

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/319396016>

Laudo Técnico de Mortandade de Peixes em Conceição do Mato Dentro em outubro de 2015

Technical Report · July 2017

CITATIONS

0

READS

27

1 author:



[Barbara Regina Neves Chaves](#)

Federal University of Minas Gerais

6 PUBLICATIONS 13 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Atendimento a mortandades de peixes em Minas Gerais [View project](#)

**Laudo Técnico de
Mortandade de Peixes**

-002/2017-

Código: DO3-PAS-26102015

1. RESUMO DA OCORRÊNCIA DE MORTANDADE DE PEIXES

1.1. Localização e abrangência do dano

Município	Conceição do Mato Dentro
Bacia Hidrográfica	Rio Doce
Sub-bacia	Rio Santo Antônio (DO3)
Corpo d'água	Córrego Passa-Sete
Coordenadas Geográficas	-18°51'49,2" -43°24'15,5"

1.2. Caracterização

Data de início	26/10/15
Quantidade de peixes mortos	1.700 peixes
Espécies afetadas	lambari, traíra - peixes pequenos (c. 5 cm)
Dano ambiental calculado	R\$ 299.385,65

1.3. Causa

Sufocamento dos peixes devido ao processo de eutrofização do corpo d'água, que levou à floração não tóxica de cianobactérias e posteriormente à depleção de oxigênio dissolvido decorrente do excesso de respiração e/ou decomposição durante o declínio e morte das algas, associada ao estresse ambiental causado pela alta concentração de manganês na água da lagoa de rejeitos do projeto Minas-Rio da Anglo American Minério de Ferro S.A.

1.4. Causador

1) Nome	Anglo American Minério de Ferro S.A.
CNPJ	02.359.572/0004-30
Endereço	Rua Maria Luiza Santiago, 200, 12º andar, Santa Lucia, Belo Horizonte/MG. Cep. 30.360-740.

Houve comunicação da ocorrência por parte do causador? SIM

1.5. Providências administrativas tomadas pelo órgão ambiental

Lavratura de Auto de Infração	A.I. nº 95.720 de 05/07/2017, referente à provocação de morte de peixes (Decreto 44.844/08, art. 85, anexo IV, cód. 447)
Multa simples	R\$ 254.477,80 (UFEMG 2014; calculada com base na extensão do dano ambiental, ver Item 4.2)

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

2. INTRODUÇÃO

Mortandades de peixes

Mortandades de peixes são definidas como eventos repentinos e inesperados de mortalidades de peixes em massa, na natureza ou em criatórios (LUGG, 2000). O Manual de Atendimento a Mortandades de Peixes da SEMAD considera como mortandade de peixes o evento que tiver mortalidade mínima de 25 peixes em um período de 48 horas. Mortandades de peixes são eventos comuns (MEYER E BARCLAY, 1990), que revelam doenças, alterações ambientais ou poluição, tanto acidental quanto deliberada (COMMONWEALTH OF AUSTRALIA, 2007).

A causa de uma mortandade de peixes deverá ser identificada o mais rápido possível para minimizar o impacto do incidente. Além disso, a compreensão das causas de mortandades de peixes é fundamental para a implementação de medidas preventivas para a redução de sua frequência e magnitude (LA e COOKE, 2011). Embora mortandades de peixes possam ser causadas por fenômenos naturais, são as intervenções humanas no ambiente e a poluição de sistemas aquáticos e terrestres que têm causado aumento na frequência e na escala desses eventos no mundo todo (LA e COOKE, 2011). Por isso, atualmente apenas uma pequena fração das ocorrências de mortandades de peixes é considerada como decorrente de fenômenos naturais, enquanto a maioria deriva de atividades antropogênicas (LA e COOKE, 2011).

Durante a investigação da causa de mortandades de peixes, é necessário identificar os mecanismos que levaram à ocorrência. Seja por causas naturais ou devido a atividades antropogênicas, mortandades de peixes podem ocorrer por um ou mais dos seguintes mecanismos possíveis: 1) sufocamento por falta de oxigênio, 2) intoxicação, 3) infecções e doenças, 4) outros.

As mortandades de peixes com causas não naturais são aquelas que envolvem impactos ambientais decorrentes de atividades econômicas e, portanto, podem ser consideradas externalidades negativas de empreendimentos. Externalidades negativas são efeitos indesejáveis inerentes às atividades econômicas e que privam a sociedade dos recursos ambientais antes disponíveis, sem qualquer contrapartida. Para corrigir as externalidades negativas, é necessário que haja a sua internalização, ou seja, a absorção pelo empreendimento dos custos ambientais de suas atividades, como estabelece o princípio jurídico do Poluidor-Pagador (UNITED NATIONS, 1992; BENJAMIN, 1993; SILVA, 2008; MOREIRA, 2011).

Os causadores de mortandades de peixes, portanto, deverão ser responsabilizados pela realização de atividades prejudiciais ao meio ambiente (obrigação *ex-post*). No âmbito administrativo do Estado de Minas Gerais, a provocação de morte de peixes é prevista como infração ambiental pelo Decreto nº 44.844/2008, código 447, e implica na penalidade de multa simples (e diária, se os efeitos da infração não forem cessados), dentre outras cominações administrativas. Segundo o decreto citado, para fixação do valor da multa simples é necessário mensurar a extensão do dano ambiental gerado.

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

A Anglo American em Conceição do Mato Dentro

Conceição do Mato Dentro localiza-se na região Metropolitana de Minas Gerais, a 150 km de Belo Horizonte, em bioma de transição entre Mata Atlântica e Cerrado (Figura 1). O município está situado na Serra do Espinhaço, reconhecida pela UNESCO como Reserva da Biosfera. Os empreendimentos localizados no município são licenciados e fiscalizados pela SUPRAM Jequitinhonha, sediada em Diamantina.

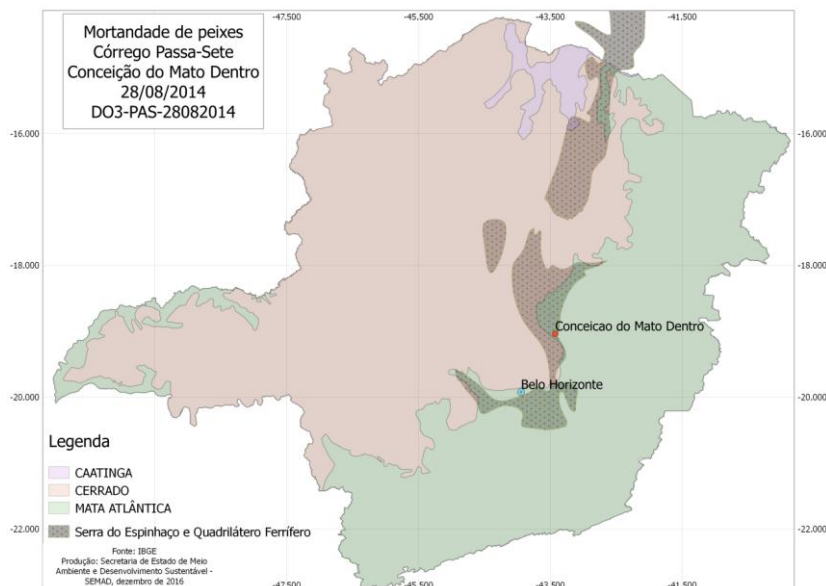


Figura 1. Mapa da localização do município de Conceição do Mato Dentro, onde foi registrada ocorrência de mortandade de peixes em 28/08/2014.

O município de Conceição do Mato Dentro está localizado na bacia hidrográfica do rio Santo Antônio, no extremo oeste da bacia do rio Doce. O enquadramento de uso de água da bacia do rio Santo Antônio não foi definido, sendo por isso considerado de classe 2, conforme Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG nº 001/2008. Águas de classe 2 podem ser destinadas ao consumo humano após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, a atividades de pesca, dentre outras.

Está localizado em Conceição do Mato Dentro o empreendimento de extração de minério de ferro Minas-Rio, da Anglo American Minério de Ferro S.A. O empreendimento encontra-se nas cabeceiras do rio Santo Antônio, local considerado de extrema importância biológica para a conservação de peixes, e foi planejado inicialmente para produzir 26,5 milhões de toneladas de minério de ferro por ano, durante uma vida útil de pelo menos 50 anos.

Para deposição dos rejeitos de mineração, uma barragem foi construída no leito do córrego Passa-Sete, pequeno curso d'água que deságua no rio do Peixe e faz parte da bacia do rio Santo Antônio, represando as águas de suas nascentes. Estima-se que a barragem irá receber cerca de 25 milhões de toneladas de rejeitos durante sua vida útil, impactando várias nascentes da chamada Serra do Sapo.

A Anglo American opera também um mineroduto de 529 km de extensão, que liga a mina de Conceição do Mato Dentro a um porto de exportação de minério de ferro em São João da Barra (RJ). Para operação do mineroduto e abastecimento do processo industrial da mina, a empresa capta água no rio do Peixe, no município de Dom Joaquim. A empresa tem outorga de uso da água emitida pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) para captação de 2.500 m³ de água por hora, o equivalente a 3,15% da vazão do rio do Peixe, sendo 1.400 m³/hora para bombeamento do minério pelo mineroduto. A construção da planta de beneficiamento, da barragem de rejeitos e do

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

mineroduto do projeto Minas-Rio foi iniciada em março de 2011 e finalizada em setembro de 2014, e o início das atividades foi em outubro de 2014.

Houve controvérsias no processo de licenciamento ambiental do projeto Minas-Rio (mina, mineroduto e porto). Em 11 de dezembro de 2008, o COPAM concedeu a Licença Prévia (LP) para a área da mina e da planta de beneficiamento. Em 31 de julho de 2009, o Tribunal de Justiça de Minas Gerais (TJ-MG) suspendeu o licenciamento, devido a irregularidades na expedição da Licença Prévia (LP). Em 12 de agosto do mesmo ano, o Ministério Público Federal (MPF/MG) e a Procuradoria da República em Minas Gerais pediram a nulidade das licenças concedidas até então. Apesar da disputa, a Licença de Instalação (LI) da mina foi concedida pelo COPAM em 17 de dezembro de 2009, enquanto a Licença de Operação (LO) foi concedida em 29 de setembro de 2014. Já a Licença de Operação (LO) do mineroduto foi concedida pelo IBAMA em 23 de setembro de 2014.

Em 24 de agosto de 2014, foi realizado o primeiro teste de comissionamento, com o bombeamento da polpa de minério proveniente de beneficiamento na planta de Conceição do Mato Dentro através dos 529 km do mineroduto, chegando ao Porto do Açú em 25 de agosto de 2014. Quatro dias após o primeiro teste, em 28 de agosto de 2014, foi registrada mortandade de peixes no córrego Passa-Sete, a jusante da barragem de rejeitos da Anglo American. Na ocasião, a Polícia Militar de Meio Ambiente, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) e o SENAI/FIEMG – a serviço do Ministério Público de Minas Gerais, realizaram vistorias no local e análises ambientais. Em decorrência das vistorias e análises realizadas, a Anglo American foi responsabilizada pela ocorrência de mortandade de peixes.

A ocorrência de mortandade de peixes de 26/10/2015

Já em 27 de outubro de 2015, o Núcleo de Emergência Ambiental (NEA) da SEMAD, recebeu relato por e-mail da Anglo American a respeito de nova mortandade de peixes ocorrida no córrego Passa Sete, no município de Conceição do Mato Dentro/MG, dessa vez dentro da lagoa de rejeitos da planta de beneficiamento da mineradora. Foi feita vistoria no local pela Polícia Militar de Meio Ambiente e pela SEMAD. Funcionários da empresa realizaram coletas e análises, para investigação da ocorrência.

O objetivo do presente Laudo de Mortandade de Peixes foi, com base nas observações coletadas em vistoria e nos documentos gerados pela Anglo American, identificar a causa e os causadores da mortandade de peixes, bem como descrever e estimar os danos ambientais. Foi calculada a extensão do dano ambiental para fixação do valor da multa simples, como previsto no código 447 do Decreto nº 44.844/2008.

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

3. MÉTODOS

3.1. Vistoria da PM MAmb e SEMAD

No dia 29/10/2015, os policiais do 2º Gp da Polícia Militar de Meio Ambiente de Conceição do Mato Dentro, Antônio Hilton Rodrigues (sargento) e Roger Lima Reis Pacheco (soldado), e os servidores da Diretoria de Prevenção e Emergência Ambiental (DEAMB) da SEMAD, Bárbara Regina Neves Chaves e Milton Olavo de Paiva Franco, fizeram vistoria na planta da mineradora Anglo American e no córrego Passa-Sete, em Conceição do Mato Dentro, acompanhados dos funcionários da empresa, Rogério Pinto Vasconcelos e Luiz Felipe de Oliveira Lopes Cañado. As informações sobre essa vistoria foram obtidas a partir do Boletim de Ocorrência enviado pela Polícia Militar de Meio Ambiente de Conceição do Mato Dentro à SEMAD (ref. M2782-2015-0100175), do Formulário de Campo de Mortandade de Peixes e do Auto de Fiscalização lavrados na ocasião (ref. AF. nº 35.758/2015).

O mapa a seguir (Figura 2) indica os pontos vistoriados, sendo:

Tabela 1. Pontos visitados durante vistoria da Polícia Militar de Meio Ambiente e da SEMAD na área da Anglo American, em Conceição do Mato Dentro, em 29/10/15.

Ponto	Descrição	Coordenadas Geográficas	
1	Local onde os peixes mortos foram encontrados, no interior da lagoa de rejeitos	-18°51'48,22"	-43°24'15,69"
2	Braço direito da lagoa de rejeitos	-18°51'49,15"	-43°24'15,49"
3	Braço esquerdo da lagoa de rejeitos	-18°51'33,32"	-43°24'24,54"
4	Córrego Passa-Sete, 400 m a jusante da barragem	-18°51'43,00"	-43°23'58,70"
5	Córrego Passa-Sete, 3 km a jusante da barragem	-18°51'28,60"	-43°22'50,40"

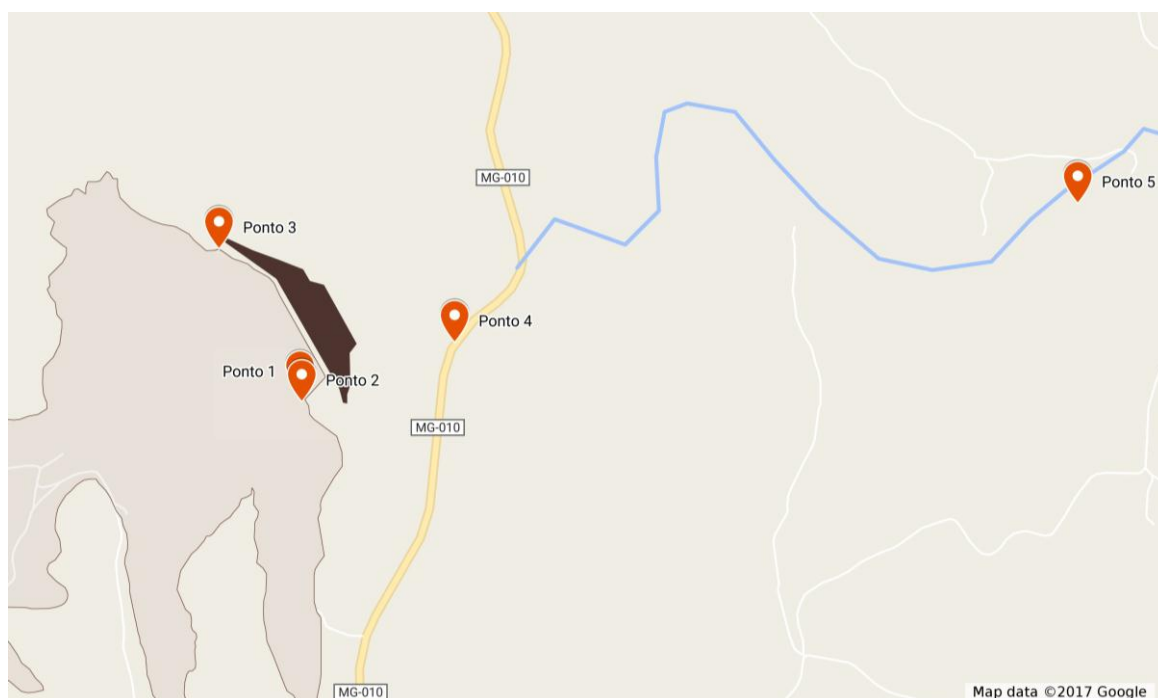


Figura 2. Mapa da localização da ocorrência de mortandade de peixes no córrego Passa-Sete, Conceição do Mato Dentro, em 26/10/15. *Laranja*: pontos vistoriados pela Polícia Militar de Meio Ambiente de Conceição do Mato Dentro e pela SEMAD em 29/10/15. *Marrom*: barragem construída pela Anglo American para deposição de rejeitos do Projeto Minas Rio. *Fonte: Google (2017), PMMG e SEMAD.*

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

3.2. Ações realizadas pela Anglo American

Em 26/10/15, a Gerente de Licenciamento Ambiental da Anglo American, Aline Faria Souza Trindade, elaborou documento comunicando a ocorrência de mortandade de peixes na lagoa de rejeitos da mineradora em Conceição do Mato Dentro, que foi enviado à SEMAD (ref. AA.MFB. COMUNICADO 001/2015).

Em 27/10/15, foi elaborado novo documento contendo detalhamento das ações realizadas pela empresa, até aquele momento, para apuração *in loco* da ocorrência de mortandade de peixes na lagoa de rejeitos. O documento foi enviado à SEMAD (ref. AA.MFB. 250/2015). Durante as atividades, uma equipe multidisciplinar formada por um biólogo e dois engenheiros de meio ambiente, todos funcionários da Anglo American, percorreu as margens da lagoa de rejeitos e do córrego Passa Sete, para investigar e apurar a ocorrência.

Foi realizada uma coleta de peixes mortos para análises laboratoriais e uma coleta de peixes vivos para análises comparativas. Segundo o documento, em 28/10/15 seria realizada uma coleta de água em três pontos da lagoa de rejeitos e um ponto a jusante da barragem, para análise de parâmetros de qualidade da água (DBO, Nitrogênio Amoniacal, Oxigênio Dissolvido, pH, Sólidos Dissolvidos em Suspensão, Sólidos Suspensos Totais e Turbidez).

Em 03/11/15, após a vistoria realizada no local pelos policiais militares de meio ambiente e servidores da SEMAD, foi elaborado documento com informações sobre o recolhimento e destinação dos peixes mortos na lagoa de rejeitos da mineradora em Conceição do Mato Dentro, realizados em atendimento ao Auto de Fiscalização elaborado pela SEMAD. O documento foi enviado à SEMAD juntamente com um anexo contendo relatório fotográfico e “Manifesto Interno de Resíduos”, objetivando a comprovação do recolhimento dos peixes e a destinação final (ref. AA.MFB. 254/2015).

Em 06/11/15, foi elaborado documento com informações sobre coleta e envio de amostras para análises, realizados em resposta à solicitação feita pela SEMAD por e-mail no dia 28/10/15. No documento, que foi enviado à SEMAD (ref. AA.MFB. 262/2015), são descritos os pontos, sugeridos pela SEMAD, onde foi realizada amostragem de água pela empresa ALS, a expensas da Anglo American (Tabela 2, Figura 3). A partir das amostras coletadas, seriam analisados os seguintes parâmetros de qualidade de água, cujo prazo de conclusão era de 60 dias: DBO, Nitrogênio Amoniacal, Oxigênio Dissolvido, pH, Sólidos Dissolvidos em Suspensão, Sólidos em Suspensão Totais, Turbidez, Ferro dissolvido, Manganês total, Condutividade, Nitrato, DQO e Toxicidade.

Tabela 2. Pontos de amostragem de água realizada em 29/10/15 na lagoa de rejeitos e córrego Passa-Sete, em Conceição do Mato Dentro, para análises de parâmetros de qualidade da água após ocorrência de mortandade de peixes.

Ponto	Descrição	Coordenadas Geográficas	
A	Montante do reservatório	-18°51'17,255"	-43°25'15,039"
B	Interior do reservatório	-18°51'34,446"	-43°24'23,630"
C	200 m a jusante da barragem	-18°51'43,12"	-43°23'59,16
D	3,5 km a jusante da barragem	-18°51'29,15"	-43°22'51,31
E	4,3 km a jusante da barragem	-18°51'28,134"	-43°22'30,469"
F	6 km a jusante da barragem	-18°51'48,911"	-43°22'0,032"
G	10,3 km a jusante da barragem	-18°52'10,28"	-43°20'3,30

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

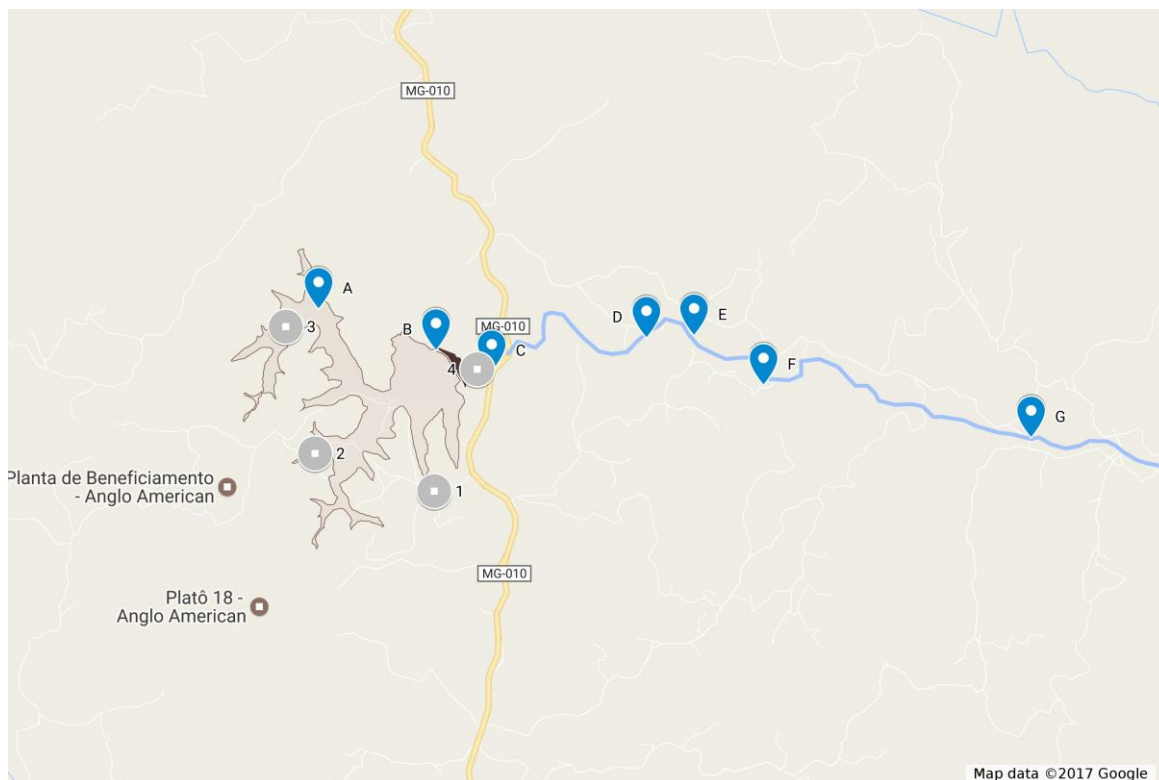


Figura 3. Mapa da localização dos pontos de coleta de água realizada em 29/10/15 pela ALS na lagoa de rejeitos da mineradora e no córrego Passa-Sete, Conceição do Mato Dentro. *Azul:* localização dos pontos de coleta de água. *Cinza:* 1 – portaria da planta do Projeto Minas Rio; 2 e 3 – rejeitodutos; 4 – saída de água da barragem. *Marrom:* barragem e lagoa de rejeitos construídas pela Anglo American para deposição de rejeitos do Projeto Minas Rio. Fonte: Google (2017), Anglo American, PMMG e SEMAD.

Em 17/12/15, foi elaborado documento contendo detalhamento das ações realizadas pela empresa, até aquele momento, em atendimento ao Auto de Fiscalização elaborado pela SEMAD. O documento, que foi enviado à SEMAD, continha também solicitação de prorrogação de prazo para envio dos resultados de análises solicitadas pelo órgão ambiental (ref. AA.MFB. 312/2015). Em 15/01/16, foi solicitada nova prorrogação do prazo para entrega dos resultados das análises (ref. AA.MFB. 015/2016).

Em 29/01/16, foi elaborado documento com as informações solicitadas no Auto de Fiscalização elaborado pela SEMAD na ocasião da vistoria de 29/10/15. O documento foi enviado à SEMAD (ref. AA.MFB. 023/2016) juntamente com um anexo contendo relatório fotográfico do monitoramento da ictiofauna realizado na lagoa de rejeitos da Anglo American durante 7 dias após a ocorrência de mortandade de peixes (de 26/10/15 a 01/11/15) e outro anexo contendo relatório técnico de “Investigação da mortandade de peixes no reservatório da barragem de rejeitos”, elaborado pela empresa Aplysia Assessoria e Consultoria Ltda., a expensas da Anglo American.

A partir das amostras coletadas, foram analisados os seguintes parâmetros de qualidade de água no relatório técnico da Aplysia Assessoria e Consultoria Ltda.: temperatura, oxigênio dissolvido, porcentagem de saturação de oxigênio, salinidade, ph, condutividade elétrica, transparência, potencial de oxi-redução, alcalinidade total, amônia, arsênio total, cádmio total, carbono orgânico total, chumbo total, cianeto livre, cloreto, cobre dissolvido, cor verdadeira, cromo total, DBO, DQO, dureza total, fenol líquido, ferro dissolvido e total, fósforo total, magnésio total, manganês total, mercúrio total, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, ortofosfato, sólidos dissolvidos totais, sólidos suspensos totais, sulfato, sulfeto, turbidez, zinco total, toxicidade, fitoplâncton e cianotoxinas.

No relatório técnico elaborado pela Aplysia Assessoria e Consultoria Ltda., foi realizada a

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

caracterização físico-química da água e do sedimento, avaliação ecotoxicológica da água, avaliação do fitoplâncton e cianotoxinas e avaliação morfológica dos peixes.

3.3. Cálculo da extensão do dano ambiental

Como os danos ambientais geralmente não se apresentam em forma de valor econômico, é necessário utilizar um método de valoração que os precifiquem. Atualmente existem várias iniciativas de construção de modelos de valoração de externalidades ambientais, porém existe uma grande dificuldade em atribuir valores de mercado que reflitam os valores reais dos recursos ambientais.

No caso de mortandades de peixes, os organismos aquáticos afetados não podem ser valorados unicamente como bens comercializáveis, mas por sua importância no contexto dos ecossistemas afetados e por seu valor intrínseco, ou seja, que reflita questões morais, culturais, éticas ou altruísticas. Além disso, é necessário também realizar uma avaliação que explicita os impactos ecológicos (físico-químicos e biológicos) gerados concomitantemente à mortandade de peixes (MOTTA, 2011; ADEODATO, 2014).

O método utilizado aqui para valoração de dano ambiental em mortandade de peixes está descrito no Manual de Atendimento a Mortandades de Peixes da SEMAD e foi baseado em estudos de EYSINK e CECARELLI (2006) e MARCELINO et al. (1992). Para o cálculo da extensão do dano ambiental, foi utilizada a equação abaixo.

$$VDA = \left[10^{(\log_{10} VB + FE)} \right] + CE$$

Sendo: **VDA**: valor do dano ambiental; **VB**: valor-base da multa; **FE**: fatores ecológicos; **CE**: custos econômicos.

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Informações obtidas a partir da vistoria

Em vistoria ao córrego Passa-Sete em 29/10/15, os policiais militares e servidores de meio ambiente constataram a presença de peixes mortos no braço direito da lagoa de rejeitos da Anglo American (pontos 1 e 2 do mapa da Figura 2), sendo que no momento da vistoria os peixes já se encontravam em estágio avançado de decomposição. Foram estimados cerca de 500 peixes mortos, todos de pequeno porte, identificados como traíra (*Hoplias sp.*) e lambari (*Astianax sp.*). Não foram observados peixes mortos no córrego Passa-Sete, a jusante da barragem de rejeitos.



Figura 4. Braço direito da lagoa de rejeitos do Projeto Minas Rio da Anglo American (ponto 1 do mapa da Figura 2), sendo possível visualizar o acúmulo de peixes mortos nas margens. Fonte: SEMAD.

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7



Figura 5. Visualização dos peixes mortos acumulados às margens do braço direito da lagoa de rejeitos do Projeto Minas Rio da Anglo American (ponto 1 do mapa da **Figura 2**). Fonte: PMMG.

Durante a vistoria, foi feita a análise *in loco* da água superficial da lagoa de rejeitos da Anglo American (pontos 2 e 3 da Figura 2), que indicou baixíssimo nível de oxigênio dissolvido (média de 1,18 mg/L de O₂) e alto valor de condutividade elétrica (média de 367,5 µS/cm). Os valores de qualidade da água observados eram incompatíveis com a manutenção da vida aquática. No momento da vistoria, não foram observados peixes vivos no interior da lagoa de rejeitos.

Ao final da vistoria, os servidores da SEMAD solicitaram à Anglo American o envio de relatórios atualizados do monitoramento da água e da ictiofauna na bacia do córrego Passa-Sete, bem como os resultados de análises dos peixes mortos e vivos, que foram coletados nos dias 26 e 27/10/15, e os resultados das análises de água após a mortandade de peixes, coletada em pelo menos 7 pontos a montante da lagoa, dentro da lagoa e no córrego Passa-Sete, a jusante da barragem. Foram enviadas por e-mail sugestões de coordenadas geográficas para a coleta de água à Gerente de Licenciamento Ambiental da Anglo American, Aline Faria Souza Trindade.

Os servidores da SEMAD solicitaram também o recolhimento e a disposição adequada em aterro sanitário (respeitando a DN COPAM nº 118/2008, art. 3º) dos peixes mortos ainda presentes na lagoa de rejeitos da Anglo American, de forma a evitar o agravamento da qualidade da água. Para comprovação, foi solicitado o envio de relatório fotográfico demonstrando o recolhimento dos peixes e a indicação das coordenadas geográficas do local de destinação.

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

4.2. Ações realizadas pela Anglo American e resultados de análises

Segundo documentos enviados pela Anglo American à SEMAD, o aparecimento de peixes mortos em um dos braços da lagoa de rejeitos da mineradora (próximo à ombreira direita da barragem) foi constatado por seus funcionários em 26/10/15, por volta de 15h 30min, durante uma inspeção de rotina da área da barragem.

Em atividades de campo iniciadas imediatamente após a constatação da ocorrência, uma equipe multidisciplinar formada por um biólogo e dois engenheiros de meio ambiente, todos funcionários da Anglo American, identificou, dentre os peixes mortos, traíras (*Hoplias sp.*) e lambaris (*Astyanax sp.*) de cerca de 5 cm de comprimento. Na avaliação realizada naquela data, os peixes encontrados estariam mortos há cerca de 3 ou 4 dias.



Figura 6. Visualização dos peixes mortos acumulados às margens do braço direito da lagoa de rejeitos do Projeto Minas Rio da Anglo American, durante inspeção realizada por uma equipe de funcionários da empresa em 26/10/15. Fonte: Anglo American.

Não foi realizada pelos funcionários da Anglo American a contagem do número de espécimes mortos. Entretanto, calcula-se cerca de 570 peixes mortos a partir da fotografia de 26/10/15 fornecida pela Anglo American à SEMAD (Figura 6). Esse quantitativo, porém, não corresponde com o total de peixes mortos. Segundo Ryon e colaboradores (2000), é esperado que as carcaças se dispersem para jusante por longas distâncias, particularmente no dia seguinte à ocorrência de mortandades de peixes. Por isso, o trecho no qual foram encontradas as carcaças não necessariamente corresponde ao local de sua morte e o atraso na observação leva à subestimativa da quantidade de peixes mortos.

Além de dispersar para jusante, é esperado que parte das carcaças tenha ficado presa em estruturas submersas, como rochas ou plantas, tenha sido transportada para fora dos trechos de busca ou capturada por animais predadores ou carniceiros, aquáticos ou terrestres. Segundo Ryon e colaboradores (2000), a eficiência da busca pode ser reduzida em cerca de **3 a 5 vezes** caso não seja realizada antes da primeira noite após a ocorrência da mortandade de peixes. Sendo assim, estima-se que **no mínimo 1.700 peixes** tenham morrido em outubro de 2015 na lagoa de rejeitos da Anglo American.

Segundo documentos enviados à SEMAD, em 26/10/15 a equipe de investigação da Anglo American percorreu o perímetro da lagoa de rejeitos e o córrego Passa-Sete, até ponto a jusante da

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

comunidade de Água Quente, não tendo observado peixes mortos em outros locais, apenas indivíduos vivos da fauna aquática. Também não foram registradas comunicações provenientes das comunidades próximas acerca do aparecimento de peixes mortos a jusante da barragem.

Em 30/10/17, ainda em atendimento ao Auto de Fiscalização nº 35758/2015, funcionários da empresa realizaram o recolhimento de 4 kg de carcaças de peixes (Figura 7) e as encaminharam ao aterro sanitário da Essencis MG Soluções Ambientais S/A, localizada no município de Betim.



Figura 7. Trabalho de recolhimento das carcaças dos peixes da lagoa de rejeitos da Anglo American. Fotos 1 e 2: funcionário da Anglo American recolhe as carcaças de peixes. Foto 3: visualização da lagoa de rejeitos antes do recolhimento das carcaças. Foto 4: visualização da lagoa de rejeitos após recolhimento das carcaças. Fonte: Anglo American.

Também em atendimento ao Auto de Fiscalização nº 35758/2015 da SEMAD, a Anglo American elaborou um relatório apresentando o acompanhamento fotográfico realizado durante 7 dias após o registro de mortandade de peixes na lagoa de rejeitos da mineradora. O relatório, enviado à SEMAD em 29/01/16, mostra que durante o monitoramento realizado, não foram observadas novas mortes de peixes tanto na lagoa de rejeitos, quanto a jusante da barragem (Figura 8).

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7



Figura 8. Monitoramento ambiental após mortandade de peixes na lagoa de rejeitos da Anglo American. 1º dia (26/10/15): localização das carcaças de peixes próximo à ombreira direita da barragem. 3º dia (28/10): córrego Passa-Sete próximo à comunidade de Água Quente, sem peixes mortos. 4º dia (29/10): córrego Passa-Sete, sob a ponte da rodovia MG-010, sem peixes mortos (26/10). 5º dia: vista geral da lagoa de rejeitos, sem peixes mortos. Fonte: Anglo American.

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

Resultados das análises de água

Em documentos fornecidos à SEMAD em 29/10/15, a Anglo American afirma que foi realizada coleta de amostras de água pela empresa ALS, contratada pela mineradora, em pontos aproximados àqueles sugeridos pelos servidores da SEMAD, como atendimento ao Auto de Fiscalização nº 35758/2015. A Anglo American afirma também que, em experimento, peixes expostos a uma amostra de água coletada em 29/10/15 não morreram, o que seria indicação de ausência de toxicidade aguda das amostras de água coletadas. Também é afirmado em documento que houve dominância de uma espécie de cianobactéria em quatro pontos amostrados, mas sem presença de cianotoxinas na água.

Entretanto, os resultados das análises de parâmetros de qualidade da água para as amostras coletadas em 29/10/15, cujo prazo de conclusão era de 60 dias (até dezembro de 2015), não foram enviados à SEMAD até a data de elaboração deste Laudo Técnico de Mortandade de Peixes (em junho de 2017). Por outro lado, foram fornecidos à SEMAD os resultados de análises de parâmetros de qualidade da água e fitoplâncton para outras amostras coletadas em 17/11/15, mais de 20 dias após o registro da ocorrência de mortandade de peixes na lagoa de rejeitos da Anglo American.

Esta segunda amostragem não obedeceu aos pontos de coleta sugeridos pela SEMAD e sua localização está descrita a seguir (Tabela 3, Figura 9).

Tabela 3. Pontos de amostragem de água realizada em 17/11/15 pela Aplysia Assessoria e Consultoria Ltda. na lagoa de rejeitos e córrego Passa-Sete, em Conceição do Mato Dentro, para análises de parâmetros de qualidade da água após ocorrência de mortandade de peixes.

Ponto	Descrição	Coordenadas Geográficas	
A1	Próximo ao lançamento de rejeitos	-18°51'25,99"	-43°25'9,27"O
A2	Próximo ao lançamento de rejeitos	-18°52'11,67"	-43°24'59,17"
A3	No meio da lagoa	-18°51'51,85"	-43°24'37,83"
A4	Próximo ao vertedouro	-18°51'37,18"	-43°24'22,73"
A5	Drenagem de fundo da barragem	-18°51'38,14"	-43°24'9,81"
A6	Final do vertedouro – drenagem p/ córrego	-18°51'37,06"	-43°23'57,79"
Rejeitoduto 1	Lançamento de rejeitos	-18°52'14,29"	-43°25'12,33"
Rejeitoduto 2	Lançamento de rejeitos	-18°51'27,74"	-43°25'30,60"

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

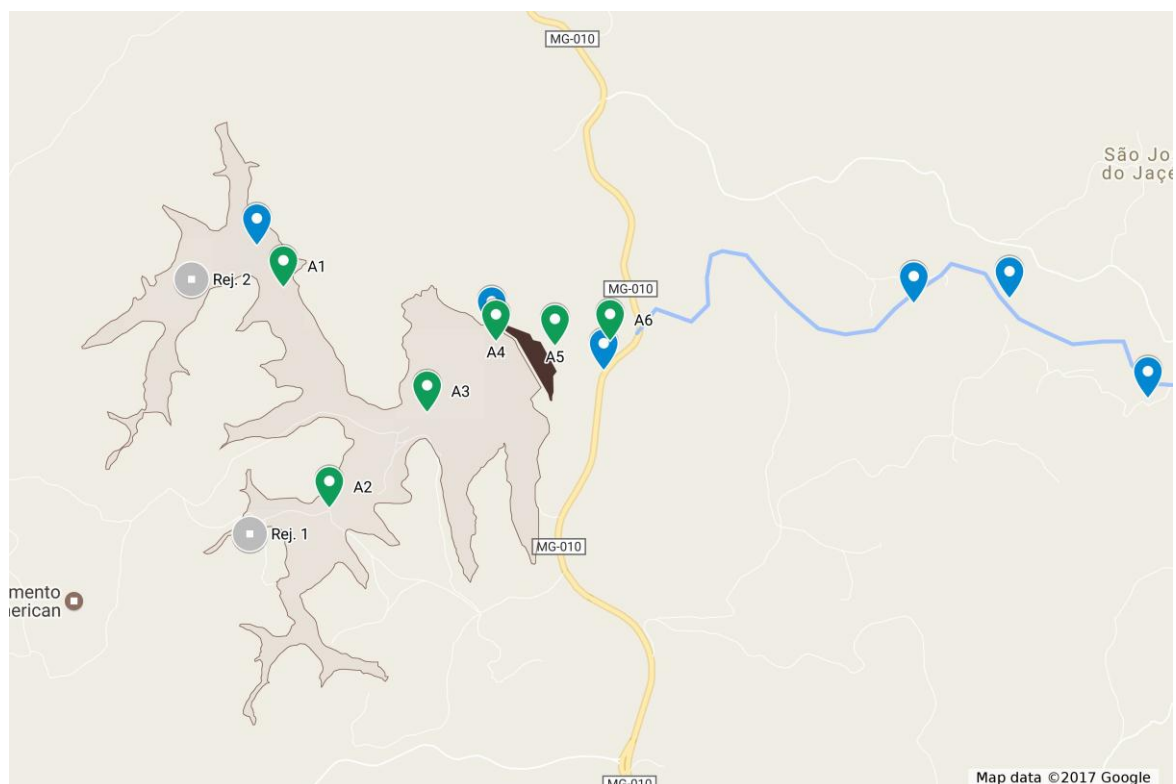


Figura 9. Mapa da localização dos pontos de coleta de água realizada em 17/11/15 pela Aplysia Assessoria e Consultoria Ltda. na lagoa de rejeitos da mineradora e no córrego Passa-Sete, Conceição do Mato Dentro. Verde: localização dos pontos de coleta. Cinza: Rej. 1 e Rej. 2 – pontos de lançamento de rejeitos. Azul: pontos sugeridos pela SEMAD. Marrom: barragem e lagoa de rejeitos construídas pela Anglo American para deposição de rejeitos do Projeto Minas Rio. Fonte: Google (2017), Aplysia Soluções Ambientais, Anglo American, PMMG e SEMAD.

Os parâmetros analisados *in loco* foram medidos nos pontos A1, A2, A3 e A4, todos no interior da lagoa de rejeitos, utilizando um medidor multiparâmetro da marca Horiba (modelo U50) e disco de Secchi e os métodos de coleta seguiram os critérios da APHA (*American Public Health Association*, 2010). O laboratório SGS Geosol foi responsável pelas análises das amostras de água coletadas em 17/11/15. Não foram analisados pontos no córrego Passa-Sete, a jusante da barragem de contenção de rejeitos.

Os resultados dessas análises apresentadas mostraram que, ainda que passados mais de 20 dias do registro da mortandade de peixes no local, os seguintes parâmetros estavam fora dos limites normativos (Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 001/2008) nas águas da superfície da lagoa de rejeitos da Anglo American: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total e manganês total (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de parte dos parâmetros de qualidade da água observados *in situ* ou em laboratório nas amostras coletadas em 17/11/17 na lagoa de rejeitos da Anglo American (pontos A1, A2, A3 e A4), em Conceição do Mato Dentro.

Parâmetro	Valor médio	Limite normativo - classe 2 (DN COPAM/CERH-MG nº 001/2008)
pH	7,49	Entre 6 e 9
Temperatura da água	28,2°C	Não existe
Transparência	0,49 m	Não existe
Condutividade elétrica	0,393 mS/cm	Não existe
Sólidos dissolvidos totais	302 mg/L	500 mg/L

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

Parâmetro	Valor médio	Limite normativo - classe 2 (DN COPAM/CERH-MG nº 001/2008)
Sólidos suspensos totais	13,1 mg/L	100 mg/L
OD (oxigênio dissolvido)*	3,51 mg/L	5 mg/L de O ₂ (mínimo)
DBO (demanda bioquímica de O ₂)*	32,85 mg/ml de O ₂	5 mg O ₂ /ml
DQO (demanda química de O ₂)	97,5 mg/L de O ₂	Não existe
Fósforo total*	0,04 mg P/L	0,03 mg P/L
Nitrato	0,05 mg/L	10 mg/L
Nitrito	<0,02 mg/L	1 mg/L
Nitrogênio amoniacal	0,46 mg/L	3,7 mg/L (pH<7,5)
Amônia	0,56 mg/L	Não existe
Carbono orgânico total	28,8 mg/L	Não existe
Ferro dissolvido	0,16 mg/L	0,3 mg/L
Ferro total	0,37 mg/L	Não existe
Manganês total*	3,35 mg/L	0,01 mg Mn/L
Cálcio total	1,05 mg/L	Não existe
Magnésio total	0,49 mg/L	Não existe

Juntamente com o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, sendo que o seu excesso conduz a processos de eutrofização em águas naturais, nos quais ocorre o crescimento acelerado de algas e plantas aquáticas, proporcional à taxa de fornecimento de nutrientes ao ecossistema (Smith *et al.*, 1999, Piveli e Kato, 2006).

A tabela a seguir (Tabela 5) relaciona o estado trófico de lagos e reservatórios com as concentrações de nitrogênio, fósforo e clorofila:

Tabela 5. Possíveis estados tróficos de lagos e reservatórios com correspondentes valores de nitrogênio, fósforo e clorofila presentes na água. Fonte: Smith *et al.*, 1999.

Estado trófico	Nitrogênio total (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	Clorofila (µg/L)
Oligotrófico	< 0,350	< 0,010	< 2,5
Mesotrófico	0,350-0,650	0,010-0,030	2,5-8,0
Eutrófico	0,650-1,200	0,030-0,100	8,0-25,0
Hipertrófico	> 1,200	> 0,100	> 25

De acordo com a Tabela 5, as análises apresentadas pela Anglo American mostraram que, de acordo com a concentração média de fósforo e nitrogênio (ver Tabela 4), as águas da lagoa de rejeitos encontravam-se em condição de mesotrofia ou eutrofia. Não foram realizadas análises da concentração de clorofila nas amostras de água coletadas, o que poderia auxiliar na confirmação desse resultado.

As formas de nitrogênio existentes em corpos d'água podem ser reduzidas (nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal) ou oxidadas (nitrito e nitrato) e a relação entre elas podem revelar a idade da poluição: a predominância de formas reduzidas indica que o foco da poluição se encontra próximo, enquanto a predominância de formas oxidadas indica fontes distantes de poluição (Piveli e Kato, 2006). Os resultados das análises apresentados pela Anglo American mostraram maior concentração das formas reduzidas de nitrogênio (nitrogênio amoniacal, média de 0,46 mg/L) no interior da lagoa de rejeitos, em relação às formas oxidadas (nitrito, média de <0,02 mg/L e nitrato, média de 0,05 mg/L), o que indica que a fonte poluidora se encontrava próxima. O maior valor de nitrogênio amoniacal foi encontrado no ponto A1, localizado próximo a um rejeitoduto, onde são lançados os rejeitos da mineração.

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

As possíveis fontes de nutrientes de águas naturais, principalmente de fósforo e nitrogênio, capazes de causar eutrofização, podem ser pontuais ou difusas e estão listadas a seguir (Smith *et al.*, 1999, Piveli e Kato, 2006):

Deposição atmosférica sobre a superfície da água;

Drenagens de áreas agrícolas;

Drenagens de pastos e locais de criação de animais;

Efluentes de redes fluviais de cidades e drenagens de áreas urbanas;

Descargas de esgotos sanitários (municipais ou industriais);

Lixiviação de locais de deposição de lixo;

Drenagens de construções;

Drenagens de minas ativas ou abandonadas;

Atividades de exploração madeireira e conversão de zonas húmidas em áreas construídas.

Fontes difusas de nutrientes frequentemente são de maior preocupação do que fontes pontuais, por que geralmente são maiores e mais difíceis de controlar, mas a importância de fontes pontuais aumenta durante épocas de estiagem, em condições de baixo volume dos corpos d'água, quando o esgoto tratado e não tratado pode representar 50% ou mais do fluxo de um rio. As fontes difusas mais importantes para a eutrofização são as áreas agrícolas, onde ocorre a aplicação de fertilizantes. Porém, construções de barragens, geralmente associadas a numerosos problemas ambientais, também possuem o potencial para alterar a qualidade da água, inclusive com o aumento da carga de fósforo (Anderson *et. al*, 2002; Heisler *et al.*, 2008).

Analisando conjuntamente a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) é possível verificar a biodegradabilidade de possíveis fontes poluentes de corpos d'água e, conseqüentemente, podem indicar a natureza dessas fontes. A DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água por decomposição microbiana aeróbia, enquanto a DQO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por meio de um agente químico. Dessa forma, aumentos na DBO num corpo d'água são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica, enquanto aumentos na DQO devem-se principalmente a despejos de origem industrial (CETESB, 2008).

O poder de oxidação química geralmente é maior do que o que resulta da ação de microrganismos, por isso, os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos de DBO. Porém, fontes poluidoras de diferentes naturezas terão diferentes relações DQO/DBO, sendo que altas relações podem indicar maior presença de efluentes de origem não biodegradável. Em outras palavras, quanto mais biodegradável for a(s) fonte(s) de poluentes de um corpo d'água, mais a DBO se aproximará da DQO (CETESB, 2008). As análises das amostras coletadas em 17/11/15 mostraram altos valores médios de DQO e de DBO (respectivamente 97,5 mg O₂/mL e 32,85 mg O₂/mL, ver Tabela 4) no interior da lagoa de rejeitos da Anglo American, apresentando uma relação DQO/DBO aproximada de 3:1, indicando que a origem da(s) fonte(s) de nutrientes do local parece ser pouco biodegradável.

Além de fósforo e nitrogênio, as fontes de poluição geralmente carregam outros poluentes. A drenagem de áreas cultivadas, por exemplo, carrega também pesticidas e sedimentos em suspensão. Já lançamentos de esgotos carregam metais pesados e outras substâncias tóxicas, sólidos em suspensão, hormônios e um vasto número de microrganismos patogênicos. Assim, outros poluentes

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

encontrados em análises de amostras de águas naturais podem ser indicativos da origem da poluição. Os nutrientes em excesso atuam em conjunto com os poluentes aos quais estão associados, podendo causar estresse fisiológico e doenças na ictiofauna (Anderson *et al.*, 2002).

Empreendimentos de mineração de ferro promovem movimentações de solo e alterações no relevo que podem levar ao aumento na disponibilização de minerais nos corpos d'água, tais como ferro e manganês (ver Laudo Técnico de Mortandade de Peixes nº 001/2017). Existe a percepção geral de que ferro e manganês não são metais muito tóxicos e que geralmente não atingem concentrações muito altas no meio ambiente, ao contrário, por exemplo, do alumínio, cobre e cádmio. Realmente, as concentrações de ferro e manganês em cursos d'água geralmente se encontram abaixo dos níveis tóxicos, porque se oxidam e precipitam rapidamente (Gonzalez *et al.*, 1990; Peters *et al.*, 2011).

As concentrações de manganês em cursos d'água geralmente encontram-se abaixo de 0,2 mg/L e raramente atingem 1,0 mg/L. Porém, essas concentrações podem atingir altos valores em locais atingidos pela água da drenagem de minas, dentre outras fontes poluentes, com sérios impactos ecológicos (Gonzalez *et al.*, 1990; CETESB, 2008; Peters *et al.*, 2011). Como previsto, foi encontrado um alto valor médio de manganês total no interior da lagoa de rejeitos da Anglo American em 17/11/15 (3,35 mg/L, ver Tabela 4).

Para avaliar a toxicidade de agentes químicos sobre a vida aquática, costuma-se realizar ensaios ecotoxicológicos utilizando organismos-teste em laboratório, onde se observa o seu comportamento ao serem expostos a amostras ambientais. A partir desses ensaios, pode-se avaliar a toxicidade aguda, quando ocorre letalidade de número significativo de organismos em um curto período de exposição, ou toxicidade crônica, quando ocorre inibição na reprodução e crescimento dos organismos em um prolongado período de exposição. Os efeitos agudos são mais drásticos, geralmente causados por elevadas concentrações de agentes químicos na amostra, enquanto os efeitos crônicos são mais sutis, geralmente causados por baixas concentrações de agentes químicos na amostra. (CETESB, 2008)

Os ensaios de ecotoxicidade apresentados pela Anglo American tiveram resultados divergentes nas amostras coletadas em 29/10/15 e em 17/11/17 (diferença de quase 20 dias entre as amostragens). Nas amostras coletadas em 17/11/17, os ensaios realizados com os microcrustáceos da espécie *Daphnia similis* por 48 horas indicaram ecotoxicidade aguda em todos os pontos localizados no interior da lagoa de rejeitos (pontos A1, A2, A3 e A4, ver Figura 9), com um valor médio de CE₅₀ de 68,3%, e na saída de água da barragem de rejeitos (ponto A5), com valor de CE₅₀ de 75,9%. O pior valor de toxicidade aguda foi observado próximo a um rejeitoduto (ponto A1, CE₅₀: 27,28%), indicando influência do aporte de rejeitos na toxicidade da amostra. Já o ponto A6, localizado no córrego Passa-Sete a cerca de 200 m a jusante da barragem, não apresentou toxicidade aguda para o organismo utilizado.

Porém, o relatório da Anglo American afirma que as amostras coletadas no ponto A4 (no interior da lagoa de rejeitos, ver Figura 9) em 29/10/17, data mais próxima à ocorrência de mortandade de peixes, não apresentaram toxicidades aguda e crônica nos ensaios realizados com peixes da espécie *Danio rerio* por 96 horas e microcrustáceos da espécie *Ceriodaphnia dubia* por 7 dias. Diante desse resultado, o relatório de investigação da mortandade de peixes da Anglo American concluiu que a ocorrência não teve relação com a presença de compostos tóxicos. Entretanto, os resultados dos ensaios das amostras coletadas em 29/10/17 foram apresentados apenas de forma qualitativa (tóxico ou não tóxico), carecendo de informações quantitativas e de laudos técnicos laboratoriais que pudessem confirmá-los.

Assim como outros metais, a toxicidade do manganês está relacionada a danos causados na superfície das brânquias, que perdem a capacidade de regular os íons necessários para a respiração dos peixes. Além disso, a partir das brânquias, o manganês entra na corrente sanguínea e se acumula no fígado, causando também desequilíbrio de íons em nível sistêmico. Ainda que a concentração do manganês no corpo d'água não seja suficiente para causar a morte dos peixes, concentrações

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves MASP: 1.364.944-7
--

subletais podem ter influência considerável na sua saúde e fitness, deixando-os vulneráveis a outros fatores do ambiente, como variações na concentração de oxigênio dissolvido (McDonald et al., 1989; Gonzalez et al., 1990).

Dentre os principais problemas de lagos e reservatórios eutrofizados estão o aumento da biomassa de plantas e a floração de algas, especialmente cianobactérias, que em determinadas condições ambientais podem produzir toxinas que são fatais aos peixes (Smith et al., 1999; Sellner et al., 2003; Figueirêdo et al., 2007; Havens, 2008; Heisler et al., 2008).

Nas análises das amostras coletadas em 17/11/15 foram registrados 19 táxons da comunidade fitoplanctônica na lagoa de rejeitos da Anglo American, pertencentes a três diferentes classes (Cyanophyceae, Chlorophyceae e Euglenophyceae). A diversidade específica, equitabilidade e riqueza encontradas, porém, foram baixas ou muito baixas, o que é explicado pela dominância de certas espécies de cianobactérias (Cyanophyceae), especialmente *Synechocystis aquatilis* (abundância relativa de 87,4% e densidade acima de 10.000 ind/mL), indicando ocorrência de floração dessa alga.

O gênero de cianobactéria *Synechocystis* foi descrito como produtor de toxina por Lincoln e Carmichael (1981) e a espécie *S. aquatilis* já foi registrada produzindo microcistinas no Brasil durante florações em lagoas (Nascimento e Azevedo, 1999; Magalhães et al., 2003). Porém, testes realizados com as amostras coletadas em 17/11/15 não detectaram presença de três diferentes cianotoxinas (microcistinas, cilindrospermopsinas e saxitoxinas), sugerindo que a floração ocorrida na lagoa de rejeitos da Anglo American não apresentava toxicidade.

Realmente, diferentes populações da mesma espécie de alga podem ser tóxicas ou não e exibir diferentes estratégias de vida e taxas de crescimento (Zingone e Enevoldsen, 2000). Entretanto, há de se considerar que: 1) as algas em floração na lagoa de rejeitos podem ter produzido alguma outra toxina que não foi analisada pela Anglo American; 2) os testes realizados foram feitos em amostras coletadas mais de 20 dias após o registro da mortandade de peixes, tempo suficiente para que as condições do ambiente aquático se alterem; 3) condições ambientais diversas influenciam tanto a taxa de crescimento quanto a capacidade de produção de toxinas pelas algas, e por isso as condições ambientais da lagoa de rejeitos podem não ter favorecido a produção de toxinas pelas algas em floração (Nascimento e Azevedo, 1999; Havens, 2008).

Mas ainda que as algas envolvidas realmente não tenham produzido toxinas responsáveis pela ocorrência de mortandade de peixes na lagoa de rejeitos da Anglo American, sabe-se que florações de algas podem causar prejuízos ecológicos também pela depleção de oxigênio dissolvido decorrente do excesso de respiração ou decomposição durante o declínio e morte das algas, principalmente em ambientes lacustres. Por exemplo, em 1994, a floração de uma espécie de alga não tóxica causou a morte de 60 toneladas de lagostas e 1500 toneladas de peixes na Baía de Santa Helena, na África do Sul (Zingone e Enevoldsen, 2000; Anderson et al., 2002; Sellner et al., 2003; Havens, 2008).

Segundo Lugg (2000), a variação normal de oxigênio dissolvido em águas bem oxigenadas é de 8 a 10 mg O₂/L, sendo que este intervalo pode variar de acordo o ambiente. Quando o fornecimento é interrompido ou a taxa de consumo ultrapassa o reabastecimento, como acontece durante a proliferação de algas e cianobactérias, as concentrações de oxigênio podem reduzir abaixo do limite capaz de sustentar a maior parte da vida animal, uma condição chamada hipóxia. Este limite pode variar, mas geralmente corresponde a 2 ou 3 mg O₂/L. A condição na qual o oxigênio dissolvido está completamente ou virtualmente ausente é chamada anóxia (LUGG, 2000; DIAZ, 2001).

As águas da lagoa de rejeitos da Anglo American encontravam-se em condição de anóxia (1,18 mg/L de O₂) no momento da vistoria realizada pela SEMAD e Polícia Militar de Meio Ambiente, três dias após o registro da mortandade de peixes no local (29/10/15). Segundo as análises fornecidas pela Anglo American, porém, as condições na lagoa de rejeitos mais de 20 dias após o registro da ocorrência (17/11/15), eram de hipóxia (3,51 mg/L de O₂, ver Tabela 4). Alguns peixes podem estar adaptados a tolerar baixas concentrações de oxigênio dissolvido por meio de uma variedade de

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

mecanismos. Porém, eventos de hipóxia severos e prolongados, ou associados a outros tipos de estresse ambiental, podem levar a mortalidades da fauna aquática, como foi o caso na lagoa de rejeitos da Anglo American (SMALL et al., 2014).

Resultados das análises de peixes

Segundo documento enviado à SEMAD, a equipe multidisciplinar de investigação da Anglo American realizou a coleta de peixes mortos para análises laboratoriais e uma equipe especializada realizou a coleta de peixes vivos para análises comparativas. No Relatório Técnico nº 194/2016, elaborado pela empresa Aplysia Soluções Ambientais e enviado pela Anglo American à SEMAD, são apresentados os resultados de análises morfológicas de nove exemplares de peixes, para avaliar a possível causa de sua morte.

Em análise dos documentos de posse da SEMAD, pôde-se observar um claro equívoco nas informações repassadas, no que se refere às coletas e identificação dos peixes. Em documento enviado em 27/10/15, a Anglo American afirma que os peixes afetados foram identificados como *Astyanax sp.* e *Hoplias sp.* e que as coletas de exemplares foram realizadas em 26/10/15 (peixes mortos). Já no Relatório Técnico nº 194/2016, enviado em 29/01/16, a Aplysia Soluções Ambientais apresenta os resultados de análises morfológicas de peixes mortos do gênero *Hiphessobrycon sp.*, coletados em 17/11/17.

Pode-se compreender o equívoco na identificação das espécies de peixes, uma vez que tanto *Astyanax sp.* quanto *Hiphessobrycon sp.* são gêneros da família Characidae e podem ser de difícil taxonomia para técnicos não especializados. Entretanto, o equívoco na informação das datas de coleta, bem como o não fornecimento dos resultados de análises dos peixes coletados vivos carecem de explicação pela Anglo American.

As análises morfológicas dos exemplares de *Hiphessobrycon sp.* coletados em 17/11/17 mostraram manchas hemorrágicas nas laterais, próximas aos opérculos, bem como acúmulo de partículas finas nas estruturas branquiais dos peixes (rastros e lamelas) (Figura 10). Não foi apresentado o registro fotográfico da avaliação morfológica dos órgãos internos, mas ainda que não tenham sido visualizadas lesões características de estresse por falta de oxigênio nos mesmos, os resultados apontam para a morte dos peixes por asfixia, causada provavelmente pela baixa concentração de oxigênio dissolvido na água e pela oclusão das brânquias por material suspenso proveniente de águas com alta concentração de sólidos.

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

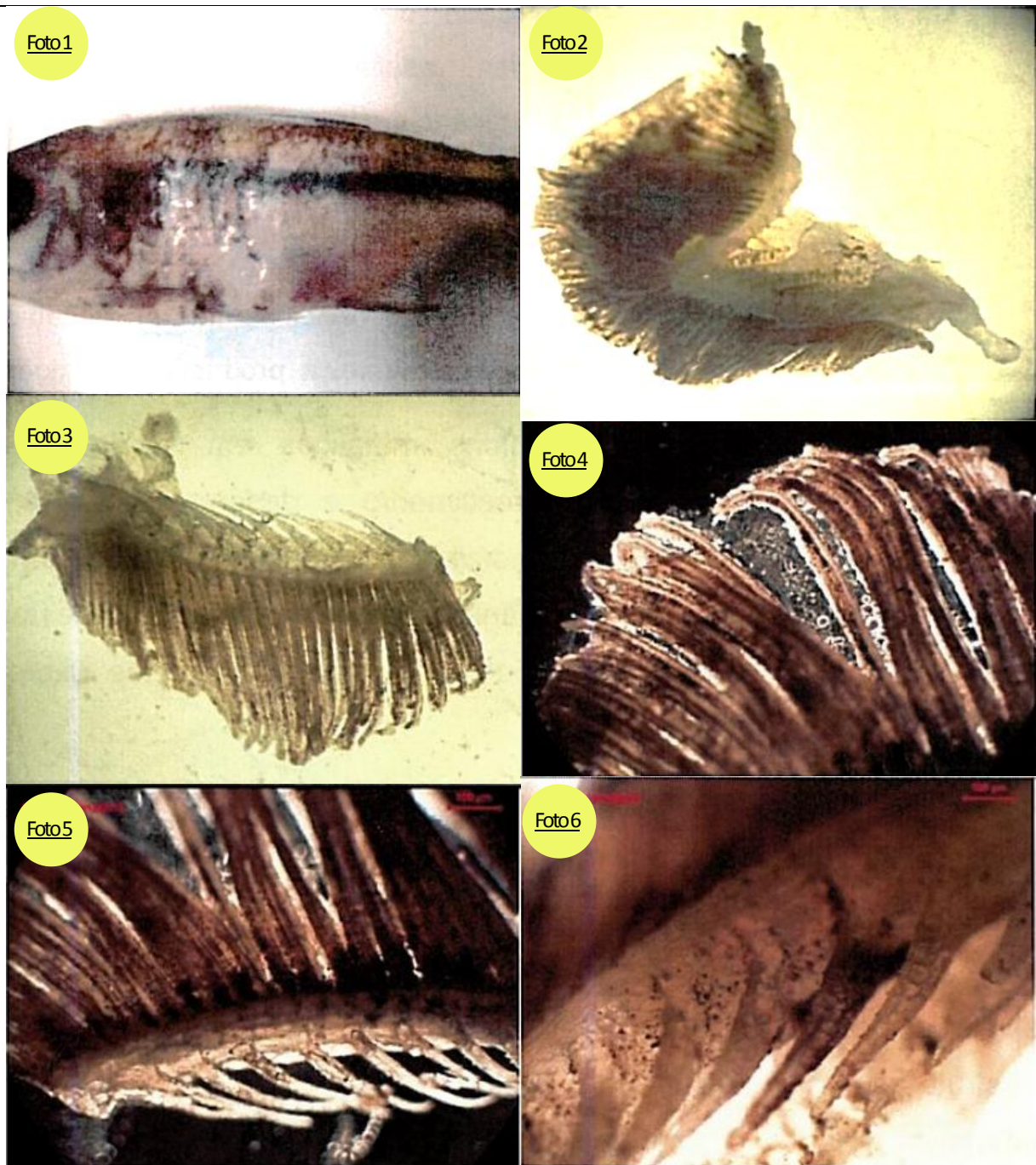


Figura 10. Registro fotográfico da avaliação morfológica de exemplares de *Hiphessobrycon* sp., capturados mortos em 17/11/17. Foto 1: exemplar com manchas na epiderme, próxima ao opérculo. Foto 2: visão geral da brânquia. Foto 3: visualização da estrutura branquial, com acúmulo de partículas. Fotos 4, 5 e 6: detalhes dos rastros e lamelas branquiais, com coloração anormal e acúmulo de partículas. Fonte: Aplysia Soluções Ambientais, Anglo American.

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
 MASP: 1.364.944-7

4.5. Cálculo da extensão do dano ambiental

O valor-base (VB) foi obtido a partir do Decreto nº 44.844/2008, de acordo com a reincidência do infrator. Não foi verificada reincidência, levando à fixação do valor base em R\$ 7.512,69, reajustado com base na variação da Unidade Fiscal do Estado de Minas Gerais (UFEMG) de 2015.

Os fatores ecológicos (FE) foram listados e descritos conforme tabela a seguir (Tabela 6), que apresenta pesos relativos variando de 0 a 0,5 de acordo com a severidade do dano.

Tabela 6. Lista dos fatores ecológicos (FE), com respectivos pesos relativos, que foram considerados no cálculo da extensão do dano ambiental da mortandade de peixes ocorrida no córrego Passa-Sete em 26/10/2015.

Fatores ecológicos (FE)	Peso
Magnitude da mortandade de peixes	
Mais de 1000 peixes	0,2
Características dos peixes mortos	
Espécies nativas	0,1
2 a 5 espécies	0,02
Jovens	0,05
Fora da época de reprodução	0,01
Onívoros e carnívoros	0,05
Ambientes afetados	
Nascente ou manancial	0,2
Elasticidade dos ambientes	
Altamente degradado	0,1
Qualidade da água	
Parâmetros fora dos limites estabelecidos:	
- OD	0,1
- DBO	0,1
- fósforo total	0,05
- manganês total	0,02
Toxicidade da água	
Efeitos agudos comprovados	0,1
Efeitos crônicos suspeitos	0,05
Toxicidade do sedimento	
Efeitos agudos suspeitos	0,05
Efeitos crônicos suspeitos	0,05
Previsibilidade da ocorrência	
Indefinido	0,02
Previsão de reequilíbrio	
Imprevisível	0,01
Uso da água a jusante	
Dessedentação de animais	0,1
Causa da ocorrência	
Mineração	0,1
Porte do empreendimento causador	
Grande potencial poluidor/degradador	0,1
Impacto sócio-econômico	
Indefinido	0,01
TOTAL	1,60

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

Os custos econômicos (CE), por sua vez, foram contabilizados conforme listado na tabela a seguir (Tabela 7).

Tabela 7. Lista dos custos econômicos (CE) que foram considerados no cálculo da extensão do dano ambiental da mortandade de peixes ocorrida no córrego Passa-Sete em 26/10/2015.

Custos econômicos (CE)	Valor unitário	Quantitativo	Valor total
Diária de servidor	R\$ 150,00	2	R\$ 300,00
TOTAL			R\$ 300,00

Os valores obtidos de VB, FE e CE foram aplicados na equação para obtenção do VDA, conforme Tabela 8.

Tabela 8. Etapas do cálculo do valor do dano ambiental da mortandade de peixes ocorrida no córrego Passa-Sete em 28/08/2014.

CÁLCULO:	
Valor Base da multa (VB)	R\$ 7.512,69
Fatores ecológicos (FE)	1,60
Custos econômicos (CE)	R\$ 300,00
Valor do dano ambiental (VDA)	R\$ 299.385,65

Sobre o VDA obtido, foram analisadas situações atenuantes e agravantes relacionadas à ocorrência, como previsto no artigo 68 do Decreto nº 44.844/2008. A seguinte situação atenuante foi aplicada neste caso: comunicação imediata do dano ou perigo (-15%; R\$ 44.907,85) (alínea b). Dessa forma, o valor total da multa foi fixado em **R\$ 254.477,80**.

5. CONCLUSÃO

As informações passadas pela Anglo American Minério de Ferro S.A. à SEMAD apresentaram alguns equívocos e contradições, principalmente em relação a datas e locais de coleta de amostras. A empresa não apresentou os resultados de coletas realizadas no dia 29/10/17 (três dias após o registro da mortandade de peixes), tendo fornecido apenas os resultados de coletas realizadas em 17/11/17 (22 dias após o registro da mortandade de peixes), abrangendo uma área muito menor à solicitada pelos fiscais. Este fato dificultou a avaliação da causa da mortandade de peixes pelo órgão ambiental. Porém, algumas conclusões puderam ser tomadas a partir dos dados fornecidos.

O monitoramento das condições ambientais pela Anglo American indica que as nascentes do córrego Passa-Sete apresentavam, anteriormente à implantação do empreendimento Minas-Rio, condições ideais para a sobrevivência da fauna aquática. Porém, a implantação do empreendimento, com suas atividades de movimentação do solo, de alteração no relevo e de formação da lagoa utilizada para deposição de rejeitos de mineração, causou intensas alterações nas características das águas, prejudicando a manutenção da vida aquática.

Essas alterações estão relacionadas, dentre outras coisas, à transformação do ambiente lótico em lêntico e ao alagamento dos cursos de água de pequeno porte que serviam de habitat para peixes jovens e de pequeno porte. Os dados fornecidos à SEMAD indicam que as alterações da qualidade da água a montante da barragem de rejeitos culminaram, em outubro de 2015, na morte de peixes anteriormente adaptados ao ambiente local (lambaris e traíras).

Pelas análises dos dados de qualidade das águas, fitoplâncton, ecotoxicidade e sinais clínicos dos peixes afetados, infere-se que a mortandade de peixes foi decorrente de uma eutrofização do corpo d'água, que levou à floração não tóxica de cianobactérias (*Synechocystis aquatilis*) e posteriormente à depleção de oxigênio dissolvido decorrente do excesso de respiração e/ou decomposição durante o

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

declínio e morte das algas. Dessa forma, os peixes morreram sufocados devido à baixa concentração de oxigênio dissolvido na água. Processos de eutrofização são causados pela introdução de nutrientes (fósforo e nitrogênio) que, apesar de comumente se originarem de fontes biodegradáveis como esgotos e fertilizantes, também podem ser de fontes pouco biodegradáveis e provenientes de construções de barragens e drenagens de minas, como foi o caso.

Apesar dos equívocos e contradições nas informações repassadas, os dados analisados indicam também que as águas da lagoa de rejeitos da Anglo American apresentavam toxicidade aguda, talvez devido à elevada concentração de manganês. Disponibilizado no corpo d'água devido às movimentações de solo e alterações no relevo promovidas pelas atividades de mineração, o manganês prejudicou a respiração, a saúde e o fitness dos peixes, deixando-os vulneráveis a outros fatores do ambiente. Assim, ainda que os peixes estivessem adaptados a baixas concentrações de oxigênio dissolvido, a depleção de oxigênio associada ao estresse ambiental causado pela alta concentração de manganês na água levaram à mortandade dos peixes.

Salienta-se que a obtenção de Licenças Ambientais e/ou outorgas de uso da água junto ao órgão ambiental não desobriga o empreendedor e/ou empreendimento a observar as normas de controle da qualidade ambiental (p. ex. DN COPAM/CERH-MG nº001/2008) nem autoriza o cometimento de danos ambientais, permanecendo sujeito à responsabilização por crimes e/ou infrações previstos na legislação ambiental (p. ex. Decreto nº 44.844/2008, Lei nº 14.181/2002, Lei nº 9.605/1998).

Sendo assim, a Anglo American Minério de Ferro S.A. incorreu na infração prevista no código 447 (Provocar a morte de peixes pela alteração da qualidade da água ou redução do índice de oxigenação) do Decreto nº 44.844/2008. Conforme previsto no citado decreto, a extensão do dano ambiental foi calculada em R\$299.385,65, e a multa simples foi fixada em R\$254.477,80.

6. DOCUMENTOS RELACIONADOS

Boletim de Ocorrência M2782-2015-0100175

Auto de Fiscalização nº 35.758/2015

Relatórios Técnicos:

Relatório fotográfico de acompanhamento da barragem de rejeitos (Anglo American, ref. AA.MF.023/2016)

Investigação da mortandade de peixes no reservatório da barragem de rejeitos (Aplysia Soluções Ambientais, ref. Relatório Técnico nº 194/2016)

Programa de monitoramento de ictiofauna – 14ª campanha (Bicho do Mato, ref. RT 15-118)

Auto de Infração: A.I. nº 95.720/2017, de 05/07/2017

Outros: Laudo Técnico de Mortandade de Peixes nº 001/2017 (cód. DO3-PAS-28082014)

7. BIBLIOGRAFIA

Agência Nacional das Águas – ANA. 2015. HidroWeb – Sistema de Informações Hidrológicas. <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acessado em 29/01/2015.

Anderson, D.M.; Glibert, P.M.; Burkholder, J.M. 2002. Harmful Algal Blooms and Eutrophication: Nutrient Sources, Composition, and Consequences. *Estuaries and Coasts*, v. 25, n. 4, p. 704-726.

Anglo American. 2008. Projeto Minas-Rio obtém Licença Prévia (Minério de Ferro). 11/12/2008. <http://brasil.angloamerican.com/imprensa/press-releases/year2008/11-12-2008a?sc_lang=pt-PT>. Acessado em 25/01/2017.

Anglo American Minério de Ferro S.A. 2016. Relatório fotográfico de acompanhamento da barragem de rejeitos. [Relatório Técnico].

Aplysia Soluções Ambientais; Anglo American Minério de Ferro S.A. 2016. Investigação da mortandade de peixes no reservatório da barragem de rejeitos. [Relatório Técnico].

Bicho do Mato; Anglo American Minério de Ferro S.A. 2016. Programa de monitoramento de ictiofauna – 14ª campanha. [Relatório Técnico].

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral. 2017. Exploração de minério de ferro em Conceição do Mato Dentro (MG) afeta meio social e ambiente. <<http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbetes.aspx?verid=40>>. Acessado em 25/01/2017.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2008. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas de amostragem. São Paulo. 43 p.

DEAMB/SEMAD. 2014. Manual de orientação para procedimentos durante o atendimento à emergência ambiental envolvendo mortandade de peixes. Belo Horizonte. 52 p.

Decreto estadual 44.844/2008 – Estabelece normas para licenciamento ambiental e autorização ambiental de funcionamento, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades.

Gonzalez, R.J.; Grippo, R.S.; Dunson, W.A. 1990. The disruption of sodium balance in brook charr, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), by manganese and iron. *Journal of fish biology*, v. 37, n. 5, p. 765-774.

Heisler, J. *et al.* 2008. Eutrophication and harmful algal blooms: a scientific consensus. *Harmful algae*, v. 8, n. 1, p. 3-13.

McDonald, D. G., Reader, J. P., Dalziel, T. R. K. 1989. The combined effects of pH and trace metals on fish ionoregulation. In *Acid Toxicity and Aquatic Animals* (Morris, R., Taylor, E. W., Brown, D. J. A. & Brown, J. A., eds.), pp. 221-242. Cambridge: Cambridge University Press.

Minas Gerais. 2011. Decreto Estadual nº 45.824/2011 - Dispõe sobre a organização da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

Deliberação Normativa COPAM 74/2004 – Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ambiental de funcionamento ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ambiental e de licenciamento ambiental, e dá outras providências.

Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG 01/2008 – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Eysink, G.G.J., Cecarelli, P.S. 2006. Curso: Investigação de Mortandade de Peixes (causas e medidas de prevenção e recuperação dos ecossistemas degradados). [Apostila]

Figueirêdo, M.C.B.; Teixeira, A.S.; Araújo, L.D.F.P.; Rosa, M.F.; Paulino, W.D.; Mota, S.; D., Araújo, J.C. 2007. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. *Ágora: Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.12, n. 4, p. 399-409.

Havens, K.E. 2008. Cyanobacteria blooms: effects on aquatic ecosystems. *Cyanobacterial harmful algal blooms: state of the science and research needs*, p. 733-747.

Heisler, J. *et al.* 2008. Eutrophication and harmful algal blooms: a scientific consensus. *Harmful algae*, v. 8, n. 1, p. 3-13.

Herman, R. L. e Meyer, F. P. 1990. Morte de peixes devido a causas naturais. In: Meyer, F. P. e Barclay, L. A. 1990. Manual de campo para a investigação de morte de peixes.

Hunn, J. B. e Schnick, R. 1990. Substâncias tóxicas. In: Meyer, F. P. e Barclay, L. A. 1990. Manual de campo para a investigação de morte de peixes.

IBAMA. Relatório de EIA do Mineroduto Minas-Rio Anglo American. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/licenciamento/index.php>>. Acessado em 25/01/2017.

IBGE. 2014. Informações sobre os municípios brasileiros. <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acessado em 25/10/2016.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. 2010. Anglo American iniciará projeto de minério no Brasil em março. 10/12/2010. <http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD_CHAVE=128530>. Acessado em 25/01/2017.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. 2011. Anglo American obtém licença ambiental para Minas-Rio. 21/02/2011. <http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD_CHAVE=136069>. Acessado em 25/01/2017.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. 2012. Anglo pretende triplicar a produção. 19/01/2012. <http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD_CHAVE=156465>

Lei Estadual nº 14.181/2002 - Dispõe sobre a política de proteção à fauna e à flora aquáticas e de desenvolvimento da pesca e da aquicultura no Estado e dá outras providências.

Magalhaes, V.D.; Marinho, M.M.; Domingos, P.; Oliveira, A.C.; Costa, S.M.; Azevedo, L.O.D.; Azevedo, S.M. 2003. Microcystins (cyanobacteria hepatotoxins) bioaccumulation in fish and crustaceans from Sepetiba Bay (Brasil, RJ). *Toxicol*, 42(3), 289-295.

Nascimento, S.M.; Azevedo, S.M.O. 1999. Changes in cellular components in a cyanobacterium (*Synechocystis aquatilis* f. *salina*) subjected to different N/P ratios—an ecophysiological study. *Environmental toxicology*, 14(1), 37-44.

Nogueira, M. 2014. Anglo American obtém licença de operação para mineroduto do Minas-Rio. Estadão: 24/09/14. <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,anglo-american-obtem-licenca-de-operacao-para-mineroduto-do-minas-rio,1565413>>. Acessado em 25/01/2017.

Peters, A.; Lofts, S.; Merrington, G.; Brown, B.; Stubblefield, W.; Harlow, K. 2011. Development of biotic ligand models for chronic manganese toxicity to fish, invertebrates, and algae. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 30, n. 11, p. 2407-2415.

Piveli, R.P.; Kato, M.T. 2006. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. In: *Qualidade das águas e poluição:*

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7

aspectos físico-químicos. ABES.

Sellner, K.G.; Doucette, G.J.; Kirkpatrick, G.J. 2003. Harmful algal blooms: causes, impacts and detection. *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, v. 30, n. 7, p. 383-406.

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI. 2014. Laudo Técnico CETEC nº 01/2014 - Investigação sobre causamortis de peixes. [Laudo Técnico].

Smith, V.H.; Tilman, G.D.; Nekola, J.C. 1999. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environmental pollution*, v. 100, n. 1, p. 179-196.

Thomson Reuters. 2014. Anglo American obtém última licença para operação do Minas-Rio. Reuters Brasil: 30/09/2014. <<http://br.reuters.com/article/businessNews/idBRKCN0HP2BW20140930?sp=true>>. Acessado em 25/01/2017.

Thomson Reuters. 2014. Anglo American obtém licença de operação para mineroduto do Minas-Rio. Reuters Brasil: 24/09/2014.

<<http://br.reuters.com/article/domesticNews/idBRKCN0HJ1UI20140924?pageNumber=2&virtualBrandChannel=0>>. Acessado em 25/01/2017.

Zingone, A.; Enevoldsen, H.O. 2000. The diversity of harmful algal blooms: a challenge for science and management. *Ocean & Coastal Management*, 43(8), 725-748.

Cidade Administrativa Presidente Tancredo Neves, Edifício Minas, 2º Andar.
Rod. Papa João Paulo II, 4143, Serra Verde, Belo Horizonte/MG CEP: 31630-900
Fone: (31) 3915-1190 – Home page www.meioambiente.mg.gov.br

Elaboração:

Bárbara Regina Neves Chaves
MASP: 1.364.944-7