa  | Amplo Engenharia e Gestão de Projetos Ltda  |
|  | CNPJ: 04.590.934/0001-81  |
| Representante                                    | Jackson Cleiton Ferreira Campos   |
| Contatos   | e-mail: <a href="mailto:jackson.campos@amploengenharia.com.br">jackson.campos@amploengenharia.com.br</a><br>Tel/fax: (31) 2526.4186 |



## 2 PROGRAMAS AMBIENTAIS DO MEIO FÍSICO

### 2.1 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

#### 2.1.1 INTRODUÇÃO

O programa de monitoramento da qualidade do ar permitirá o acompanhamento das emissões atmosféricas, bem como a adoção de sistemas de controles eficazes a fim de minimizar as emissões de poluentes oriundos das diversas atividades de construção e operação das Obras Emergenciais, vias de tráfego não pavimentado e arraste eólico de áreas desnudas.

#### 2.1.2 JUSTIFICATIVA

As emissões atmosféricas ocasionadas pelo desenvolvimento das atividades das Obras Emergenciais poderão afetar a qualidade do ar na região em que o empreendimento está inserido, surgindo assim à necessidade de garantir o controle das emissões atmosféricas.

#### 2.1.3 OBJETIVOS

O objetivo deste programa é de apresentar as diretrizes que possibilitem o controle das emissões de material particulado e gases de combustão por meio de procedimentos operacionais e ações específicas, bem como propor um monitoramento da qualidade do ar e sua avaliação, conforme Relatório Técnico GESAR Nº 08/2019 emitido pela FEAM.

Os objetivos específicos deste Programa são:

- Minimizar a emissão de material particulado.
- Controlar as emissões de fumaça preta de veículos movidos a diesel.
- Avaliar a qualidade do ar com base na Resolução CONAMA nº 491/2018.

#### 2.1.4 PÚBLICO ALVO E/OU ABRANGÊNCIA

Esse programa abrange toda a área onde se encontram inseridas as Obras Emergenciais e a área impactada pelo rejeito, bem como a população presente nas imediações.

O público alvo deste programa são os adensamentos populacionais que se encontram muito próximos às Obras Emergenciais e as demais fontes de emissão como vias de tráfego e áreas expostas ao arraste eólico.

## 2.1.5 REQUISITOS LEGAIS

Os padrões de qualidade do ar são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018, que revogou e substituiu a Resolução CONAMA nº 3/1990.

Segundo esta Resolução, o padrão de qualidade do ar é um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica.

Os padrões nacionais de qualidade do ar são divididos em duas categorias:

- Padrões de qualidade do ar intermediários - PI: padrões estabelecidos como valores temporários a serem cumpridos em etapas;
- Padrão de qualidade do ar final - PF: valores definidos pela Organização Mundial da Saúde - OMS em 2005;

A Resolução CONAMA nº 491/2018 traz ainda em seu artigo 4º a aplicação dos padrões de qualidade do ar estabelecidos. Na primeira etapa, que entra em vigor a partir da publicação (19/11/2018), compreende os Padrões de Qualidade do Ar Intermediários PI-1, sendo que para as Partículas Totais em Suspensão - PTS será adotado o padrão de qualidade do ar final. Os padrões nacionais para PTS e PM<sub>10</sub> são fixados na Resolução CONAMA Nº 491 de 19/11/2018 e apresentados na Tabela 2-1.

**Tabela 2-1: Padrões Nacionais de Qualidade do Ar – CONAMA nº491/18.**

| Poluente                             | Tempo de Amostragem   | PI-1<br>(µg/m³) | PI-2<br>(µg/m³) | PI-3<br>(µg/m³) | PF<br>(µg/m³) |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Partículas Totais em Suspensão - PTS | 24 horas<br>Anual (1) | -               | -               | -               | 240<br>80     |
| Material Particulado – MP10          | 24 horas<br>Anual (2) | 120<br>40       | 100<br>35       | 75<br>30        | 50<br>20      |
| Material Particulado – MP2,5         | 24 horas<br>Anual (2) | 60<br>20        | 50<br>17        | 37<br>15        | 25<br>10      |

(1) média geométrica anual. (2) média aritmética anual.

Fonte: CONAMA nº491/18.

Os padrões de qualidade do ar são ferramentas indispensáveis para avaliar interferências na qualidade do ar. Além dos padrões de qualidade do ar, a mesma resolução estabelece ainda os critérios para episódios agudos de poluição do ar. Ressalte-se que a declaração dos estados de Atenção, Alerta e Emergência requer, além dos níveis de concentração atingidos, a previsão de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes, conforme indicado na Tabela 2-2.



**Tabela 2-2: Critérios para episódios agudos de poluição do ar.**

| Material Particulado | Período (horas) | Níveis de Concentração Limite (µg/m³) |        |            |
|----------------------|-----------------|---------------------------------------|--------|------------|
|                      |                 | Atenção                               | Alerta | Emergência |
| MP10                 | 24              | 250                                   | 420    | 500        |
| MP2,5                | 24              | 125                                   | 210    | 250        |

Fonte: CONAMA nº491/18.

A Portaria Minter Nº 100, de 14/07/1980 dispõe sobre a emissão de fumaça por veículos movidos a óleo diesel e em seu artigo 1º estabelece que a emissão de fumaça por veículos movidos a óleo diesel, em qualquer regime de trabalho, não poderá exceder ao padrão número 2 (dois), na Escala Ringelmann, quando testados em localidade situada até 500 (quinhentos) metros acima do nível do mar, e ao padrão número 3 (três), na mesma escala, para localidade situada acima daquela altitude.

A mesma portaria informa que os veículos de circulação restrita a centros urbanos, os quais, mesmo em localidade situada acima de 500 (quinhentos) metros do nível do mar, terão a emissão de fumaça limitada ao padrão número 2 (dois), na Escala Ringelmann.

Por fim tem-se a Portaria IBAMA nº 85 de 17/10/1996 que dispõe sobre a criação e adoção de um Programa Interno de Auto Fiscalização da Correta Manutenção da Frota, quanto a Emissão da Fumaça Preta, por empresa que possuem frota própria de transporte de carga ou de passageiro, cujos veículos são movidos a óleo diesel.

De acordo com essa portaria toda empresa contratante de serviços de transporte de carga ou de passageiro, através de terceiros, será considerada co-responsável, pela correta manutenção dos veículos contratados

O artigo 4º desta portaria reafirma o disposto pela Portaria Minter Nº 100 em relação aos limites de emissão de fumaça preta a serem cumpridos por veículos movidos a óleo Diesel.

## 2.1.6 METODOLOGIA

O método aqui descrito apresenta as ações de controle proposto para a redução das emissões de material particulado a rede de monitoramento da qualidade do ar nos adensamentos populacionais adjacentes a área afetada pelo rejeito e pelas Obras Emergenciais.

### 2.1.6.1 AÇÕES DE CONTROLE DE EMISSÃO DE PARTICULADOS

As principais fontes de emissão de material particulado são: a remoção, o transporte e a destinação dos rejeitos de minério sedimentados na área atingida pelo rompimento, às construções civis das Obras Emergenciais, a movimentação de veículos em vias não pavimentadas e as áreas expostas ao efeito do arraste eólico.



Desta forma, propõem-se técnicas de controle das emissões de material particulado em fontes difusas para atuar no sentido de impedir sua suspensão para o ar ambiente.

- Por meio da alteração das propriedades físicas das superfícies expostas, como exemplo o aumento da umidade através de umectação por caminhão pipa.
- Recuperação das áreas degradadas (maiores informações desta ação ser verificadas no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas- PRAD).
- Controle de velocidade em vias não pavimentadas para reduzir a suspensão de partículas.
- Manutenção periódica dos veículos e equipamentos móveis movidos a diesel, a fim de minimizar a emissão de gases de combustão e também realizar um monitoramento através da escala Ringelman.

#### 2.1.6.1.1 UMECTAÇÃO DAS VIAS DE ACESSO

A umectação das vias não pavimentadas é uma das técnicas mais difundidas e eficazes para o controle de emissões em vias de tráfego não pavimentadas. A aspersão de água na superfície desse tipo de via propicia o controle imediato das emissões de material particulado, mantendo-se eficaz enquanto perdurar a alta umidade da camada superficial. Uma rotina operacional de umectação das vias, principalmente em períodos de seca, ou um plano de umectação deverão ser implantados e mantidos considerando a intensidade de utilização de cada via e as condições meteorológicas.

A umectação das vias deverá propiciar a máxima redução da emissão de poeira. A verificação da eficácia do plano de umectação será realizada por meio de inspeção visual e estações paramétricas de monitoramento.

#### 2.1.6.2 DEFINIÇÃO DE LIMITES DE VELOCIDADE NAS VIAS DE TRÁFEGO NÃO PAVIMENTADAS

A emissão de material particulado em uma via de tráfego é função direta da velocidade de circulação do veículo sobre a via. Quanto maior for a velocidade do veículo, maior será o potencial de arraste das partículas disponíveis sobre a via para a atmosfera.

Assim, o estabelecimento de um limite de velocidade para cada trecho das vias não pavimentadas, realizado por meio de sinalização específica, propiciará o controle das emissões de material particulado nas vias de tráfego não pavimentadas.

#### 2.1.6.2.1 MONITORAMENTO DA FUMAÇA PRETA E MANUTENÇÃO PERIÓDICA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

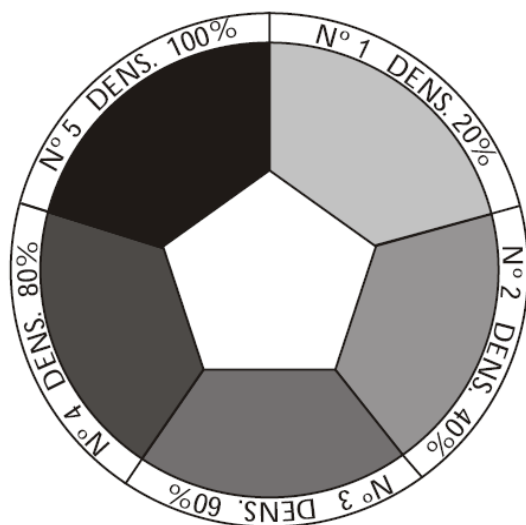
A fumaça preta trata-se de partículas de material sólido que ficam suspensas no ar, na forma de fumaça, fuligem etc. A emissão causada por veículos movidos a diesel é composta de gases de combustão e material particulado.



O monitoramento das emissões veiculares será realizado com a utilização da Escala *Ringelmann*, método simples e rápido de verificação do estado de manutenção de motores ciclo diesel, que permite avaliar o teor de fuligem do gás escapamento.

A Escala *Ringelmann* trata-se de uma escala impressa, constituída de cinco campos de densidade colorimétrica de 0 a 100%, em classes de 20%, que são comparados visualmente às emissões do escapamento dos veículos.

A Figura 2-1 apresenta a Escala *Ringelmann* reduzida utilizada pela CETESB. Por se tratar de um método comparativo, há algumas restrições quanto ao seu uso, principalmente nos dias nublados, sendo recomendada sua realização durante o dia e nos dias com maior claridade.



### INSTRUÇÕES DE USO

- 1º Posicione - se de costas para sol e segure o cartão com o braço totalmente estendido.
- 2º Compare a fumaça (vista pelo orifício) com o padrão colorimétrico, determinando qual a tonalidade da escala que mais se assemelha com a tonalidade (densidade) da fumaça.
- 3º Para a medição da fumaça emitida por veículos, o observador deverá estar a uma distância de 20 metros a 50 metros do tubo de escapamento a ser observado.

Figura 2-1: Escala Ringelmann para monitoramento de fumaça preta.

Fonte: CETESB, 2019.

Deverá ser mantido um registro dos resultados do monitoramento das emissões especificando, no mínimo: a data da inspeção, identificação do veículo, quilometragem do veículo e o grau de enegrecimento da fumaça emitida.

Essas informações deverão ser analisadas conjuntamente com os dados relativos à manutenção preventiva dos veículos. Em função dos resultados, os veículos poderão ser enviados para manutenção corretiva.

É necessário garantir o correto funcionamento das máquinas e equipamentos visando promover o controle adequado de suas emissões. Assim, é necessário que seja estabelecido um programa de manutenção dos equipamentos.

A correta manutenção dos motores propicia a redução dos níveis de emissão de gases e partículas (fumaça preta). Dessa forma deverá ser ampliado o programa de inspeção da emissão de fumaça preta pelos veículos e equipamentos móveis movidos a diesel utilizando a Escala *Ringelmann* Colorimétrica, conforme mencionado anteriormente, levando à manutenção corretiva aqueles equipamentos que apresentarem emissões acima do grau 2 da referida escala.



### 2.1.6.2.2 RECOMPOSIÇÃO VEGETAL DE SUPERFÍCIES SUSCEPTÍVEIS AO ARRASTE EÓLICO DE PARTÍCULAS

As superfícies expostas ao arraste eólicos e intempéries deverão ser protegidas, de modo a evitar a geração de poeira pela ação de rajadas de vento. Dentre os métodos mais utilizados está à recomposição da cobertura vegetal, ação esta que deverá ser desenvolvida juntamente com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

### 2.1.6.3 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

Através deste programa será possível o monitoramento da qualidade do ar nas comunidades próximas às Obras Emergenciais.

Os poluentes a serem monitorados são:

- Partículas Totais em Suspensão (PTS) – partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 50 micrômetros (Resolução CONAMA 491/2018).
- Material Particulado MP10 – partículas de material sólido ou líquido suspenso no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10 micrômetros (Resolução CONAMA 491/2018).
- Material Particulado MP2,5 – partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 2,5 micrômetros (Resolução CONAMA 491/2018).

### 2.1.6.3.1 MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

#### 2.1.6.3.1.1 Estação automática convencional

No início de cada hora de amostragem, um pequeno elemento <sup>14</sup>C (carbono-14) emite uma fonte constante de elétrons de alta energia (conhecidos como raios beta) através de uma mancha de fita filtrante limpa. Estes raios beta são detectados e contados por um detector de cintilação sensível para determinar uma leitura zero. O BAM-1020, em seguida, avança este ponto de fita para o bocal de amostra, onde uma bomba de vácuo puxa uma quantidade medida e controlada de ar externo através da fita do filtro, carregando-o com a poeira ambiente. No final da hora da amostra, esta mancha de poeira é colocada de volta entre a fonte beta e o detector, causando assim uma atenuação do sinal de raios beta que é usado para determinar a massa do material particulado na fita filtrante. Esta massa é usada para calcular a concentração volumétrica de material particulado no ar ambiente (Fonte: Met One, 2019).

Equipamentos certificados por métodos equivalentes também poderão ser utilizados.



Foto 2-1: Estação automática de qualidade do ar – BAM1020 Met One.

Fonte: Vale,2019.

### 2.1.6.3.1.2 Estação paramétrica

As estações paramétricas serão utilizadas para acompanhamento contínuo nos locais próximos às fontes de emissão, possibilitando uma melhor verificação da eficiência do plano de mitigação.

O método utilizado será através de fotômetro, que produz uma contínua e simultânea indicação das frações de massa do material particulado (PTS, MP10 e MP2,5). A luz dispersa pelas partículas transportadas pelo ar consiste em três componentes: a luz refletida a partir da superfície da partícula, a luz refratada através da partícula e a luz que é difratada do seu caminho original pela presença da partícula. A intensidade da luz dispersa por reflexão ou refração depende muito do tipo de partícula.

Para partículas de formas irregulares, a luz que é refletida e refratada tende a se dispersar em todas as possíveis direções. O componente difratado, no entanto, tende a ser espalhado somente através de ângulos muito pequenos. Por exemplo, para uma partícula de 5 microm de diâmetro, 90% da luz difratada é dispersa por menos de 10 graus em relação à direção original do feixe de luz. O fotômetro analisa somente a luz refletida em 10 graus ou menos, ou seja, ele responde apenas ao componente difratado e tem uma resposta praticamente constante mesmo se as partículas são pretas ou brancas.

### 2.1.6.3.2 REDE DE AMOSTRAGEM

Na Tabela 2-3 a seguir encontra-se a rede de monitoramento qualidade do ar e na Figura 2-2 vem apresentar a localização geográfica dos pontos em relação ao empreendimento.



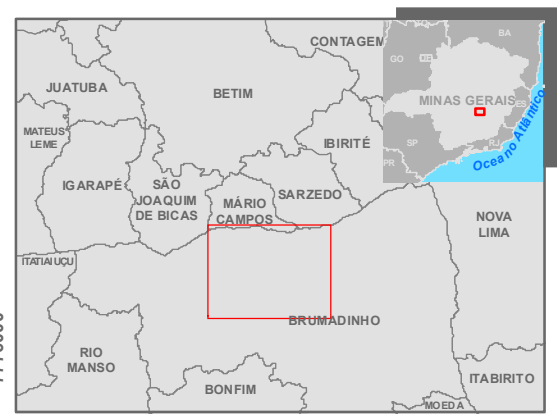
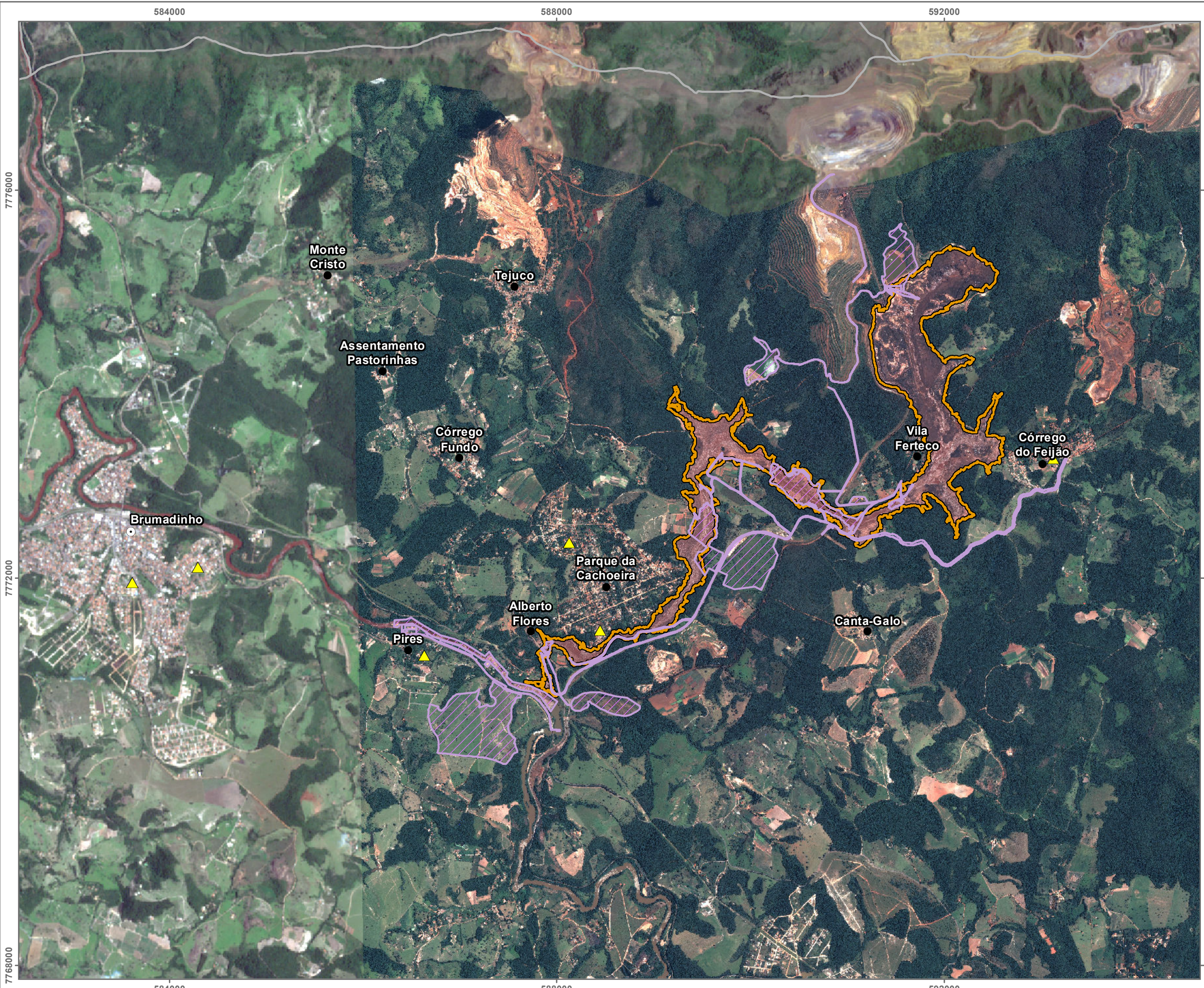








**Tabela 2-3: Localização da estação de monitoramento automática da qualidade do ar.**

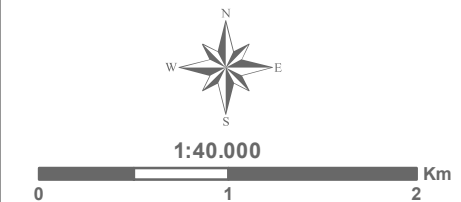
| Ponto de Monitoramento       | Localização  | Tipo de Estação | Parâmetros                         |
|------------------------------|--|-----------------|------------------------------------|
| Povoado de Córrego do Feijão | Próximo à Igreja N.S. das Dores                              | Convencional    | PTS/MP10/PM2,5<br>Meteorologia (1) |
| Bairro Parque da Cachoeira   | Próximo à Unidade de Saúde                                   | Convencional    | PTS/MP10/PM2,5<br>Meteorologia (1) |
| Bairro Parque da Cachoeira   | Região da Rua Augusto Diniz Murta, próximo à área impactada. | Paramétrica     | PTS/MP10/PM2,5                     |
| Brumadinho                   | Escola Municipal Pastor Vicente Assunção                     | Convencional    | PTS/MP10/PM2,5<br>Meteorologia (1) |
| Brumadinho                   | Região do Bairro Bela Vista                                  | Paramétrica     | PTS/MP10/PM2,5                     |
| Bairro Pires                 | Próximo ao Sítio Bela Vista                                  | Paramétrica     | PTS/MP10/PM2,5                     |

- (1) Parâmetros de meteorologia: direção e velocidade dos ventos; temperatura; precipitação pluviométrica; pressão atmosférica; radiação solar; umidade relativa.





-  Ponto de monitoramento da qualidade do ar
-  Sede Municipal
-  Localidade
-  Área Diretamente Afetada - ADA
-  Área Atingida
-  Limite Municipal



Base Cartográfica (Fonte): limites políticos (IBGE, 2015); hidrografia (IGAM, 2002); ada (Vale, 2019); área de estudo (Amplo, 2019); imagens de satélite Sentinel (15/08/2018) e Pleiades (29/01/2019).

Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 UTM Zone 23S  
 Projeção: Transverse Mercator  
 Datum: SIRGAS 2000

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | Projeto: <b>PCA Obras Emergenciais - Mina Córrego do Feijão</b> |  |
| <b>Rede de monitoramento da Qualidade do Ar</b>                                       |   |   |
| Título:   | Rede de monitoramento da Qualidade do Ar                        |   |
| Elaboração:   | Data:   | Formato:   Arquivo:   |
| Geoprocessamento Amplo  | 07/05/2019  | A3   PCA_rede_monit_ar_v00  |



## 2.1.7 METAS E INDICADORES

### METAS

- Atender os padrões de qualidade do ar para PTS, MP10 e MP2,5 de acordo com a Resolução CONAMA nº 491/2018.

### INDICADORES

- Resultados de medições de PTS com concentração média de 24 horas de 240 microgramas por metro cúbico de ar.
- Resultados de medições de MP10 com concentração média de 24 horas de 120 microgramas por metro cúbico de ar.
- Resultados de medições de MP2,5 com concentração média de 24 horas de 60 microgramas por metro cúbico de ar.
- Resultados de medições de fumaça preta atendendo ao limite de grau 2 da escala Ringelmann.

## 2.1.8 EQUIPE TÉCNICA

A responsabilidade pelo desenvolvimento e implementação deste Programa será da Vale - áreas operacionais responsáveis pelas ações de controle para avaliação e determinação das medidas cabíveis. É de responsabilidade das empresas contratadas a prestação das informações e execução das atividades relativas ao monitoramento e controle da emissão de fumaça preta de todos os seus equipamentos e veículos movidos a diesel.

## 2.1.9 AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO

A avaliação e o acompanhamento dos resultados das ações propostas serão feitos a partir dos relatórios elaborados no Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar. As avaliações dos dados de monitoramento serão feitas periodicamente, com elaboração de planilhas de controle e envio do relatório mensal ao órgão ambiental. Este relatório técnico deverá conter os seguintes itens:

- Compilação e avaliação da consistência dos dados monitorados;
- Metodologia adotada na execução dos trabalhos.
- Apresentação das evidências das ações de controle ambiental executadas;
- Registros fotográficos, considerações finais.

## 2.1.10 RESPONSABILIDADE PELA EXECUÇÃO DO PROGRAMA

O empreendedor é responsável pela execução deste programa, podendo contratar empresas especializadas para sua execução.



## 2.1.11 CRONOGRAMA

Este Programa será executado ininterruptamente. O cronograma será apresentado inicialmente para o primeiro ano de atividades, período no qual está prevista a finalização de quase todas as intervenções. O monitoramento será iniciado após a implantação das estações convencionais e paramétricas.

**Tabela 2-4: Cronograma Executivo– Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar – Obras Emergenciais.**

| Atividade                                   | ANO 01 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | MÊS 01 | MÊS 02 | MÊS 03 | MÊS 04 | MÊS 05 | MÊS 06 | MÊS 07 | MÊS 08 | MÊS 09 | MÊS 10 | MÊS 11 | MÊS 12 |
| Monitoramento da Qualidade do Ar            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Ações de controle das emissões atmosféricas |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Relatórios Internos de acompanhamento       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Relatórios de informação ao órgão ambiental |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |





GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Fundação Estadual do Meio Ambiente

BARRAGEM B1

Nota Técnica nº 2/FEAM/DOCUMENTACAOB1/2019

PROCESSO Nº 2090.01.0003211/2019-04

ASSUNTO: Diretrizes para elaboração do “Plano de Reparação Ambiental da Bacia do Rio Paraopeba” devido ao desastre ambiental decorrente do rompimento da Barragem de Rejeitos B1, que integrava o complexo Mina do Córrego do Feijão, da empresa Vale S.A. no município de Brumadinho/MG.

## 1. INTRODUÇÃO

Em 25/01/2019, ocorreu o rompimento da Barragem 1 (B1) do Complexo da Mina de Córrego do Feijão da Vale S.A., inundando formas fluviais e não-fluviais na superfície do entorno do canal de escoamento do ribeirão Ferro-Carvão, com rejeitos do processo de beneficiamento a úmido de minério de ferro, conforme apresentado na Figura 1.

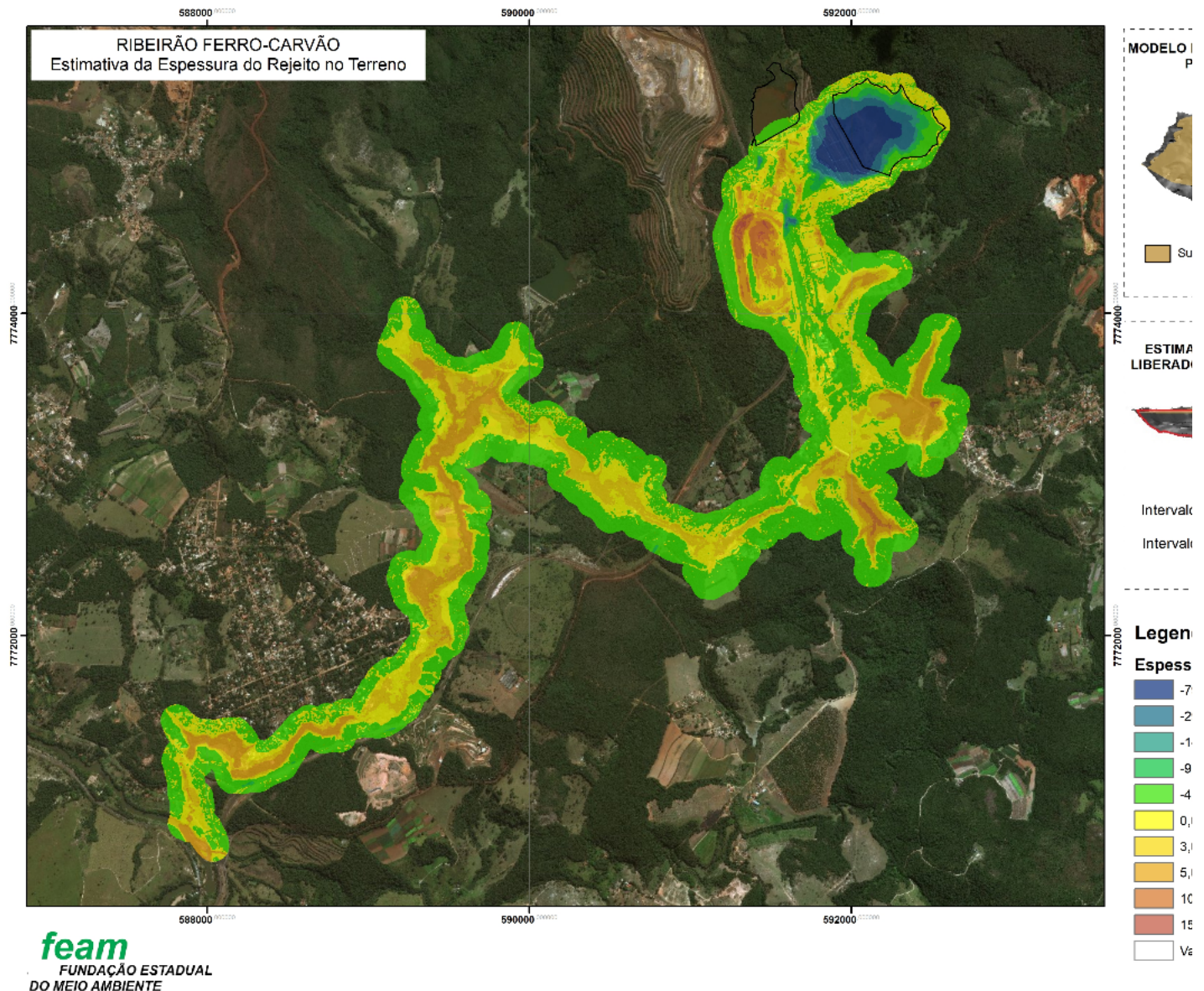


Figura 1 - Estimativa da espessura do rejeito no ribeirão Ferro-Carvão

Tal evento ocasionou centenas de fatalidades com danos ao patrimônio público e privado e ao meio ambiente, inclusive alcançando a calha do rio Paraopeba e se propagando até o remanso da Usina Hidrelétrica (UHE) de Retiro Baixo, causando alteração em processos físicos e ambientais e na qualidade de suas águas nesta extensão, com graves prejuízos socioeconômicos diretos e indiretos, sobre a biodiversidade e os recursos hídricos.

Em decorrência desses fatos, foram lavrados um total de sete Autos de Infração pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), pelo Instituto Mineiro de Gestão de Águas (Igam) e pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF), dada a constatação de poluição/degradação ambiental na área, do impedimento/restrrição de uso de recursos hídricos e pelo descumprimento de determinação de agente credenciado.

Por meio do Auto de Fiscalização nº 64.499/2019 de 26/01/2019, a Semad determinou inicialmente a suspensão de todas as operações da Vale S.A. na Mina de Córrego do Feijão, ressalvadas as ações emergenciais pertinentes. Dentre as ações requeridas pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema) imediatamente após o rompimento da barragem, pode-se citar a devida remoção e disposição da massa de rejeito liberada,

[https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=7278800&infra...](https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=7278800&infra...) 1/10



Número do documento: 20042019212048200000111079043

<https://pje.tjmg.jus.br:443/pje/Processo/ConsultaDocumento/listView.seam?x=20042019212048200000111079043>

Assinado eletronicamente por: CASSIO ROBERTO DOS SANTOS ANDRADE - 20/04/2020 19:21:20

respeitando as ações de resgate das vítimas. Tal ação objetivava o cessamento do fluxo de rejeitos e sedimentos e, assim, eliminar os possíveis efeitos de poluição e contaminação das áreas impactadas, bem como demais providências relacionadas à proteção ambiental dada a magnitude e consequências deste evento.

E, por meio do Auto de Fiscalização nº 96.187/2019 e Auto de Infração nº 19.6903/2019 lavrados pelo Igam, foi determinada a suspensão temporária da utilização da água bruta do Rio Paraopeba para qualquer finalidade no trecho compreendido desde a confluência com o Rio Paraopeba com o ribeirão Ferro-Carvão até Pompéu. A suspensão de utilização foi necessária em razão dos resultados de qualidade de água apurados no Plano Emergencial de Monitoramento.

Os órgãos e entidades do Sisema e outros órgãos intervenientes neste processo, como a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), as Polícias Civil, Militar e Federal, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), o Ministério Público do Estado de Minas Gerais (MPMG), dentre outros, vêm acompanhando e promovendo as devidas análises sobre as propostas de ações emergenciais apresentadas pela Vale S.A., originadas das requisições feitas por esses entes, para o restabelecimento das funções ambientais na área do rompimento da B1 e nas outras impactadas pelo evento.

Atualmente, as ações em desenvolvimento pela Vale S.A. são consideradas emergenciais e seu acompanhamento vem sendo realizado em reuniões periódicas com a equipe técnica do Sisema, responsável pelo acompanhamento do desastre. A Nota Técnica nº 1/FEAM/DOCUMENTACAOB1/2019 – Assunto: “AÇÕES EMERGENCIAIS PARA A CONTENÇÃO E REMOÇÃO DO REJEITO E RESÍDUOS VISANDO O PRÓXIMO PERÍODO CHUVOSO NA ÁREA DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM 1” (5581827) de 17/06/2019 apresentou uma atualização destas ações e diretrizes do que vem sendo executado pela Vale. É importante que para condução destas ações emergenciais, a Vale execute a devida comunicação preventiva de risco, principalmente em relação ao acompanhamento das estruturas remanescentes no Complexo.

Resalta-se que, para o estabelecimento de ações emergenciais, a área impactada foi subdividida, conforme os seguintes trechos (Figura 2):

- **Trecho 1:** área do rompimento da B1 até a confluência do ribeirão Ferro-Carvão com o rio Paraopeba, com aproximadamente 10km de extensão, onde foi proposta a implantação de estruturas físicas com o objetivo de conter os sedimentos e possibilitar a remoção dos rejeitos e a reabilitação da área.
- **Trecho 2:** área de Brumadinho até Juatuba, com aproximadamente 30km de extensão, onde foi proposta a dragagem dos rejeitos e a disposição adequada do material seco.
- **Trecho 3:** área entre Juatuba até a UHE Retiro Baixo, com aproximadamente 170km de extensão, onde foi inicialmente proposta a instalação de barreiras antiturbidez com o objetivo de reter os sedimentos finos. Entretanto, dada a baixa eficiência demonstrada pelo sistema, coube a Vale S.A. apresentar nova proposta para este trecho, que ainda não foi protocolada junto a Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam).

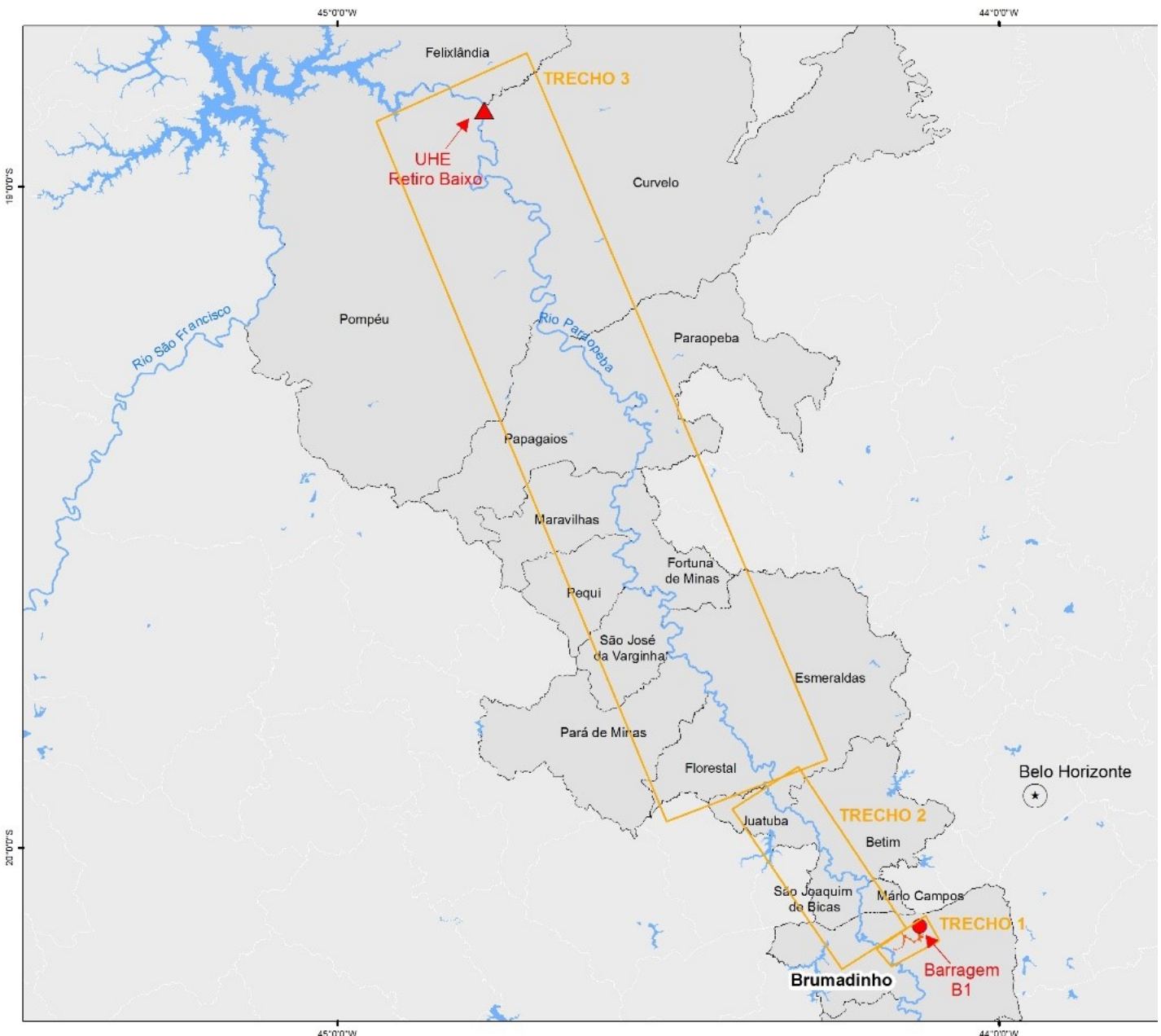


Figura 2 – Subdivisão da área impactada em trechos

Além das ações emergenciais é necessário que a Vale S.A. apresente e realize as ações de médio e longo prazo visando a recuperação ambiental dos meios afetados com a recomposição da biodiversidade e consequente retomada das funções ecológicas e serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas antes do rompimento da B1, bem como das funções sociais e econômicas das áreas.

Nesse aspecto, a Vale S.A. apresentou ao Comitê Gestor Pró-Brumadinho, o documento “SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS PARA APOIO AO DESENVOLVIMENTO DO MACRO PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAÓPEBA/MG” de autoria da Arcadis Brasil. Conforme consta do documento, o mesmo teve o objetivo de:

*“Apresentar e oferecer os serviços de gestão estratégica, pautada na avaliação técnica, por meio da análise dos dados ambientais, com foco naqueles relacionados aos meios físico e biótico, para a tomada de decisões pela Vale, voltadas para a recuperação da área afetada pelo evento de 25 de janeiro de 2019, identificando os componentes ambientais impactados”.*

No documento, a Arcadis Brasil propõe orientar as ações da Vale S.A. nos seguintes aspectos:

- A recuperação dos danos causados;
- A restauração dos ecossistemas afetados e das condições físicas da área impactada, sempre que possível devolvendo a seu estado original e recompondo seus papéis e serviços ecossistêmicos;
- A restauração das condições de infraestruturas locais afetadas;
- A compensação dos danos ambientais que não puderem ser recuperados.

Diante das informações insuficientes apresentadas no documento da Arcadis Brasil, a equipe técnica do Sisema, responsável pelo acompanhamento das ações relativas ao rompimento da barragem de rejeitos B1, apresenta, por meio desta Nota Técnica, as diretrizes que devem servir como base para a elaboração do “PLANO DE REPARAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAÓPEBA”, que envolverá a caracterização, bem como reparação dos danos ambientais causados pelo rejeito oriundo da mina Córrego do Feijão depositados nesta bacia hidrográfica.

Esta Nota Técnica se pauta nos documentos referentes às medidas de caracterização, mitigação e/ou reparação dos danos ambientais já elaborados pelo Sisema para o referido desastre, nas ações já executadas e em execução pela Vale S.A. no período emergencial e na experiência adquirida pelo Sisema no acompanhamento das ações de recuperação em função do rompimento da barragem de Fundão em Mariana/MG, que atingiu a bacia do rio Doce até a foz no Estado do Espírito Santo.

Em relação à Programas Compensatórios não previstos em legislação específica, com vistas a compensar impactos do desastre, em áreas que não foram diretamente impactadas e que terão o objetivo de melhorar a qualidade ambiental da bacia, não são alvo desta Nota Técnica e serão tratados em momento oportuno.

## 2. DIRETRIZES A SEREM CONSIDERADAS NA ELABORAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO “PLANO DE REPARAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAÓPEBA”

### 2.1. Objetivos

Os serviços técnicos para a elaboração de um “PLANO DE REPARAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAÓPEBA” devem envolver uma série de ações para a avaliação do impacto ambiental na área direta e indiretamente impactada e para o monitoramento da evolução dos ecossistemas impactados, de forma a se estabelecer, dentre outros aspectos: a caracterização dos danos sobre o meios físicos, biótico e socioeconômico e demonstração de seu nexos causal com o desastre; a orientação da reversão dos danos ambientais e da boa gestão dos ecossistemas da bacia e; o monitoramento dos resultados das ações, projetos ou programas.

As ações para a reversão dos danos ambientais devem considerar, como linha de base, o estado original dos ecossistemas impactados, previamente ao rompimento da barragem, incluindo as condições físicas de cada compartimento ambiental, a biodiversidade, os processos ecológicos e os serviços ecossistêmicos. Não obstante, ações de compensação devem ser consideradas nos casos em que os danos ambientais, comprovadamente, não puderem ser revertidos integralmente, com previsão do monitoramento do sucesso das medidas compensatórias a serem implementadas.

### 2.2. Abrangência Geográfica

A definição do escopo do trabalho deve considerar o conceito de área de influência, de forma a estabelecer os limites geográficos das áreas diretamente e indiretamente impactada pelo desastre, tendo como referência, em ambos os casos, a bacia hidrográfica do rio Paraopeba. Neste aspecto, tem-se como Área Diretamente Impactada (ADI) toda aquela em que houve passagem ou deposição de rejeitos e como Área Indiretamente Impactada (AII) toda aquela cujos atributos físicos, bióticos e socioeconômicos, incluindo água, solo, sedimento, ar, fauna, flora, processos ecológicos, serviços ecossistêmicos foram alterados em consequência do desastre. A delimitação da ADI e da AII é, portanto, dinâmica e pode sofrer alterações em função de novos fatos, revisões e/ou conclusões de estudos ou melhorias no desenho amostral ou experimental.

O Plano de Reparação Ambiental deve prever, portanto, a delimitação das áreas de estudo, incluindo as áreas definidas como não impactadas (*background*) para fins de comparação. Devem ser levantadas, para cada área de estudo, conforme seus objetivos, perguntas de pesquisa, variáveis coletadas e metodologias, considerando, ainda, as recomendações da literatura pertinente e a abrangência, sabida ou hipotética, dos impactos.

As intervenções para a reversão dos danos ambientais sofridos pela ADA e pela AIA devem ser implantadas onde forem necessárias, de maneira efetiva. Além das ações na ADA e AIA, a Vale S.A. deverá verificar a execução de ações fora destas áreas com o objetivo de melhorar/incrementar a qualidade ambiental e resiliência das áreas impactadas, podendo-se citar: recuperação de nascentes, recuperação de tributários, tratamento de efluentes e translocações ou conservação em cativeiro de espécies atingidas. As intervenções devem buscar, sempre que possível, a restauração da bacia a partir da cabeceira em direção à foz para ganho de efetividade.

As áreas para a compensação de danos irreversíveis serão determinadas por instrumento próprio, conforme diretrizes do Sisema.

### 2.3. Premissas Gerais para Execução dos Estudos

Dada a complexidade dos serviços técnicos referentes ao “PLANO DE REPARAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAÓPEBA”, caberá a Vale S.A. contratar e coordenar equipe multidisciplinar, com experiência profissional e conhecimento adequados à escala e complexidade das tarefas a serem executadas, assegurando a continuidade ininterrupta dos trabalhos.

Todos os documentos gerados deverão ser entregues em formato digital (.pdf) e formato editável. As planilhas de cálculo deverão ser apresentadas abertas (.xls), de forma a facilitar o acesso ao memorial de cálculo utilizado. Os produtos gerados no âmbito dos trabalhos serão entregues em sua integralidade aos órgãos ambientais, e simultaneamente a sua entrega à Vale S.A., e passarão imediatamente ao seu domínio.

Todos os dados gerados ou compilados devem ser adequadamente georreferenciados e especializados devendo ser elaborados, padronizados, documentados e apresentados em conformidade com os padrões da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sisema (IDE Sisema), conforme Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº. 2.684/2018.

Na necessidade de uso de softwares de mercado, recomenda-se o uso de softwares livres e gratuitos, com a disponibilização de todas as funções complementares internas ou externas necessárias a seu desenvolvimento ou funcionamento.



Todos os dados primários e secundários deverão ser anexados aos relatórios com os respectivos laudos, cadeias de custódia, referências e demais documentos comprobatórios.

No que tange às coletas de amostras, os estudos devem reduzir o sacrifício de organismos ao mínimo necessário, evitando, principalmente, a morte de indivíduos de espécies ameaçadas de extinção. Todos os sacrifícios devem ser conduzidos conforme as práticas mais conservadoras (mais indolores) das normativas pertinentes do CONCEA, CFBio ou CFMV, conforme for caso. As intervenções para a reversão dos danos ambientais devem minimizar seus impactos, utilizando-se de áreas ou corpos d'água já impactadas e reduzindo, ao mínimo possível, novas supressões de vegetação, intervenções diretas sobre corpos d'água, ressuspensão de sedimentos, lançamento de efluentes e etc.

Os órgãos ambientais acompanharão presencialmente e a seu critério os trabalhos de campo ou laboratoriais. Além disso, os órgãos ambientais tomarão a seu critério, parte das amostras coletadas pela Vale S.A. ou suas terceirizadas para fins de análise e contraprova independentes, sendo o custeio de tais atividades de responsabilidade da Vale.

Todos os dados gerados para execução dos estudos de avaliação e recuperação deverão ser integrados em um banco de dados, exceto por aqueles que possam implicar em agravamento de pressão ambiental ou violação de direitos de terceiros. O custeio da construção e manutenção do banco de dados também será de responsabilidade da Vale.

A forma como o órgão ambiental irá solicitar as contraprovas bem como o formato e a gestão do banco de dados, incluindo o custeio de ambos, deverá ser discutido com o Comitê Pró-Brumadinho e Vale, em momento oportuno.

Adicionalmente, a Vale S.A. deverá prever a realização de *workshops* com os órgãos ambientais, equipes técnicas responsáveis pelos trabalhos, comunidade acadêmica, comitê de bacia e *stakeholders* para submissão e discussão da metodologia e dos resultados já alcançados no âmbito do Plano de Reparação Ambiental, de forma a garantir uma maior transparência das ações em curso e possibilitar a revisão das mesmas, quando necessário.

A execução de todas as etapas relativas a recuperação ambiental deve estar respaldada por um Plano de Comunicação que vise comunicar as ações para a população atingida, em articulação com as Assessorias Técnicas.

#### 2.4. Premissas Específicas para a Elaboração da Avaliação de Impacto Ambiental e Reversão do Dano Ambiental

Para o levantamento de informações relativas à Avaliação de Impacto Ambiental, considera-se que os estudos devem sempre se pautar pelo método hipotético dedutivo e complementar, inclusive em suas propostas, tais como: perguntas de pesquisas específicas logicamente ligadas aos impactos observados ou conjecturados; hipóteses de trabalho e predições; variáveis preditoras e variáveis resposta; desenho amostral, incluindo o detalhamento de como a rede amostral foi obtida; descrição detalhada de métodos amostrais e analíticos adequados às perguntas de pesquisa e; cronograma de execução física detalhando todas as etapas.

A caracterização dos danos deve sempre buscar o controle de variáveis de confusão<sup>[1]</sup> e a atribuição denexo causal entre degradação observada e o desastre, comparando os cenários pré e pós-desastre e a evolução dos ecossistemas impactados à de não impactados. Para a aferição da situação de linha de base deverão ser integrados os dados primários coletados antes da passagem da pluma de rejeitos e os dados secundários disponíveis para os ecossistemas impactados. Além disso, todas as diferentes classes de ambientes impactados devem ser comparadas às áreas de referência - não impactadas -, sobre as quais incidam variáveis (feições naturais e influências antropogênicas) suficientemente similares para se permitir a comparação entre elas, incluindo, no mínimo, trechos a montante e a jusante da pluma e afluentes dos rios impactados. Deve ser considerada, ainda, a amostragem dos diferentes tributários e sub-bacias do rio Paraopeba, bem como dos diferentes trechos condicionados por sua influência na calha, para a determinação da provável fonte da degradação observada no rio principal.

Compete à Avaliação de Impacto Ambiental, portanto, orientar a reversão dos danos encontrados, indicando, em seus resultados, as tendências de desenvolvimento dos ecossistemas impactados e as recomendações de medidas para reversão dos danos encontrados com base na relevância dos bens ambientais impactados e da urgência de intervenção para a sua conservação ou restauração. Quando o nexo causal entre degradação observada e desastre for plausível, porém incerto – ou seja, quando não puder ser confirmado nem afastado, mesmo com estudos adicionais, ou, ainda, quando houver urgência que não permita novos estudos, como o agravamento real ou potencial dos danos ou o esgotamento de janela de tempo para sua reversão – a Avaliação de Impacto Ambiental deve, sempre, recomendar medidas para a reversão do dano, em observância ao princípio *in dubia pro natura*.

As intervenções a serem consideradas para a reversão dos danos ambientais serão orientadas, portanto, pelos resultados e recomendações da Avaliação de Impacto Ambiental e do monitoramento evolutivo dos ecossistemas impactados. A proposição e a implantação de intervenções devem sempre contemplar:

- a) Objetivos logicamente vinculados aos danos ambientais detectados, reais ou potenciais.
- b) Justificativa do método de intervenção selecionado com discussão de seus possíveis impactos positivos e negativos e comparação a alternativas.
- c) Descrição detalhada dos métodos, que devem ser capazes de alcançar os objetivos.
- d) Indicação e caracterização das áreas ou corpos d'água que sofrerão cada ação que integra a intervenção.
- e) Cronograma de execução com detalhamento das etapas.
- f) Medidas prévias necessárias à sua implantação, destacando procedimentos legais obrigatórios e os técnicos que precisam ser desenvolvidos para a reparação.
- g) Responsáveis técnicos.

Além disso, todas as medidas de reversão dos danos ambientais devem ser avaliadas quanto a sua efetividade em um fluxo de revisão permanente dos avanços, para que os órgãos ambientais consigam visualizar o alcance dos objetivos, contemplando:

- a) Metas claras e logicamente ligadas à reversão dos impactos detectados que deverão ser validadas pelos órgãos ambientais.

I - As metas estabelecidas serão definidas com vistas ao alcance da situação pré-desastre, se for possível determiná-la, ou da situação de ecossistemas de referência, não necessariamente prístinos, mas similares aos impactados e representativos da situação pré-desastre.

II - Na impossibilidade de aferição da situação pré-desastre ou seleção de ecossistemas similares a ela, os ecossistemas mais íntegros disponíveis serão adotados como referência e meta, desde que pertençam ao mesmo tipo (e.g. trechos lóticos, remansos, diferentes fitofisionomias) que os impactados.

- b) Indicadores de cumprimento das metas sensíveis ao desastre, específicos a seus impactos, significativamente disponíveis para garantir a continuidade da aferição e validados pelos órgãos ambientais.

A mensuração do progresso das medidas de reversão se dará pela:

- a) Comparação entre situação pré-intervenção e pós-intervenção, ressalvadas as ações emergenciais que não permitirem tempo para a caracterização de tempo zero.
- b) Comparação entre situação pré-desastre, quando possível determiná-la, e pós-intervenção.
- c) Comparação da evolução dos ecossistemas impactados a ecossistemas de referência.

Adicionalmente, para a adequação e garantia da representatividade dos desenhos amostrais e experimentais devem ser considerados minimamente:





- a) Os diferentes compartimentos ambientais impactados, incluindo: água, solo, sedimento, ar, fauna aquática e terrestre e flora.
- b) As bacias do ribeirão Ferro-Carvão e do rio Paraopeba, o reservatório de Três Marias e o trecho imediatamente a jusante dele no rio São Francisco.
- c) Os diferentes ambientes criados pela passagem e acúmulo de rejeito em diferentes volumes ou concentrações.
- d) As diferentes classes de ambientes naturais ou alterados presentes nas bacias do rio Paraopeba e do ribeirão Ferro-Carvão.
- e) Os diferentes trechos da calha do rio Paraopeba condicionados pela influência de tributários sujeitos a diferentes impactos ambientais, regimes de uso do solo e graus de conservação;
- f) Os diferentes tributários e sub-bacias que condicionam os trechos acima citados;
- g) As variações sazonais e outras variações temporais relevantes, processos hidrológicos, climáticos e ecológicos, principalmente fenológicos, como a piracema.
- h) A interspersão, aleatoriedade, suficiência e independência -- o desenho deve obter amostras espacialmente balanceadas e aleatorizadas, bem como a replicação suficiente e a independência das amostras. Para tanto, métodos validados de estatística espacial, sorteio de pontos e separação de sítios com base nas características das variáveis amostradas, sejam elas grupos taxonômicos ou funcionais de organismos ou variáveis físico-químicas, devem ser usados.

Em especial sobre a bacia do ribeirão Ferro-Carvão foi definida pelo órgão ambiental a retirada total do rejeito depositado. Essa retirada deverá ser conduzida inclusive nas áreas sob a vegetação às margens dos cursos d'água ou da mancha de inundação, salvo nos casos onde análise técnica comprovar que tal ação trará mais impactos negativos do que positivos, não representando melhoria ambiental.

Destaca-se, ainda, que todas as intervenções devem ser autorizadas ou regularizadas pelos órgãos ambientais previamente a sua implementação, salvo pelas medidas emergenciais necessárias à prevenção ou mitigação de danos ambientais, que devem ser executadas e posteriormente analisadas pelos órgãos ambientais quanto a sua necessidade, pertinência, qualidade e etc.

Ademais, todas as ações, desde a fase de planejamento, pessoal, equipamentos ou máquinas a serem utilizados deverão ser previamente comunicadas e alinhadas aos atores envolvidos ou impactados (como moradores das comunidades circunvizinhas às áreas onde será realizada cada ação ou atividade, incluindo aqueles nos locais de tráfego de equipamentos ou máquinas). Esse esforço deve ser integrado ao Plano de Comunicação estabelecido na fase emergencial e detalhado na Nota Técnica nº 1/FEAM/DOCUMENTACAOB1/2019.

### 3. LINHAS TEMÁTICAS

Visando orientar a atuação da Vale S.A. na elaboração do "PLANO DE REPARAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAPEBA", e considerando as diretrizes apresentadas acima, relacionadas ao diagnóstico da área impactada e as estratégias de recuperação, foram definidos os eixos temáticos que se seguem, que devem conduzir a elaboração dos estudos:

1. Manejo de rejeitos e resíduos.
2. Monitoramento da qualidade do ar.
3. Monitoramento da qualidade da água e sedimentos.
4. Caracterização, recuperação e monitoramento da qualidade do solo e água subterrânea.
5. Caracterização, recuperação, monitoramento e conservação da biodiversidade, processos ecológicos associados e serviços ecossistêmicos derivados.

Ressalta-se que a adoção de medidas de reparação/recuperação para outros meios impactados, como por exemplo: recuperação do meio ambiente urbano atingido, disponibilização de água de abastecimento e dessedentação e recuperação de patrimônio natural e cultural impactado deverão ser executadas pela Vale e serão acompanhadas pelos órgãos públicos competentes.

#### 3.1. Manejo de Rejeitos e Resíduos

Foi estabelecida como ação emergencial a remoção imediata do rejeito depositado na calha do ribeirão Ferro-Carvão, bem como a remoção do material depositado nos dois primeiros quilômetros do impacto direto do rio Paraopeba, com o objetivo de restabelecer as funções ambientais da área impactada pelo rompimento da Barragem B1. As atividades de manejo de rejeito a serem executadas preveem medidas de engenharia, com o objetivo de reter o material disposto, caracterizá-lo em termos de volume e composição química – além da identificação de compostos voláteis, promover a sua remoção física com posterior disposição final ambientalmente adequada. Assim, deve ser elaborado um plano de remoção dos rejeitos contendo as etapas necessárias para sua remoção, inclusive com cronograma.

Dessa forma, para todas as áreas em que houver a remoção do rejeito depositado, deverá ser proposto e executado um plano de recuperação de áreas degradadas, sendo utilizado como base o "Termo de Referência para Elaboração de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas", elaborado pela Feam, com vista a restauração dos ecossistemas afetados, das condições físicas das áreas impactadas e, quando aplicável, da retomada das atividades agropecuárias. Para tal, deverão ser consideradas as premissas gerais e específicas listadas nos itens 3 e desta Nota Técnica – "Caracterização, Recuperação e Monitoramento da Qualidade do Solo e Água Subterrânea" e "Caracterização, Recuperação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade, Processos Ecológicos Associados e Serviços Ecossistêmicos Derivados", respectivamente.

Em especial sobre a remoção dos rejeitos depositados na planície de inundação do ribeirão Ferro-Carvão, com impacto direto sobre o sub-bosque, essa ação requer um acompanhamento técnico por parte do Instituto Estadual de Florestas (IEF), tendo em vista a necessidade de restabelecimento dos serviços ecossistêmicos na área, considerando o mínimo impacto sobre a biota local.

O manejo dos rejeitos e resíduos deverá ser realizada em conformidade com um Plano de Manejo de Rejeitos e com um Plano de Gestão de Resíduos, a serem aprovados pelo Sisema. Deve ser garantida a destinação adequada dos resíduos removidos, triados e armazenados nos Depósitos Intermediários de Resíduos (DIR) ou outras áreas que venham a ser usadas para armazenamento temporário, considerando as características de cada resíduo. Os resíduos que precisarem ser incinerados devem ser encaminhados a unidades que atendam a Resolução Conama nº 316/2002.

O armazenamento dos resíduos triados, que tiverem potencial de constituir focos do mosquito *Aedes aegypti*, quando durarem mais de três dias, devem ser realizadas em áreas ou caçambas cobertas. O gerenciamento de resíduos resultantes das atividades relacionadas à mitigação dos impactos ambientais na área, tais como resíduos de construção civil, resíduos resultantes do tratamento das águas do ribeirão Ferro-Carvão, e outros, devem atender aos instrumentos normativos aplicáveis. Nesse contexto, a Vale S.A. deverá apresentar periodicamente à Feam dados quanto aos resíduos e rejeitos resultantes da triagem do material resultante do rompimento da barragem B1, bem como aqueles resultantes das obras e atividades de mitigação ou reparação dos danos ambientais, especificando os tipos e indicando respectivas massas e tipo de destinação final. Para fins de comprovação, devem ser apresentados os respectivos Certificados de Destinação final desses resíduos.

Para possibilitar o acompanhamento do processo de remoção dos rejeitos e de intervenções para contenção do processo de movimentação de sedimentos superficiais, deve ser apresentado, sistematicamente, ortofotomosaico digital em composição colorida (RGB) de alta precisão obtido através de levantamento aerofotogramétrico com ARP (Aeronaves Remotamente Pilotadas) e modelos digitais se superfície (Modelos Digitais de Elevação e Modelos Digitais do Terreno) de toda a área incluída no levantamento aerofotogramétrico, com precisão compatível a escala 1:1.000 e padrão de qualidade em conformidade com o Padrão de Exatidão Cartográfica Classe A.

#### 3.2. Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar



O Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar (PMQar) consiste no levantamento das principais fontes de emissões atmosféricas, na modelagem atmosférica para avaliação da qualidade do ar na área impactada pelo rompimento da Barragem B1 e na determinação de pontos de monitoramento da qualidade do ar, conforme resultados da modelagem atmosférica.

Para o levantamento das principais fontes atmosféricas – manejo e transporte de rejeitos e obras de recuperação – utilizadas como dados de entrada para a modelagem atmosférica, são necessárias a apresentação e a aprovação do plano de remoção e destinação dos rejeitos, discutido no item anterior.

Entretanto, em função de já terem sido iniciados os trabalhos de remoção dos rejeitos, tratamento e construção das estruturas necessárias, e do caráter emergencial das atividades, foi solicitado à Vale S.A. que iniciasse o monitoramento da qualidade do ar, conforme pontos apresentados no Quadro 1, de forma a propiciar agilidade na verificação dos níveis de poluição aos quais a população da região impactada está exposta e da eficiência do plano de mitigação executado pela Vale nos locais próximos às frentes de obras. A estação convencional deve utilizar o método de radiação beta para quantificação das frações do material particulado. Os equipamentos OSIRIS serão instalados próximos aos pontos com grande movimentação de rejeitos, visando avaliar a eficiência das medidas mitigatórias realizadas pelo empreendimento.

**Quadro 1 - Pontos de monitoramento da qualidade do ar**

| Ponto   | Tipo de Estação                                       | Coordenadas geográficas       | Poluentes      | Parâmetros meteorológicos* |
|---|---|-------------------------------|----------------|----------------------------|
| Igreja N. S. das Dores (Com. Do Feijão)                 | Convencional (Realocação da estação do Clube Grember) | 20°8'9.13"S<br>44°6'32.19"O   | PTS/PM10/PM2,5 | DV/VV/T/<br>PP/PA/RS/UR*   |
| Unidade de Saúde (P. da Cachoeira)                      | Convencional  | 20°8'38.18"S<br>44°9'24.24"O  | PTS/PM10/PM2,5 | DV/VV/T/<br>PP/PA/RS/UR*   |
| Lote - Rua Francisco Jorge Dinis (P. da Cachoeira)      | Equipamento OSIRIS                                    | 20°9'7.63"S<br>44°9'13.20"O   | PTS/PM10/PM2,5 | -                          |
| Escola Municipal Pr. Vicente Assunção (Brumadinho/Sede) | Convencional  | 20°8'52.43"S<br>44°11'59.62"O | PTS/PM10/PM2,5 | DV/VV/T/<br>PP/PA/RS/UR*   |
| Lote – Rua Hortência (Brumadinho/Sede)                  | Equipamento OSIRIS                                    | 20°8'47.16"S<br>44°11'36.43"O | PTS/PM10/PM2,5 | -                          |
| Ponto de Apoio Vale (Pires)                             | Equipamento OSIRIS                                    | 20°9'16.42"S<br>44°10'15.64"O | PTS/PM10/PM2,5 | -                          |

\*DV-direção do s ventos; VV-velocidade dos ventos; T-temperatura; PP-precipitação pluviométrica; PA-pressão atmosférica; RS-Radiação solar; UR-Umidade relativa.

Após a implantação das estações, em caráter emergencial, os dados deverão ser enviados para o Centro Supervisório da Gerência de Monitoramento da Qualidade do Ar e Emissões - Gesar/Feam. O acompanhamento do monitoramento da qualidade do ar será realizado por meio das informações coletadas e divulgadas nos boletins diários, disponíveis no site da Feam para acesso à população.

Também devem ser feitas análises químicas e morfológicas das partículas nos pontos com estações convencionais. A análise morfológica deve ser realizada por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Para a análise da composição química, deverão ser realizadas coletas das partículas em filtros de nylon e celulose, para garantir que não haja contaminação com o elemento filtrante. Após as coletas, os filtros deverão ser analisados com o método PIXE (Proton Induced X-Ray Emission). A análise da composição química e morfológica deve ser iniciado 60 dias após validação das condições de instalação das estações.

A Vale S.A. ainda deverá apresentar Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA), seguindo as diretrizes da Nota Técnica GESAR nº 02/2019, com os cenários a serem gerados pela movimentação, remoção e transporte dos rejeitos, com o objetivo de avaliar os parâmetros a serem monitorados (material particulado e gases) e confirmação e/ou ampliação da localização das estações. O EDA deve ser apresentado após 120 dias da aprovação do Plano de remoção e destinação dos rejeitos.

Desta maneira, a Vale deverá manter o monitoramento da qualidade do ar iniciado na fase emergencial, com uma rede de monitoramento que atenda aos objetivos da nova fase de recuperação da área, podendo ser incluídos novos parâmetros e pontos, segundo os resultados do EDA.

A partir destas informações, a Feam irá validar o “Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar” que deverá ser executado concomitante com a remoção dos rejeitos.

Além do Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar, a Vale deverá apresentar o Plano de Mitigação das Fontes de Emissões Atmosféricas, no qual deve descrever quais ações estão sendo realizadas com o intuito de mitigar as emissões atmosféricas. Ressalta-se que para a aprovação do Plano de Mitigação das Fontes de Emissões Atmosféricas é necessária a definição do plano de remoção e destinação dos rejeitos.

### 3.3. Monitoramento da Qualidade da Água e Sedimentos

A Vale deverá elaborar, implementar e executar um programa de investigação e monitoramento quali-quantitativo das águas superficiais, subterrâneas e sedimentos da bacia do rio Paraopeba e na calha do rio São Francisco, desde logo a montante da sua confluência com rio Paraopeba até a sua foz, para a produção de informações sobre a qualidade da água e sedimentos para suportar a tomada de decisão. Para tanto, deverá ser observada a Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/2008, Resolução Conama nº 454/2012 e Resolução Conama nº 396/2008 e outras normas federais e estaduais aplicáveis. O Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Sedimentos terá por objetivos:

- Avaliar as alterações na qualidade das águas associadas às ações de recuperação que serão implementadas.
- Acompanhar as alterações de longo prazo, que necessitam de um grande volume de dados regulares no tempo e no espaço de forma a permitir a identificação de tendências.
- Acompanhar alterações de curto prazo, associadas a intervenções que venham a ser empreendidas na calha do rio Paraopeba ou a eventos hidrológicos, objetivando alertar os usuários das águas do rio Paraopeba e minimizar os impactos nos usos múltiplos.
- Avaliar a correlação, por meio de modelagem, da qualidade da água, comportamento de vazões e sedimento, para avaliação no impacto nos usos de curto, médio e longo prazo na área diretamente afetada.
- Acompanhar a evolução dos acontecimentos e a propagação da frente de rejeitos no reservatório da UHE Três Marias e no rio São Francisco.
- Apoiar na proposição de novas dragagens/intervenções de manutenção no rio Paraopeba.
- Suportar a tomar decisões e informar os usuários sobre o estado das águas da bacia.

Em relação ao rejeito intracalha, o monitoramento deverá incluir a avaliação do comportamento/dinâmica do carregamento do rejeito no leito do rio Paraopeba (intracalha), que contemple o período seco e chuvoso, com malha amostral, metodologia e periodicidade adequados, incluindo avaliação de: volume (levantamentos topobatimétricos); assinatura granulométrica, medições de descargas líquida e sólida e transporte dos sedimentos.

Para o monitoramento da água subterrânea deverá ser criada uma rede específica nas áreas/municípios diretamente afetados pelo desastre na bacia do rio Paraopeba objetivando avaliar possíveis impactos no (s) aquífero (s) da bacia. A Vale deverá avaliar a interface desta ação com o previsto no item 4 - “Caracterização, Recuperação e Monitoramento da Qualidade do Solo e Água Subterrânea”, evitando ações/intervenções duplicadas.



O programa de monitoramento deverá contemplar o estabelecimento de protocolos de monitoramento (procedimentos de coleta, procedimentos de análises laboratoriais, locais e frequências de amostragem, parâmetros e compartimentos a serem monitorados).

A execução e condução do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Sedimentos, deverá respeitar as seguintes diretrizes:

- Acesso dos órgãos, que acompanham o monitoramento executado pela Vale S.A. em função do rompimento da barragem B1, ao banco de dados com todas as informações do monitoramento. É importante que esse banco possa ser integrado ao Sistema de Cálculo da Qualidade da Água (SCQA), do Igam, que contempla todos os dados do monitoramento executado no programa Águas de Minas.
- Elaboração de relatórios de análise de tendências, validação e divulgação dos resultados, bem como a inter-relação dos resultados com as ações de recuperação desenvolvidas na bacia.
- Proposição de medidas de melhoria das condições ambientais da bacia em função do acompanhamento do monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas e sedimentos.

### 3.4. Caracterização, Reabilitação e Monitoramento da Qualidade do Solo e da Água Subterrânea

Deverá ser apresentado um Plano de Caracterização, Reabilitação e Monitoramento da Qualidade do Solo e da Água Subterrânea das áreas impactadas, com o intuito de caracterizar e monitorar os solos e água subterrânea e propor ações de intervenção/remediação, quando forem identificados níveis de contaminação que possam causar riscos ao meio ambiente e saúde humana. A elaboração e execução deste Plano deve estar alinhado com a execução das ações do item 1 - Manejo de Rejeitos e Resíduos, devendo ser observada as diretrizes da Resolução Conama nº 420/2009, da DN Conjunta COPAM/CERH nº 02/2010, da DN COPAM nº 166/2011 e de outras normas federais e estaduais aplicáveis. Neste plano deverá constar:

- a) Definição de indicadores biológicos, químicos e físicos, para avaliação da qualidade do solo.
- b) Caracterização dos solos nas áreas impactadas.
- c) Levantamento e análise de solo após retirada rejeito, conforme indicadores pré-definidos.
- d) Apresentação de relatório conclusivo sobre a qualidade do solo e das águas subterrâneas.
- e) Monitoramento da qualidade do solo, com avaliação da eficácia de tratamentos de remediação, se houverem, com proposição de ações de correção e adequação das medidas para melhoria da qualidade do solo adotadas, se necessário.
- f) Apresentação dos respectivos relatórios de acompanhamento técnico-fotográficos da execução das ações executadas e/ou em execução para mitigação dos impactos nos solos e águas subterrâneas.

Já a remediação dos danos causados implica, inicialmente, na identificação, dentre as áreas diretamente impactadas pelo rejeito, daquelas que serão passíveis de investigação de áreas contaminadas conforme diretrizes da DN Conjunta COPAM/CERH 02/2010. Tal premissa se baseia nos levantamentos já empenhados pelo Corpo de Bombeiros quando das ações de busca e triagem, sendo necessário, no entanto, o aprofundamento desses estudos, inclusive considerando a identificação de resíduos perigosos diversos misturados ao rejeito, tais como óleos e graxas.

Adicionalmente, dado o estabelecimento da remoção dos rejeitos dispostos no ribeirão Ferro-Carvão e no rio Paraopeba, deverão ser consideradas, para fins de determinação do escopo da investigação de passivo ambiental, as medidas a serem executadas no âmbito da recuperação ambiental da área. Nesse aspecto, o modelo conceitual deverá considerar não somente as intervenções de engenharia em curso, bem como as medidas de recuperação ambiental previstas, de forma a definir as áreas que, de fato, irão requerer o aprofundamento das investigações. Dentre essas, podem-se citar as áreas cuja intervenção não garanta a remoção completa dos rejeitos e aquelas em que haverá exposição do solo natural após a remoção do material disposto.

No que tange aos cursos d'água impactos pelo rompimento, a análise ecotoxicológica deverá ser considerada para avaliação de medidas de intervenção e de recuperação ambiental adicionais.

### 3.5. Caracterização, Recuperação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade, Processos Ecológicos Associados e Serviços ecossistêmicos derivados

#### 3.5.1. A Avaliação de Impacto Ambiental sobre o meio biótico

A Avaliação de Impacto Ambiental sobre o meio biótico deve incorporar todas as determinações já exaradas pelo IEF que constam dos Autos de Fiscalização lavrados e dos Ofícios encaminhados a Vale S.A. Esses documentos já estabelecem o **Plano de Monitoramento da Biodiversidade**, que detalha extensamente os objetivos, escopo e diretrizes metodológicas de estudos para a caracterização dos danos e monitoramento evolutivo dos ecossistemas impactados. Tal Plano se harmoniza ao conteúdo desta Nota Técnica. Esses estudos vêm sendo desenvolvidos desde o início da resposta emergencial do IEF ao desastre, precedendo os trabalhos do Comitê Gestor Pró-Brumadinho, e hoje encontram-se em diversas fases de análise, aprovação ou implantação, sob o comando direto do IEF, processo este que deve continuar até sua consecução plena.

O "Plano de Reparação Ambiental da Bacia do Rio Paraopeba" deve, ainda, absorver continuamente novos ajustes na medida em que o órgão ambiental identificar sua necessidade. Abaixo são resumidos e agrupados, diretrizes do Plano de Monitoramento da Biodiversidade, conforme o ecossistema aquático ou terrestre:

- a) Varredura das áreas e corpos hídricos impactados, detecção de mortandades de animais silvestres terrestres e aquáticos e determinação de *causa mortis* por necropsia.
- b) Avaliação dos impactos sobre a biodiversidade aquática (macrófitas, ictiofauna e invertebrados), compreendendo:
  - I - Supressão, fragmentação ou degradação de habitat, especialmente os de interesse para a conservação, como sítios de reprodução, alimentação e desenvolvimento de juvenis.
  - II - Impactos sobre a abrangência geográfica de espécies, especialmente as de interesse para a conservação, como as ameaçadas, endêmicas, raras, migratórias e ecológica ou economicamente relevantes;
  - III - Estimativa da mortalidade total.
  - IV - Alterações de estrutura, composição e função de comunidades.
  - V - Alterações de teias tróficas, piracema, processos limnológicos e ciclos biogeoquímicos, bem como de trocas entre a comunidade ripária e aquática.
- c) Avaliação de impactos toxicológicos e ecotoxicológicos em ecossistemas aquáticos, compreendendo:
  - I - Detecção de quaisquer contaminações na água, sedimentos ou biota (ictiofauna e invertebrados) que possam resultar em impacto ambiental ou risco à saúde humana por contato primário com a água ou ingestão de pescado.
  - II - Detecção de bioacumulação ou biomagnificação de contaminantes na ictiofauna e em invertebrados aquáticos.
  - III - Avaliação da nocividade da água e do sedimento, alterados pela presença de rejeitos à ictiofauna, a invertebrados aquáticos e à microbiota pela realização de bioensaios;
  - IV - Avaliação histopatológica (danos aos tecidos e órgãos) e genotoxicológica (danos ao material genético) da fauna aquática para a avaliação dos danos à saúde dos organismos e suas implicações para sua conservação.
- d) Avaliação dos impactos sobre a qualidade dos habitats aquáticos pelo uso de comunidades de parasitas da ictiofauna como bioindicador.



- e) Avaliação dos impactos sobre a diversidade (filogenética, funcional e genética), composição e estrutura das comunidades terrestres, contemplando fauna e flora.
- f) Avaliação dos impactos sobre as funções ambientais e serviços ecossistêmicos de ecossistemas terrestres, contemplando fauna e flora.
- g) Avaliação do potencial de vertebrados dispersores de sementes na recuperação das áreas impactadas.
- h) Avaliação de impactos sobre espécies terrestres ameaçadas dependentes de ambientes aquáticos.
- i) Avaliação da efetividade das iniciativas de Recuperação das Áreas Degradadas pelo monitoramento de invertebrados terrestres.
- j) Avaliação de impactos toxicológicos e ecotoxicológicos sobre a biodiversidade terrestre, contemplando:

I - Detecção de contaminações capazes de causar dano ambiental nos solos, flora e fauna.

II - Detecção de bioacumulação ou biomagnificação em teias tróficas terrestres.

III - Avaliação histopatológica (danos aos tecidos e órgãos) e genotoxicológica (danos ao material genético) da flora e fauna terrestres para a avaliação dos danos à saúde dos organismos e suas implicações para sua conservação.

k) Avaliação e monitoramento dos indivíduos arbóreos remanescentes diretamente afetados pela deposição de rejeito com sinais visuais de senescência

O Plano de Monitoramento da Biodiversidade deverá ainda ser complementado pelos seguintes estudos:

1. Avaliação dos impactos sobre biomassa da ictiofauna e estoques pesqueiros.
2. Geração de conhecimento estratégico ao ordenamento pesqueiro da bacia do Paraopeba após o desastre, incluindo estudos de capacidade de carga, estatística pesqueira, caracterização da cadeia da pesca e complementos dos estudos de biodiversidade que se fizerem necessários.

A Vale deverá apresentar proposta metodológica para execução dos estudos acima, a ser validado pelo IEF.

Novos estudos para a avaliação dos impactos ambientais ou da efetividade das medidas de reversão dos danos não previstos nesta Nota Técnica poderão ser solicitados pelo órgão ambiental a qualquer momento.

### 3.5.2. Reversão dos danos ambientais sobre o meio biótico

A Reversão dos danos ambientais sobre o meio biótico deve incorporar as determinações já exaradas pelo IEF que constam dos Autos de Fiscalização lavrados e dos Ofícios encaminhados a Vale S.A. Como no caso dos estudos, tais documentos já detalham os objetivos, escopo e diretrizes metodológicas das intervenções que se harmonizam perfeitamente ao conteúdo desta Nota Técnica. Todas elas foram determinadas pelo IEF durante a resposta emergencial e já se encontram implantadas ou em fase de conclusão, sendo ajustadas por determinação do órgão ambiental, conforme a necessidade. Abaixo elas são sucintamente resumidas:

- a) Busca e salvamento de animais silvestres terrestres e aquáticos, incluindo sua triagem, tratamento médico veterinário, reabilitação e soltura em área ou corpo d'água adequado.
- b) Implantação de Centro de Triagem de Animais Silvestres e hospital veterinário de campanha aptos a receber, triar, manter e reabilitar todos os animais resgatados.
- c) Cercamento da mancha de inundação e disponibilização de recursos para a dessedentação da fauna em seu entorno, de modo a se reduzir o atolamento de animais.

Além das medidas acima listadas, a Vale deverá implantar dois Planos para a recuperação do meio biótico aquático e terrestre, como se segue.

### 3.5.3. Plano de Restauração da Biodiversidade e Ecossistemas Aquáticos Impactados

A Reversão dos danos ambientais sobre o meio biótico deve incorporar as determinações já exaradas pelo IEF que constam dos Autos de Fiscalização lavrados e dos Ofícios encaminhados a Vale S.A. Para o ecossistema aquático deverá ser elaborado um Plano de Restauração de Ecossistemas Aquáticos Impactados, com o objetivo de:

- Restauração de habitats aquáticos impactados, por exemplo, através de dragagem de rejeitos, recuperação de nascentes e faixas ciliares, tratamento de efluentes ou renaturalização dos leitos e margens;
- Reconformação dos leitos naturais suprimidos na bacia do ribeirão Ferro-Carvão, incluindo seus meandros originais;
- Reintrodução de espécies aquáticas nativas extirpadas;
- Revigoração de espécies nativas impactadas, incluindo as constituintes do estoque pesqueiro, quando necessário.

A Vale deverá elaborar Termo de Referência (TR) específico para o "Plano de Restauração de Ecossistemas Aquáticos Impactados", a partir dos resultados e recomendações da avaliação de impactos ambientais e do Plano de Monitoramento da Biodiversidade. Este TR deverá ser validado pelo IEF.

Reforçamos que a elaboração do TR não impede a continuidade das medidas de mitigação e reparação dos danos já em execução.

### 3.5.4. Plano de Restauração da Biodiversidade e Ecossistemas Terrestres Impactados

O Plano de Restauração da Biodiversidade e Ecossistemas Terrestres Impactados visa a restauração dos ecossistemas terrestres, principalmente da bacia do ribeirão do Ferro-Carvão, a seu estado original, incluindo biodiversidade, funções ecológicas e serviços ecossistêmicos, bem como a retomada dos seus usos sociais, econômicos e ambientais. Para elaboração deste estudo, a Vale deverá incorporar os elementos pertinentes do "Termo de Referência para Elaboração de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas" da Fundação Estadual do Meio Ambiente, da Instrução Normativa nº 4 de 13/04/2011 do IBAMA e as diretrizes dessa Nota Técnica.

Além dos elementos citados abaixo, o Plano deverá contemplar ações e medidas para a conservação e recuperação da biodiversidade terrestre com base nos resultados do Plano de Monitoramento da Biodiversidade:

- a) Diagnóstico detalhado das áreas impactadas, contemplando as áreas de preservação permanente (APPs), as unidades de conservação de uso sustentável e de proteção integral e suas zonas de amortecimento, além das áreas prioritárias para conservação, envolvendo dados prévios à ocorrência do desastre, com compilação de todos os levantamentos feitos pela Vale S.A. e literatura, bem como dados posteriores, com levantamento em campo das áreas, incluindo levantamento das espécies vegetais regenerantes sobre o rejeito. No Plano de recuperação ambiental da Árcades Brasil foram elencadas algumas fontes de dados para o "Diagnóstico pretérito da bacia do rio Paraopeba" e "Diagnóstico pós-ruptura", que deverão ser considerados.
- b) Mapeamento do uso e ocupação do solo preexistente nas áreas impactadas com base em estudos, com detalhamento mínimo compatível com a escala 1:10.000, imagens de satélite e ortofotomosaico digital elaborado a partir de levantamento aerofotogramétrico com Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs).
- c) Proposição de locais nas áreas impactadas para registro fotográfico, com respectiva localização geográfica, para fins de comparação e acompanhamento do processo de recuperação ambiental.



- d) Estratégias, metodologias, ações, material e insumos e cronograma de execução física para recuperação ambiental das áreas impactadas, com foco no uso e ocupação do solo preexistente ao desastre, bem como na recuperação da biodiversidade, incluindo revegetação e refaunação.
- e) Planta topográfica planialtimétrica de todas as propriedades situadas nas áreas impactadas, com suas delimitações e identificações e com projeção das ações propostas para recuperação das áreas impactadas, conforme usos identificados no mapeamento de uso e ocupação do solo, bem como indicação dos locais sugeridos para registro fotográfico.
- f) Identificação dos impactos ambientais ocorrentes e que poderão ocorrer com a execução das ações emergenciais, considerando as áreas objetos destas ações. No Plano apresentado pela Arcadis Brasil são apresentados alguns impactos os quais devem ser considerados.
- g) Indicadores de recuperação ambiental da área impactada.
- h) Proposição de medidas, envolvendo práticas mecânicas, edáficas e vegetativas, de conservação e recuperação das propriedades físicas, químicas e biológicas de solo.
- i) Proposição de medidas para monitoramento e mitigação dos impactos decorrentes da emissão de particulados sobre a vegetação nativa.
- j) Proposição de medidas para monitoramento e controle de processos erosivos nas margens do rio Paraopeba.
- k) Monitoramento e recuperação de processos erosivos nas áreas impactadas em decorrência do desastre e obras emergenciais.
- l) Ações de comunicação com proprietários das áreas objeto da recuperação previamente e durante a execução deste Plano.
- m) Proposição de modelo de relatório técnico-fotográfico para monitoramento das áreas objeto deste Plano.
- n) Monitoramento das áreas em processo de recuperação e avaliação do cumprimento dos indicadores ambientais propostos, com emissão de relatórios técnicos-fotográficos periódicos a serem apresentados de acordo com o modelo proposto pelo Sisema, envolvendo registros fotográfico daquelas locais cujas coordenadas geográficas foram propostas e aprovadas pelo Sisema para fins de acompanhamento, e ortofotomosaico digital em composição colorida (RGB) de alta precisão obtido através de levantamento aerofotogramétrico com ARP (Aeronaves Remotamente Pilotadas).
- o) As ações relativas a regularização das calhas, margens e controle de processos erosivos nos corpos d'água impactados (rios, nascentes e tributários) devem ser realizados conforme as diretrizes estabelecidas nos atos normativos do Igam, IEF e Semad.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta Nota Técnica tem como objetivo complementar as informações discriminadas no documento "SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS PARA APOIO AO DESENVOLVIMENTO DO MACRO PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAPEBA/MG" da Arcadis Brasil, definindo as diretrizes que a Vale e suas contratadas deverão seguir para a elaboração dos estudos referentes ao diagnóstico dos impactos, recuperação/reparação e o monitoramento ambiental da área impactada.

As medidas de reparação ambiental elencadas neste documento não esgotam o universo de outras adicionais que poderão ser solicitadas pelo órgão ambiental e/ou propostas pela Vale S.A. Novos estudos para a avaliação dos impactos ambientais ou da efetividade das medidas de reversão dos danos não previstos nesta Nota Técnica poderão ser solicitados pelo órgão ambiental a qualquer momento.

A elaboração do "Plano de Reparação Ambiental da Bacia do Rio Paraopeba" não deve suspender nenhuma ação que a Vale já esteja executando, como as incluídas na Nota Técnica nº 1/FEAM/DOCUMENTACAOB1/2019.

A adoção de medidas de reparação/recuperação para outros meios impactados, como por exemplo: recuperação do meio ambiente urbano atingido, disponibilização de água de abastecimento e dessedentação e recuperação de patrimônio natural e cultural atingido deverão ser executadas pela Vale e serão acompanhadas pelos órgãos públicos competentes, sendo que o Sisema participará das ações quando houver necessidade ou interface com suas competências.

Em relação à Programas Compensatórios não previstos em legislação específica, com vistas a compensar impactos do desastre, em áreas que não foram diretamente impactadas e que terão o objetivo de melhorar a qualidade ambiental da bacia, não são alvo desta Nota Técnica e serão tratados em momento oportuno.

O "Plano de Reparação Ambiental da Bacia do Rio Paraopeba" apresentado nesta Nota Técnica traz uma série de estudos a serem executados pela Vale e suas contratadas, visando a caracterização e reparação dos danos causados pelo rompimento da Barragem B1. De maneira resumida, os estudos solicitados nesta Nota Técnica são:

1. Avaliação de Impacto Ambiental das Áreas Impactadas.
2. Plano de Manejo de Rejeitos.
3. Plano de Gestão de Resíduos.
4. Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar.
5. Plano de Monitoramento da Qualidade da Água e Sedimentos.
6. Plano de Caracterização, Reabilitação e Monitoramento da Qualidade do Solo e da Água Subterrânea.
7. Plano de Monitoramento da Biodiversidade.
8. Plano de Restauração da Biodiversidade e Ecossistemas Aquáticos Impactados.
9. Plano de Restauração da Biodiversidade e Ecossistemas Terrestres Impactados.
10. Plano de Comunicação relativo às ações do "Plano de Reparação Ambiental da Bacia do Rio Paraopeba".

Com base nas informações apresentadas nesta Nota Técnica, solicitamos que a Vale apresente o "**Plano de Reparação Ambiental da Bacia do Rio Paraopeba**" e **cronograma detalhado**, com informações sobre a implementação e execução de todos os estudos listados acima e discriminados neste documento, principalmente nos itens 2.3; 2.4 e 3. Esta documentação deve ser protocolada junto ao Comitê Gestor Pró-Brumadinho, no prazo de 60 (sessenta) dias, a contar do recebimento desta Nota Técnica.

[1] Em estatística, uma variável de confusão, também chamada de fator de confusão ou confundidor, é uma variável que influencia tanto a variável dependente, quanto a variável independente, causando uma associação espúria. A variável de confusão é um conceito causal e como tal não pode ser descrita em termos de correlações ou associações.



Documento assinado eletronicamente por **Renato Teixeira Brandão, Presidente(a)**, em 12/07/2019, às 18:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).

Documento assinado eletronicamente por **Robson Lucas da Silva, Subsecretário(a)**, em 12/07/2019, às 18:52, conforme horário oficial de Brasília, com





fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marília Carvalho de Melo, Diretor(a) Geral**, em 12/07/2019, às 19:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Antonio Augusto Melo Malard, Diretor-Geral**, em 12/07/2019, às 19:41, 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 **6123633** e o código CRC **B7176867**.



### 3.4. Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar

#### PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

##### APRESENTAÇÃO

O Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar consiste em programa atualmente em execução como Programa de Monitoramento de Qualidade do Ar no âmbito do Plano de Controle Ambiental – PCA (Ampló, 2019) das Obras Emergenciais iniciadas após o rompimento das Barragens B1, B4 e B4-A. O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar pode ser verificado na íntegra no Anexo III – Plano de Controle Ambiental das Obras Emergenciais.

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar elaborado no PCA considera a instalação de seis estações de monitoramento de qualidade do ar localizadas nas proximidades dos potenciais receptores. A localização das estações de monitoramento leva em consideração o Relatório Técnico GESAR nº 08/2019.

É importante ressaltar que de acordo com a Nota Técnica nº. 2/FEAM/DOCUMENTACA0B1/2019 de 15 de julho de 2019 “Diretrizes para elaboração do Plano de Reparação Ambiental da Bacia do Rio Paraopeba” o Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar (PMQA) consiste em escopo mais abrangente em relação ao Programa de Monitoramento do PCA supramencionado. O Plano de Monitoramento também considera o levantamento das principais fontes de emissões atmosféricas, modelagem para avaliação da qualidade do ar na área impactada pelo rompimento da Barragem B1 e na determinação de pontos de monitoramento da qualidade do ar, conforme resultados da modelagem atmosférica, além de análises químicas e morfológicas da poeira.

Neste sentido, encontra-se em vias de elaboração um Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA) seguindo a Nota Técnica GESAR nº 02/2019, levando em consideração o manejo de rejeito e as obras emergenciais em andamento, bem como as medidas de mitigação, para validação do Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar.

Adicionalmente, são previstas análises morfológicas da poeira coletada nos pontos de estações amostrais por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), além de análise química dos filtros pelo método PIXE (Proton Induced X-Ray Emission).

Em síntese, o Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar em andamento está sendo devidamente avaliado pela FEAM e com coletas de dados continua já em andamento, devendo o mesmo ser acompanhado para aferição da evolução dos resultados de qualidade do ar de forma unificada no âmbito do PCA e Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba.

O Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar apresentado a seguir toma como base exclusiva:

Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar – PCA (AMPLO, 2019).

Dimensionamento da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar (ECONSERVATION, 2019);

Especificações para Análise Química e Morfológica (VALE S/A, 2019)



### 3.4.1. Contextualização, Justificativa e Regulamentação

Implementado inicialmente no âmbito das Obras Emergenciais decorrentes do rompimento das Barragens B1, B4 e B4-A, o Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar é parte do Plano de Controle Ambiental de Obras Emergenciais elaborado pela Amplo à Vale em maio de 2019.

Com o objetivo de acompanhar as emissões atmosféricas em função do rompimento e atividades em andamento na área das Obras Emergenciais, o monitoramento da qualidade do ar permite identificar os principais efeitos aos receptores, bem como formas de controlar ou minimizar a emissão desses poluentes.

O Programa de Monitoramento de Qualidade do Ar encontra-se em operação, contando com estações de monitoramento posicionadas nas proximidades dos principais receptores e os resultados de suas medições permitem aferir eventuais alterações sobre a qualidade do ar.

Além do Programa de Monitoramento de Qualidade do Ar, que leva em consideração o monitoramento das emissões atmosféricas, é proposto um Plano de Monitoramento de Qualidade do Ar, que, de forma mais abrangente, leva em consideração aspectos adicionais ao monitoramento, considerando o disposto na Nota Técnica nº 2/FEAM/DOCUMENTACAOB1/2019, tal como: Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA) e a realização de análises químicas e morfológicas das partículas.

Desta forma, o Plano de Monitoramento de Qualidade do Ar é estruturado da seguinte forma:

- Monitoramento da Qualidade do Ar e Ações de Mitigação conforme PCA (AMPLO, 2019);
- Dimensionamento da Rede de Monitoramento através de Estudo de Dispersão Atmosférica (ECONSERVATION, 2019);
- Análises químicas e morfológica (VALE S/A, 2019).

A seguir são apresentadas as principais características dos documentos supramencionados de responsabilidade técnica de seus respectivos autores, que são norteadores das diretrizes do Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar.

### 3.4.2. Objetivos

#### 3.4.2.1. Objetivo Geral

Os objetivos originais do Programa de Monitoramento de Qualidade do Ar (AMPLO, 2019) são:

*O objetivo deste programa é de apresentar as diretrizes que possibilitem o controle das emissões de material particulado e gases de combustão por meio de procedimento operacionais e ações específicas, bem como propor um monitoramento da qualidade do ar e sua avaliação, conforme Relatório Técnico GESAR Nº 08/2019 emitido pela FEAM.*

Adicionais aos objetivos inicialmente traçados, o Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar tem como objetivo realizar estudo de dispersão atmosférica e análises químicas e morfológicas das partículas coletadas nos pontos com estações convencionais.





### 3.4.2.2. Objetivos específicos

São objetivos específicos do Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar (Ampló, 2019):

*Os objetivos específicos deste Programa são:*

- *Minimizar a emissão de material particulado.*
- *Controlar as emissões de fumaça preta de veículos movidos a diesel.*
- *Avaliar a qualidade do ar com base na Resolução CONAMA nº 491/2018. (AMPLÓ. 2019. Pag 13);*

São objetivos específicos adicionais do Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar:

- Dimensionamento da Rede de Monitoramento de Qualidade do Ar;
- Elaboração de Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA);
- Realização de Análises Químicas e Morfológica;

### 3.4.3. Público Alvo e/ou Área de Abrangência

A área de abrangência e público alvo do Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar são:

- Área de receptores;
- População vizinha;
- Área interferida pelas Obras Emergenciais;
- Área impactada pelo rejeito.

### 3.4.4. Métodos e ações

#### 3.4.4.1. Ações de Controle Emissão de Material Particulado

De acordo com o Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar em execução pelo PCA, “as principais fontes de emissão de material particulado são: a remoção, o transporte e a destinação dos rejeitos de minério sedimentados na área atingida pelo rompimento, às construções civis das Obras Emergenciais, a movimentação de veículos em vias não pavimentadas e as áreas expostas ao efeito do arraste eólico.

*Desta forma, propõem-se técnicas de controle das emissões de material particulado em fontes difusas para atuar no sentido de impedir sua suspensão para o ar ambiente.*

- *Por meio da alteração das propriedades físicas das superfícies expostas, como exemplo o aumento da umidade através de umectação por caminhão pipa.*
- *Recuperação das áreas degradadas (maiores informações desta ação ser verificadas no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas- PRAD).*
- *Controle de velocidade em vias não pavimentadas para reduzir a suspensão de partículas.*

- *Manutenção periódica dos veículos e equipamentos móveis movidos a diesel, a fim de minimizar a emissão de gases de combustão e também realizar um monitoramento através da escala Ringelman”. (AMPLO, 2019. Pag 15)*

Tais atividades podem ser verificadas na íntegra através do Anexo III – PCA Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar (Amplo, 2019).

#### 3.4.4.2. Coleta de Dados – Monitoramento

São utilizadas no monitoramento da qualidade do ar dois tipos de estações, a paramétrica e a convencional (sendo três paramétricas e três convencionais – Figura 3.4-1 e Figura 3.4-2). As estações paramétricas são utilizadas para acompanhamento contínuo nos locais próximos às fontes de emissão, possibilitando uma melhor verificação da eficiência das ações de mitigação previstas no Plano de Controle Ambiental – PCA (AMPLO, 2019).

O equipamento utilizado na estação paramétrica é o monitor ambiental OSIRIS - *Turnkey Instruments Ltd.*

O método utilizado pelas estações paramétricas é através de fotômetro, que produz uma contínua e simultânea indicação das frações de massa do material particulado (PTS, MP10 e MP2,5). A luz dispersa pelas partículas transportadas pelo ar consiste em três componentes: a luz refletida a partir da superfície da partícula, a luz refratada através da partícula e a luz que é difratada do seu caminho original pela presença da partícula. A intensidade da luz dispersa por reflexão ou refração depende muito do tipo de partícula (AMPLO, 2019).

Os monitores de leitura de PTS das estações convencionais, por sua vez, utilizam dois diferentes métodos: atuação de radiação beta (2 estações) e método de micro balança (1 estação). Ressalta-se que ambos são métodos de referência equivalentes e constam na lista de certificação da USEPA (*Listo f Designated Reference and Equivalent Methods*).

**Figura 3.4-1 – Estação paramétrica (OSIRIS) em Brumadinho**



Fonte: VALE S/A, 2019.

**Figura 3.4-2 – Estação convencional em Córrego do Feijão**



Fonte: VALE S/A, 2019.



### Pontos de Monitoramento

Os pontos de monitoramento da qualidade do ar apresentados (estações paramétricas e convencionais) localizam-se no Bairro Parque da Cachoeira (PQAR-2 e PQAR-3), no Bairro Pires (PQAR-6), na zona urbana de Brumadinho (Bairro Bela Vista – PQAR-5 e Sede – PQAR-4) e no povoado do Córrego do Feijão (PQAR-1).

O Quadro 3.4-1 apresenta as coordenadas, data de início da operação e informações adicionais dos pontos de monitoramento da qualidade do ar. A Figura 3.4-3 mostra os pontos de monitoramento distribuídos no contexto das obras emergenciais.

**Quadro 3.4-1 - Pontos de monitoramento da qualidade do ar**

| Ponto de monitoramento | Coordenadas (UTM) |              | Distância da Barragem BI (km) | Descrição   | Início da operação |
|------------------------|-------------------|--------------|-------------------------------|---|--------------------|
|                        | X                 | Y            |                               |   |                    |
| PQAR 1                 | 593.125,00        | 7.773.230,00 | 2,18                          | Estação Convencional localizada no Povoado de Córrego do Feijão | 28/06/2019         |
| PQAR 2                 | 588.011,00        | 7.772.312,00 | 4,95                          | Estação Convencional localizada no Bairro Parque da Cachoeira   | 30/07/2019         |
| PQAR 3                 | 588.468,00        | 7.771.349,00 | 5,25                          | Estação Paramétrica localizada no Bairro Parque da Cachoeira    | 21/06/2019         |
| PQAR 4                 | 583.624,00        | 7.771.950,00 | 9,10                          | Estação Convencional localizada em Brumadinho                   | 23/07/2019         |
| PQAR 5                 | 584.385,00        | 7.772.107,00 | 8,27                          | Estação Paramétrica localizada em Brumadinho – Bela Vista       | 21/06/2019         |
| PQAR 6                 | 586.660,00        | 7.771.184,00 | 6,70                          | Estação Paramétrica localizada no Bairro Pires                  | 21/06/2019         |

Fonte: VALE S/A, 2019

### Parâmetros Analisados

- Partículas Totais em Suspensão (PTS) – partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 50 micrômetros (Resolução CONAMA 491/2018).
- Material Particulado MP10 – partículas de material sólido ou líquido suspenso no ar na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10 micrômetros (Resolução CONAMA 491/2018).



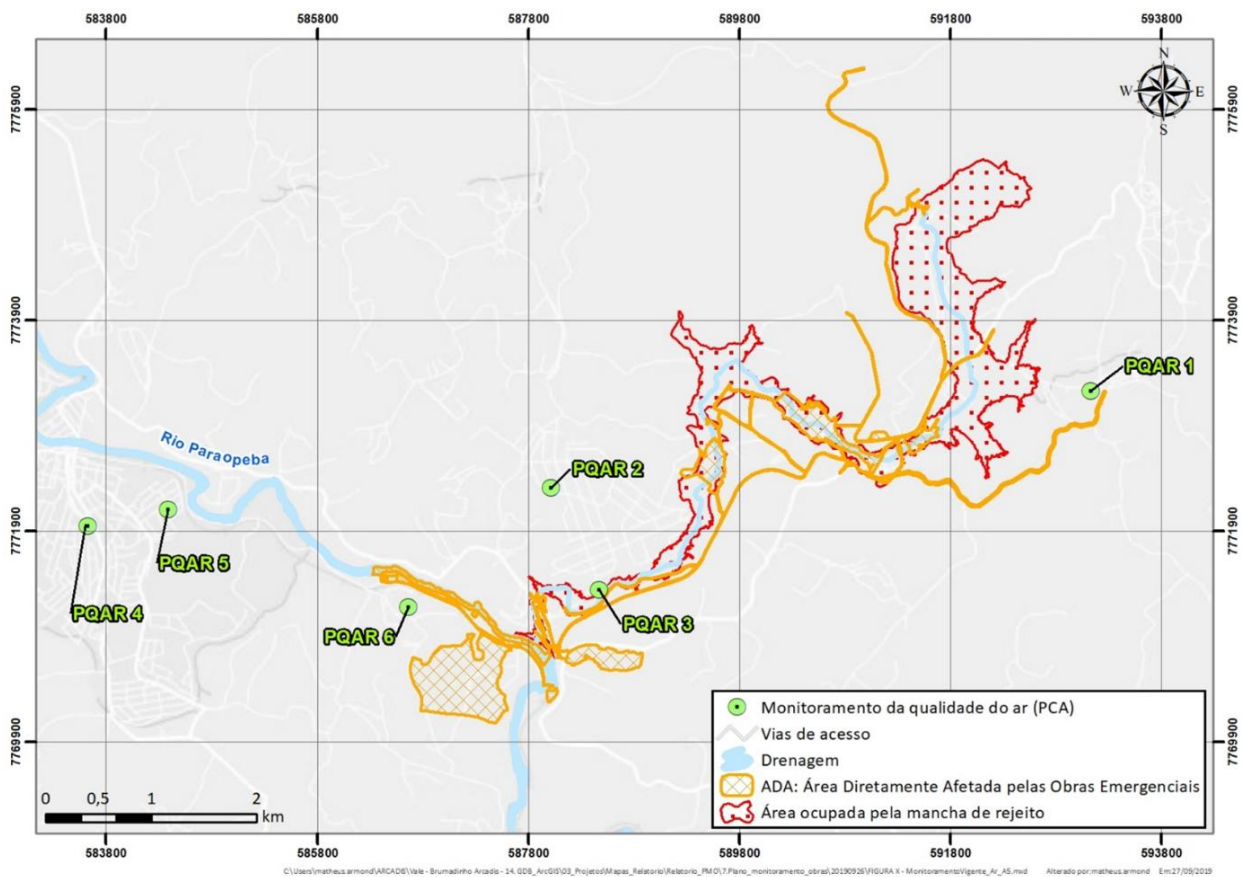
- Material Particulado MP2,5 – partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 2,5 micrômetros (Resolução CONAMA 491/2018).

### Período de Obtenção de Dados

- Estação convencional povoado do Córrego do Feijão (PQAR-1): início em 28/06/2019;
- Estação convencional Parque da Cachoeira (PQAR-2): início em 30/07/2019;
- Estação paramétrica Parque da Cachoeira (PQAR-3): início em 21/06/2019;
- Estação convencional Brumadinho (PQAR-4): início em 23/07/2019;
- Estação paramétrica Brumadinho – Bela Vista (PQAR-5): início em 21/06/2019;
- Estação paramétrica Pires (PQAR-6): início em 21/06/2019;

A Figura 3.4-3 apresenta a localização das Estações de Monitoramento da Qualidade do Ar.

**Figura 3.4-3 – Localização das Estações de Monitoramento da Qualidade do Ar**



Elaboração: Arcadis, 2019.

#### 3.4.4.3. Dimensionamento da Rede de Monitoramento de Qualidade do Ar

Conforme previsto em Plano de Trabalho elaborado pela Econservation Estudos e projetos Ambientais (2019) à VALE S/A, o dimensionamento da rede de monitoramento leva em consideração as seguintes etapas:

- Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos, para os anos de 2019, 2020 e 2021;
- Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA), considerando a situação atual (2019) e situações futuras (2020 e 2021); e
- Proposição de Dimensionamento de Rede de Monitoramento de Qualidade do Ar, considerando o cenário atual (2019) e cenários futuros (2021 e 2021), decorrente do avanço das atividades de remoção de rejeitos.

De acordo com o referido Plano de Trabalho, as atividades são propostas atendendo as diretrizes estabelecidas na Nota Técnica FEAM 2/2019 para elaboração de Estudos de Dispersão Atmosférica (EDA). O objetivo geral das atividades supramencionadas é quantificar as emissões de poluentes atmosféricos para os anos de 2019, 2020 e 2021, levando em consideração as atividades de remoção de rejeito na área afetada, caracterização meteorológica e avaliação dos cenários de concentração de poluentes a serem obtidos a partir do EDA.

Desta forma possibilita-se a apresentação de dimensionamento da rede de monitoramento da qualidade do ar com base em metodologias e cálculos estatísticos que respondam às necessidades identificadas para o cenário da qualidade do ar.

#### A) Inventário de Emissões Atmosféricas

De acordo com o Plano de Trabalho da econservation (2019):

*“Os Inventários de Emissões Atmosféricas a serem desenvolvidos, considerando os cenários 2019, 2020 e 2021, contemplará as tipologias de fontes distintas: difusas e lineares (vias de tráfego), abrangendo material particulado e gases, sendo:*

##### *a) Partículas*

- *Material particulado total (MPT);*
- *Material particulado <10µm (MP10); e*
- *Material particulado < 2,5µm (MP2,5).*

##### *b) Gases*

- *Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>);*
- *Monóxido de Carbono (CO); e*
- *Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>).*



*É bem provável que os poluentes da classe partículas são os de maior magnitude de emissão em atividades de remoção de rejeitos, visto que há grande movimentação de materiais, tráfego veicular que ressuspende partículas para a atmosfera e a erosão eólica incidente sobre área.*

*As tipologias dessas fontes (movimentação de materiais e tráfego veicular) sofrem grande interferência de ações de controle (umectação e aplicação de supressores de poeira notadamente). Ademais, as emissões de partículas destas tipologias de fontes são atenuadas com a precipitação pluviométrica. Sendo assim, o inventário a ser desenvolvido levará em consideração todas essas variáveis, calculando as emissões de forma dinâmica e variando ao longo do ano.*

*As fontes emissoras de gases, geralmente em decorrência da queima de combustíveis fósseis, serão devidamente quantificadas a partir do levantamento de informações como tipo de caminhões, escavadeira, pás carregadeiras, etc, associados aos seus respectivos consumos de combustíveis e horas de uso.*

*O inventário de emissões abrangerá além das taxas de emissões de poluentes, o levantamento de informações como as características físicas da fonte emissora (área, altura, localização, dentre outros). Para o inventário 2019, tais informações serão prioritariamente levantadas durante a visita de campo nas áreas com atividades poluidoras.*

*Quanto ao tráfego de veículos, a estimativa de fluxo será calculada baseada na capacidade média de carga dos caminhões, associadas à quantidade de rejeito a ser retirada em cada ano de interesse (2019 a 2021).*

*As emissões das vias de tráfego serão calculadas a partir da somatória da fração de partículas ressuspendidas da via com a parcela proveniente da combustão de combustível, que por sua vez é emitida pelos escapamentos não somente de caminhões e automóveis leves, mas também de equipamentos como pás carregadeiras, escavadeiras, dentre outros.” (ECONSERVATION, 2019. Pag 6)*

## **B) Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA)**

O Plano de Trabalho proposto pela econservation (2019) considera a elaboração de três Estudos de Dispersão Atmosférica (EDA), um para cada ano inventariado, utilizando-se o modelo AERMOD, em atendimento à Nota Técnica nº 2/2019.

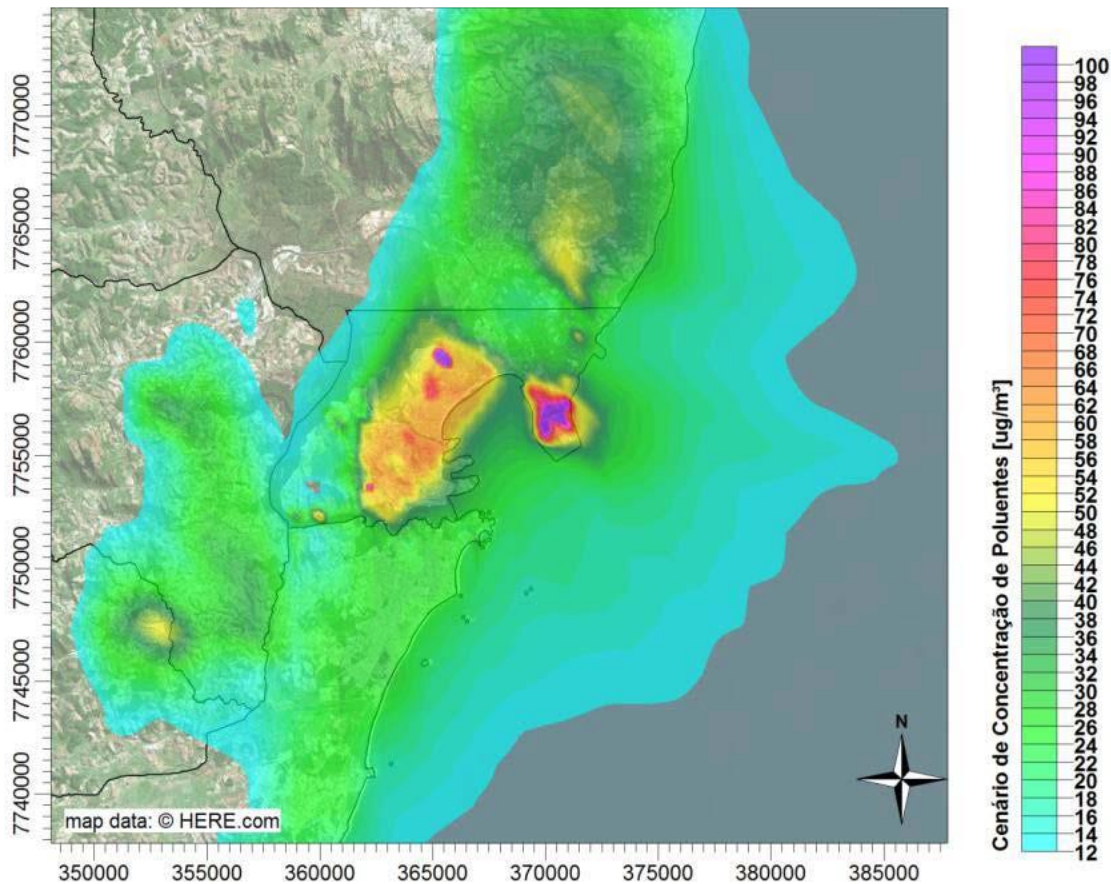
### **Modelo de Dispersão Atmosférica dos Poluentes**

Modelagem de dispersão de poluentes através do aplicativo AERMOD View, produzido pela empresa Lakes Environmental, que fornece ferramentas de visualização avançadas, imprescindíveis para desenvolvimento do trabalho (ECONSERVATION, 2019).

A Figura 3.4-4 apresenta um exemplo de mosaico de concentração gerado pelo AERMOD View.



**Figura 3.4-4 – Mosaico de Concentração gerado pelo AERMOD View**



Fonte: ECONSERVATION, 2019.

A delimitação da área de abrangência prevista pelo Plano de Trabalho (ECONSERVATION, 2019) considera uma área de 30x20 km, considerando a Mina do Córrego do Feijão ao centro. Quanto aos receptores, será utilizada malha com células quadradas de 1.000 metros a ser aplicada na área de abrangência supramencionada.

A Figura 3.4-5 apresenta exemplo da área de modelagem inicialmente proposta para o Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA).



Figura 3.4-5 – Exemplo de área de modelagem inicialmente proposta para o EDA



Fonte: ECONSERVATION, 2019.

### Caracterização Meteorológica

No tangente à Caracterização Meteorológica,

*“Após definição do modelo de dispersão a ser utilizado no EDA, bem como a área de modelagem, a matriz de receptores e o período a ser modelado, faz-se necessário ainda a inserção de dados meteorológicos que caracterizem adequadamente o comportamento da meteorologia local, não só ao nível de superfície (os quais poderão vir de alguma estação meteorológica instalada na região de estudo), mas também em diferentes níveis de pressão, alcançando muitas vezes altitudes superiores a 20.000 m. A necessidade da utilização de dados meteorológicos em diferentes níveis barométricos, torna-se, muitas vezes, um fator limitante em estudos de dispersão atmosférica.*

*Uma avaliação prévia demonstrou que não há dados disponíveis de meteorologia na região de estudo capazes de atender as demandas técnicas do EDA com o modelo AERMOD. Assim, obrigatoriamente será necessário utilizar dados sintéticos provenientes de modelos meteorológicos, conforme diretrizes estabelecidas na Nota Técnica nº 02/2019, emitida pela FEAM, que em situações assim, exige que o período do Estudo de Dispersão Atmosférica contemple três anos de dados meteorológicos*







*Será utilizado simulação meteorológica de mesoescala, gerando cerca de 26.000 campos meteorológicos horários contendo as informações dos parâmetros relacionados abaixo:*

- Altura da camada limite mecânica;
- Altura da camada limite convectiva;
- Comprimento do Monin-Obukhov;
- Desvio padrão da direção do vento ( $\sigma\theta$ );
- Direção do vento;
- Escala de velocidade convectiva;
- Fluxo de calor latente;
- Fluxo de calor sensível;
- Gradiente vertical de temperatura potencial;
- Perfis verticais de direção e velocidade do vento;
- Perfis verticais de temperatura do ar;
- Radiação solar global;
- Temperatura do ar;
- Velocidade de fricção; e
- Velocidade do vento.

*Para a modelagem com o WRF serão utilizadas três grades aninhadas com resolução de 3km, 9km e 27km, sempre sob coordenação de um profissional de meteorologia, único profissional habilitado pelo CREA para tal e exigido pela NT da FEAM.” (ECONSERVATION, 2019. Pag 8).*

### **Caracterização Física da Área de Estudo (Relevo)**

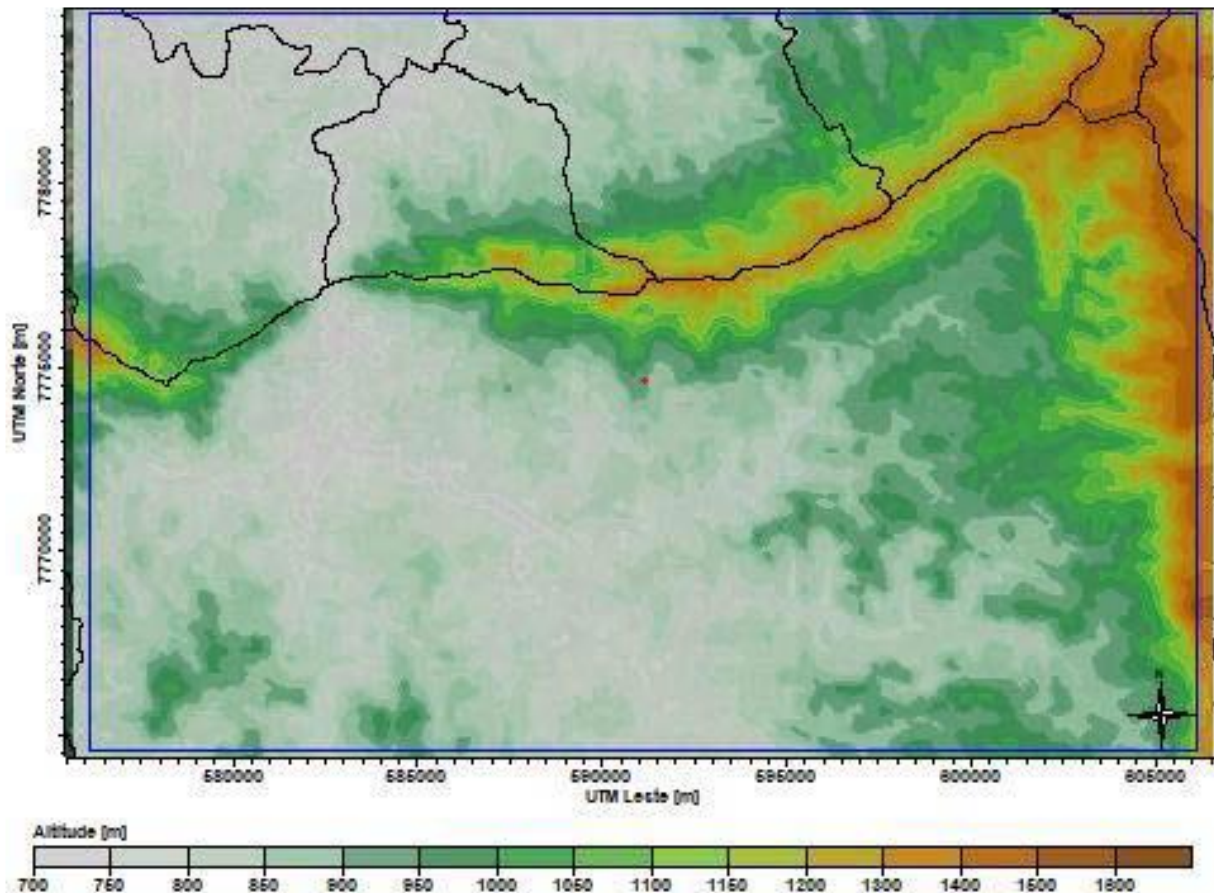
*“Para a topografia serão utilizadas as informações geradas e disponibilizadas pela NASA/NGA/USGS obtidas pelo projeto SRTM - Shuttle Radar Topography Mission, relativas à região do estudo, onde para cada área de 30 metros por 30 metros do território nacional, dispõe-se de uma medida altimétrica precisa. Posteriormente esses dados de altitude serão interpolados de acordo com resolução da malha computacional adotada no modelo de simulação da dispersão de poluentes do ar.” (ECONSERVATION, 2019. Pag 9).*

A Figura 3.4-6 apresenta um exemplo do Mapa de Relevo Interpolado.





Figura 3.4-6 – Exemplo do Mapa de Relevo Interpolado



Fonte: ECONSERVATION, 2019.

### C) Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar

“Os EDA’s da área de estudo trarão como resultado as regiões mais rotineiramente afetadas pelas fontes emissoras consideradas, bem como as regiões com eventuais concentrações elevadas, causadas por exemplo, por uma condição atmosférica desfavorável à dispersão de poluentes e geralmente pouco recorrente na região estudada. Todas estas informações geradas com o EDA caracterizam-se como elementos imprescindíveis à elaboração de um projeto de avaliação da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar (RMQAR).

A correta escolha do local ou dos prováveis locais de monitoramento passa por avaliações técnicas diversas recomendadas pela USEPA, de forma a otimizar a distribuição espacial dos pontos de monitoramento escolhidos previamente e denominados de Locais Candidatos a Sediarem Estações de Monitoramento da Qualidade do Ar, maximizando a área de cobertura de cada um deles e com isso, reduzindo os custos de monitoramento pretendido e, concomitantemente, atendendo plenamente aos objetivos da RMQAR. Neste estudo em especial, as estações candidatas serão, em sua maioria, as atuais estações instaladas pela Vale.



Em geral, utiliza-se as recomendações contidas em três publicações da USEPA, aplicáveis a estudos de dimensionamento de redes de monitoramento da qualidade do ar em grandes centros urbanos da Europa e Estados Unidos, principalmente:

- Appendix C to Part 58 - Ambient Air Quality Monitoring Methodology;
- Appendix D to Part 58 - Network Design Criteria for Ambient Air Quality Monitoring; e
- Appendix E to Part 58 - Probe and Monitoring Path Siting Criteria for Ambient Air Quality Monitoring.” (ECONSERVATION, 2019. Pag 10).

### **Pré-seleção dos Locais de Monitoramento**

“Previamente serão levantados, junto com profissionais da Vale, conhecedores da região a ser estudada, quais são os locais cuja microlocalização atende minimamente aos requisitos técnicos para sediar a instalação de equipamentos de monitoramento do ar, destacando a segurança do local, ausência de obstáculos físicos que possam interferir no monitoramento pretendido e existência de rede elétrica. Neste caso, serão utilizados os pontos onde atualmente já existem estações instaladas, complementados por outros locais com potencial para instalar uma estação de qualidade do ar. Feito isso, inicia-se a etapa de escolha da melhor configuração espacial, que por critérios técnicos serão gradativamente eliminados até que se tenha o número ideal de pontos que consigam atender a todas as demandas da RMQAr. As estações de qualidade do ar atuais serão inseridas e avaliadas minuciosamente

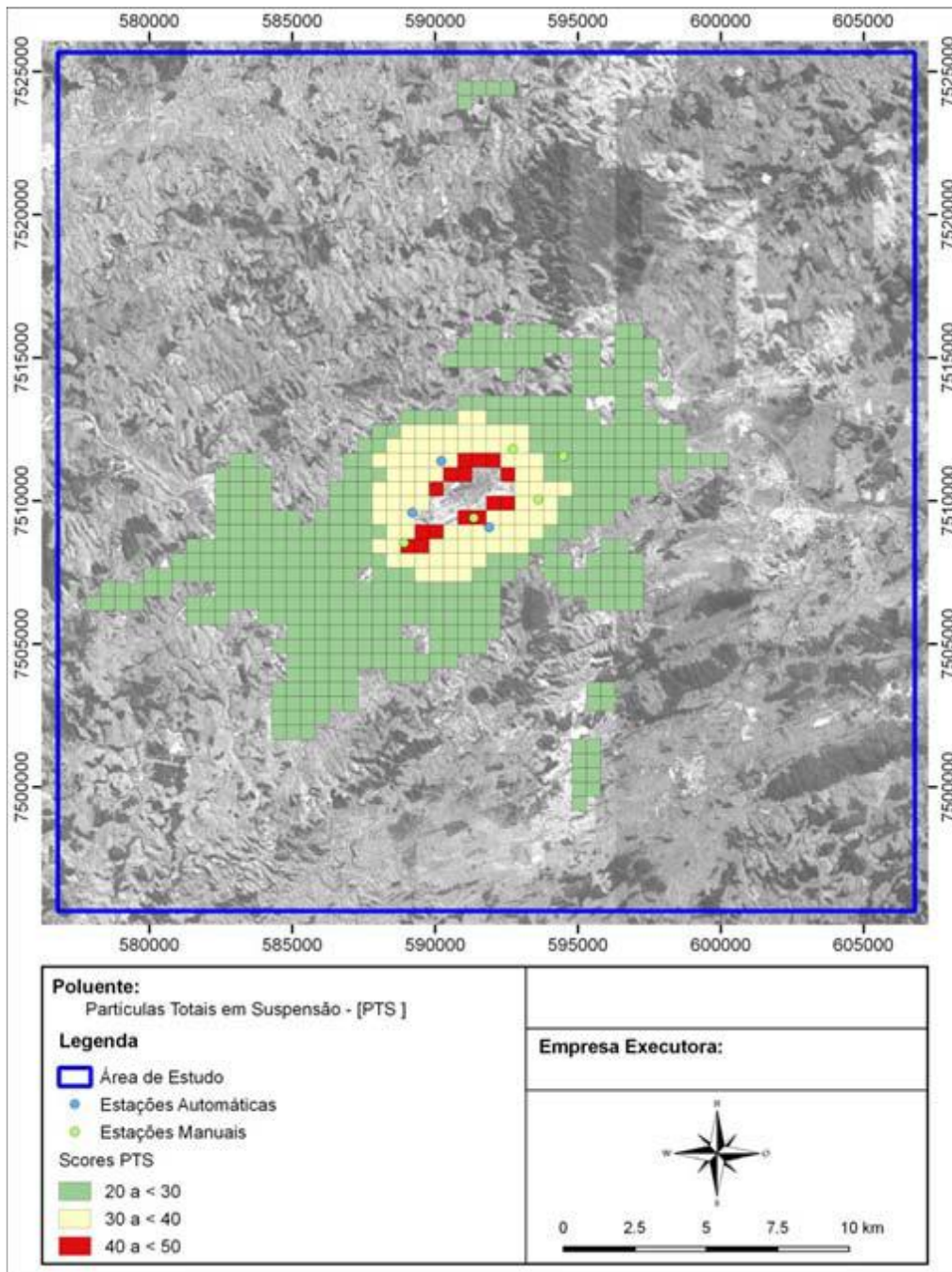
Os Estudos de Dispersão Atmosférica trarão informações onde as emissões inventariadas mais alteram as concentrações de poluentes no ar. Caso esses locais sejam próximos de regiões povoadas, determina-se então o limite espacial onde o poluente terá que ser monitorado. A junção das informações espaciais de concentração de poluentes com a localização das manchas urbanas traz ao projeto de rede as regiões de maior interesse à RMQAr a ser avaliada/dimensionada (mérito).

Por meio de estatística que associa, dentre outros critérios, as concentrações modeladas em cada célula do GRID com seu comprometimento de ultrapassagem de Padrões de Qualidade do Ar e as regiões de interesse (áreas habitadas, por exemplo), cria-se pontuações (score) sobre todas as centenas de células que compõem a Área de Modelagem. Quanto maior a pontuação das células, maior a importância dela (mérito) em possuir um ponto de monitoramento do ar. Assim delimita-se (reduz) a área de maior interesse para a escolha dos pontos que farão parte do projeto de rede em curso. Se dentro dessa área já existir uma estação instalada, a mesma será mantida e, caso necessário, a mesma poderá ser realocada ou até mesmo descontinuada.” (ECONSERVATION, 2019. Pag 10).

A Figura 3.4-7 apresenta exemplo de delimitação da área de interesse de um projeto de RMQAr.



Figura 3.4-7 - Exemplo de delimitação de área de interesse em um projeto de RMQAr.



Fonte: ECONSERVATION, 2019.

### Cobertura Espacial do Ponto de Monitoramento

“Por métodos estatísticos específicos, baseados nas concentrações horárias geradas com o modelo de qualidade do ar para as distintas células que compõem a malha de modelagem usada no EDA, consegue-se determinar as regiões de comportamento homogêneo, sob o aspecto dos níveis de concentrações, que mostrará a área de abrangência de um determinado

*ponto pré-selecionado como local candidato a ser monitorado, dentro os quais os pontos atuais de monitoramento.*

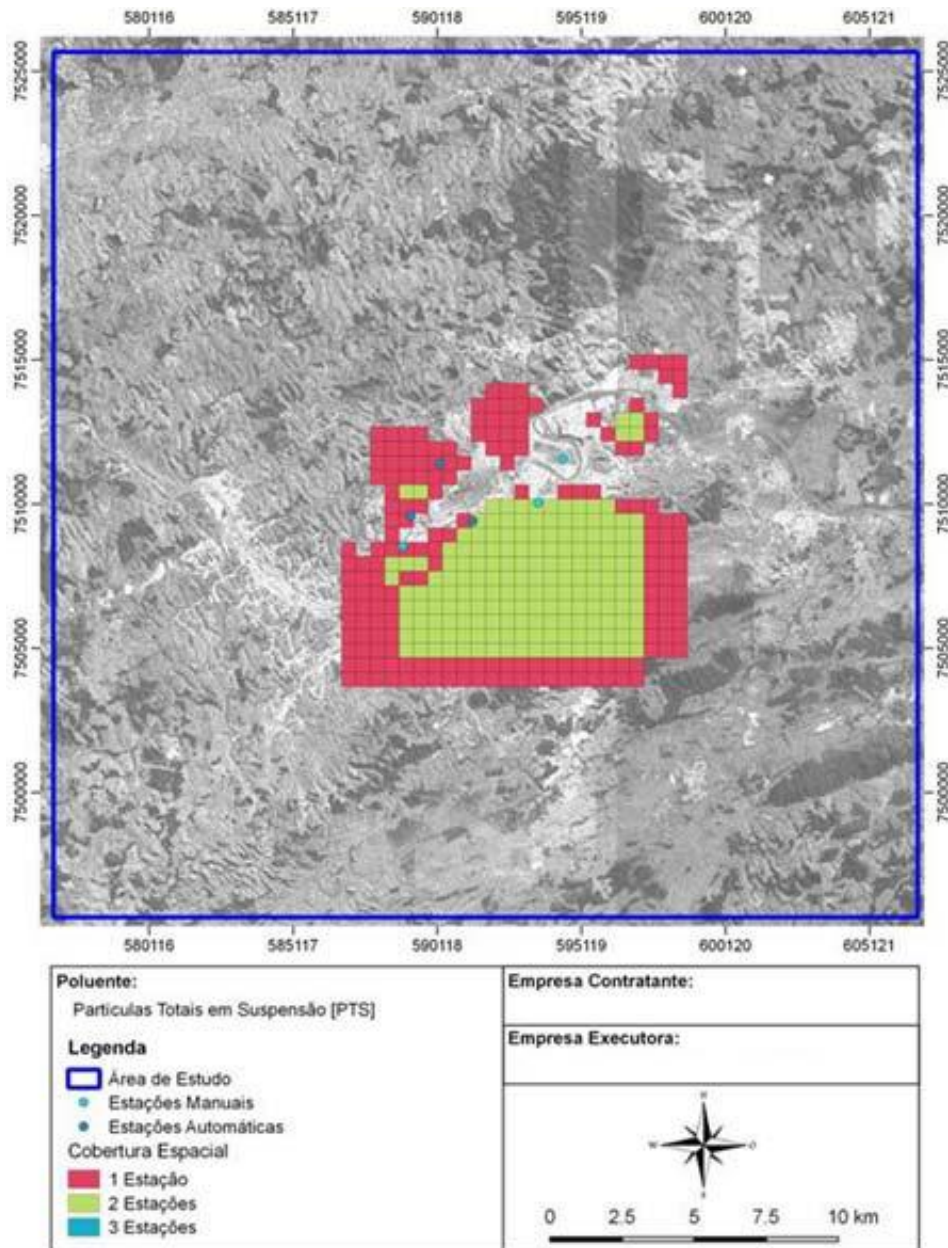
*Assim, caso haja três locais pré-selecionados aptos a sediar uma estação de qualidade do ar dentro da área de maior interesse (mérito) para determinado poluente, escolhe-se aquele ou aqueles cujo monitoramento possui maior abrangência de cobertura espacial homogênea, eliminando outros pontos de menor cobertura.” (ECONSERVATION, 2019. Pag 11).*

### **Definição dos Pontos de Monitoramento**

Ao final das etapas apresentadas anteriormente, têm-se subsídios suficientes para propor a melhor configuração espacial dos pontos de monitoramento (ECONSERVATION, 2019). A Figura 3.4-8 apresenta exemplo de área de cobertura de RMQAr.



Figura 3.4-8 - Exemplo de área de cobertura de uma RMQAR



Fonte: ECONSERVATION, 2019.

### Pontos de Monitoramento Atuais

“Por meio de estatística específica, os pontos atuais ainda serão avaliados quanto à possibilidade do serem descontinuados. Para isso, a partir de um histórico mínimo de monitoramento, avalia-se, conforme orientação da USEPA, a probabilidade das concentrações ali monitoradas extrapolar 80% do padrão de qualidade do ar nos próximos 3 anos. Se essa condição for atendida, a recomendação é de que o ponto de monitoramento seja mantido, se não atender e se o estudo demonstrar necessidade, o monitor instalado poderá ser deslocado para outra região que as análises de





*redimensionamento da rede demonstraram ter relevância para o monitoramento pretendido.*

*Como as atividades de extração de rejeitos não ocorrerão em uma área única ao longo dos anos e os quantitativos de cada plano de manejo se alteram a cada ano (2019, 2020 e 2021), será necessário dimensionar uma rede para cada ano de atividade de remoção, sendo que os inventários e a execução de cada EDA, com posterior projeto de rede de monitoramento, ocorrerão de imediato para o ano de 2019 e gradativamente para os outros anos, a partir da liberação do plano de manejo dos rejeitos a serem disponibilizados pela Vale.*

*Toda a metodologia simplificada apresentada permitirá avaliar se a rede atual de monitoramento do ar atende às demandas técnicas para medir os acréscimos de poluentes do ar em decorrência das distintas atividades relacionadas à extração de rejeitos.” (ECONSERVATION, 2019. Pag 12).*

#### 3.4.4.4. Análise Química e Morfológica

No tangente à análise química e morfológica, a seguir são apresentados os serviços previstos pela especificação técnica de autoria da VALE S/A, sendo que o mesmo encontra-se em fase de contratação pela VALE S/A.

As coletas das amostras serão realizadas no município de Brumadinho – MG, nas localidades de Córrego do Feijão, Parque da Cachoeira, e na área diretamente afetada pela lama de rejeitos advindos do rompimento da Barragem de Córrego do Feijão, assim como nos locais onde os mesmos serão depositados.

As análises laboratoriais deverão ser realizadas, preferencialmente, em laboratórios especializados fora do Brasil.

Os seguintes métodos serão seguidos para o preparo das amostras e análises química e morfológica da poeira, tal como constante na Especificação Técnica elaborada pela VALE S/A (VALE S/A, 2019):

- Método de Proton Induced X-Ray Emission (PIXE)
- Método de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

#### A) Análise Química Das Partículas - Pm10, Com Aplicação Do Método Proton Induced X-Ray Emission (Pixe)

Coletas em Meio Filtrante - Receptores

- Realização de amostragens da massa de partículas menores que 10 µm (PM10) em suspensão no ar para análise química por meio do método PIXE nas seguintes localidades:
  - Comunidade de Córrego do Feijão;
  - Bairro Parque da Cachoeira;



- Amostragens extras ou de background deverão estar disponíveis para realização sempre que necessário;
- As amostragens de PM10 deverão ser realizadas em filtros de celulose e nylon específicos para este tipo de coleta. Desta forma, uma coleta representa o conjunto de resultados de um filtro de celulose (MCE) e um filtro de nylon, ou seja, serão dois equipamentos de amostragem em paralelo.
- A coleta deverá ser realizada de forma semiautomática, utilizando coletor de amostra por vácuo e vazão controlada compatível para produção de massa suficiente para análise posterior em laboratório pelo método PIXE.
- O tempo de duração de cada coleta deve ser dimensionado em função das concentrações de PM10 nos locais amostrados de forma a garantir a massa suficiente para o processamento das análises pelo método PIXE.
- As amostras de PM10 coletadas em filtros devem ser enviadas para laboratório especializado, preferencialmente no exterior, para análises dos constituintes das partículas coletadas em filtro.
- Os filtros devem ser analisados por método gravimétrico para possibilitar o controle de qualidade com relação à massa mínima necessária para análise PIXE e simultaneamente permitir a análise da massa total de PM10 coletada, variável fundamental para a definição percentuais de cada elemento químico contido em cada amostra de PM10.
- Será considerada a análise de brancos de laboratório para os filtros de nylon e celulose para a adequada avaliação das massas dos elementos constituintes da PM10 coletada.
- As coletas deverão ser registradas em folha de campo específica e, sempre que possível, evidenciadas por meio de registro fotográfico.





### **Coletas de Poeira Superficial - Fontes**

- Serão coletadas amostras da “poeira superficial”, na fração menor do que 10 µm em cada localidade, para definir a caracterização química das fontes emissoras (pilhas de rejeito, deposição de rejeito, vias de tráfego, obras, entre outras).
- As amostragens deverão ser realizadas por meio de coleta mecânica do material a granel, disposto nas superfícies das fontes emissoras difusas.
- Para possibilitar a análise da fração menor que 10 µm (PM10), as amostras de “poeira superficial” devem ser classificadas granulometricamente, para a adequada obtenção das amostras que serão analisadas pelo método PIXE.
- As amostras de PM10 coletadas a granel devem ser enviadas para laboratório especializado, preferencialmente no exterior, para análises dos constituintes das partículas coletadas.
- As coletas serão ser registradas em folha de campo específica e, quando aplicável, evidenciadas por meio de registro fotográfico.

### **B) Análise Química e Morfológica das Partículas com Aplicação da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)**

#### **Coletas de Amostras em Receptores e Fontes Emissoras**

- Serão realizadas amostragens de partículas menores que 10 µm (PM10) em suspensão no ar e sedimentadas para análise química e morfológica pelo método MEV (Microscópio Eletrônico de Varredura), da seguinte forma:
  - Receptor - Comunidade de Córrego do Feijão;
  - Receptor - Bairro Parque da Cachoeira;
  - Fontes emissoras (pilhas de rejeito, deposição de rejeito, vias de tráfego, obras, entre outras)
  - Amostragens extras ou de background;
- As amostragens de PM10 devem ser realizadas utilizando fita adesiva condutiva e stub específico para este tipo de coleta (análise MEV). As partículas devem ser analisadas (química e morfológica) considerando cada partícula com diâmetro circular equivalente entre 1 e 10 micrometros, individualmente.
- O tempo de duração de cada coleta deve ser dimensionado em função das concentrações de PM10 nos locais receptores.
- As coletas serão registradas em folha de campo específica e, quando aplicável, evidenciadas por meio de registro fotográfico.

#### **3.4.5. Acompanhamento e Avaliação**

##### **3.4.5.1. Metas e indicadores**

As metas e os indicadores do Plano de Monitoramento de Qualidade do Ar são apresentados no quadro a seguir.



**Quadro 3.4-2 – Objetivos, Metas e Indicadores do Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar**

| Objetivo Específico   | Meta   | Indicador   |
|---|--|---|
| Controlar as emissões de fumaça preta de veículos movidos a diesel. | Vistoriar toda a frota mobilizada              | Nº de veículos vistoriados<br>Resultados escala <i>Ringelmann</i>   |
| Avaliar a qualidade do ar com base na Resolução CONAMA nº 491/2018. | Monitoramento contínuo da rede amostral        | -Nº de estações<br>-Tempo de monitoramento<br>-Nº de resultados<br>-PTS concentração média 24h<br>-MP <sub>10</sub> concentração média 24h<br>-MP <sub>2,5</sub> concentração média 24h |
| Elaboração de Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA);                | Elaboração de estudo para dimensionamento rede | Resultados EDA  |
| Realização de Análises Químicas e Morfológica;                      | Analisar material coletado                     | Resultados análises   |

Elaboração: Arcadis, 2019.

**3.4.5.2. Emissão de relatórios**

A avaliação e o acompanhamento dos resultados das ações propostas serão feitos a partir dos relatórios elaborados no âmbito do Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar. Serão gerados relatos periódicos contendo os resultados, analíticos, planilhas e registros evidenciando as atividades desenvolvidas. Tais relatos serão desenvolvidos no âmbito dos Estudos de Dispersão Atmosférica, Invetário de Emissões, bem como Análise Química e Morfológica, em prazos a serem definidos junto aos intervenientes.

**3.4.6. Cronograma das ações previstas**

O Quadro 3.4-3 apresenta o cronograma de ações previstas pelo Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar.



**Quadro 3.4-3 – Cronograma de Ações Previstas pelo Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar**

| Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar | Ano 1  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | Ano 2 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | Ano 3 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|
|   | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |  |
| Monitoramento Qualidade do Ar             | X  | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X     | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X     | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |  |
| Ações de Controle de Poeira               | <i>Conforme cronograma de obras</i>                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| EDA                                       |  |   |   |   |   |   |   |   |   | X  | X  | X  | X     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| Análise Química e Morfológica             | <i>Em fase de contratação / definição de prazo</i> |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |

Elaboração: Arcadis, 2019.



### 3.4.7. Recursos necessários

Para a realização do acompanhamento e monitoramento do Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar, é apresentada uma previsão de recursos necessários, conforme descrito a seguir.

#### 3.4.7.1. Estimativa dos Recursos Previstos

São recursos necessários à execução do Plano de Monitoramento de Qualidade do do Ar:

- Estações de monitoramento já instaladas;
- Softwares para estudos de modelagem – subcontratação pela VALE S/A;
- Análise química e morfológica – serviços subcontratados pela VALE S/A.

#### 3.4.7.2. Equipe e Responsáveis técnicos

A responsabilidade pelo desenvolvimento e implementação deste Plano é da VALE S/A, que já possui serviços contratados para Monitoramento de Qualidade do Ar, realização de Estudos de Dispersão Atmosférica e Análises Química e Morfológica.

No tangente às ações de controle de material particulado nas áreas operacionais e próximo aos receptores potencialmente interferidos é de responsabilidade das empresas contratadas e mobilizadas no âmbito das obras emergenciais.

### 3.4.8. Referências Bibliográficas

AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS LTDA. Licenciamento Ambiental Corretivo - Obras Emergenciais Decorrentes da Ruptura da Barragem da Mina Córrego do Feijão e Recuperação Ambiental de Sua área de Influência: **Plano de Controle Ambiental (PCA)**. Belo Horizonte, 2019.

ARCADIS. Programa de Monitoramento de Qualidade do Ar: Plano de Controle Ambiental das Obras Emergenciais. 1.03.02.60506-QA-RT-0001-Rev.B. Setembro 2019.

ECONSERVATION ESTUDOS E PROJETOS AMBIENTAIS. Plano de Trabalho relativo ao Projeto de Dimensionamento da Rede de Monitoramento de Qualidade do Ar (RMQAr) - RT-ECV-361/19. Revisão 00. Setembro 2019.

BRASIL. Resolução Conama nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740>>.

VALE S/A. Especificação Técnica: Prestação de serviços técnicos especializados para amostragem, preparo das amostras e análises química e morfológica da poeira da região afetada pelo rompimento da Barragem B1 em Brumadinho/MG. s/d.

### 3.5. Plano de Restauração da Biodiversidade e Ecossistemas Aquáticos impactados

O rompimento das barragens B1, B4 e B4-A promoveram o carreamento do rejeito decorrente do beneficiamento de minério no Complexo Paraopeba II da Mina de Córrego do Feijão da VALE S/A, alterando a configuração original dos cursos d'água afetados nas bacias do ribeirão Ferro-Carvão e no rio Paraopeba, até o barramento da UHE Retiro Baixo. Tais impactos levaram a alterações bióticas, qualidade dos sedimentos, restrição a usos múltiplos dos recursos hídricos, dentre outros. A partir deste cenário, medidas de mitigação se tornaram necessárias para restabelecimento de comunidades biológicas, bem como medidas de compensação, para os impactos que não seriam passíveis de remediação.

Em atendimento a Nota Técnica nº 2/FEAM/DOCUMENTACAOB1/2019 PROCESSO nº 2090.01.0003211/2019-04, este plano foi desenvolvido com objetivo de apresentar ações que concernem à restauração de habitats aquáticos, bem como a execução de ações fora das áreas diretamente e indiretamente afetadas, em relação à recuperação de nascentes, além de medidas de prevenção à introdução de espécies oportunistas pelas atividades das obras desenvolvidas nas bacias do ribeirão Ferro-Carvão e rio Paraopeba. Para isto, este documento foi dividido em três programas, sendo eles: Programa de Renaturalização de Leitos e Margens e Programa de Prevenção de Introdução de Espécies Exóticas e Programa de Conservação e Recuperação de Nascentes.

A preservação de áreas naturais de inundação e recuperação de áreas ripárias promove aumento na disponibilidade e qualidade da água, possibilitando a recolonização da biota aquática nativa no corpo hídrico e promoção da integridade ecológica, dentro deste contexto, inclui-se o Programa de Renaturalização de Leitos e Margens, que propõe ações visando restauração da calha do ribeirão Ferro-Carvão, além de medidas de contenção de margens, de modo a evitar assoreamento, bem como promover a restauração do leito do ribeirão Ferro-Carvão. Tais ações deverão estar em consonância com outros programas como, Programa de Monitoramento da Biodiversidade, Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e com os Projetos de avaliação da restauração dos terrenos, para alcance de resultados satisfatórios.

O uso de equipamentos e maquinários nas atividades desenvolvidas nas bacias do ribeirão Ferro-Carvão e rio Paraopeba podem potencializar a introdução de espécies exóticas. Esta situação pode gerar grandes prejuízos ecológicos, já que espécies exóticas invasoras representam uma das maiores ameaças a biodiversidade, resultando em extinções e consequentemente alteração das estruturas das comunidades. Neste sentido, o Programa de Prevenção de Introdução de Espécies Exóticas prevê aplicação de protocolos de biossegurança que assegurem desinfecção de equipamentos e materiais, além de ações para detecção rápida, que permita o controle populacional das invasoras quando ainda são pequenas, impedindo o seu estabelecimento, bem como a contaminação de novos locais com construção de barreiras sanitárias.

O Programa de Conservação e Recuperação de Nascentes tem cunho compensatório, prevê a recuperação de vegetação nativa em áreas que correspondente a pelo menos vinte vezes a área de vegetação suprimida, tendo como objetivo aumentar a resiliência de áreas impactadas da bacia do rio Paraopeba, conservando e recuperando áreas de nascentes. Para isto, as ações estão pautadas no aumento da cobertura vegetal nativa em Áreas de Preservação



Permanente (APPs) e restauração da qualidade ambiental nas áreas de recarga, incluindo as inseridas em propriedades rurais.

Em uma visão mais ampla, este documento busca ações preventivas, mitigatórias e compensatórias em relação aos impactos em ambientes aquáticos e pode abranger impactos oriundos do rompimento da barragem e das atividades das obras, dependendo o programa abordado.

### 3.5.1. Programa de Renaturalização de Leitos e Margens

| PROGRAMA DE RENATURALIZAÇÃO DE LEITOS E MARGENS  |
|--|
| <b>APRESENTAÇÃO</b>  |
| <p>O Programa de Renaturalização<sup>146</sup> de Leitos e Margens visa à implementação de medidas de restauração do ribeirão Ferro-Carvão, de modo a proporcionar integridade ecossistêmica do corpo hídrico, possibilitando a recolonização da biota aquática e manutenção dos processos ecossistêmico, e, desta forma, garantir a qualidade e quantidade de água.</p> <p>As medidas gerais necessárias para a revitalização de um curso lótico, como: (i) reconfigurar a morfologia natural dos rios; (ii) restabelecer a continuidade dos cursos lóticos para a ictiofauna migratória; (iii) estabelecer a vegetação espontânea marginal; e (iv) contenção das margens e controle do assoreamento. Tais benefícios só são possíveis através da integração de equipe multidisciplinar (WOHL <i>et al.</i>, 2005).</p> <p>Desta forma, este programa terá interface com o Programa de Monitoramento da Biodiversidade, Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e com os Projetos de avaliação da restauração dos terrenos e de controle de processo erosivos, havendo uma Co dependência de objetivos de modo a alcançar os melhores resultados em cenários futuros.</p> |

#### 3.5.1.1. Contextualização, Justificativa e Regulamentação

O rompimento das barragens B1, B4 e B4-A de propriedade da VALE S/A gerou distúrbios nos ecossistemas lóticos, principalmente no ribeirão Ferro-Carvão e em parte do rio Paraopeba. De acordo com estudo batimétrico, realizado em fevereiro de 2019, além de duas seções topobatimétricas levantadas em 2017, entre a região da confluência do ribeirão Ferro-Carvão no rio Paraopeba e a cidade de Brumadinho, estima-se que foi depositado o volume de material de aproximadamente, 600.000 m<sup>3</sup>. A deposição do rejeito elevou o nível de base da calha do ribeirão Ferro-Carvão cerca de 8 metros acima da posição original (POTAMOS, 2019) (Figura 3.5-1).

<sup>146</sup> Renaturação: pode ser definida como um processo de gestão com intuito de restaurar o meio aquático, incluindo suas dinâmicas ecológicas. Portanto, não significa um retorno ao estado 'natural', mas uma projeção para restabelecimento de suas funções naturais (BUNUSEVAC 2007; BRUN 2011).



Nova Lima, 22 de outubro de 2019

**Carta Ger. Executiva de Gestão Ambiental nº C.EXT.1467/2019.**

**Ilmo. Sr.**

**Renato Brandão**

**Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD**

**Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM**

**Belo Horizonte – MG**

**Assunto: Laudos de classificação dos rejeitos - Rompimento Barragem B1 – Mina  
Córrego do Feijão, Brumadinho/MG**

**Referência: Reunião SISEMA de 15/10/2019**

Prezado Senhor,

Conforme questionamentos realizados na reunião do SISEMA em 15/10/2019 sobre a quantidade e localização de amostras de caracterização de rejeito realizadas até o momento, e, em complementação às informações protocolizadas no SEI nº 8447294, no dia 18/10/2019, seguem anexos os laudos técnicos com a classificação de resíduos sólidos amostrados.

Colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,

**GLEUZA**

**JESUE:60603461620**

Assinado de forma digital por

GLEUZA JESUE:60603461620

Dados: 2019.10.22 17:51:47

-03'00'

**Gleuza Jesué**

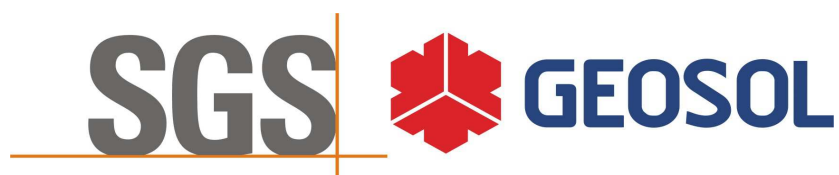
**Gerente Executiva de Reparação Brumadinho e Bacia do Paraopeba**

Vale S.A.

Fazenda da Mutuca, sem número, Prédio Administrativo  
CEP 34.019-899 - Nova Lima, MG - Brasil - Tel : (31) 3916-3711



**SGS GEOSOL Laboratórios Ltda.**



**RT1900127-1**

**Relatório Técnico de  
Classificação de Resíduos Sólidos  
ABNT NBR 10.004: 2004**

**Avaliação de Corrosividade, Reatividade e  
Toxicidade (parâmetros inorgânicos e orgânicos)**

**Cliente: VALE S.A.**

**22/10/2019**





## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1- CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: ..... | 3  |
| 2- LAUDO DE CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: .....       | 5  |
| 3- INFORMAÇÕES SOBRE A AMOSTRA: .....                      | 6  |
| 4- RESULTADOS DE ANÁLISE.....                              | 7  |
| <b>4.1- AMOSTRA LIXIVIADA – AM 00</b> .....                | 7  |
| <b>4.2- AMOSTRA SOLUBILIZADA – AM 00</b> .....             | 10 |
| 5- ANEXOS.....   | 12 |
| CERTIFICADO DE ANÁLISE <b>MA1906445</b> .....              | 12 |
| CERTIFICADO DE ANÁLISE <b>MA1906447</b> .....              | 12 |
| CERTIFICADO DE ANÁLISE <b>MA1906444</b> .....              | 12 |
| CERTIFICADO DE ANÁLISE <b>MA1906446</b> .....              | 12 |

---

Os ensaios foram realizados pela SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

Fone: +55 31 3045-0241 – Fax: +55 31 3045-0232 [www.sgsgeosol.com.br](http://www.sgsgeosol.com.br)

Certificados ISO9001:2008 e ISO14001:2004 (ABS32982 e ABS39911). Acreditação ISO/IEC 17025:2005 (CRL-0386)

Os resultados expressos neste relatório se referem somente ao material recebido. Proibida a reprodução parcial deste documento.

2 / 12



## 1- CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS:

A SGS GEOSOL Laboratórios Ltda utiliza como critérios para classificação de resíduo sólido os seguintes itens das normas ABNT NBR 10004: 2004, 10005: 2004 e 10006: 2004 citados abaixo.

O resíduo é classificado em:

- 1) Resíduo classe I – Perigosos
- 2) Resíduo classe II – Não Perigosos
  - IIA – Não Inertes
  - IIB – Inertes

Os dados para interpretação dos resultados analíticos para os parâmetros analisados, se encontram anexos (Certificado de Análises **MA1906445**, **MA1906447**, **MA1906444**, **MA1906446**)

1) O resíduo enquadrado como Classe I: Perigoso, é assim classificado de acordo com:

### 1.1 NORMA ABNT NBR 10004: 2004 item 4.2.1

Essa norma estabelece que resíduo perigoso é aquele que apresenta periculosidade, i.e., característica apresentada em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, que pode apresentar: risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; ou riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada; ou constem como resíduos perigosos de fontes não específicas ou resíduos perigosos de fontes específicas da referida norma.

### 1.2 Avaliação de Corrosividade - NORMA ABNT NBR 10004: 2004 item 4.2.1.2 item a

Essa norma estabelece que o resíduo que apresentar características altamente ácidas ou básicas, será caracterizado como tóxico, classe I - Perigoso.

### 1.3 Avaliação de Reatividade - NORMA ABNT NBR 10004: 2004 item 4.2.1.3 itens a,b,c,e

Essa norma estabelece que o resíduo que apresentar características de reação violenta com água ou liberação elevada de enxofre ou cianeto, será caracterizado como tóxico, classe I - Perigoso.

### 1.4 Avaliação de Toxicidade . NORMA ABNT NBR 10004: 2004 item 4.2.1.4 e Anexo F

Essa norma estabelece que: “quando o extrato obtido desta amostra segundo a ABNT NBR 10005, contiver qualquer um dos contaminantes em concentrações superiores aos valores constantes na tabela de limite máximo de concentração no extrato obtido no ensaio de lixiviação (anexo F da norma NBR 10004), o resíduo será caracterizado como tóxico, classe I - Perigoso.

2) O resíduo enquadrado como Classe II: Não Perigoso, é assim classificado de acordo com:

### 2.1 NORMA ABNT NBR 10004: 2004 item 4.2.2.2 – resíduo classe II B – Inerte

---

Os ensaios foram realizados pela SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

Fone: +55 31 3045-0241 – Fax: +55 31 3045-0232 [www.sgsgeosol.com.br](http://www.sgsgeosol.com.br)

Certificados ISO9001:2008 e ISO14001:2004 (ABS32982 e ABS39911). Acreditação ISO/IEC 17025:2005 (CRL-0386)

Os resultados expressos neste relatório se referem somente ao material recebido. Proibida a reprodução parcial deste documento.

3 / 12



Essa norma estabelece que resíduo classe II B – Inerte é “qualquer resíduo que, submetido a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006: 2004, não tiver nenhum de seus constituintes solubilizados à concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme tabela Padrões para o ensaio de solubilização (anexo G da norma NBR 10004)”.

## 2.2 NORMA ABNT NBR 10004: 2004 item 4.2.2.1 – resíduo classe II A – Não Inerte

Essa norma estabelece que resíduo classe II A – Não Inerte é “aquele que não se enquadra na classificação de resíduo classe I – Perigoso ou de resíduo classe II B – Inerte, nos termos desta Norma”.

Os testes de lixiviação e solubilização são realizados de acordo com as Normas ABNT NBR 10005: 2004 e 10006: 2004 e todas as análises são realizadas utilizando como referências analíticas: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW), Environmental Protection Agency (EPA), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Companhia Estadual de Saneamento Básico (CETESB-SP) e Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA-RJ).

## 3) NORMA ABNT NBR 10004: 2004 item 2

O resíduo a ser classificado pela norma NBR 10004 tem como prescrição que o mesmo seja amostrado conforme a norma ABNT NBR 10007: 2004 – “Amostragem de Resíduos Sólidos”. As amostragens realizadas pela SGS GEOSOL Laboratórios Ltda seguem as determinações desta norma.

## 2- LAUDO DE CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS:

### CLIENTE: VALE S.A.

De acordo com as normas ABNT NBR10004: 2004, 10005: 2004 e 10006: 2004:

O resíduo originário da amostra **AM 00** é classificado como **Classe II B ( Não Perigoso – Inerte)**, por não ter nenhum de seus constituintes solubilizados á concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme Anexo “G” .

O resíduo originário da amostra **AM 00** não é **Corrosivo**, por não apresentar características corrosivas segundo item 4.2.1.2 subitem a . E não é **Reativo** , por não apresentar características reativas segundo item 4.2.1.3 subitens a, b ,c.

Os dados obtidos nos procedimentos de Lixiviação e Solubilização para ensaio de **Toxicidade** encontram-se listados nos certificados de análises de solubilização e lixiviação.

Os parâmetros analisados, limites máximos, e concentrações encontradas são detalhados nas planilhas de Lixiviação e Solubilização apresentadas a seguir:



Silvano Eduardo da Silva  
CRQ II 02405203  
Supervisor Meio Ambiente

Os ensaios foram realizados pela SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

Fone: +55 31 3045-0241 – Fax: +55 31 3045-0232 [www.sgsgeosol.com.br](http://www.sgsgeosol.com.br)

Certificados ISO9001:2008 e ISO14001:2004 (ABS32982 e ABS39911). Acreditação ISO/IEC 17025:2005 (CRL-0386)

Os resultados expressos neste relatório se referem somente ao material recebido. Proibida a reprodução parcial deste documento.

5 / 12



### 3- INFORMAÇÕES SOBRE A AMOSTRA:

Tab.1: Informação adicional sobre a amostra.

| Identificação do Resíduo | Tipo do Resíduo | Origem do Resíduo   |
|--------------------------|-----------------|---|
| AM 00                    | Sólido          | Resíduos de mineração: Coletado nas áreas atingidas ao longo da bacia do córrego ferro e carvão.<br>Coordenadas Geográficas: X592102,864583<br>Y7773593,89533 |

Tab.2: Classificação da amostra segundo item 4.2.1.2 subitem a:

Tab.2: Classificação da amostra segundo item 4.2.1.3 subitens a, b ,c.

| Código de Identificação | Resíduo Perigoso  | Resultado |
|-------------------------|---|-----------|
| D002                    | a) Ser aquoso e apresentar pH inferior ou igual a 2, ou, superior ou igual a 12,5 ou sua mistura com água, na proporção 1:1 em peso, produzir uma solução que apresente pH inferior a 2 ou superior ou igual a 12,5 | 8,20      |
| D003                    | a) Ser normalmente instável e reagir de forma violenta e imediata, sem detonar;<br>b) Reagir violentamente com água;<br>c) Formar misturas potencialmente explosivas com a água                                     | Negativo  |

#### Observações adicionais:

1. O responsável pela amostragem foi o cliente.



## 4- RESULTADOS DE ANÁLISE

### 4.1- AMOSTRA LIXIVIADA – AM 00

Tab.3: Classificação de toxicidade por lixiviação.

| Parâmetro   | Código de Identificação | Método Analítico   | Valor Máximo Permitido (mg/L) | Limite de Quantificação do Método (mg/L) | Concentração no Resíduo Lixiviado (mg/L) |
|-------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------|--|--|
| Arsênio     | D005                    | SMEWW 3125         | 1,0                           | 0,004                                    | <0,004                                   |
| Bário       | D006                    | SMEWW 3030, 3120 B | 70,0                          | 0,01                                     | 0,20                                     |
| Cádmio      | D007                    | SMEWW 3030, 3120 B | 0,5                           | 0,001                                    | <0,001                                   |
| Chumbo      | D008                    | SMEWW 3030, 3120 B | 1,0                           | 0,01                                     | 0,01                                     |
| Cromo Total | D009                    | SMEWW 3030, 3120 B | 5,0                           | 0,01                                     | <0,01                                    |
| Fluoretos   | D010                    | SMEWW 4500 F- C    | 150,0                         | 0,1                                      | <0,1                                     |
| Mercúrio    | D011                    | SMEWW 3112 B       | 0,1                           | 0,0002                                   | <0,0002                                  |
| Prata       | D012                    | SMEWW 3030, 3120 B | 5,0                           | 0,005                                    | <0,005                                   |
| Selênio     | D013                    | SMEWW 3125         | 1,0                           | 0,01                                     | 0,01                                     |

Os ensaios foram realizados pela SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

Fone: +55 31 3045-0241 – Fax: +55 31 3045-0232 [www.sgsgeosol.com.br](http://www.sgsgeosol.com.br)

Certificados ISO9001:2008 e ISO14001:2004 (ABS32982 e ABS39911). Acreditação ISO/IEC 17025:2005 (CRL-0386)

Os resultados expressos neste relatório se referem somente ao material recebido. Proibida a reprodução parcial deste documento.

7 / 12



Tab.4: Classificação de toxicidade por lixiviação – Parâmetros Orgânicos (Pesticidas)

| Parâmetro                   | Código de Identificação | Método Analítico | Valor Máximo Permitido (mg/L) | Limite de Quantificação do Método (mg/L) | Concentração no Resíduo Lixiviado (mg/L) |
|-----------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------------|--|--|
| Adrin e Dieldrin            | D014                    | EPA 3510C 8270 D | 0,003                         | 0,00002                                  | <2e-005                                  |
| Clordano ( todos isômeros)  | D015                    | EPA 3510C 8270 D | 0,02                          | 0,00005                                  | <5e-005                                  |
| DDT ( todos isômeros)       | D016                    | EPA 3510C 8270 D | 0,2                           | 0,00005                                  | <5e-005                                  |
| Pentaclorofenol             | D024                    | EPA 3510C 8270 D | 0,9                           | 0,00005                                  | <5e-005                                  |
| 2,4-D                       | D026                    | EPA 3510C 8270 D | 3,0                           | 0,00005                                  | <5e-005                                  |
| Endrin                      | D018                    | EPA 3510C 8270 D | 0,06                          | 0,00003                                  | <3e-005                                  |
| Heptaclo e Heptaclo Epoxido | D019                    | EPA 3510C 8270 D | 0,003                         | 0,00002                                  | <2e-005                                  |
| Lindano                     | D022                    | EPA 3510C 8270 D | 0,2                           | 0,00005                                  | <5e-005                                  |
| Metoxicloro                 | D023                    | EPA 3510C 8270 D | 2,0                           | 0,00003                                  | <3e-005                                  |
| Toxafeno                    | D025                    | EPA 505          | 0,5                           | 0,00001                                  | <0,00001                                 |
| 2,4,5-T                     | D027                    | EPA 3510C 8270 D | 0,2                           | 0,00005                                  | <5e-005                                  |
| 2,4,5-TP                    | D028                    | EPA 3510C 8270 D | 1,0                           | 0,00005                                  | <5e-005                                  |

Análises realizadas no provedor externo CRL267

Os ensaios foram realizados pela SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

Fone: +55 31 3045-0241 – Fax: +55 31 3045-0232 [www.sgsgeosol.com.br](http://www.sgsgeosol.com.br)

Certificados ISO9001:2008 e ISO14001:2004 (ABS32982 e ABS39911). Acreditação ISO/IEC 17025:2005 (CRL-0386)

Os resultados expressos neste relatório se referem somente ao material recebido. Proibida a reprodução parcial deste documento.



Tab.5: Classificação de toxicidade por lixiviação – Parâmetros Orgânicos (Outros orgânicos).

| Parâmetro                | Código de Identificação | Método Analítico | Valor Máximo Permitido (mg/L) | Limite de Quantificação do Método (mg/L) | Concentração no Resíduo Lixiviado (mg/L) |
|--------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------------|--|--|
| Benzeno                  | D030                    | EPA 5021A 8260 C | 0,5                           | 0,001                                    | <0,001                                   |
| Benzo (a) pireno         | D031                    | EPA 3510C 8270 D | 0,07                          | 0,00005                                  | <5e-005                                  |
| Cloreto de Vinila        | D032                    | EPA 5021A 8260 C | 0,5                           | 0,0005                                   | <0,0005                                  |
| Clorobenzeno             | D033                    | EPA 5021A 8260 C | 100                           | 0,001                                    | <0,001                                   |
| Clorofórmio              | D034                    | EPA 3510C 8270 D | 6,0                           | 0,001                                    | <0,001                                   |
| o-Cresol                 | D036                    | EPA 3510C 8270 D | 200,0                         | 0,0005                                   | <0,0005                                  |
| m-Cresol                 | D037                    | EPA 3510C 8270 D | 200,0                         | 0,001                                    | <0,001                                   |
| p-Cresol                 | D038                    | EPA 3510C 8270 D | 200,0                         | 0,001                                    | <0,001                                   |
| 1,4-Diclorobenzeno       | D039                    | EPA 5021A 8260 C | 7,5                           | 0,0005                                   | <0,0005                                  |
| 1,2-Dicloroetano         | D040                    | EPA 5021A 8260 C | 1,0                           | 0,001                                    | <0,001                                   |
| 1,1-Dicloroetileno       | D041                    | EPA 5021A 8260 C | 3,0                           | 0,001                                    | <0,001                                   |
| 2,4-Dinitrotolueno       | D042                    | EPA 3510C 8270 D | 0,13                          | 0,0005                                   | <0,0005                                  |
| Hexaclorobenzeno         | D021                    | EPA 3510C 8270 D | 0,1                           | 0,00003                                  | <3e-005                                  |
| Hexaclorobutadieno       | D043                    | EPA 5021A 8260 C | 0,5                           | 0,0005                                   | <0,0005                                  |
| Hexacloroetano           | D044                    | EPA 3510C 8270 D | 3,0                           | 0,0005                                   | <0,0005                                  |
| Metil-etil cetona        | D045                    | EPA 5021A 8260 C | 200,0                         | 0,001                                    | <0,001                                   |
| Nitrobenzeno             | D046                    | EPA 3510C 8270 D | 2,0                           | 0,0005                                   | <0,0005                                  |
| Piridina                 | D047                    | EPA 5021A 8260 C | 5,0                           | 4  | <4                                       |
| Tetracloroeto de Carbono | D048                    | EPA 5021A 8260 C | 0,2                           | 0,001                                    | <0,001                                   |
| Tetracloroetileno        | D049                    | EPA 5021A 8260 C | 4,0                           | 0,001                                    | <0,001                                   |
| Tricloroetileno          | D050                    | EPA 5021A 8260 C | 7,0                           | 0,001                                    | <0,001                                   |
| 2,4,5 Triclorofenol      | D051                    | EPA 3510C 8270 D | 400,0                         | 0,00005                                  | <5e-005                                  |
| 2,4,6 Triclorofenol      | D052                    | EPA 3510C 8270 D | 20,0                          | 0,00005                                  | <5e-005                                  |

Análises realizadas no provedor externo CRL267

Os ensaios foram realizados pela SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

 Fone: +55 31 3045-0241 – Fax: +55 31 3045-0232 [www.sgsgeosol.com.br](http://www.sgsgeosol.com.br)

Certificados ISO9001:2008 e ISO14001:2004 (ABS32982 e ABS39911). Acreditação ISO/IEC 17025:2005 (CRL-0386)

Os resultados expressos neste relatório se referem somente ao material recebido. Proibida a reprodução parcial deste documento.

9 / 12





## 4.2- AMOSTRA SOLUBILIZADA – AM 00

Tab.6: Classificação de toxicidade por solubilização.

| Parâmetro   | Método Analítico          | Valor Máximo Permitido (mg/L) | Limite de Quantificação do Método (mg/L) | Concentração no Resíduo Solubilizado Amostra (mg/L) | Concentração no Resíduo Solubilizado Duplicata (mg/L) |
|---|---------------------------|-------------------------------|--|---|---|
| <b>Inorgânicos</b>                                    |                           |                               |  |   |   |
| Alumínio (mg Al/L)                                    | SMEWW 3030, 3120 B        | 0,2                           | 0,05                                     | <0,05   | <0,05   |
| Arsênio (mg As/L)                                     | SMEWW 3125                | 0,01                          | 0,004                                    | <0,004  | <0,004  |
| Bário (mg Ba/L)                                       | SMEWW 3030, 3120 B        | 0,7                           | 0,01                                     | <0,01   | <0,01   |
| Cádmio (mg Cd/L)                                      | SMEWW 3030, 3120 B        | 0,005                         | 0,001                                    | <0,001  | <0,001  |
| Chumbo (mg Pb/L)                                      | SMEWW 3030, 3120 B        | 0,01                          | 0,01                                     | <0,01   | <0,01   |
| Cianeto (mg CN/L)                                     | SMEWW 4500 CN- B, C, D, E | 0,07                          | 0,01                                     | <0,01   | <0,01   |
| Cloreto (mg Cl/L)                                     | SMEWW 4110 B              | 250,0                         | 1  | <1  | <1  |
| Cobre (mg Cu/L)                                       | SMEWW 3030, 3120 B        | 2,0                           | 0,009                                    | <0,009  | <0,009  |
| Cromo Total (mg Cr/L)                                 | SMEWW 3030, 3120 B        | 0,05                          | 0,01                                     | <0,01   | <0,01   |
| Ferro (mg Fe/L)                                       | SMEWW 3030, 3120 B        | 0,3                           | 0,1                                      | <0,1  | <0,1  |
| Fluoretos (mg F/L)                                    | SMEWW 4110 B              | 1,5                           | 0,05                                     | <0,05   | <0,05   |
| Manganês (mg Mn/L)                                    | SMEWW 3030, 3120 B        | 0,1                           | 0,025                                    | <0,025  | <0,025  |
| Mercurio (mg Hg/L)                                    | SMEWW 3112 B              | 0,001                         | 0,0002                                   | <0,0002   | <0,0002   |
| Nitrato (mg N/L)                                      | SMEWW 4110 B              | 10,0                          | 0,02                                     | <0,02   | <0,02   |
| Prata (mg Ag/L)                                       | SMEWW 3030, 3120 B        | 0,05                          | 0,005                                    | <0,005  | <0,005  |
| Selênio (mg Se/L)                                     | SMEWW 3125                | 0,01                          | 0,01                                     | <0,01   | <0,01   |
| Sódio (mg Na/L)                                       | SMEWW 3030, 3120 B        | 200,0                         | 0,5                                      | <0,5  | <0,5  |
| Sulfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /L)         | SMEWW 4110 B              | 250,0                         | 1  | 15,4  | 16,2  |
| Zinco (mg Zn/L)                                       | SMEWW 3030, 3120 B        | 5,0                           | 0,1                                      | <0,1  | <0,1  |
| <b>Orgânicos</b>                                      |                           |                               |  |   |   |
| Fenóis Totais (mg C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH/L) | SMEWW 5530 B, C, D        | 0,01                          | 0,002                                    | <0,002  | <0,002  |
| Surfactantes (mg MBAS/L)                              | SMEWW 5540 C              | 0,5                           | 0,3                                      | <0,3  | <0,3  |

Os ensaios foram realizados pela SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

 Fone: +55 31 3045-0241 – Fax: +55 31 3045-0232 [www.sgsgeosol.com.br](http://www.sgsgeosol.com.br)

Certificados ISO9001:2008 e ISO14001:2004 (ABS32982 e ABS39911). Acreditação ISO/IEC 17025:2005 (CRL-0386)

Os resultados expressos neste relatório se referem somente ao material recebido. Proibida a reprodução parcial deste documento.

10 / 12



Tab.7: Classificação de toxicidade por solubilização – Parâmetros Orgânicos  
 (Cromatografia).

| Parâmetro                     | Método Analítico | Valor Máximo Permitido (mg/l) | Limite de Quantificação do Método (mg/l) | Concentração no Resíduo Solubilizado Amostra (mg/l) |
|-------------------------------|------------------|-------------------------------|--|---|
| Adrin e Dieldrin              | EPA 3510C 8270 D | $3,0 \times 10^{-5}$          | 0,00003                                  | <3e-005   |
| Clordano ( todos os isômeros) | EPA 3510C 8270 D | $2,0 \times 10^{-4}$          | 0,0001                                   | <0,0001   |
| 2,4-D                         | EPA 3510C 8270 D | 0,03                          | 0,0005                                   | <0,0005   |
| DDT (todos isômeros)          | EPA 3510C 8270 D | $2,0 \times 10^{-3}$          | 0,0005                                   | <0,0005   |
| Endrin                        | EPA 3510C 8270 D | $6,0 \times 10^{-4}$          | 0,0001                                   | <0,0001   |
| Heptacloro e seu epóxido      | EPA 3510C 8270 D | $3,0 \times 10^{-5}$          | 0,00002                                  | <2e-005   |
| Hexaclorobenzeno              | EPA 3510C 8270 D | $1,0 \times 10^{-3}$          | 0,00001                                  | <1e-005   |
| Lindano                       | EPA 3510C 8270 D | $2,0 \times 10^{-3}$          | 0,00005                                  | <5e-005   |
| Metoxicloro                   | EPA 3510C 8270 D | 0,02                          | 0,0005                                   | <0,0005   |
| Toxafeno                      | EPA 505          | $5,0 \times 10^{-3}$          | 0,0001                                   | <0,0001   |
| 2,4,5-T                       | EPA 3510C 8270 D | $2,0 \times 10^{-3}$          | 0,001                                    | <0,001  |
| 2,4,5-TP                      | EPA 3510C 8270 D | 0,03                          | 0,001                                    | <0,001  |

Análises realizadas no provedor externo CRL267

Os ensaios foram realizados pela SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

 Fone: +55 31 3045-0241 – Fax: +55 31 3045-0232 [www.sgsgeosol.com.br](http://www.sgsgeosol.com.br)

Certificados ISO9001:2008 e ISO14001:2004 (ABS32982 e ABS39911). Acreditação ISO/IEC 17025:2005 (CRL-0386)

Os resultados expressos neste relatório se referem somente ao material recebido. Proibida a reprodução parcial deste documento.



## 5- ANEXOS

CERTIFICADO DE ANÁLISE **MA1906445**  
CERTIFICADO DE ANÁLISE **MA1906447**  
CERTIFICADO DE ANÁLISE **MA1906444**  
CERTIFICADO DE ANÁLISE **MA1906446**

---

Os ensaios foram realizados pela SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

Fone: +55 31 3045-0241 – Fax: +55 31 3045-0232 [www.sgsgeosol.com.br](http://www.sgsgeosol.com.br)

Certificados ISO9001:2008 e ISO14001:2004 (ABS32982 e ABS39911). Acreditação ISO/IEC 17025:2005 (CRL-0386)

Os resultados expressos neste relatório se referem somente ao material recebido. Proibida a reprodução parcial deste documento.

12 / 12



INFORMAÇÕES DO CLIENTE

|  |                            |   |
|--|----------------------------|---|
| NOME<br>VALE S.A.  | CONTATO<br>Guilherme Alves | PROJETO<br>Caracterização Rejeitos Feijão |
| ENDEREÇO<br>AV DOUTOR MARCO PAULO SIMON JARDIM 3580 - MINA DE AGUAS CLARAS - NOVA LIMA | CEP<br>34006270            | UF<br>MG - Brazil                         |
|  |                            | COTAÇÃO<br>QT-010266/2                    |

DATAS

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| INICIADO<br>14/03/2019 11:04 | COMPLETADO<br>01/04/2019 15:35 |
| RECEBIDO<br>14/03/2019 11:04 | EMITIDO<br>22/10/2019 12:13    |

AMOSTRAGEM

|   |  |                            |
|---|--|----------------------------|
| PLANO<br>PLA-1905829                      | MATRIZ<br>Resíduo Lixiviação_Inorgânicos | QTE. AMOSTRA<br>1          |
| RESPONSÁVEL<br>Cliente com Frasco Próprio | PERIODICIDADE<br>Não Informado           | TIPO AMOSTRAGEM<br>Cliente |

LEGENDA: SIGLAS

|                            |                     |                             |  |
|----------------------------|---------------------|-----------------------------|--|
| BLK = Branco               | O = Objetável       | V.A = Virtualmente Ausente  | VMP = Valor Máximo Permitido               |
| DUP = Duplicata            | N.A = Não Aplicável | V.P = Virtualmente Presente | INF = Não reportado devido a interferentes |
| LNR = Listada não Recebida | N.D = Não Detectado | - = Não analisada           | LQ = Limite de Quantificação               |
| I.S = Amostra Insuficiente | N.O = Não Objetável | [ ] = Notas e observações   | IE = Incerteza (U)Expandida                |

LEGENDA : REFERÊNCIA NORMATIVA (VMP)

RN0003: ABNT NBR 10004(2004) Anexo F - Lixiviação

LEGENDA : REFERÊNCIA ANALÍTICA

[AB] ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas  
[S12] Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 22nd (2012)

NOTAS

A incerteza Expandida (U), refere-se a medição, é estimada para um nível de confiança de 95% com fator de Abrangência (K) = 2. A incerteza global, incluindo a da amostragem pode ser solicitada.  
Quando todo processo analítico (coleta e análise) é responsabilidade da SGS Geosol Laboratórios, garante-se que as análises são executadas dentro do prazo analítico de cada parâmetro, seguindo o método referenciado. Quando a coleta é de responsabilidade do cliente, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.  
A SGS Geosol Laboratórios fornece certificado de controle de qualidade, carta de controle, cromatogramas e resumo da metodologia a pedido do cliente.  
Este certificado foi revisado e invalida qualquer emissão anterior.

MA1906444.0001

| PONTO<br>AM 00        | LOCAL   | COORDENADA |                      |       |           |
|-----------------------|---------|------------|----------------------|-------|-----------|
| AMOSTRADO<br>Sim      |         |            |                      |       |           |
| RESULTADOS ANALÍTICOS |         |            |                      |       |           |
| PARÂMETROS            | UNIDADE | VMP        |                      |       | RESULTADO |
|                       |         | RN0003     | REFERÊNCIA ANALÍTICA | LQ    |           |
| Alumínio Total        | mg Al/L | N.A.       | [S12] 3030, 3120 B   | 0,05  | <0,05     |
| Antimônio Total       | mg/L    | N.A.       | [S12] 3125           | 0,005 | <0,005    |
| Arsênio Total         | mg/L    | 1          | [S12] 3125           | 0,004 | <0,004    |
| Bário Total           | mg Ba/L | 70         | [S12] 3030, 3120 B   | 0,01  | 0,02      |
| Berílio Total         | mg Be/L | N.A.       | [S12] 3030, 3120 B   | 0,004 | <0,004    |
| Bismuto Total         | mg Bi/L | N.A.       | [S12] 3030, 3120 B   | 0,1   | <0,1      |
| Boro Total            | mg B/L  | N.A.       | [S12] 3030, 3120 B   | 0,05  | <0,05     |
| Cádmio Total          | mg Cd/L | 0,5        | [S12] 3030, 3120 B   | 0,001 | <0,001    |
| Cálcio Total          | mg Ca/L | N.A.       | [S12] 3030, 3120 B   | 0,25  | 2,30      |
| Chumbo Total          | mg Pb/L | 1          | [S12] 3030, 3120 B   | 0,01  | 0,01      |
| Cobalto Total         | mg Co/L | N.A.       | [S12] 3030, 3120 B   | 0,005 | <0,005    |
| Cobre Total           | mg Cu/L | N.A.       | [S12] 3030, 3120 B   | 0,009 | <0,009    |
| Cromo Total           | mg Cr/L | 5          | [S12] 3030, 3120 B   | 0,01  | <0,01     |

