

A Gestão de Crise no Incidente do Mineroduto Minas Rio: Um Estudo de Caso na Mineração

Alan Queiroz Burdin

Anglo American Brasil S.A

RESUMO

A Anglo American Minério de Ferro Brasil S.A é a proprietária e responsável pela operação do Sistema Minas Rio de produção de minério de ferro. Este empreendimento está localizado entre Minas Gerais e o Rio de Janeiro, tem como ativos uma mina, usina de beneficiamento e barragem de rejeito localizadas em Conceição do Mato Dentro, Minas Gerais, um mineroduto, com extensão de 529 quilômetros, uma planta de filtragem e o terminal de minério de ferro localizados em São João da Barra, Rio de Janeiro. Em março de 2018 ocorrem dois incidentes no mineroduto, que interromperam a produção de minério de ferro por 9 meses, causando impactos sociais, financeiros, ambientais, legal e reputacional. Diante deste cenário, a Anglo American constituiu um comitê de crise e acionou o plano de atendimento à emergência, conduzindo um bem sucedido processo de gestão, resultando na completa mediação dos danos ambientais e sociais, reparos no mineroduto, assim como o retorno seguro e sustentável de sua operação. Diante do exposto, conclui-se que a Anglo American obteve as lições aprendidas com os dois incidentes, implementando diversas ações para evitar novos vazamentos. Desde o retorno das operações, não houveram rompimentos ou qualquer outro evento indesejado no mineroduto.

1. INTRODUÇÃO

A Anglo American Brasil S.A, sediada em Belo Horizonte, Minas Gerais, desenvolve a operação integrada do Minas-Rio, que abastece o mercado mundial de minério de ferro com dois tipos de *pellet feed* de alto teor de ferro (67 - 68%). O minério é transportado da mina e da usina de beneficiamento, em Conceição do Mato Dentro e Alvorada de Minas (MG), até o porto, em São João da Barra (RJ), ao longo de um mineroduto de 529 quilômetros, que atravessa 33 municípios mineiros e fluminenses. O primeiro embarque de minério de ferro do Minas-Rio foi realizado em outubro de 2014. Entretanto, em março de 2018, dois incidentes marcaram a história do empreendimento. No dia 12 ocorreu um rompimento do mineroduto, provocando uma descarga de 318 toneladas de minério de ferro no Ribeirão Santo Antônio do Gramma, ocasionando a interrupção do abastecimento de água do município de Santo Antônio do Gramma (MG), com aproximadamente cinco mil habitantes.

Após os reparos e imediatamente após o retorno da operação, no dia 29 de março ocorreu um segundo rompimento, a 400 metros do local do primeiro rompimento, causando o despejo de 174 toneladas de minério sobre o Ribeirão Santo Antônio do Gramma e 473 toneladas sobre uma propriedade rural. Os dois incidentes causaram impactos ambientais, financeiros, sociais e reputacionais para a comunidade e para a Anglo American. Como resposta imediata, foi constituído um comitê de crise, que conduziu um bem sucedido processo de gestão, resultando na completa remediação dos danos ambientais, nos reparos e inspeções do mineroduto e no retorno seguro e sustentável de sua operação em 23 de dezembro de 2018. As ações de resposta aos incidentes envolveram:

- Abastecimento de água para o município de Santo Antônio do Gramma;
- Limpeza e remediação ambiental no Ribeirão Santo Antônio do Gramma;

- Reparos e inspeções na linha tronco do mineroduto, tem toda sua extensão para garantir a confiabilidade e segurança operacional;
- Monitoramento da qualidade da água;
- Recuperação das áreas degradadas nas margens e encostas do Ribeirão Santo Antônio do Grama, decorrentes da limpeza e remediação.

2. DESCRIÇÃO

O incidente do mineroduto Minas Rio, quilômetro 247, em São Antônio do Grama, Minas Gerais, foi causado por uma perda incontrolável de contenção primária, em dois eventos independentes, porém, ambos com a mesma falha, no mesmo lote de produção de tubos, do mesmo fabricante. Surgimento de uma trinca, cujo mecanismo de propagação foi fadiga por corrosão interna.



Fig.1 – Tubo do 1º incidente do mineroduto

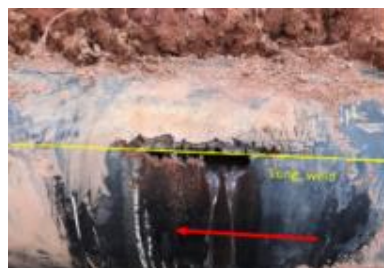


Fig.2 – Tubo do 1º incidente do mineroduto

Imediatamente após o 1º incidente, a Anglo American iniciou uma manobra de fechamento das estações de bombas e injetou água na linha tronco, cortando o fluxo de polpa de minério e substituindo-o por água até esgotar o volume existente na tubulação, considerando a coluna hidráulica em questão, assim minimizando o impacto ambiental do vazamento. O mesmo procedimento foi adotado imediatamente após o 2º incidente.

No mesmo dia do incidente, a Anglo American criou o Comitê de Crise, composto pela Presidência e representantes das áreas de Governança, Operação, Manutenção, Projetos, Meio Ambiente, Geotecnia, Segurança do Trabalho e Segurança empresarial, Comunicação, Jurídico, Fundiário e Suprimentos, acionou o Plano de Atendimento à Emergência, mobilizando uma força tarefa que imediatamente realizou as seguintes ações: mobilização de 5 empresas contratadas e contratação de 435 trabalhadores para os trabalhos de contenção e remediação do ribeirão Santo Antônio do Grama, reparos das tubulações afetadas e substituição imediata de 4 quilômetros de mineroduto, logo após a estação de bombas 2, fornecimento de 25.000 m³ de água potável para abastecer o município de Santo Antônio do Grama, com o uso de caminhões-pipa e fornecimento de galões de água de 2 l, campanhas de comunicação com a comunidade, por meio de postagens de vídeos em canais de comunicação e internet, reuniões diretas, carro de som, entrevistas com a imprensa nacional.

Para a implementação das ações, foi criado um grupo de trabalho denominado Comando Unificado, composto pelo Gerente Geral de Operação, Gerência do Mineroduto, Projetos e Obras, Manutenção, Segurança e Meio Ambiente, que foi responsável pela gestão direta dos trabalhos e emissão de relatórios diários para o Comitê Executivo da Diretoria da Anglo American (ExCO).

2.1 Abastecimento de Água

Logo após o 1º incidente, em 12 de março de 2018, a Anglo American comunicou a COPASA – companhia responsável pelo abastecimento de Santo Antônio do Grama, a qual imediatamente suspendeu a captação de água do Ribeirão Santo Antônio do Grama. Imediatamente ao ocorrido, iniciou-se a distribuição de água potável para garantir do suprimento de água de Santo Antônio do Grama e foi iniciada a construção de um novo sistema de captação de água no Córrego Salgado, um aflente do Ribeirão Santo Antônio do Grama, que não foi afetado pelos incidentes. Foram obtidos os seguintes resultados:

- **12 de março** – ocorre o 1º incidente do mineroduto e inicia-se o abastecimento de água com caminhão-pipa. A água é oriunda das estações de tratamento de água de Rio Casca e Matipó, ambos em Minas Gerais, localizados a 21 quilômetros e 70 quilômetros de Santo Antônio do Grama respectivamente. Nos primeiros 7 dias foram empregados 16 caminhões-pipa para abastecimento.
- **15 de março** – o abastecimento de água em Santo Antônio do Grama é regularizado.
- **18 de março** – um novo sistema de água potável, composto por uma estação de bombeamento e uma adutora entrou em funcionamento completo, abastecendo a estação de tratamento de água da Copasa em Santo Antônio de Grama.

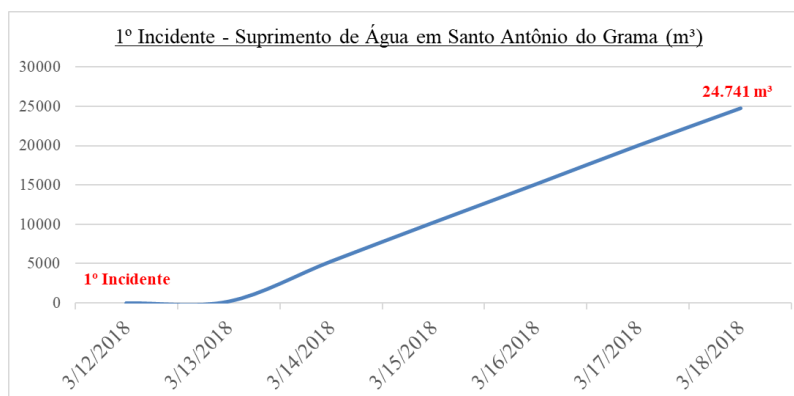


Figura 3 – Volume de água potável distribuído em Santo Antônio do Grama por dia

2.2 Limpeza e Remediação ambiental

Após o 1º incidente, no mesmo dia, foi iniciada a limpeza e remediação ambiental do Ribeirão Santo Antônio do Grama, que foi finalizada em 31 de maio. O incidente impactou ambientalmente 21 quilômetros do ribeirão, do ponto do 2º vazamento até a confluência do ribeirão com o rio casca. Os primeiros mapeamentos e inspeções com drone identificaram a presença de minério de ferro nos primeiros 11 quilômetros, sendo os primeiros 8 quilômetros a montante de Santo Antônio do Grama e da captação de água da COPASA.

Foram removidas 23.000 toneladas de material contaminado com minério de ferro do Ribeirão Santo Antônio, sendo este material enviado para uma área de materiais excedentes, sendo usado como solo para recuperação de uma área degradada, haja vista que o minério e o material contaminado foram classificados como resíduo não-perigoso e não inerte (Classe IIA), com base na norma NBR 10004:2004. A intervenção no ribeirão e a disposição do material foram previamente autorizada pela SEMAD (Secretaria Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais). A tabela abaixo apresenta os recursos e métodos usados na limpeza e remediação.

Tab.1 – Recursos e Métodos

Recursos	Quantidades	Métodos
Trabalhadores	435	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de 43 barreiras de contenção, nos 11 quilômetros do ribeirão, a partir do ponto de ocorrência do 1º incidente. • Remoção manual • Remoção com caminhão hidro-vácuo • Remoção manual com barco • Remoção mecanizada em terreno (retro escavadeira) • Transporte do material até área de disposição. • Lavagem de encosta, combinada com remoção com caminhão hidro-vácuo • Contenção de encostas e controle de erosão
Veículos leves	33	
Caminhões truck	14	
Retro-escavadeira	2	
Caminhões hidro-vácuo	10	

**Fig. 4** – Barreiras com elemento filtrante**Fig. 5** – Barreiras com pedras de mão e saco solo



Fig. 6 – Remoção e limpeza manual



Fig. 7 – Remoção e limpeza com caminhão hidro-vácuo



Fig. 8 – Remoção mecanizada em terreno



Fig. 9 – Sistemas de controle de erosão

As atividades de limpeza e remediação tiveram os seguintes resultados:

- **12 de março** – início da limpeza
- **31 de março** – o Ribeirão Santo Antônio do Grama está limpo
- **10 de junho** – iniciado o PRAD (Programa de Recuperação de Área Degradada) para recuperar as margens e encostas afetadas pela limpeza e remediação do ribeirão, iniciando-se também a operação pente fino, que visava limpar quaisquer surgências de minério de ferro, que poderiam acontecer após o processo de remediação e recuperação.
- **18 de dezembro** – operação pente fino finalizada e a SEMAD declarou a emergência finalizada e reconheceu a limpeza e remediação do Ribeirão Santo Antônio do Grama como satisfatória, abrindo o caminho para o retorno das operações.

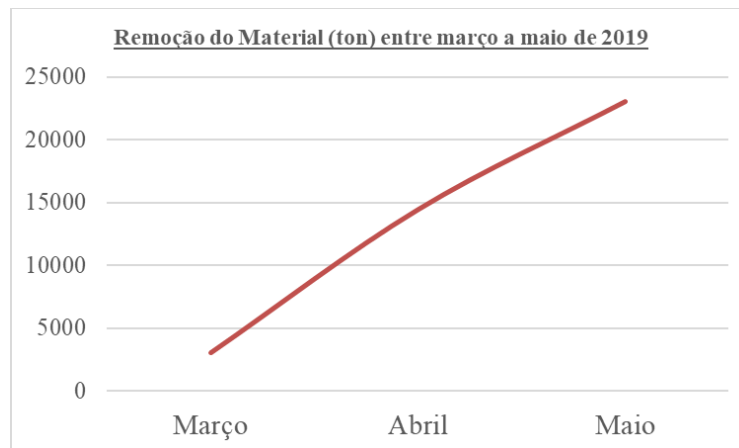


Fig. 10 – Volume de material removido do Ribeirão Santo Antônio do Grama por mês

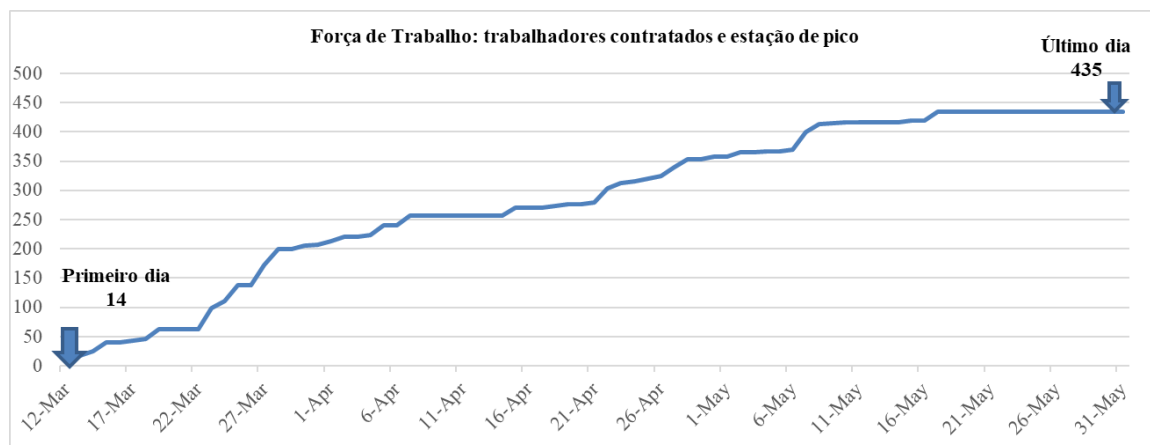


Fig. 11– Força de trabalho: trabalhadores contratados e estação de pico

2.3 – Reparos no Mineroduto

Em 12 de março iniciou-se os reparos na tubulação danificada no 1º incidente e após a finalização, iniciou-se a operação do mineroduto, ocorrendo em 29 de março o 2º incidente. Após esta data, a Anglo American decidiu interromper as operações até que todos os defeitos fossem identificados e reparados. Diante disso, foram implementadas as seguintes ações:

- **Julho de 2018** – início do processo de flushing e inspeção do mineroduto por PIG's.
- **Setembro de 2018** – início da substituição de 4 quilômetros de linha tronco do mineroduto a partir da Estação de bombas 2.
- **Novembro de 2018** – início do reparo nas tubulações da linha tronco do mineroduto, compreendendo 28 trechos reparados.
- **Dezembro de 2018** – finalização das obras de substituição dos 4 quilômetros e dos reparos nos 28 trechos do mineroduto. Inspeção final por PIG's e retorno das operações.

As figuras abaixo apresentam as ações de reparo do mineroduto e os tipos de PIG's. O processo de reparo, limpeza e inspeção do mineroduto foi realizado, conforme as seguintes etapas:

- **Reparo:** Substituição do tubo danificado e respectiva inspeção
- **Limpeza:** bombeamento de água para limpeza do mineroduto
- **Inspeção:** Execução de inspeções por PIG's, aberturas de vala e inspeção por ultrasson *in loco*
- **Inspeção:** Lançamento de PIG's para verificação Final da integridade dos 529 km mineroduto



Fig. 12 – Substituição da linha tronco-4 quilômetros



Fig. 13 – Instalação de dupla calha



Fig. 14 – PIG de inspeção geométrica



Fig. 15 – PIG de Limpeza



Fig. 16 – PIG de inspeção por ultrassom



Fig. 17 – Substituição de tubo

2.4 – Monitoramento da Qualidade da Água

Imediatamente após o 1º Incidente, a Anglo American iniciou o monitoramento de qualidade da água dos recursos hídricos afetados pelo vazamento de minério de ferro. Nos primeiros dias, foram realizados monitoramentos no Ribeirão Santo Antônio do Grama, a jusante e a montante do ponto do 2º vazamento, no Rio Casca, a montante e a jusante do ponto de confluência com o Ribeirão Santo Antônio do Grama e no Rio Doce, a montante e a jusante do ponto de confluência com o Rio Casca. Inicialmente, comprovou-se que o vazamento impactou somente o Ribeirão Santo Antônio do Grama até a sua foz no Rio Casca. Desta forma, foram definidos 9 pontos de monitoramento de qualidade da água. A tabela a seguir apresenta o plano de monitoramento.

Tab.2 – Plano de Monitoramento de Recursos Hídricos

Matriz	Tipo	Fase de emergência	Fase de Acompanhamento	Fase de Recuperação
Água superficial	In situ (turbidez, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica)	Diário	Diário	Mensalmente
	Físico-químico e ecotoxicológico – 60 parâmetros	Diário	2 x semana	Mensalmente
Sedimentos	Físico-químico e ecotoxicológico	1 x semana	2 x mês	Trimestralmente

A fase de emergência foi na primeira semana após o 1º incidente. A fase de acompanhamento compreendeu o período entre segunda semana após o 1º incidente (12 de março), se estendendo até maio de 2018. A fase de recuperação compreendeu o período entre junho de 2018 a abril de 2019.

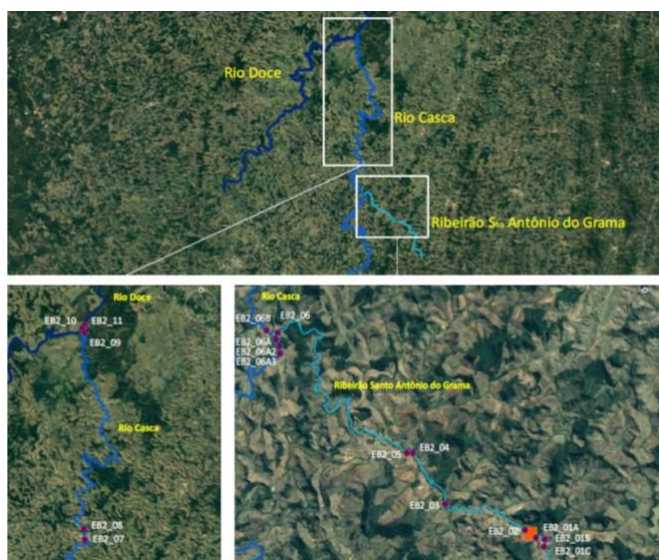


Fig. 18 – Área de abrangência do monitoramento



Fig. 19 – Confluência entre o Ribeirão Santo Antônio com o Rio Casca, em 30 de março de 2018.



Fig. 20 – Esquema gráfico dos Pontos de Monitoramento de Qualidade da Água

Abaixo seguem as conclusões do monitoramento de qualidade da água.

- Não houveram mudanças significativas nos parâmetros de pH, condutividade elétrica e Oxigênio dissolvido. Não foram observados efeitos tóxicos (ecotoxicidade) no Ribeirão Santo Antônio do Grama.
- Variação de turbidez acima do limite máximo permitido pela legislação nos primeiros dias após o incidente, porém, normalização nos dias subsequentes. A turbidez acima do limite foi influenciada pelas precipitações e pelas atividades de limpeza no ribeirão. Em geral, as variações dos parâmetros físico-químicos podem ser explicadas por movimentações na calha do ribeirão para limpeza, precipitações, manutenção das estruturas de contenção e características naturais do ambiente.
- A qualidade da água do Ribeirão Santo Antônio do Grama a jusante do vazamento não foi impactada pelos incidentes do mineroduto, uma vez que as condições ambientais a montante e a jusante são similares.

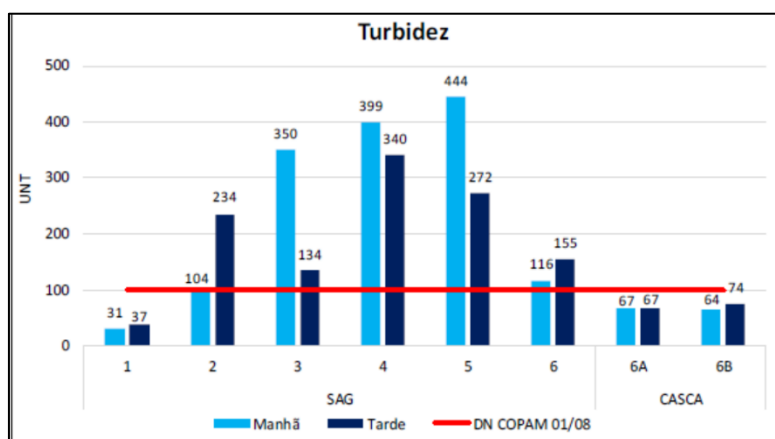


Fig. 21 – 30 de março de 2018, após o 2º incidente, turbidez de manhã e tarde a montante e a jusante do ponto do vazamento, no Ribeirão Santo Antônio do Grama e Rio Casca

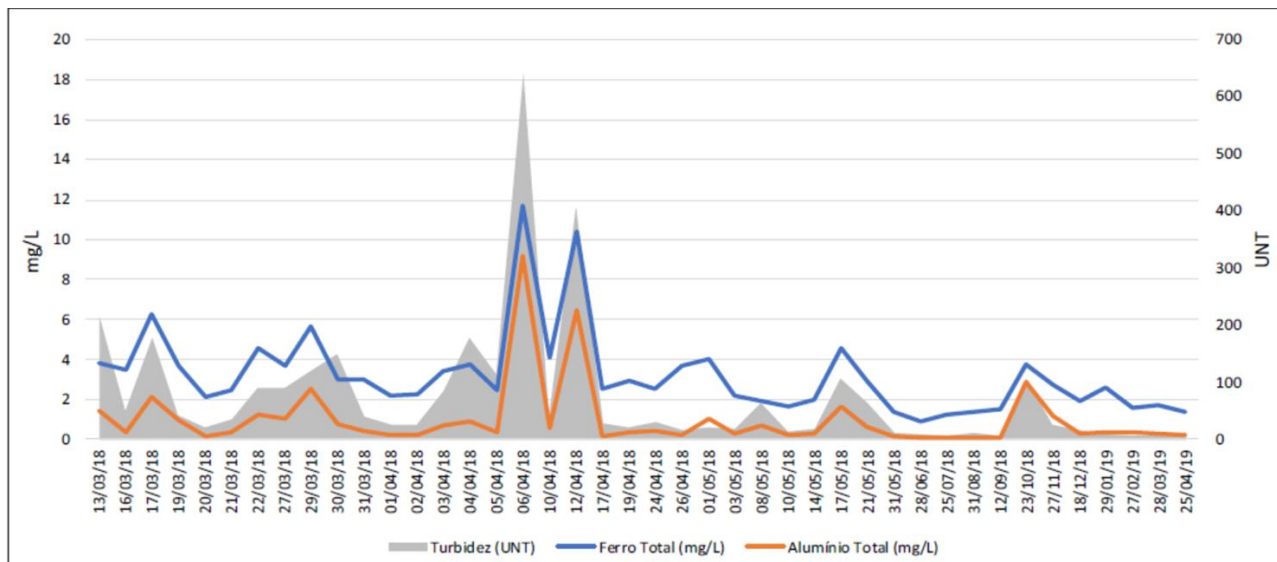
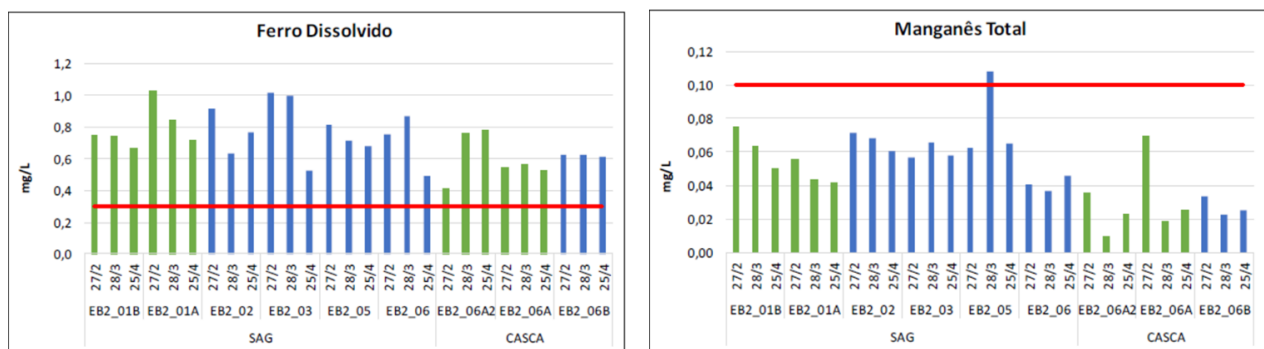


Fig. 22 – Resultados de Turbidez, Ferro Total e Alumínio Total no Ribeirão Santo Antônio do Grama e Rio Casca, no período entre 13 de março de 2018 a 25 de Abril de 2019



Legenda: ■ A jusante ■ A montante

Fig. 23 – Ferro dissolvido e manganês total no Ribeirão Santo Antônio do Grama no período em fevereiro até 25 de abril de 2019

2.5 – Recuperação de Área Degradada

A Anglo American elaborou e protocolou no IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis), que é o órgão ambiental licenciador do mineroduto, o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas do Ribeirão Santo Antônio do Grama. Após a aprovação deste órgão, a Anglo American iniciou a recuperação das margens, encostas e áreas de preservação permanente num trecho de 8 quilômetros do Ribeirão Santo Antônio do Grama, a partir do ponto do 2º incidente. O programa foi implementado nas seguintes etapas:

- Diagnóstico dos impactos ambientais;

- Proposição de técnicas de recuperação apropriadas a cada ambiente e espécie;
- Reabilitação ambiental de áreas afetadas pelo incidente e pelas ações de remediação;
- Monitoramento e ações para garantir a reabilitação.

Além disso, como medidas de compensação foram acordadas com o IBAMA a recuperação de erosões do Ribeirão Santo Antônio do Grama, que ocorreram antes dos incidentes do mineroduto, desde na extensão de 8 quilômetros. Foram mapeados 50 pontos de erosões que foram recuperadas. A recuperação teve sua implantação iniciada em junho de 2018 e finalizada em julho de 2019, estando neste momento em fase de monitoramento até junho de 2020, com um investimento total de R\$ 2,3 milhões. As figuras a seguir ilustram alguns métodos de recuperação.



Fig. 24 – Hidrosseadura em áreas de preservação permanente



Fig. 25 – Controle de erosão método crib-wall

3. RESULTADOS

A gestão de crise do incidente do mineroduto resultaram nos seguintes resultados:

- 12 de Agosto de 2018 – COPASA emite parecer técnico atestando que a qualidade da água do Ribeirão Santo Antônio do Grama está com os padrões satisfatórios para o retorno da captação de água e abastecimento do município de Santo Antônio do Grama.
- Em 18 de Dezembro de 2018 – a SEMAD (Secretaria de Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais reconhece a finalização da limpeza e remediação do Ribeirão Santo Antônio do Grama.
- Em 23 de Dezembro de 2018 – com a anuência dos órgãos ambientais, a Anglo American retoma a operação do mineroduto, que segue operando normalmente desde esta data até a presente sem nenhum incidente e com as mais altas taxas de produtividade, desde 2014, início de sua operação.

As figuras a seguir apresentam uma ilustração dos resultados da gestão de crise e situação atual do Ribeirão Santo Antônio do Grama



Fig. 26 – Fazenda impactada pelo 2º incidente

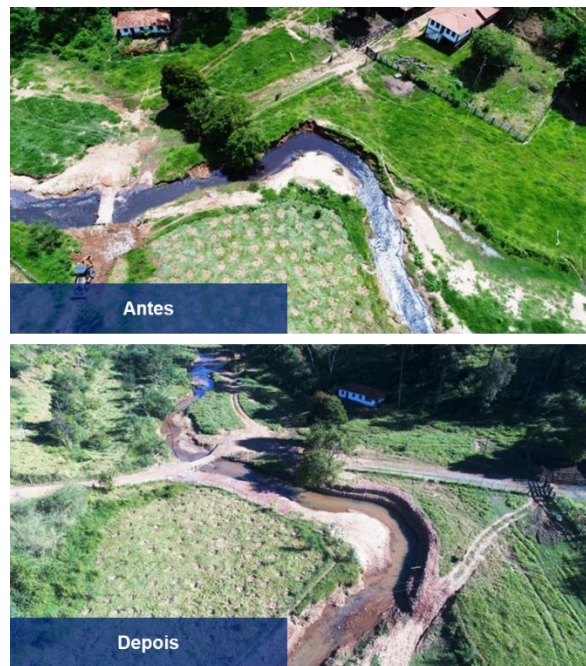


Fig. 27 – Ribeirão Santo Antônio do Grama



Fig. 28 – Ribeirão Santo Antônio do Grama



Fig. 29 – Local do 1º incidente – barragem de água

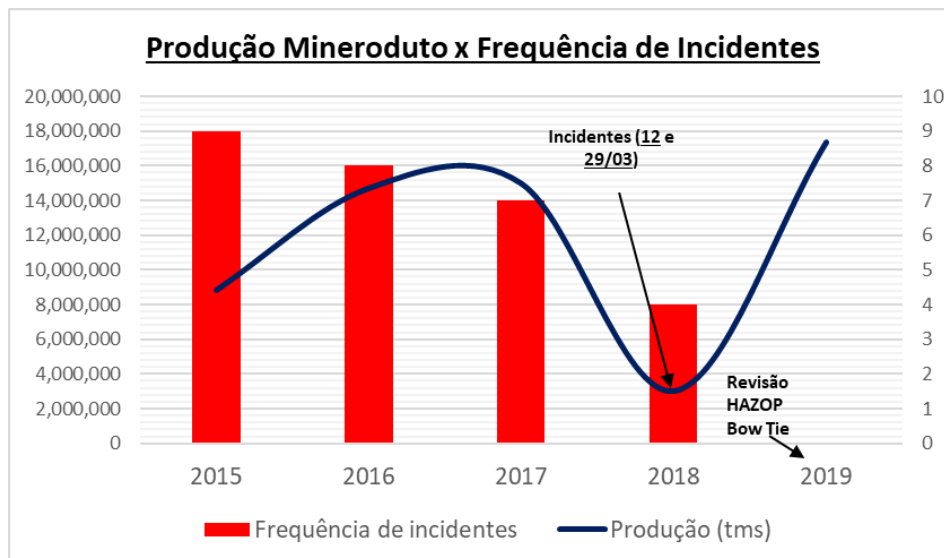


Fig. 30 – Gráfico correlacionando a produção de bombeamento do mineroduto com a frequência de incidentes.

A frequência da incidentes representa a somatória de todos os incidentes (lesão com e sem afastamento, danos materiais e ambientais).

A produção de minério é representada toneladas a base seca (tms).

4. CONCLUSÃO

Após o incidente do mineroduto a Anglo American absorveu as lições aprendidas e implementou ações para evitar a repetição de incidentes e para aperfeiçoar a gestão de crises, melhorando a resposta a situações emergenciais que possam a vir ocorrer. Neste sentido, foram revisados todas as análises de riscos do mineroduto, incluindo o HAZOP (Hazard Operability studies) e o Bow Tie do Mineroduto Pressurizado, resultado em um importante plano de ação, que garantiu a operação segura e sustentável do mineroduto. Dentre as ações, destacam-se:

- Mudanças nas operações do mineroduto, como por exemplo, tratamento de água e polpa de minério para aumento do pH em 11, mudança na especificação do material, de modo a permitir uma operação com menos variação de pressão, garantindo uma pressão constante.
- Redução dos intervalos de inspeção por PIG, de 5 anos para 2 anos.
- Investimento na instalação de um sistema de detecção de vazamento mais preciso e exato.
- Revisão dos planos de atendimento à emergência e identificação e estudo de vulnerabilidade social e ambiental do Mineroduto.

Todas as ações resultaram em 2019 no aumento de produção e na redução ao nível zero frequência de incidentes no Mineroduto Minas Rio.

5. REFERÊNCIA:

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR – 10004. Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004;
- [2] CETESB. Norma P4.261. Risco de Acidente de Origem Tecnológica - Método para decisão e termos de referência. São Paulo, 2011. 140 p;
- [3] COPASA (2018). Qualidade da água do ribeirão Santo Antônio. Parecer Técnico nº 07/2018;
- [4] HOFFMAN, D. J.; RATTNER, B. A.; BURTON, G. L.; CAIRNS, J. (2003). Handbook of ecotoxicology. Boca Raton Lewis Publishers;
- [5] HYNES, H. B. N. (1970). The Ecology of Running Waters. Liverpool University Press, Liverpool;
- [6] FURLEY, T. H., MENDES, L. B., CHAGAS, K. R., VIEIRA, B. H., ULHOA, T. M., OLIVEIRA, G., CAMPELO, R. P., MEDEIROS, L. C., MELLO, F. A. (2018). Comparison of the ecotoxicological effects on aquatic organisms of the last two spills related to iron mining in Brazil. In: SETAC North America Annual Meeting, 39th, 2018. Abstract book. Sacramento. p.298;
- [7] MELLO, F. A., MENDES, L. B., CAMPELO, R. P., MEDEIROS, L. C., PIMENTA, P. V., SMITH, R., FURLEY, T. H. (2017). Ecotoxicological assessment of the Doce river surface waters after the Fundão dam collapse. In: SETAC Latin America Biennial Meeting, 12th, 2017. Abstract book. Santos: Universidade Santa Cecília. p.53.
- [8] MELLO, F. A., NASCIMENTO, R.M., MENDES, L. B., CHAGAS, K. R., VIEIRA, B. H., ULHOA, T. M., OLIVEIRA, G., FURLEY, T. H. (2018). Avaliação da qualidade ambiental dos cursos hídricos afetados pelo vazamento de polpa de minério de ferro em Santo Antônio do Grama/MG. In: XV Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia. Anais de resumos. Aracaju: Universidade Tiradentes. p.888.
- [9] SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS. SEMAD (2018). Auto de Fiscalização nº 27.925/2018, emitido pelo Núcleo de Emergência Ambiental – NEA.
- [10] ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. (EDS) 2006). Ecotoxicologia aquática: Princípios e aplicações. São Carlos: RiMa Editora;
- [11] THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS – ASME. B31.11 Slurry Transportation Piping Systems. New York. 2002;
- [12] MORGAN, R.P.C. *Soil Erosion and Conservation*. Blackwell Publishing, UK, 2005.
- [13] WALKER, D. \u2013 How to Select, Establish and use Plants for Erosion Control. IECA \u2013 International Erosion Control Association. Philadelphia, Pennsylvania, USA, 2004. 75p.