



IBRAM
MINERAÇÃO DO BRASIL

L I V R O
A Z U L

**BOAS PRÁTICAS EM GESTÃO E MANEJO DOS
RECURSOS HÍDRICOS PELA MINERAÇÃO**



L I V R O
A Z U L

**BOAS PRÁTICAS EM GESTÃO E MANEJO DOS
RECURSOS HÍDRICOS PELA MINERAÇÃO**

Brasília, 2025



© 2025 Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM)
SHIS QL 12 cj O (zero) casa 04, Lago Sul. CEP:71.630-205 – Brasília/DF
Telefone: (61) 3364-7272
Endereço eletrônico: <http://www.ibram.org.br>

Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

COORDENAÇÃO TÉCNICA E EXECUTIVA

- Cláudia Franco de Salles Dias - Gerente de Sustentabilidade
- Julio Cesar Nery Ferreira - Diretor de Assuntos Minerários
- Maria de Lourdes Pereira dos Santos – Consultora IBRAM

Projeto Gráfico, diagramação, capa e ilustrações:

- Pablo Frioli

Imagens

- AdobeStock
- As ilustrações, tabelas e gráficos sem indicação de fonte foram elaboradas pelo IBRAM.



GOVERNANÇA

DIRETORIA EXECUTIVA

Raul Jungmann

Diretor-Presidente do IBRAM

Fernando Azevedo e Silva

Vice-Presidente do IBRAM /
Relações Institucionais (interino)

Julio César Nery Ferreira

Diretor de Assuntos Minerários

Paulo Henrique Leal Soares

Diretor de Comunicação e Projetos

Rinaldo César Mancin

Diretor de Sustentabilidade
e Assuntos Associativos

Osny Vasconcellos

Diretor Administrativo e Financeiro

CONSELHO DIRETOR

BIÊNIO 2024-2025

Presidente do Conselho:

- **Anglo American Brasil**
Ana Sanches
Titular

Vice-Presidente do Conselho:

- **Lundin Mining**
Ediney Maia Drummond
Titular

CONSELHEIROS:

- **Alcoa**
Daniel Santos - Titular
Juliana Noronha - Suplente
- **Anglo American Brasil**
Ivan de Araujo Simões Filho - Suplente
- **AngloGold Ashanti**
Marcelo Pereira - Titular
Othon de Villefort Maia - Suplente
- **ArcelorMittal**
Wagner de Brito Barbosa - Titular
Flávio Martins Pinto - Suplente
- **BAMIN**
Eduardo Jorge Ledsham - Titular
Alexandre Victor Aigner - Suplente
- **Companhia Brasileira de Alumínio-
CBA**
Luciano Francisco Alves - Titular
Renato Maia Lopes - Suplente



GOVERNANÇA

- **Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração - CBMM**
Eduardo Augusto Ayroza Galvão Ribeiro - Titular
Ricardo Fonseca de Mendonça Lima - Suplente
- **Copelmi Mineração Ltda**
Cesar Weinschenck de Faria - Titular
Roberto da Rocha Miranda de Faria - Suplente
- **Embu S.A. Engenharia e Comércio**
Daniel Debiazzi Neto - Titular
Luiz Eulálio Moraes Terra - Suplente
- **Kinross Brasil Mineração S.A.**
Gilberto Carlos Nascimento Azevedo - Titular
Ana Cunha - Suplente
- **Lundin Mining**
Luciano Antonio de Oliveira Santos - Suplente
- **Mineração Caraíba S.A.**
Eduardo de Come - Titular
Antonio Batista de Carvalho Neto - Suplente
- **Mineração Paragominas S.A. (HYDRO)**
Anderson Baranov - Titular
Paula Amelia Zanini Marlieri - Suplente
- **Mineração Rio Do Norte S.A. – MRN**
Guido Roberto Campos Germani - Titular
Vladimir Senra Moreira - Suplente
- **Mineração Taboca S.A**
Eduardo Machado Orban - Titular
José Flávio Alves - Suplente
- **Mineração Usiminas S.A.**
Carlos Hector Rezzonico - Titular
Marina Pereira Costa Magalhães - Suplente
- **Minerações Brasileiras Reunidas - MBR**
Octavio Bulcão - Titular
Marcelo Sampaio - Suplente
- **Mosaic Fertilizantes**
Rodrigo Magalhães - Titular
Antonio Meirelles - Suplente
- **Nexa Resources**
Jones Belther - Titular
Guilherme Simões Ferreira - Suplente
- **Samarco Mineração S.A.**
Rosane Gomes dos Santos - Titular
Rodrigo Alvarenga Vilela - Suplente
- **Vale**
Alexandre Silva D´Ambrosio - Titular
Lauro Angelo Dias de Amorim - Suplente
Kennedy Alencar Duarte Braga - Titular
Vinícius Resende Domingues - Suplente
Rafael Bittar - Titular
Helga Paula Patrícia Franco - Suplente



SUMÁRIO



-
- 20** GESTÃO COMPARTILHADA DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIO DAS VELHAS – GRUPO CONVAZÃO



-
- 24** MUSEU DAS ÁGUAS BRASILEIRAS
- 26** PROGRAMA DE RESGATE DE PEIXES (DESCOMISSIONAMENTO BABILÔNIAS) – UNIDADE ALUMAR/ALCOA



-
- 30** BALANÇO HÍDRICO DO SISTEMA MINAS-RIO SEGUNDO A METODOLOGIA WAF+
- 34** REUSO DE ÁGUA DO MINERODUTO NO PORTO DO AÇU
- 39** AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE AS INSTALAÇÕES DO MINAS-RIO LOCALIZADAS EM CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO
- 42** ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS E PLANO ESTRATÉGICO DE REBAIXAMENTO DO NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA
- 47** PLANO DIRETOR DE DRENAGEM DE CAVA – MINAS RIO
- 51** SIGRHI - ANGLO AMERICAN - SISTEMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



-
- 56** AVALIAÇÃO DA INFILTRAÇÃO E REPELÊNCIA DO SOLO À ÁGUA EM ÁREAS DE MINERAÇÃO NA REGIÃO DA ZONA DA MATA MINEIRA



SUMÁRIO



-
- 64** ENFRENTAMENTO À ENCHENTE EM ARROIO DOS RATOS PELA COPELMI



-
- 68** SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA 100% DE REUSO DE RECURSOS HÍDRICOS NA MINERAÇÃO.



-
- 74** PLANO DE GESTÃO ADAPTATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS DA GERDAU MINERAÇÃO – COMPLEXO MIGUEL BURNIER E VÁRZEA DO LOPES



-
- 81** MELHORIAS NA GESTÃO HÍDRICA DA ALUNORTE (ALUNORTE *WATER MANAGEMENT IMPROVEMENTS* - AWMI)
- 83** ESTAÇÃO FLUTUANTE DE MONITORAMENTO ONLINE DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BAIJA DE MARAJÓ, BARCARENA, PARÁ
- 85** REUSO DE ÁGUA NA REFINARIA DE ALUMINA DA HYDRO ALUNORTE, BARCARENA, PARÁ

lundin mining

- 88** INSTALAÇÃO DO CENTRO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL E ÁGUAS (CMAA) – MINA DE CHAPADA, ALTO HORIZONTE (GO).
- 92** REVISÃO DO PROGRAMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS (PGRH) DA MINA CHAPADA, LOCALIZADA EM ALTO HORIZONTE (GO)



-
- 99** GENTE CUIDANDO DAS ÁGUAS



SUMÁRIO



RHI MAGNESITA

-
- 105** LEGADO DAS ÁGUAS –
USO MÚLTIPLO DA TERRA

-
- 110** IMPERMEABILIZAÇÃO DA CAVA JATOBÁ

- 112** RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA NOS FORNOS HWS, UTM E BRITAGEM



-
- 116** SISTEMA INTEGRADO DE MONITORAMENTO E GESTÃO HÍDRICA

- 119** TRATAMENTO TERCIÁRIO DE EFLUENTE DOMÉSTICO PARA
REMOÇÃO DE FÓSFORO

USIMINAS

- 122** SOLUÇÕES INTEGRADAS DE RECURSOS HÍDRICOS PARA
MINERAÇÃO USIMINAS I

- 126** SOLUÇÕES INTEGRADAS DE RECURSOS HÍDRICOS PARA
MINERAÇÃO USIMINAS II



-
- 130** CENTRO DE CONTROLE AMBIENTAL DO CORREDOR NORTE

- 134** GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA ESTRADA
DE FERRO VITÓRIA A MINAS: SUSTENTABILIDADE,
ENGAJAMENTO E REÚSO

- 138** GOVERNANÇA E ESTRATÉGIAS DA VALE PARA A GESTÃO
SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS

- 142** GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS NA
MINERAÇÃO: ESTRATÉGIAS E METAS DA VALE PARA 2030



SUMÁRIO



-
- 146** SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NA PRODUÇÃO DE FERRO-NÍQUEL: REÚSO DE ÁGUA NA MINERAÇÃO ONÇA PUMA
 - 149** *QUALITY ASSURANCE & QUALITY CONTROL* (QA/QC) EM PROJETOS DE MAPEAMENTO E MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS: UM ESTUDO DE CASO NA MINERAÇÃO
 - 157** GESTÃO EFICIENTE DAS BACIAS DE SEDIMENTAÇÃO NO TERMINAL MARÍTIMO PONTA DA MADEIRA: SUSTENTABILIDADE E REUTILIZAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS
 - 160** GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS NA UNIDADE DE TUBARÃO: RACIONALIZAÇÃO, REÚSO E INDEPENDÊNCIA HÍDRICA
 - 164** GESTÃO EFICIENTE DE RECURSOS HÍDRICOS NO COMPLEXO ITABIRA: IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA SIPOC
 - 168** GESTÃO AUTOMATIZADA DE ÁGUAS DE DRENAGEM NO COMPLEXO MINERÁRIO DE SALOBO: CONTROLE, ARMAZENAMENTO E REÚSO SUSTENTÁVEL



-
- 172** *VISUAL WATER BALANCE* (VWB).
 - 177** IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE DADOS DE RECURSOS HÍDRICOS: A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL APOIANDO A SIMPLIFICAÇÃO DO PROCESSO DE GESTÃO DE DADOS NA GERDAU
 - 183** SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE DADOS DE CONDICIONANTES DE MONITORAMENTO AMBIENTAL
 - 191** SISTEMAS INTELIGENTES DE INFORMAÇÃO PARA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA MINERAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Em um país que abriga 12% da água doce do planeta, a gestão hídrica não é apenas uma responsabilidade, mas uma oportunidade para liderar. A mineração brasileira, ciente de seu papel estratégico nessa equação, não se limita a utilizar a água: reinventa seu ciclo, transforma desafios em legados. Legados que, embora significativos, são exemplos de como, efetivamente, o setor utiliza a água de modo cada vez mais eficiente nos processos produtivos, o que marca toda uma jornada de voltada a elevar o nível de responsabilidade corporativa com as boas práticas ESG.

Nossas operações estão intrinsecamente ligadas aos recursos hídricos. Localizadas em regiões que podem apresentar nascentes e áreas de recarga, as empresas do setor adotam tecnologias que transcendem a eficiência. São sistemas que captam, tratam e devolvem água aos ecossistemas e vários outros processos que abrem caminho para a mineração avançar na gestão dos recursos hídricos.

O “Livro Azul: Boas Práticas de Gestão de Recursos Hídricos pela Mineração” é um manifesto de inovação. Reunimos casos reais onde a água se mostra uma aliada da produção mineral brasileira: da lavra hidráulica que reduz desperdícios ao reúso de efluentes sanitários em aspersão de vias; da recirculação em circuito fechado à integração de águas subterrâneas em bacias superficiais. São exemplos de como a indústria mineral está redefinindo o conceito de sustentabilidade hídrica, unindo produtividade e regeneração. Mas este livro é também um compromisso público: um roteiro para elevar esses patamares, um convite à indústria para ir além do que já conquistou.

Esta obra nasce para romper paradigmas. Ao compartilhar práticas que podem impulsionar políticas públicas e atrair investimentos, queremos inspirar não apenas os integrantes da mineração, mas todos que se envolvam com recursos hídricos. É uma ação para conectar o setor e a sociedade diante de um tema tão importante para todos. E, nessa conexão, assumimos o desafio de aprimorar sempre: o IBRAM e suas associadas veem nesta publicação uma bússola para avançar, não um ponto final.

Este é um convite para mergulhar em um novo capítulo da nossa história. Leia, debata, critique e conheça o que a mineração brasileira está construindo. Apresentamos nesta publicação estratégias proativas e holísticas de gerenciamento de água, que podem criar uma vantagem substancial por meio da redução do risco relacionado à água, identi-

ficando oportunidades, atraindo investimentos e criando confiança mediante uma melhor transparência. Juntos, vamos garantir que cada avanço de hoje seja a semente do progresso de amanhã.

Raul Jungmann

Diretor-Presidente do
Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM)

HISTÓRICO

A preocupação com a racionalidade no uso da água ganhou destaque em grandes eventos de âmbito mundial, a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo/Suécia, em junho de 1972. Vinte anos depois, em 1992, na Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente, ocorrida em Dublin/Irlanda, foram definidos os 10 Princípios da “Declaração Universal dos Direitos da Água”¹, ratificados por ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente (RIO-92), quando foi lançada a Agenda 21.

Em artigo publicado em 2006, da Editora Plenarium², os autores sintetizaram esses princípios em três âmbitos principais:

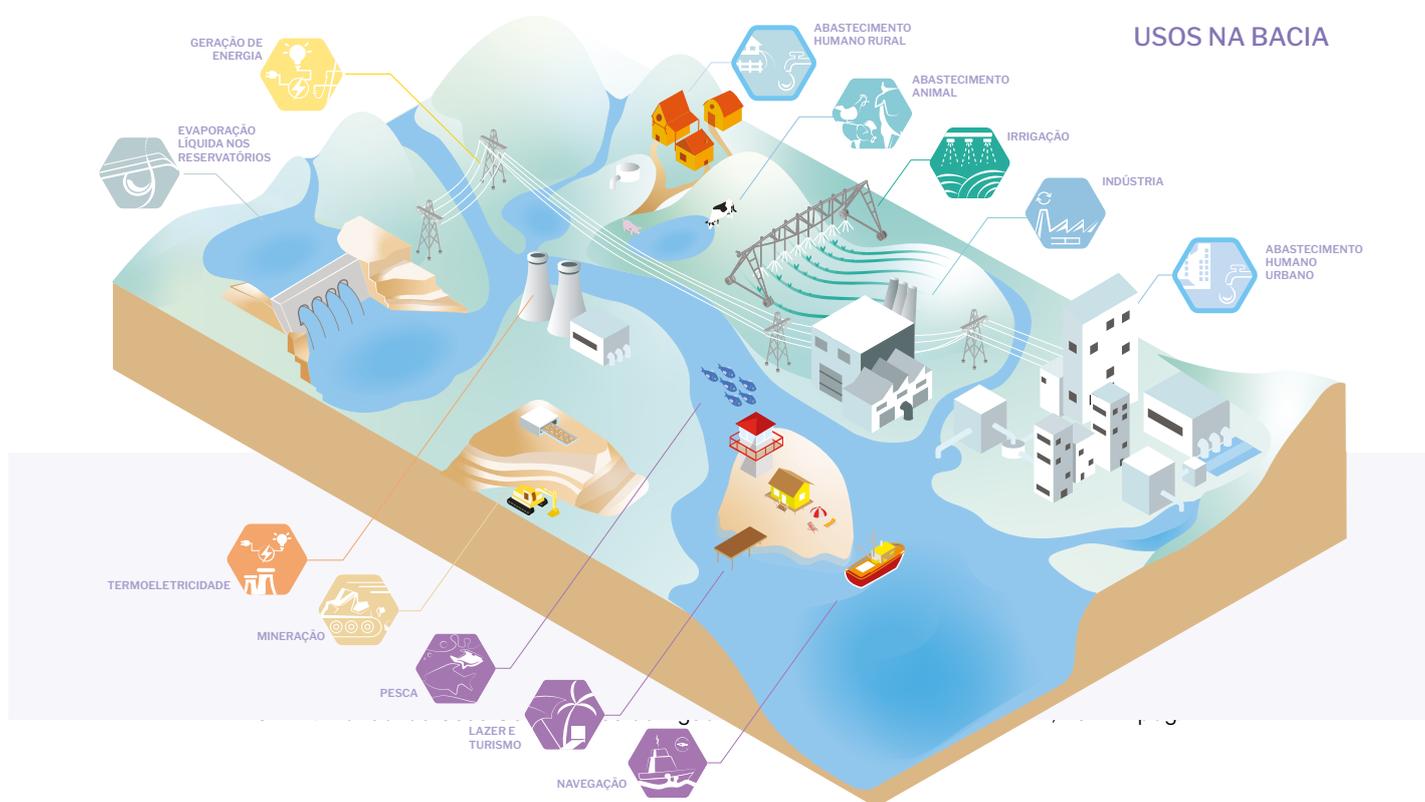
- O ecológico, de que a água potável é finita e vulnerável, mas essencial para a vida, necessitando, portanto, ser abordada de forma holística e intersetorial, com base na bacia hidrográfica;
- O institucional, de que o gerenciamento de recursos hídrico deve ser participativo, com envolvimento de usuários e decisores nos variados níveis, e deve respeitar o princípio da subsidiariedade;
- O econômico, de que a água tem valor econômico e deve se incentivar o uso de instrumentos econômicos para melhoria da sua alocação e qualidade.

A Agenda 21, acima citada, tem a gestão dos recursos naturais como um dos seus eixos temáticos, **a qual subentende a gestão dos recursos hídricos**. Os pilares de sustentabilidade trazidos por essa Agenda, em busca da compatibilização entre a conservação ambiental, a justiça social e o crescimento econômico, englobam outros eixos temáticos igualmente importantes, porém, sem dúvida, **dependentes da efetiva gestão da água**, sendo eles: Agricultura Sustentável, Cidades Sustentáveis, Infraestrutura e Integração Regional, Redução das Desigualdades Sociais e Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável.

¹ A “Declaração dos Direitos da Água” foi publicada em 22 de março de 1992, e essa data foi definida pela ONU como o “Dia Mundial da Água”.

² <https://progestao.ana.gov.br/destaques-progestao/semana-da-agua-movimentada-a-agenda-de-recursos-hidricos-nos-estados/onu-declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.pdf/view>

Da mesma forma, os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030³ **incorporam o uso responsável da água como item fundamental para a sua efetivação**; tais ODS foram propostos pela ONU em 2015, com base nas discussões ocorridas na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), realizada no Brasil, em 2012. A Agenda 2030⁴ foi assinada por 193 Estados-membros da ONU, incluindo o Brasil, por ocasião da Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, em 2015, realizada em Nova York – e visa orientar políticas públicas com foco na erradicação da pobreza, na proteção do planeta, na garantia da paz e na prosperidade para todos.



3 1 – Erradicação da pobreza, 2 – Fome zero e agricultura sustentável, 3 – Saúde e bem-estar, 4 – Educação de qualidade, 5 – Igualdade de gênero, 6 – Água potável e saneamento, 7 – Energia limpa e acessível, 8 – Trabalho decente e crescimento econômico, 9 – Indústria, inovação e infraestrutura, 10 – Redução das desigualdades, 11 – Cidades e comunidades sustentáveis, ODS 12 – Consumo e produção responsáveis, 13 – Ação contra a mudança global do clima, 14 – Vida na água, 15 – Vida terrestre, 16 – Paz, justiça e instituições eficazes, 17 – Parcerias e meios de implementação

4 <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>

A MINERAÇÃO E A GESTÃO DA ÁGUA, NO CONTEXTO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Em agosto de 2017 o IBRAM, com a representação dos seus associados, firmou o documento “Compromisso do setor de mineração sobre a gestão de água”, que revelou o posicionamento do setor sobre a necessidade de ações concretas, face às perspectivas de um possível desequilíbrio entre a oferta de água e a demanda crescente pelo seu uso. Nesse documento, merecem destaque alguns reconhecimentos do setor, como:

- “A água é um insumo vital para todas as operações de mineração”;
- “A dependência e o impacto em um recurso compartilhado criam risco material para o setor de mineração, que requer gerenciamento efetivo e integrado”;
- “ Para atender a demanda, é necessária uma mudança na forma como a água é usada, gerenciada e compartilhada. Isso exigirá colaboração e ação concertada de todas as partes, incluindo o governo, a sociedade civil, as empresas e as comunidades locais “;
- “ As empresas precisam olhar para além do gerenciamento de água tradicional baseado em operações, para a dinâmica e as interações dos vários usuários de água na bacia”;
- “A indústria de mineração tem um papel importante a desempenhar na gestão sustentável dos recursos hídricos, onde as empresas estão ativas. Estratégias proativas e holísticas de gerenciamento de água podem criar uma vantagem competitiva substancial por meio da redução do risco relacionado à água, identificando oportunidades, atraindo investimentos e criando confiança, mediante uma melhor transparência”.

A grande importância desse compromisso, explicitado pelo setor de mineração, reside no fato de que a visão das empresas se tornou pública, com o entendimento de que o uso racional da água exige uma gestão transparente, responsável, estratégica, participativa, compartilhada, com investimentos em ciência e tecnologia, pesquisa e inovação.

A mais recente publicação do IBRAM em parceria com a ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, intitulada “Perspectivas e Avanços da Gestão de Recursos Hídricos na Mineração”, lançada em agosto de 2024, abordou, de forma ampla, questões institucionais, legais, científicas e tecnológicas, a respeito da água. Na apresentação do livro, a ANA cita que:

“a atividade minerária tem especificidades de utilização e consumo de água passíveis de provocar alterações nos regimes de corpos hídricos, seja na sua quantidade, seja na qualidade. As preocupações com os impactos da mineração têm servido de estímulo ao aprimoramento do setor, o qual já

tem trabalhado com os conceitos de governança ambiental, social e corporativa (ESG), e tem investido em pesquisa, conhecimento, inovação, e na adoção de boas práticas”.

Por sua vez, o IBRAM ressalta que:

“os esforços empreendidos nas atividades que integram os recursos minerais e os recursos hídricos são cada vez mais sustentáveis e inovadores”.

Nessa publicação são citados exemplos de atividades que utilizam ou impactam o manejo de água na mineração, como: “processo de lavra (desmonte hidráulico), drenagem de mina, rebaixamento para fins de mineração, umectação de pátios de estocagem e controle de poeira em vias de circulação, lavagem de equipamentos, beneficiamento e lavagem de minério, processos de flotação e concentração, obras, disposição de rejeitos e controle/tratamento dos efluentes gerados nas etapas anteriores descritas e, em alguns casos, transporte de minérios.

Como inovações gerais, associadas às atividades listadas, pode-se mencionar a recirculação de água dos circuitos de beneficiamento, flotação e concentração dentro do próprio processo (circuito fechado), reúso de água/efluentes das estruturas de disposição hidráulica de rejeito, reúso de efluentes sanitários tratados para usos menos nobres, como aspersão de vias, e manejo da água de rebaixamento para possibilitar a recarga em superfície e reduzir a demanda por novas captações.”⁵

Relativamente aos usos consuntivos dos recursos hídricos, de forma geral, o Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos - 2024, publicado pela ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico⁶ mostra que “em 2023, a estimativa de retirada de água é de 193,87 m³/s para a indústria de transformação” (representando 9% do total de água retirada em 2023), “e de 33,01 m³/s para a indústria extrativa mineral”, (representando 2% do volume total de água retirado em 2023).

Dentre os usos consuntivos setoriais, com retirada total de 2.103,6 m³/s ≈ 66,52 trilhões de L/ano, os números do setor industrial são bem inferiores aos quantitativos demandados, por exemplo, pelo setor de irrigação, com cerca de 50% da retirada total de água, e pelo setor de abastecimento urbano humano, com aproximadamente 23% de retirada.

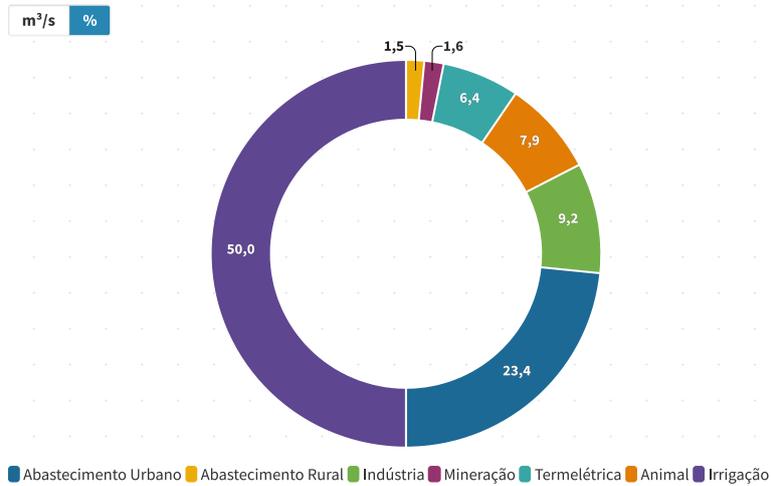
5 <https://ibram.org.br/publicacoes/?txtSearch=Perspectivas#publication> - págs. 65 e 66

6 <https://www.snirh.gov.br/porta/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>

USOS CONSUNTIVOS SETORIAIS

Em 2023

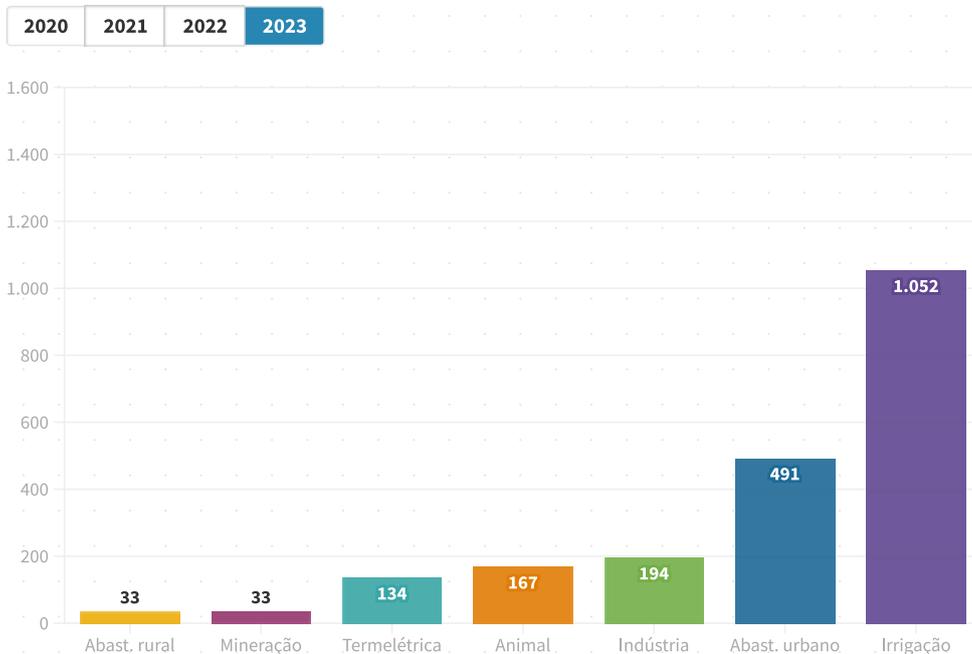
Retirada total dos usos setoriais: 2.103,6 m³/s ≈ 66,52 trilhões de L/ano



FONTE: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura2024_04122024.pdf - PAG.49

EVOLUÇÃO DOS USOS SETORIAIS DA ÁGUA NO BRASIL

Retirada em m³/s



FONTE: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura2024_04122024.pdf - PAG.50

No mesmo ano de 2024, a ANA publicou a 2ª. edição do MANUAL DE USOS CONSUNTIVOS DA ÁGUA NO BRASIL⁷, que:

“atualiza o diagnóstico e o prognóstico das demandas hídricas no Brasil de 1931 a 2040, consolidando uma nova versão da Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos da Água (BD-Usos)”.

Sendo que, em sua 1ª. edição,

“consolidou e aprimorou as metodologias disponíveis, em escala nacional, para estimar os usos consuntivos (usos que consomem água), como uma forma de monitoramento indireto do uso da água. As estimativas consideraram as principais categorias de usos, acompanhando a evolução da malha territorial brasileira desde 1931 (1.365 municípios) até a atualidade (5.570 municípios), além de projeções tendenciais dos usos”.

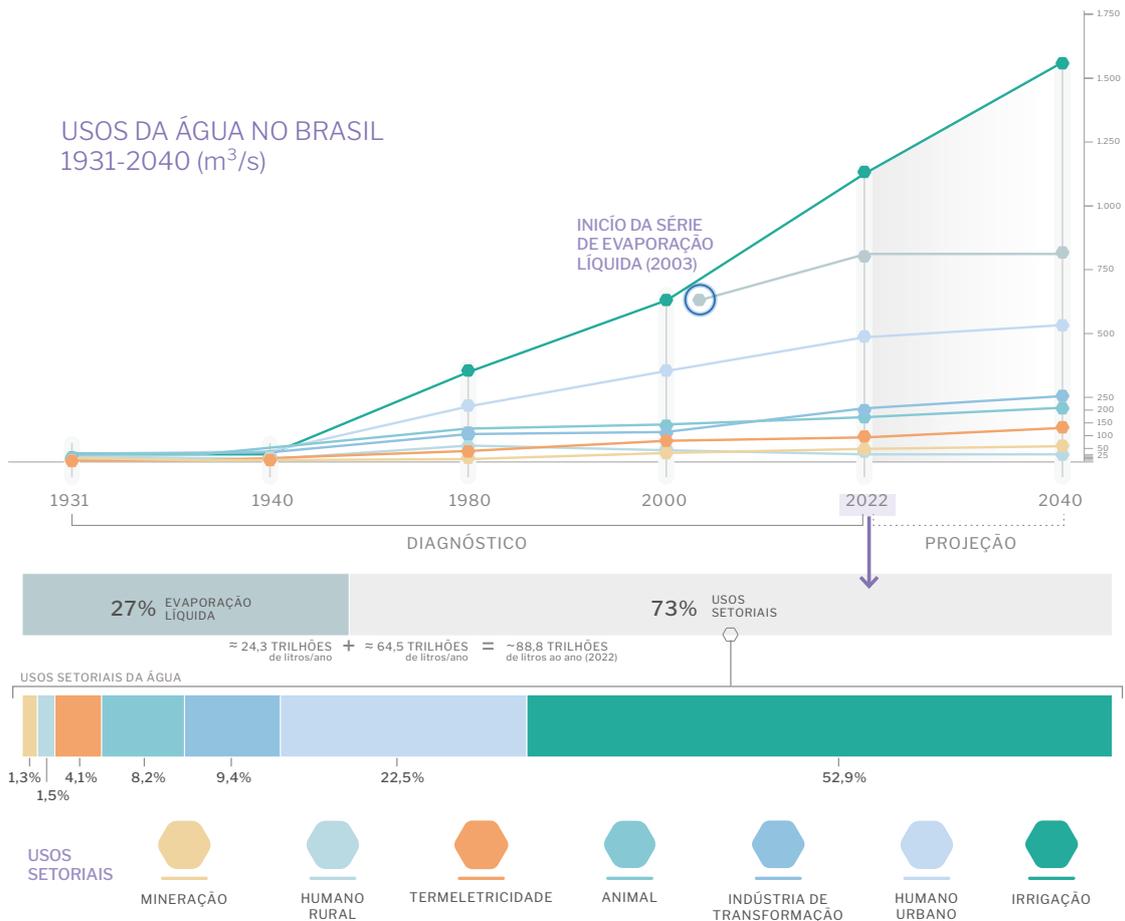
Nessa 2ª. edição consta que:

“atualmente, a retirada total de água no Brasil é de 88,8 trilhões de litros ao ano (2.816 m³/s) – 27% de evaporação líquida e 73% por setores específicos (usos setoriais). Dentre os setores, a agricultura irrigada, o abastecimento urbano e a indústria de transformação somam cerca de 85% do total.

A evolução dos usos da água foi expressiva nas últimas décadas – a retirada para os usos setoriais expandiu em 550 bilhões de litros médios anuais entre 1940 e 1980, acelerando para 830 bilhões entre 1980 e 2000 e para 1 trilhão e 30 bilhões entre 2000 e 2021. Mesmo com a menor retomada das atividades econômicas na década 2011-2020, somada aos impactos da pandemia da COVID-19, estima-se expressivo incremento dos usos de 1 trilhão e 166 bilhões de litros ao ano até 2040 – expansão de 30% das retiradas em relação a 2022.”

7 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. – 2. ed. – Brasília: ANA, 2024.

USOS DA ÁGUA NO BRASIL
1931-2040 (m³/s)



FONTE: Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil / 2. ed. – Brasília: ANA, 2024 - Panorama dos Usos - pag. 16

Especificamente sobre a mineração, esse trabalho aponta que, para os cálculos de índices de retirada e de consumo de água, demandada pelas operações do setor, foram definidos quatro agrupamentos de minérios: carvão mineral, minério de ferro, minerais metálicos não-ferrosos e minerais não-metálicos.

“A maior parte da demanda de metálicos não-ferrosos concentra-se na produção de alumínio e seus concentrados (bauxita); e da de minerais não-metálicos na extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e outros produtos químicos”

Com base em tais agrupamentos,

“além dos diferentes valores de retirada (m³/t), destaca-se a variação no consumo médio: desde 8,6% da retirada (metais preciosos), alcançando até 85% (alumínio). Considerando a participação das diferentes tipologias mineiras, o consumo médio global da atividade é da ordem de 30% da retirada.”¹⁸

Nos resultados obtidos⁹,

“destaca-se inicialmente a proporção das vazões de retirada para as quatro categorias de substância mineral. O minério de ferro responde por cerca de 50% das retiradas, seguido pelos minerais não metálicos (29%), metálicos não-ferrosos (15%) e carvão mineral (6%). O consumo, por outro lado, é maior dentre os minerais metálicos não-ferrosos, notadamente por conta do alumínio (80% da produção desse grupo) e cujo coeficiente médio de consumo é de 85% da retirada. As séries de vazões de retirada de água pela mineração (1931-2040) revelam que ocorreu incremento significativo do uso a partir da década de 1970. A demanda dobrou entre 1970 e 1980 e quadruplicou entre 1980 e a atualidade. A queda observada em 2009 foi devida à crise econômica global vivenciada, com impactos significativos no mercado internacional de minério de ferro. O total extraído pelo setor foi de 26,3 m³/s em 2022. As projeções futuras indicam um crescimento de até 75% das vazões para a extração mineral, alcançando 46,0m³/s em 2040. Os dados destacam a concentração do uso da água nos estados de Minas Gerais (38%) e Pará (39%), respondendo conjuntamente por 77% (20,3 m³/s) da retirada. Por consequência, as regiões Sudeste e Norte concentram a maior parte do uso. Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e Bahia, embora muito atrás dos maiores produtores, apresentam maiores demandas hídricas no contexto nacional.”

Diante do exposto, e destacando a mineração, a principal motivação para a elaboração deste “ Livro Azul” está fundamentada na necessidade de gestão efetiva da água nas atividades do setor, visando a sustentabilidade das operações minerárias.

Consideramos a água como um ativo ambiental, e no contexto socioeconômico como um “recurso hídrico”, cujo uso responsável, como insumo ou como matéria prima, exige boas práticas de gestão - planejamento, organização, gerenciamento de dados e monitoramento, para alcance dos melhores resultados.

O enfrentamento do dilema atual – por um lado as variações climáticas exercendo forte pressão nas disponibilidades hídricas quali-quantitativas, e por outro, a tendência de crescimento exponencial das demandas por água, justifica a preocupação com a implementação de boas práticas para a redução do consumo de água nova.

Nesse sentido, entendemos que os bons exemplos apresentados na presente edição são essenciais, como contribuições do setor minerário no presente cenário de vulnerabilidade em que se encontra o nosso planeta. Do reuso de água à utilização de água de chuva, passando pela participação ativa em colegiados de recursos hídricos, pavimentando caminhos para o fortalecimento de políticas públicas, o setor é ator relevante e indispensável para a garantia do aclamado desenvolvimento sustentável.

PR JETO



GESTÃO COMPARTILHADA DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA
DO RIO DAS VELHAS – GRUPO CONVAZÃO



PROJETO

GESTÃO COMPARTILHADA DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIO DAS VELHAS - GRUPO CONVAZÃO

Fase do Projeto

- (**x**) Em andamento
- () Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- () Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- () Reúso/aproveitamento de água
- () Controles no lançamento de efluentes
- (**x**) Usos múltiplos da água captada
- (**x**) Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- () Outros: _Hidrogeoquímica

Bem mineral principal

- Ouro: Volume produzido (tonelada/mês) 45.186

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Rio São Francisco/ Rio das Velhas / Belo Horizonte / MG

Tipos de usos outorgados / finalidades

- Barramento para produção de energia elétrica

Volume de água nova retirada mês (m3/mês)

- Superficial = 80.009
- Subterrânea = 84.708

Volume captado/ mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- Água nova retirada: Água captada no ambiente, incluindo água de chuva (precipitação e runoff), oceanos, rios, córregos, lagos, lagoas, água subterrânea, incluindo água de rebaixamento de nível de água e de barragens de água e de rejeito, com objetivo de uso ou de forma a permitir o desenvolvimento das atividades minero-industriais.

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM) = 1,13 m³/t

- Uso específico de água nova: Calculado pelo volume de água nova utilizada dividido pelo volume do material lavrado
- (exemplo: ROM) do mesmo período (m³/t).
- Água nova utilizada: Parcela da água nova retirada que é utilizada no processo produtivo, que inclui também as atividades administrativas e de controle ambiental.

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

AngloGold Ashanti compreende a importância dos cursos d'água e do uso desse recurso para a saúde das pessoas e do planeta. Por isso, desenvolve ações pautadas nas legislações vigentes, padrões globais da companhia e compromissos firmados internamente para fomentar a inovação e melhoria contínua.

Uma iniciativa que merece destaque neste contexto é a contribuição voluntária da

empresa com o abastecimento de água na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), sempre que possível e a pedido dos órgãos competentes.

Para mitigar os efeitos do forte período de estiagem que a cada ano passa a RMBH, a empresa realiza uma manobra para aumentar a vazão do seu Sistema Hidrelétrico Rio de Peixe, em Nova Lima (MG).

Entenda a ação

O sistema Rio de Peixe possui três reservatórios de água para produção de energia elétrica. Esses reservatórios, que durante o período chuvoso fazem o acúmulo de grande volume de água, estão localizados na Bacia

do Rio São Francisco, especificamente na bacia do seu afluente denominado Rio das Velhas. A RMBH é abastecida em grande parte pela captação localizada neste rio, a jusante dos reservatórios de Rio de Peixe.

Por meio da abertura controlada desses reservatórios a empresa contribui com a disponibilidade hídrica para captação do estação Bela Fama.

Toda esta ação é realizada de forma coordenada e com a participação de relevantes entidades. Por meio de ação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Velhas), foi instaurado o subcomitê denominado Convazão, no qual os principais usuários e o poder público definem ações para garantir a disponibi-

lidade hídrica nesta bacia. A AngloGold Ashanti, nos últimos anos, tem exercido um importante papel neste comitê ao contribuir com a disponibilidade hídrica na captação dessa região.

Alinhada aos valores da nossa empresa de compromisso com a comunidade e com o meio ambiente, esta iniciativa já foi realizada outras vezes, sempre que necessário e possível, por sua relevância para a população da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Equipe Envolvida

- **Kênia Janete Guerra**
- **Júlia Cotta**

PR JETOS



MUSEU DAS ÁGUAS BRASILEIRAS



PROGRAMA DE RESGATE DE PEIXES (DESCOMISSIO-
NAMENTO BABILÔNIAS) – UNIDADE ALUMAR/ALCOA



PROJETO

MUSEU DAS ÁGUAS BRASILEIRAS

Fase do Projeto

- (**x**) Em andamento
Fase 1 concluída, lançamento da página.
- () Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- () Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- () Reúso/aproveitamento de água
- () Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- (**x**) Outros: Projeto institucional

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Abrangência nacional/ Alcance internacional

Tipos de usos outorgados/finalidades

- Não aplicável

Investimento

- (em R\$) R\$ 300.000

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

O Museu das Águas Brasileiras é um projeto virtual da Universidade Federal do Tocantins (UFT), subsidiado pela UNESCO e apoiado pela Alcoa Foundation, com o objetivo de promover a educação sobre o uso sustentável da água. Seu objetivo é gerar conhecimento e engajamento para ações de conservação, utilizando uma abordagem interdisciplinar que considere aspectos biológicos, culturais e sociais relacionados à água.

Estabelecido em 2023, o museu é a primeira instituição brasileira a ingressar na Rede Internacional de Museus da Água (WAMU-NET). Ele opera como uma plataforma 100% virtual, com a missão de fortalecer a cooperação global na educação e gestão da água.

Em 2024, o museu completou sua página permanente na web, expandindo sua presença digital e acessibilidade (<https://museudasaguasbrasileiras.org/>), onde projetos como “Mãos que Cuidam da Água”, “A Água que Queremos” e “Aquaplay” realizados em 2024 podem ser acessados.

“Mãos que Cuidam da Água” estão capacitando jovens a se tornarem líderes ambientais e desenvolvendo-os como agentes poderosos de mudança para construir um futuro sustentável. “A Água que Queremos” é um concurso e prêmio

internacional que visa inspirar um futuro mais sustentável por meio de criações juvenis focadas no tema “água” a partir de perspectivas naturais, culturais e sociais.

“Aquaplay” é uma ferramenta educacional interativa que utiliza arte para envolver os alunos em temas relacionados à água, apresentando algumas das melhores obras de arte enviadas para o nosso concurso juvenil e premiação “A Água que Queremos”.

A página também está disponível no Instagram [@museudasaguasbrasileiras](https://www.instagram.com/museudasaguasbrasileiras)

A estratégia do Museu das Águas Brasileiras combina educação e tecnologia para inspirar ações de proteção e gestão sustentável da água. Com parcerias e engajamento público, o museu expandirá seu impacto e preparará mais pessoas para enfrentar os desafios relacionados à água.

Figura 1: 5º concurso internacional "A Água que Queremos" 2024 - trabalhos brasileiros.



Equipe Envolvida

Alcoa/Alcoa Foundation

- Evelize Lago Nishiyamamoto
- Gabriela Oliveira
- Thaiza Couto Bissacot
- Tatiana Bizzi

Museu das Águas

- Antônio Augusto Rossotto
- Cynthia Mara Miranda
- Heber Rogerio Gracio
- Liliana Pena Naval
- Maryellen Crisóstomo
- Narubia Silva Werreira Karajá



PROJETO

PROGRAMA DE RESGATE DE PEIXES (DESCOMISSIONAMENTO BABILÔNIAS) – UNIDADE ALUMAR/ALCOA

Fase do Projeto

- Em andamento
- Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- Balanço Hídrico
- Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- Reúso/aproveitamento de água
- Controles no lançamento de efluentes
- Usos múltiplos da água captada
- Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- Outros: Conservação de biodiversidade

Bem mineral principal

- Não aplicável

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Atlântico Nordeste Ocidental / Sub-Bacia do Inhaúma/São Luís/Maranhão

Tipos de usos outorgados/finalidades

- Não aplicável

Volume de água nova retirada/mês (m³/mês)

- Não aplicável

Volume captado/ mês de água de chuva (precipitação e *runoff*) e de oceanos

- Não aplicável

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM) = m³/t

- Não aplicável

Investimento

- (em R\$) R\$ 782.617,46

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

Durante a fase de descomissionamento das Barragens da Babilônia (lagos artificiais), ações de engenharia foram implementadas para mitigar os impactos na fauna terrestre e aquática. Essas ações cobriram tanto as estruturas quanto as rotas de acesso usadas para a execução do trabalho.

Uma das etapas do descomissionamento incluiu a remoção da vegetação existente. Medidas principais incluíram a supressão controlada da vegetação, a construção de diques provisórios para isolar áreas e o manejo da fauna terrestre e aquática, envolvendo o resgate e a realocação de espécies. Essas intervenções foram realizadas em sinergia com as práticas de engenharia civil, visando minimizar a interferência com as espécies e promover a conservação da biodiversidade local.

Para liberar as áreas para a supressão da vegetação, a equipe técnica realizou inspeções para planejar ações de maneira eficiente e segura. Durante esta fase, foram identificadas as características do terreno e locais com potencial para nidificação e a presença de animais pequenos, médios e grandes. Além disso, as inspeções permitiram a avaliação de áreas que exigiam medidas adicionais para deter ou proteger espécies já em fase de reprodução, minimizando os impactos na fauna local.

Em relação à fauna aquática, a liberação para bombeamento e trabalho de

descomissionamento nos lagos foi precedida por um rigoroso monitoramento ambiental. Parâmetros essenciais, como oxigênio dissolvido, pH e temperatura da água foram medidos diariamente.

Esses dados foram cruciais para garantir a segurança das operações, indicando as condições ideais para a continuação do trabalho ou, quando necessário, sinalizando a interrupção imediata do bombeamento.

A captura da fauna terrestre foi realizada durante o corte seletivo da vegetação e a supressão mecanizada. Um total de 39 indivíduos foi capturado, pertencentes a cinco espécies de répteis (41,93%) e seis espécies de anfíbios (58,06%) que ocorrem na região.

Figura 1: Fauna aquática



Figura 2: Resgate de peixes.



A captura da fauna aquática ocorreu durante todo o processo de descomissionamento dos lagos, com um total de 54.287 peixes de nove espécies. Entre estes, os mais abundantes na Babilônia Norte foram *Astyanax bimaculatus* (46,63%), *Hemigrammus* sp. (45,63%) e *Poecilia sarrafae* (3,99%). Na Babilônia Sul, as espécies mais representativas foram *Hemigrammus* sp. (49,20%), *Nannostomus beckfordi* (30,58%) e *Cichlasoma zarskei* (11,07%). Ressalta-se que, do total de 54.287 indivíduos, ocorreu menos de 3% de mortalidade, com uso científico desses animais.

A experiência no manejo da fauna durante a fase de construção nas Lagoas da Babilônia e a estratégia de conduzir o trabalho com impacto mínimo na fauna local demonstraram que é possível alinhar o desenvolvimento com a conservação ambiental. As medidas adotadas minimizaram os impactos na fauna terrestre e aquática, permitiram a caracterização e identificação dos indivíduos presentes e garantiram a preservação da biodiversidade nas operações da Alumar.

PR JETOS

-  **BALANÇO HÍDRICO DO SISTEMA MINAS-RIO SEGUNDO A METODOLOGIA WAF+**
-  **REUSO DE ÁGUA DO MINERODUTO NO PORTO DO AÇU**
-  **AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE AS INSTALAÇÕES DO MINAS-RIO LOCALIZADAS EM CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO**
-  **ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS E PLANO ESTRATÉGICO DE REBAIXAMENTO DO NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA**
-  **PLANO DIRETOR DE DRENAGEM DE CAVA – MINAS RIO**
-  **SIGRHI - ANGLO AMERICAN - SISTEMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**



PROJETO

BALANÇO HÍDRICO DO SISTEMA MINAS-RIO SEGUNDO A METODOLOGIA WAF+

<p>Fase do Projeto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (x) Em andamento • () Concluído
<p>Práticas de Gestão de Recursos Hídricos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • () Monitoramento hídrico (qualidade/ quantidade) • (x) Balanço Hídrico • (x) Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos) • () Reúso/aproveitamento de água • () Controles no lançamento de efluentes • () Usos múltiplos da água captada • () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias) • () Outros _____
<p>Bem mineral principal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Minério de ferro: volume produzido (tonelada/mês) - 2,09 Mt/mês (média de 2024)
<p>Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bacia do rio Doce, sub-bacia do rio Santo Antônio, municípios de Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro e Dom Joaquim, Minas Gerais • Bacia do rio Doce, sub-bacia do rio Piranga, Santo Antônio do Gramma, Minas Gerais
<p>Tipos de usos outorgados / finalidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Outorgas de captação superficial e subterrânea para fins de consumo industrial, consumo humano, aspersão de vias, rebaixamento de nível de água, disposição de rejeitos e contenção de sedimentos

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- Superficial = 806.662 m³/mês (média de 2024, captações no rio do Peixe e no ribeirão Santo Antônio do Grama)
- Subterrânea = 56.442 m³/mês (média de 2024, captações nos poços de rebaixamento e poços de abastecimento)

Volume captado/ mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 786.544 m³/mês (média de 2024)

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,41 m³/t (realizado em 2024)

Investimento

- (em R\$): R\$ 800.000,000

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

O balanço hídrico é uma ferramenta essencial para o setor da mineração, sendo utilizado para determinar a eficiência operacional e a conformidade regulatória. Por meio dele, é possível quantificar as entradas, as saídas e as transferências de água entre os diversos processos que compõem o empreendimento. Essa abordagem permite otimizar o uso dos recursos hídricos, contribuindo, assim, para a sustentabilidade de longo prazo dos negócios.

Em 2014, o Conselho de Mineração da Austrália (MCA) desenvolveu o Water Accounting Framework (WAF), que foi amplamente adotado pela indústria da mineração. Em 2017, o Conselho Internacional de Mineração e Metais (ICMM) publicou um guia para relatórios sobre água baseado no WAF, tornando-o uma exigência para as empresas associadas.

Para complementar esses padrões, a Anglo American criou seu próprio guia corporativo de relatórios de água, o WAF+, que esclarece certos critérios e definições, além de incorporar o conceito de água nova.

Desde 2020, os balanços hídricos mensais das operações da Anglo American vêm sendo elaborados segundo a metodologia WAF+, que classifica os elementos do diagrama em entradas, tarefas, reservatórios, pontos de tratamento, saídas e desvios. Um importante indicador derivado dessa análise é a eficiência hídrica, calculada pelas Equações 1, 2 e 3. É relevante destacar que os maiores valores de eficiência hídrica indicam um manejo mais sustentável dos recursos hídricos. Isso ocorre por esses valores indicarem um maior aproveitamento de água recirculada em detrimento da utilização de água nova, seja ela proveniente de fontes superficiais ou subterrâneas.

$$\text{Eficiência Total} = \text{Eficiência de Reuso} + \text{Eficiência de Reciclagem} \quad (1)$$

$$\text{Eficiência de Reuso} = \frac{\sum \text{Água Trabalhada para Tarefas}}{\sum \text{Água Total para Tarefas}} \quad (2)$$

$$\text{Eficiência de Reciclagem} = \frac{\sum \text{Água Trabalhada e Tratada para Tarefas}}{\sum \text{Água Total para Tarefas}} \quad (3)$$

O balanço hídrico do Sistema Minas-Rio é um balanço integrado e compreende as instalações localizadas nos estados de Minas Gerais e do Rio de Janeiro, especificamente nas cidades de Conceição do Mato Dentro (MG), Santo Antônio do Grama (MG) e São João da Barra (RJ).

Em Conceição do Mato Dentro, as principais fontes de abastecimento de água são as captações no rio do Peixe, na barragem de rejeitos, nos diques de contenção de sedimentos e nos poços (inclusive de rebaixamento da mina), além da umidade contida no ROM.

Por outro lado, em Santo Antônio do Grama destacam-se as captações no ribeirão Santo Antônio do Grama, na barragem de emergência e no poço 2137. Em São João da Barra, a água é fornecida por terceiros.

O diagrama de balanço hídrico do Minas-Rio no padrão WAF+ é apresentado na figura a seguir e engloba o sistema Mina-Usina, Estação de Bombas 1, Estação de Bombas 2 e Terminal Porto do Açu.

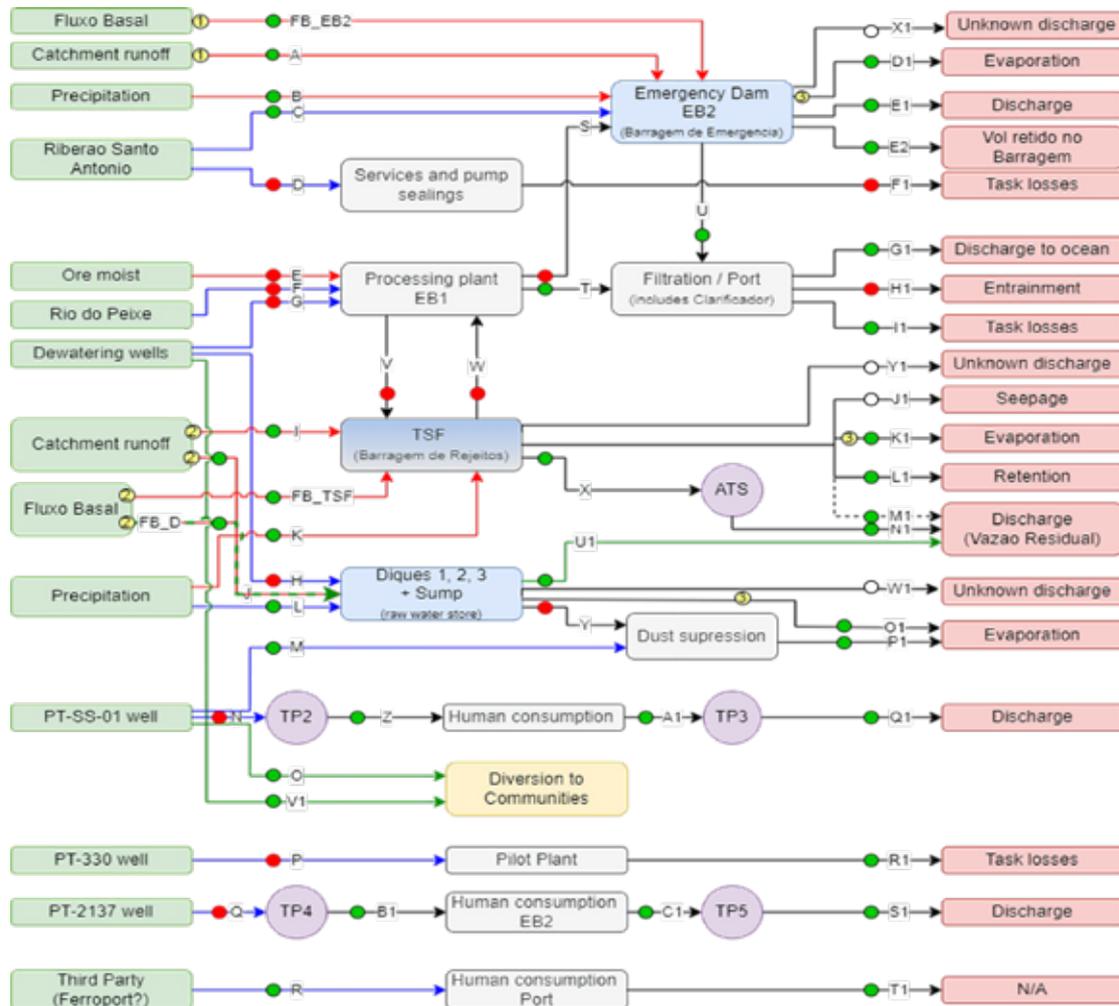
Em todo o sistema, os principais consumos ocorrem no processo de concentração do minério de ferro, no empolpamento do minério concentrado para transporte via mineroduto, na umidificação das vias da mina e nos consumos humanos. As saídas de água mais significativas, por outro lado, correspondem às descargas para o meio ambiente, à evaporação dos reservatórios, à água retida no concentrado e no rejeito e às perdas.

Em 2024, a Anglo American atingiu uma eficiência hídrica de 81,7% no Minas-Rio. Essa operação possui um alto valor de eficiência, uma vez que utiliza um volume

Figura 1 – Diagrama esquemático Sistema Minas-Rio da Anglo American.



Figura 2 – Diagrama GoldSim do Balanço Hídrico WAF+ Minas Rio.



significativo de água recuperada e recirculada no processo de beneficiamento do minério de ferro, através da barragem de rejeitos. Essa estrutura possui uso múltiplo, pois serve tanto para a disposição dos rejeitos quanto para o armazenamento da água. Em sua função como reservatório, a barragem acumula o volume das cheias geradas na

bacia hidrográfica, que é captado no período de estiagem (regularização de vazões). Em outras palavras, ela serve também para acumular a água da chuva e armazenar a água que pode ser recirculada, ou seja, reutilizada na operação. A recuperação e a recirculação de água são boas práticas na utilização sustentável dos recursos hídricos.

Equipe Envolvida

- Mariana da Conceição Alcantara (Engenheira de Recursos Hídricos)
- Thaisa Xavier (Coordenadora de Hidrogeologia e Hidrologia)
- Gerência Corporativa de Geotecnia e Hidrogeologia
- Diretoria Técnica e Meio Ambiente



PROJETO

REUSO DE ÁGUA DO MINERODUTO NO PORTO DO AÇU

Fase do Projeto

- (**x**) Em andamento
- () Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- () Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- (**x**) Reúso/aproveitamento de água
- () Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- () Outros _____

Bem mineral principal

- Minério de ferro: Volume produzido (tonelada/mês) - 2,09 Mt/mês (média de 2024)

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia do rio Doce, sub-bacia do rio Santo Antônio, municípios de Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro e Dom Joaquim, Minas Gerais
- Bacia do rio Doce, sub-bacia do rio Piranga, Santo Antônio do Gramma, Minas Gerais

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- Outorgas de captação superficial e subterrânea para fins de consumo industrial, consumo humano, aspersão de vias, rebaixamento de nível de água, disposição de rejeitos e contenção de sedimentos

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- Superficial = 806.662 m³/mês (média de 2024, captações no rio do Peixe e no ribeirão Santo Antônio do Grama)
- Subterrânea = 56.442 m³/mês (média de 2024, captações nos poços de rebaixamento e abastecimento)

Volume captado/ mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 786.544 m³/mês (média de 2024)

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,41 m³/t (realizado em 2024)

Investimento (em R\$)

- A Anglo American vai disponibilizar o volume necessário. O investimento na captação e distribuição será realizado pela Porto Açú.

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos:

O Minas-Rio é a operação de minério de ferro da Anglo American, no Brasil. Ele está localizado nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. É uma operação de exportação de minério de ferro totalmente integrada, com mina, usina de beneficiamento, mineroduto e terminal dedicado no Porto de Açú.

O projeto de reuso da água do mineroduto da Anglo American em parceria com a Prumo Logísticas, está localizado no Porto do Açú. Esta iniciativa promete ser uma das maiores relacionadas ao reaproveitamento hídrico no Brasil, sendo de fundamental importância para o desenvolvimento sustentável da região, e está diretamente ligada a operação mineroduto, que transporta minério de ferro de Conceição do Mato

Dentro (MG) até São João da Barra (RJ), gerando diariamente efluentes tratados que são descartados no mar.

Com o objetivo de atender a crescente demanda de água industrial no complexo portuário, o projeto visa reaproveitar o efluente gerado no processo de filtragem do minério, que atualmente é majoritariamente descartado no mar.

Com uma vazão média aproximada de 1000 m³/h e potencial para ser reaproveitado por diferentes indústrias e atividades instaladas na região de São João da Barra/RJ, a água do mineroduto pode ser tratada de acordo com suas finalidades, excluindo-se inicialmente usos para fins de consumo humano (água potável).

Foto 1: Vista Geral – Planta de Filtragem

A primeira fase do projeto consistiu em uma etapa piloto com vazão de reuso estimada em 70m³/h para atender à demanda atual das empresas já instaladas na região portuária tendo sido iniciada em dezembro de 2024.

Com o complexo portuário em plena expansão, prevê-se um consumo crescente de água e uma expectativa de consumo total do projeto de reuso até o ano de 2031. A implementação do projeto é fundamental para estimular as práticas de reuso e economia circular de água no Brasil, em linha com as estratégias de desenvolvimento sustentável das empresas. Além disso, o projeto é uma alternativa para suprir a demanda de água industrial, evitando a captação de água nova e um possível estresse hídrico do desenvolvimento local. Toda a infraestrutura do projeto, é de responsabilidade da Prumo, sendo a Anglo American responsável pela disponibilização da água. A distribuição da água no complexo industrial é realizada pela empresa Water Solutions, empresa contratada pela Prumo Logística visando o abastecimento

do Porto do Açú. No acordo entre Anglo American e Prumo, uma compensação financeira pelo uso da água foi prevista, com a adoção de projetos de conservação de recursos hídricos na bacia hidrográfica de origem da água captada.

O Sistema Minas-Rio abriga o maior mineroduto em extensão do mundo, com uma extensão total de 529 km, que permite o transporte de minério em forma de polpa de minério em água com capacidade de escoar 26,5 milhões de toneladas por ano, o que é fundamental para a produção de minério de ferro da Anglo American no Brasil. O transporte por mineroduto é considerado um modal de transporte mais seguro e ambientalmente mais sustentável. Atualmente, parte deste efluente gerado já passa por um tratamento terciário (ETA) e é reutilizado para fins industriais pela Anglo American.

O Porto do Açú é um dos principais empreendimentos portuários do país, está em operação desde outubro de 2014 e fica localizado em São João da Barra (RJ).

Com 44 Km² de área disponível com grande capacidade de expansão, o Porto do Açu vem atraindo cada vez mais industriais que necessitarão de água em suas operações. Atualmente, a oferta hídrica para abastecimento do complexo industrial é baseada em água subterrânea.

Potencialmente, esse deve ser um dos maiores projetos de reaproveitamento de água do Brasil. O aumento de reutilização no Porto Açu será gradativo, com um volume que pode chegar a 0,3 m³/s de água reutilizada.

Foto 2: Vista Geral do Ponto de Captação



Foto 3: Ponto de distribuição de caminhões pipa (Projeto Piloto)



Foto 4: Aspersão de vias com a água tratada e reutilizada.



Umectação de vias não pavimentadas e irrigação da vegetação do complexo portuário

Equipe Envolvida

- **Marcelo Souto Chaves** (Eng. Coordenador de Meio Ambiente)
- **Thaiza Xavier** (Coordenadora de Hidrogeologia e Hidrologia)
- **Diretoria Técnica e Meio Ambiente**



PROJETO

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE AS INSTALAÇÕES DO MINAS-RIO LOCALIZADAS EM CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO

Fase do Projeto

- Em andamento
- Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- Balanço Hídrico
- Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- Reúso/aproveitamento de água
- Controles no lançamento de efluentes
- Usos múltiplos da água captada
- Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- Outros - Estudo sobre o impacto das mudanças climáticas

Bem mineral principal

- Minério de ferro, 2,09 Mt/mês (média de 2024)

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia do rio Doce, sub-bacia do rio Santo Antônio, municípios de Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro e Dom Joaquim, Minas Gerais
- Bacia do rio Doce, sub-bacia do rio Piranga, Santo Antônio do Gramma, Minas Gerais

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- Outorgas de captação superficial e subterrânea para fins de consumo industrial, consumo humano, aspersão de vias, rebaixamento de nível de água, disposição de rejeitos e contenção de sedimentos

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- Volume de água nova retirada/mês: (m³/mês)
- Superficial = 806.662 m³/mês (média de 2024, captações no rio do Peixe e no ribeirão Santo Antônio do Grama)
- Subterrânea = 56.442 m³/mês (média de 2024, captações nos poços de rebaixamento e poços de abastecimento)

Volume captado/ mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 786.544 m³/mês (média de 2024)

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,41 m³/t (realizado em 2024)

Investimento (em R\$)

- R\$ 300.000,00
-

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

A água é um dos recursos naturais que pode ser mais afetado pelos efeitos da mudança do clima, considerando alterações nos padrões de precipitação, que podem provocar o aumento da ocorrência de eventos hidrológicos extremos, como inundações ou longos períodos de secas e alterações na disponibilidade hídrica.

A Anglo American investiu em avaliações de mudança climática, a partir da elaboração de estudos que avaliam o impacto das mudanças climáticas sobre a temperatura e a precipitação mensal para as instalações do Minas-Rio localizadas em Conceição do Mato Dentro. Esse estudo foi desenvolvido pela empresa de consultoria WSP Chile.

Os modelos climáticos globais utilizados no estudo simulam as condições

climáticas passadas e futuras (período de 1850 a 2100) do planeta, em grades tridimensionais com resolução de 100 km a 500 km, a partir de diferentes cenários de emissões de gases de efeito estufa e grupos de simulações que permitem a caracterização da incerteza das projeções.

Foram considerados dois cenários de mudanças climáticas: um intermediário e um pessimista. No cenário intermediário (SSP 2-4.5), as tendências socioeconômicas e tecnológicas seguem padrões históricos, resultando em um aumento moderado das temperaturas e das emissões de dióxido de carbono. No cenário pessimista (SSP 5-8.5), por outro lado, o desenvolvimento é intenso, com um aumento substancial das temperaturas e emissões.

Os modelos climáticos globais utilizados pertencem aos bancos de dados CMIP6 e NEX-GDDP-CMIP6. O CMIP6 possui 57 modelos com informações mensais e menor resolução espacial ($0,7^{\circ} \times 0,7^{\circ}$ a $2,8^{\circ} \times 2,8^{\circ}$), enquanto o NEX-GDDP-CMIP6 possui 34 modelos com informações diárias e maior resolução espacial ($0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$). Apenas três modelos do banco de dados NEX-GDDP-CMIP6 foram descartados. Considerando os cenários SSP 2-4.5 e SSP 5-8.5, o número total de modelos foi de 114 para o CMIP6 e 62 para o NEX-GDDP-CMIP6. Todos os modelos foram corrigidos pelo método *Quantile Delta Mapping* para melhorar a precisão dos resultados em nível local.

O estudo utilizou dados de temperatura e precipitação de estações operadas por entidades públicas no período de 1980 a 2021. Os dados ausentes de temperatura foram completados a partir do produto de reanálise ERA5-Land, que apresentou melhor desempenho que o ERA5. Os dados de precipitação, por outro lado, foram completados pelo método da média aritmética devido à alta qualidade das informações (série com aproximadamente 30 anos de extensão) e verificados pelo método da dupla massa. Por fim, a evapotranspiração potencial foi determinada indiretamente, a partir dos dados de temperatura, pelo método de Hargreaves-Samani.

As projeções mensais de temperatura, precipitação e evapotranspiração po-

tencial foram avaliadas para os períodos denominados futuro próximo (2031 a 2060) e futuro distante (2071 a 2100). A partir das projeções anuais de precipitação e evapotranspiração potencial, foram analisados três índices de seca: Índice de Precipitação Padronizado (SPI), Índice de Precipitação-Evapotranspiração Padronizado (SPEI) e Índice de Aridez (AI). Foram avaliadas também a precipitação máxima de 24h de duração e a precipitação máxima provável (PMP) de 24h, 48h e 72h de duração.

Diversos testes estatísticos foram aplicados aos modelos de mudanças climáticas para reduzir a incerteza e orientar a seleção de três modelos diários (NEX-GDDP-CMIP6) que representassem diferentes condições de risco (moderada, severa e extrema) no contexto da disponibilidade hídrica, independentemente do cenário de emissões. Ressalta-se, entretanto, a importância de considerar o nível de incerteza associado às projeções de mudanças climáticas nesse tipo de análise.

Os resultados do estudo permitiram avaliar, para cada período analisado, os impactos das mudanças climáticas no balanço hídrico, no funcionamento das estruturas de drenagem e na segurança das barragens e diques do empreendimento, bem como do entorno associado de forma a garantir que o empreendimento opere com segurança hídrica.

Equipe Envolvida

- **Mariana da Conceição Alcantara** (Engenheira de Recursos Hídricos)
- **Thaís Xavier** (Coordenadora de Hidrogeologia e Hidrologia)
- **Gerência Corporativa de Geotecnia e Hidrogeologia**
- **Diretoria Técnica e Meio Ambiente**



PROJETO

ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS E PLANO ESTRATÉGICO DE REBAIXAMENTO DO NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

Fase do Projeto

- (**x**) Em andamento
- () Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- () Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- () Reúso/aproveitamento de água
- () Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- (**x**) Outros: Rebaixamento para Fins de Mineração

Bem mineral principal

- Minério de ferro: volume produzido (tonelada/mês) - 2,09 Mt/mês (média de 2024)

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia do rio Doce, sub-bacia do rio Santo Antônio, municípios de Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro e Dom Joaquim, Minas Gerais
- Bacia do rio Doce, sub-bacia do rio Piranga, Santo Antônio do Gramma, Minas Gerais

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- Outorgas de captação superficial e subterrânea para fins de consumo industrial, consumo humano, aspersão de vias, rebaixamento de nível de água, disposição de rejeitos e contenção de sedimentos

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- 360.000 m³/mês
- Superficial = 806.662 m³/mês (média de 2024, captações no rio do Peixe e no ribeirão Santo Antônio)
- Subterrânea = 56.442 m³/mês (média de 2024, captações nos poços de rebaixamento e Poços de Abastecimento)

Volume captado/ mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 786.544 m³/mês (média de 2024)

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,41 m³/t (realizado em 2024)

Investimento (em R\$)

- 1.000.000,00

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

A Mina do Minas-Rio, operada pela Anglo American, está localizada no Estado de Minas Gerais, com a planta inserida nos municípios de Conceição do Mato Dentro e Alvorada de Minas. É uma operação de exportação de minério de ferro totalmente integrada, com a mina, planta de beneficiamento, minero-duto de 529 km e instalação de exportação dedicada no Porto do Açu, no Rio de Janeiro.

Uma das necessidades de uma mineração para promover a lavra em profundidade é a realização do rebaixamento do nível d'água subterrâneo. Para subsidiar este processo, torna-se necessário o profundo conhecimento hidrogeológico da região de forma que o rebaixamento ocorra de forma efetiva e sustentável, do ponto de vista das necessidades das operações e do ponto de vista ambiental.

Na Anglo American, são realizados periodicamente estudos hidrogeológicos e modelagens alinhado às estratégias do planejamento de mina, entre avaliações ambientais de impacto, de forma a garantir a sustentabilidade do empreendimento, do ponto de vista operacional e stakeholders. Considerando que gestão adequada da água subterrânea é fundamental para o desenvolvimento dos planos de lavra e um recurso natural essencial.

A elaboração e atualizações constantes do modelo hidrogeológico permitem a avaliação contínua das condições hidrogeológicas, com relação à distribuição das zonas de recargas e a dinâmica do fluxo de água subterrânea. A compreensão dessas informações é essencial para garantir a aderência operacional

com as estratégias da empresa preven-
do e mitigando riscos hidrológicos
e assegurando a conformidade com as
regulamentações ambientais.

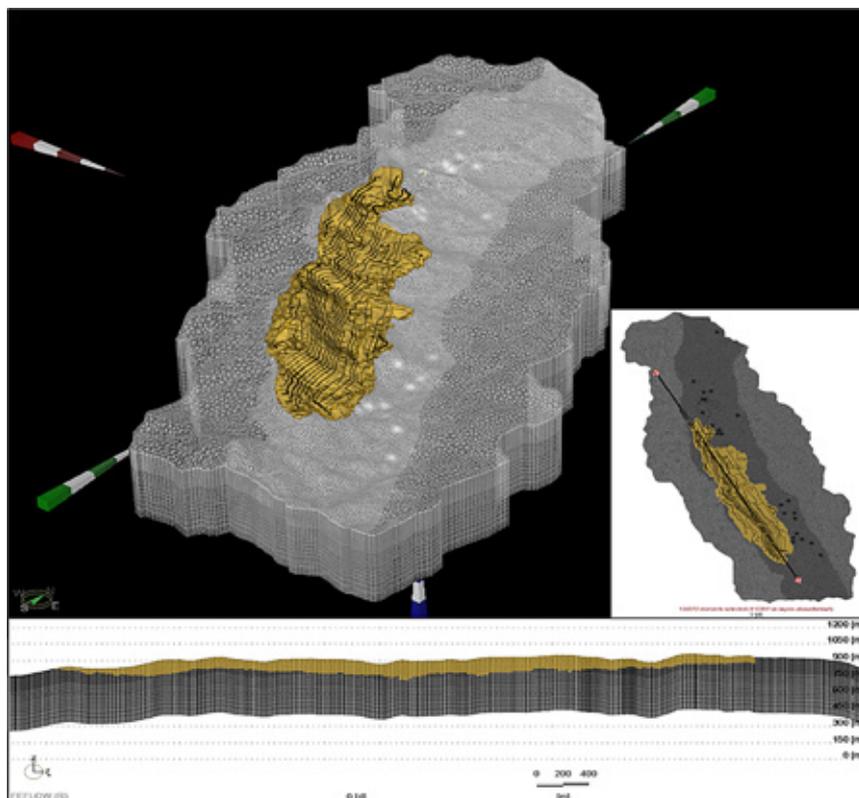
A representatividade dos modelos numé-
ricos hidrogeológicos depende de várias
premissas fundamentais, a representa-
ção precisa do sistema hidrogeológico
requer a coleta de dados abrangente
correlacionada com a caracterização das
formações geológicas, propriedades dos
aquíferos, condições de contorno e pro-
cessos de recarga/descarga. Além disso,
a transparência quanto às suposições do
modelo, limitações e incertezas é essencial
para interpretar os resultados do modelo
e tomar decisões informadas com base
nas previsões do modelo.

Além da atualização dos Modelos Hi-
drogeológicos Operacionais (Curto/

Médio Prazo), são desenvolvidos novos
modelos hidrogeológicos alinhados às
estratégias da empresa dentro do cená-
rio de Médio/Longo Prazo. Dentro deste
contexto, destaca-se a importância da
análise e avaliação do objetivo de cada
modelo desenvolvido para aderência das
premissas utilizadas, visando resultados
representativos e alinhados com o pro-
pósito do estudo.

É importante destacar que não se espera
que um único modelo numérico forneça
todas as informações necessárias. No
entanto, é essencial definir as expecta-
tivas de resultados para cada modelo
elaborado, o que torna necessário ter uma
compreensão clara das suposições antes
de iniciar o desenvolvimento do modelo,
de modo a orientar o tipo de abordagem
de modelagem e sua aplicação.

Foto 1: Layout do Modelo Hidrogeológico do Minas Rio - Cava e entorno



Fonte: Mdgeo, 2024

Compreender o cenário hidrogeológico no qual um empreendimento de mineração está instalado é uma questão fundamental tanto para o desenvolvimento inicial de um plano de mineração quanto para o sucesso de sua execução. A Anglo American, desenvolve uma ferramenta importante na gestão dos recursos hídricos que é o Plano Estratégico de Rebaixamento.

Dentro deste contexto, o Plano Estratégico de Rebaixamento reflete em diversas áreas resultando em uma operação eficiente e segura alinhada ao controle de custos associados, por exemplo, à custos logísticos e de não entrega do minério conforme o plano de produção.

O Plano Estratégico de Rebaixamento tem por objetivo definir as principais premissas associadas ao contexto hidrogeológico e o desenvolvimento da cava. Dentro deste contexto, elabora-se uma avaliação dos cenários de rebaixamento em relação ao panorama do plano de negócios (Plano de 5 anos) e as avaliações de cenários futuros contemplando as áreas de expansão do projeto. Dentro do contexto apresentado, o Plano Estratégico de Rebaixamento apresenta os principais objetivos a seguir:

- Obtenção da aprovação regulatória necessária para a gestão de água da mina dentro dos cronogramas estabelecidos para Médio/Longo Prazo.
- Rebaixamento da água subterrânea previamente à execução da cava visando a segurança da operação da mina e não entrega do minério conforme o plano de produção.
- Evitar custos mais elevados de mineração relacionados à transporte (minério úmido), desgaste de equipamentos, desgaste de pneus, perfuração e detonação úmidas, controle de qualidade do beneficiamento.

- Controle de impactos ambientais

O gerenciamento efetivo dos níveis de água subterrânea na operação de uma mina, surgem inúmeros benefícios, garantindo a segurança da operação da mina, obter permissões legais para operação do rebaixamento de mina envolve demonstrar a viabilidade técnica e a eficácia das medidas propostas.

Melhorar a compreensão do cenário hidrogeológico e desenvolver estudos abrangentes é fundamental para garantir a operação segura e sustentável da mina. Compreender que o ambiente hidrogeológico é dinâmico e complexo, leva o empreendimento a priorizar a pesquisa contínua e o monitoramento para aprimorar a base de conhecimento.

Investir em estudos hidrogeológicos avançados, incluindo modelagem hidrogeológica, caracterização de aquíferos e programas de monitoramento, é crucial para o melhor entendimento sobre o comportamento do fluxo de águas subterrâneas, padrões de recarga e possíveis interações com atividades de mineração.

É importante ressaltar que a elaboração do Plano Estratégico de Rebaixamento contempla avaliação do Modelo Hidrogeológico Operacional, abrangendo a análise das demandas de médio/longo prazo para rebaixamento do nível de água subterrânea alinhadas ao planejamento de mina, bem como a avaliação de possíveis impactos inerentes ao rebaixamento, no entorno.

Por meio da colaboração com especialistas hidrogeológicos, partes interessadas e autoridades regulatórias, a operação Anglo American visa alcançar e avaliar os mais altos padrões de gestão hidrogeológica, garantindo a viabilidade e a integridade a longo prazo de nossas operações de mineração.

Foto 2: Vista Geral - Mina Serra do Sapo – Minas Rio



Equipe Envolvida

- **Luiza Rocha Kelmer** (Hidrogeóloga)
- **Thaís Xavier** (Hidrogeóloga - Coordenadora de Hidrogeologia e Hidrologia)
- **Gerência Corporativa de Geotecnia e Hidrogeologia**
- **Diretoria Técnica e Meio Ambiente**



PROJETO

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM DE CAVA – MINAS RIO

Fase do Projeto

- Em andamento
- Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- Balanço Hídrico
- Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- Reúso/aproveitamento de água
- Controles no lançamento de efluentes
- Usos múltiplos da água captada
- Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- Outros - Drenagem Superficial de Cava

Bem mineral principal

- Minério de ferro: volume produzido (tonelada/mês) - 2,09 Mt/mês (média de 2024)

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia do rio Doce, sub-bacia do rio Santo Antônio, municípios de Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro e Dom Joaquim, Minas Gerais
- Bacia do rio Doce, sub-bacia do rio Piranga, Santo Antônio do Gramma, Minas Gerais

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- N/A

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- Superficial = 806.662 m³/mês (média de 2024, captações no rio do Peixe e no ribeirão Santo Antônio do Grama)
- Subterrânea = 56.442 m³/mês (média de 2024, captações nos poços de rebaixamento e abastecimento)

Volume captado/ mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 786.544 m³/mês (média de 2024)

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,41 m³/t (realizado em 2024)

Investimento (em R\$)

- 70.000.000,00/ano

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

O Plano Diretor de Drenagem de Cava (PDD) é uma diretriz técnica para a implementação de estruturas de Drenagem Superficial na Mina, no qual é realizada uma análise multidisciplinar dos riscos e necessidades anuais considerando o período chuvoso. Essas estruturas visam o direcionamento adequado da água superficial de chuva, bem como a contenção de sedimentos.

A direção e a implementação dos sistemas definitivos de drenagem superficial na Mina do Sapo são realizadas utilizando as diretrizes e premissas estabelecidas no Plano Diretor de Drenagem. Este plano considera cenários futuros de mineração - LOAP, otimizando a quantidade e a vida útil dos dispositivos.

Os critérios e premissas utilizados no desenvolvimento do projeto do plano di-

retor da drenagem, atendem os requisitos necessários no âmbito dos dimensionamentos hidráulicos e hidrológicos. O estudo e projeto de drenagem de cava da Minas Rio, foi desenvolvido pela empresa TEC3 Engenharia, em trabalho multidisciplinar com várias áreas técnicas da Anglo American.

A partir das estruturas definidas para o PDD, os critérios e premissas de projeto são apresentadas a seguir:

- A vazão de projeto das estruturas de drenagem é determinada pelo método racional, recomendável para áreas de até 1 km², sendo aplicável a bacias de até 10 km² através da utilização de um fator de redução (DNIT, 2005; Pinheiro, 2011);
- É adotado o coeficiente de escoamento superficial para as áreas de mineração

(cavas) de 0,60 e para as áreas naturais 0,30 (Pinheiro, 2011);

- O tempo de concentração é estimado pelo método de G. B. Williams para as áreas naturais e pelo método cinemático para os canais e bermas (Pinheiro, 2011);
- A velocidade considerada para o cálculo do tempo de concentração é de 1,0 m/s nas bermas e de 5 m/s nos canais de alta declividade;
- A distância entre divisores e descidas é definida em função da capacidade de escoamento das bermas. Além disso, a distância média considerada deverá buscar melhores níveis de manutenção da cava e redução do porte das estruturas;
- A concepção do sistema de drenagem superficial é desenvolvida, observando:
 - ✓ a aplicabilidade de cada estrutura;
 - ✓ o conjunto de vantagens e desvantagens;
 - ✓ o cenário de operação (curto ou longo prazo);
 - ✓ as velocidades máximas permissíveis para cada tipo de revestimento/material;
 - ✓ os riscos de danos envolvidos e;
 - ✓ o próprio histórico de experiência da Anglo American.
- Canais e descidas em enrocamento para estruturas temporárias (vida útil menor que 1 ano) com seções trapezoidais e diâmetro médio do bloco (D50) de até 0,5 m;
- Canais e descidas em geocélula concretada para estruturas definitivas (vida útil maior que 1 ano) com seções trapezoidais, podendo ser substituídos por descidas com degraus em concreto.
- Revestimento em todas as estruturas de drenagem, incluindo aquelas nas regiões onde a geologia local identifique litotipos com capacidade de resistência ao escoamento;
- Para a drenagem das bermas será considerada uma declividade longitudinal mínima de 1%;
- Dispositivos para contenção de sedimentos no interior das cavas (sumps) com previsão de bombeamento para áreas externas à cava e um canal para vertimento do volume excedente.

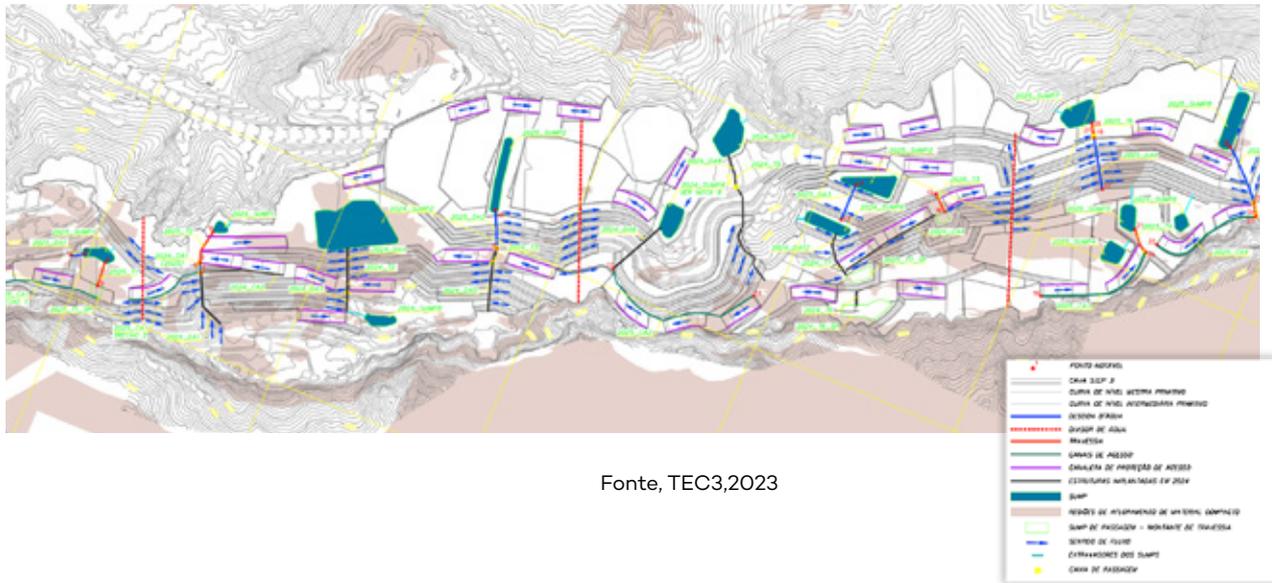
O acompanhamento do desenvolvimento do Plano Diretor de Drenagem Superficial é através de indicadores e emissões oficiais de entregas das partes envolvidas.

Há o indicador principal de monitoramento das obras estimadas para o período chuvoso: a Curva S. No qual é apresentado o que foi planejado e o que foi executado, com principais riscos associados.

O Plano Diretor de Drenagem de Cava é uma ferramenta essencial para a gestão da água da cava, de forma a minimizar os possíveis impactos relacionados à gestão e ao manejo de água nas cavas, além de promover o devido direcionamento para as estruturas de contenção.

Dentre os revestimentos previstos de serem utilizados, destacam-se os sistemas já adotados pela Anglo American com resultados satisfatórios:

Figura 1: Plano Diretor de Drenagem 2025.



Fonte, TEC3,2023

Equipe Envolvida

- **Juliana Maia Duarte** (Eng. Hidróloga)
- **Thaís Xavier** (Coordenadora de Hidrogeologia e Hidrologia)
- **Gerência Corporativa de Geotecnia e Hidrogeologia**
- **Diretoria Técnica e Meio Ambiente**



PROJETO

SIGRHI - ANGLO AMERICAN - SISTEMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Fase do Projeto

- (**x**) Em andamento
- () Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- (**x**) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- (**x**) Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- () Reúso/aproveitamento de água
- () Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- () Outros _____

Bem mineral principal

- Minério de ferro: volume produzido (tonelada/mês) - 2,09 Mt/mês (média de 2024)

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia do rio Doce, sub-bacia do rio Santo Antônio, municípios de Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro e Dom Joaquim, Minas Gerais
- Bacia do rio Doce, sub-bacia do rio Piranga, Santo Antônio do Gramma, Minas Gerais

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- Outorgas de captação superficial e subterrânea para fins de consumo industrial, consumo humano, aspersão de vias, rebaixamento de nível de água, disposição de rejeitos e contenção de sedimentos

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- Superficial = 806.662 m³/mês (média de 2024, captações no rio do Peixe e no ribeirão Santo Antônio do Grama)
- Subterrânea = 56.442 m³/mês (média de 2024, captações nos poços de rebaixamento e abastecimento)

Volume captado/ mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 786.544 m³/mês (média de 2024)

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,41 m³/t (realizado em 2024)

Investimento (em R\$)

- R\$493.200,00
-

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

O Sistema de Gestão de Recursos Hídricos (SIGRHi) da Anglo American tem como objetivo aprimorar significativamente a gestão de dados na área de recursos hídricos.

Todos os dados são armazenados e integrados em uma plataforma unificada, o que aumenta a produtividade, reduz custos e acelera a análise e geração de relatórios ambientais, garantindo eficiência e conformidade regulatória.

Para monitorar a qualidade da água nos pontos supervisionados, a Anglo American desenvolveu o sistema integrado ao Power BI (Figura 1). Este sistema não só funciona como um banco de dados, mas também gera gráficos que indicam se os parâmetros analisados estão dentro dos limites legais estabelecidos.

Além disso, o sistema tem ferramenta de análises em períodos selecionados, por parâmetro, por ponto de monitoramento, realiza análises estatísticas do tipo *Box-Plot*, de maneira a facilitar a gestão e análise das condições dos recursos hídricos em termos quantitativos e qualitativos relacionados às operações do empreendimento e nas áreas adjacentes.

O sistema também armazena dados de disponibilidade hídrica, permitindo visualização das vazões e níveis d'água nos pontos de monitoramento e as variações com a sazonalidade e condições hidrometeorológicas.

O SIGRHi centraliza e otimiza a gestão de dados hídricos da Anglo American no sistema. Com um aplicativo móvel para coleta de dados em campo e integração direta

Figura 1: Dashboard automáticos para geração de relatórios do PowerBI



com laboratórios via webservice, o sistema automatiza análises e facilita a geração de relatórios ambientais, reduzindo tempo, custos e erros, como pode ser visualizado na figura 2. O sistema ainda oferece painéis intuitivos para monitoramento em tempo real, garantindo conformidade regulatória, sustentabilidade e melhorando a tomada de decisões estratégicas nas operações de mineração.

A implementação do SIGRHi pela Anglo American visa aprimorar a gestão de dados de recursos hídricos, resultando em redução de custos operacionais, mitigação de risco de impactos nos recursos hídricos

e aumento da produtividade. Ambientalmente, o sistema apoia na observação dos dados, o que permite acompanhar de forma mais ágil a qualidade da água, promovendo sustentabilidade e redução de tempo de resposta a impactos potenciais, uma vez que é possível tomar ações de forma mais célere. Socialmente, aumenta a transparência e confiança com comunidades locais, garante segurança hídrica e reforça a responsabilidade social corporativa. Tecnicamente, o SIGRHi coloca a Anglo American na vanguarda da inovação, integra sistemas, automatiza processos e assegura a cibersegurança.

Figura 2: Fluxograma de criação do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos



Equipe Envolvida

- **Francisco da Costa Diniz** (Geógrafo)
- **Lígia de Souza Girnus** (Eng. Ambiental)
- **Marcelo Gonzaga de Oliveira Júnior** (Eng. Ambiental)
- **Talles Ulhoa Monteiro** (Eng. Ambiental e Biólogo)
- **Gerência Corporativa de Meio Ambiente**
- **Diretoria Técnica e Meio Ambiente**



PR JETO



AVALIAÇÃO DA INFILTRAÇÃO E REPELÊNCIA
DO SOLO À ÁGUA EM ÁREAS DE MINERAÇÃO
NA REGIÃO DA ZONA DA MATA MINEIRA



PROJETO

AVALIAÇÃO DA INFILTRAÇÃO E REPELÊNCIA DO SOLO À ÁGUA EM ÁREAS DE MINERAÇÃO NA REGIÃO DA ZONA DA MATA MINEIRA

Fase do Projeto

- (**x**) Em andamento
- () Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- (**x**) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- () Reúso/aproveitamento de água
- () Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- () Outros:

Bem mineral principal

- Bauxita (média mensal de produção ZM 2023: Anual: 1,1Mt/Mensal: 97kt; os dados de 2024 serão divulgados em breve)

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, Sub-bacia do Rio Preto, municípios de São Sebastião da Vargem Alegre, Mirai, Muriaé e Rosário da Limeira - MG

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- não temos outorgas de uso de água, pois a finalidade do projeto é o acompanhamento hidrológico da região e suas relações com a mineração de bauxita

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- Superficial = (caracterizar a captação)
- Subterrânea = (caracterizar a captação)

Volume captado/ mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- N/A

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- N/A

Investimento (em R\$)

- R\$6.500,00/mês

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

A água é um dos principais insumos para a indústria de alumínio. Como recurso natural vital para a sociedade e para o planeta, a gestão de água e efluentes incorpora a Estratégia ESG da Companhia. Na Unidade de Mirai, Zona da Mata mineira, a água utilizada no beneficiamento da bauxita (matéria-prima do alumínio) é 100% recirculada da barragem de rejeitos, que conta com uma pequena área de contribuição das Áreas de Preservação Permanente - APPs e Reserva Legal do seu entorno. Além disso, a Unidade possui uma Estação de Tratamento de Água – ETA própria, garantindo, assim, a qualidade hídrica que é devolvida ao meio ambiente com patamar superior à água do Rio Preto, rio que corta a região. Em 2024, o volume recirculado foi na ordem de 1,5 milhões de metros cúbicos. Os dados de 2024 serão divulgados em breve.

Já a água utilizada no consumo é captada de um poço tubular, passando por

um tratamento de cloração automática e distribuída para uso humano, sendo utilizada apenas 20% do valor outorgado diariamente, devido à gestão ambiental de conscientização e uso hídrico adequado.

Buscando a melhoria contínua de suas operações, desde 2008 a CBA trabalha de forma ininterrupta com os cientistas da Universidade Federal de Viçosa - UFV, somando conhecimentos técnicos e humanos na pesquisa e desenvolvimento tecnológico de seus processos ambientais, a fim de utilizar os recursos naturais em prol do meio ambiente e da população das regiões onde atua.

Os estudos vêm sendo realizados por meio de um trabalho contínuo de 16 anos, no qual são desenvolvidas três linhas de pesquisa: Reabilitação Ambiental (Solos), Restauração Florestal (Florestas) e Conservação Hídrica (Hidrologia Florestal).

Foto 1: Usina de Beneficiamento da Unidade de Mirai



Foto 2: Usina de Beneficiamento e bauxita beneficiada - Unidade de Mirai



Foto 3: Equipe do Departamento de Hidrologia Florestal da UFV fazendo coleta de amostras de solo para análises laboratoriais (1)



Foto 4 - Equipe do Departamento de Hidrologia Florestal da UFV fazendo coleta de amostras de solo para análises laboratoriais (1)



Foto 5: Amostras de solo para análises laboratoriais



As pesquisas da UFV, por meio de dados precisos, trazem importante confiabilidade para o processo de reabilitação ambiental (etapa logo após a lavra), beneficiando meio ambiente, produtores rurais, população e Empresa, difundindo o conhecimento ambiental com informações científicas das práticas sustentáveis da CBA e trazendo, inclusive, orientações sobre o manejo nas propriedades rurais.

Comunidades próximas às operações de mineradoras costumam questionar se a atividade interfere nos processos hidrológicos, sendo este o insumo principal para o estabelecimento da linha de pesquisa de Conservação Hídrica com o Laboratório de Hidrologia Florestal da UFV. Diante desses apontamentos, foi iniciada uma pesquisa inédita sobre infiltração e repelência do solo à água em áreas de mineração de bauxita na Zona da Mata mineira, por meio de uma

comparação entre as áreas dos produtores rurais antes da intervenção das atividades de mineração e as mineradas e reabilitadas pela Companhia.

A água e o solo são os bens mais preciosos nos ecossistemas, visto a grande importância na perpetuação das espécies da fauna e da flora. O solo representa a face de contato com a água das chuvas, facilitando ou dificultando o escoamento superficial das águas precipitadas, e uma cobertura vegetal de qualidade favorece a dinâmica hídrica, como é o caso da infiltração, que consiste no processo de entrada de água na camada superficial do solo movendo-se no sentido vertical através dos poros presentes. A compactação desses poros dificulta essa movimentação, diminuindo a infiltração e aumentando o escoamento superficial. Por isso, o conhecimento do processo de infiltração é de grande importância para a conservação do solo e da água, da manutenção da fauna e flora local, uma vez que a água infiltrada é estocada no solo, tornando-se disponível à absorção pelas plantas.

Diversos são os fenômenos que contribuem para a diminuição dessa infiltração. Entre elas, temos a hidrofobicidade, que pode ser entendida como a repelência do solo à água, associada ao recobrimento das partículas do solo por substâncias orgânicas que interagem com a arquitetura porosa e partículas minerais, dificultando o molhamento do solo. Este fenômeno pode provocar a redução na capacidade de infiltração e, conseqüentemente, o aumento do escoamento superficial e de erosões. Segundo a Embrapa, a repelência do solo à água é função de muitos fatores, tais como a quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo, o histórico de chuvas e secas, a umidade relativa do ar, a textura e a umidade do solo, assim como presença de substâncias hidrofóbicas provenientes principalmente de espécies vegetais, como o Pinus e o Eucalyptus, que produzem con-

siderável quantidade de resinas, ceras e óleos aromáticos, logo o revestimento do material mineral com material orgânico hidrofóbico é uma das principais causas da repelência do solo à água.

Para avaliar a infiltração e repelência do solo à água em áreas de mineração na região da Zona da Mata mineira foram escolhidas seis áreas: três mineradas e reabilitadas pela CBA e três áreas testemunhas, as quais apresentam características semelhantes. Nelas, foram coletadas informações de velocidade de infiltração, capacidade de infiltração e repelência, dados da resistência mecânica do solo.

As seis áreas de coleta estão localizadas no município de São Sebastião da Vargem Alegre. Três áreas mineradas e reabilitadas pela CBA (área 0610, 0630 e 0123) e, para efeito de comparação, três em locais próximos a essas áreas reabilitadas, denominadas testemunhas que, por serem próximas, possuem características físicas e químicas semelhantes.

As áreas 0610, 0630 e 0123 foram reabilitadas com braquiária, conforme solicitação do proprietário rural, e as áreas testemunhas são compostas, em sua grande maioria, também por braquiária. As áreas mineradas e reabilitadas estão em processo de formação e estabilização da pastagem, deste modo, não há presença de animais que possam contribuir para a compactação do solo.

Os dados coletados foram utilizados para determinar a taxa de infiltração e a repelência do solo, com utilização do infiltrômetro de tensão MiniDisk. Em seguida, os dados de infiltração foram empregados no cálculo da condutividade hidráulica (Ch), da velocidade de infiltração (Vi) e da capacidade de infiltração (Ci). Para a análise de compactação do solo, foi utilizado o aparelho penetrológ (PLG1020 v. 1.13) da Falker. Para cada área em estudo foram realizadas cinco coletas para cada dado avaliado. Essas repetições

Foto 6: Medição da repelência do solo utilizando o minidisk



têm por objetivo aumentar a confiabilidade do experimento. Os resultados foram anotados em forma de média geral.

Uma das etapas da reabilitação ambiental desenvolvida nas áreas mineradas pela CBA é a reconformação topográfica, onde o solo fértil, também conhecido como solo rico em matéria orgânica ou top soil, que foi estocado no momento do decapeamento da mina, é devolvido após o processo de aeração do solo e reconformação topográfica, retomando às curvaturas naturais da paisagem e à cobertura com o solo rico em matéria orgânica. Essa camada rica em nutrientes e microrganismos é de

Foto 7 - Medição da repelência do solo utilizando o aparelho minidisk



extrema importância para a reabilitação da área, possibilitando, assim, a ativação dos processos de sucessão ecológica. Esse processo viabiliza que a infiltração ocorra favorecendo o enriquecimento da área e a retomada da biodiversidade local.

Os resultados indicam que a CBA desenvolve uma mineração que contribui positivamente para os processos hidrológicos da região. As pesquisas científicas comprovam um aumento na infiltração de água no solo, contribuindo, conseqüentemente, para a redução significativa do escoamento superficial da água de chuva, comparando com as áreas não mineradas (testemunhas). A melhor performance dos processos hidrológicos é evidente nas áreas reabilitadas. A média de capacidade de infiltração é de 309mm/h frente a 148mm/h em áreas não mineradas. Com relação à repelência em áreas reabilitadas, a média foi de 1,5%, enquanto em áreas não mineradas a repelência média foi de 6,2%.

A compactação do solo exerce influência na infiltração de água e no desenvolvimento das raízes das plantas. A resistência mecânica do solo à penetração (RMP) apresentou uma profundidade média de 42cm na área reabilitada, enquanto na área testemunha essa profundidade foi de 26cm. Como a compactação é um fator limitante dos processos hidrológicos e a infiltração é um processo de superfície, a área reabilitada apresentou ótimas condições superficiais para a infiltração de água no solo.

Em síntese, a mineração realizada de forma sustentável, em função de seus processos de aeração do solo e adubação verde e orgânica na reabilitação ambiental, vem contribuindo com o aumento da capacidade hídrica do solo.

Cada ação da linha de pesquisa de Conservação Hídrica é acompanhada atentamente pelos proprietários rurais, pesquisadores da UFV e técnicos da CBA. A partir das obser-

Foto 8: Corpo de Minério 1210 da CBA reabilitado - município de São Sebastiao da Vargem Alegre, MG



vações, CBA e UFV levam aos proprietários rurais as informações sobre os cuidados com a produção agrícola, a importância da preservação das nascentes e os benefícios do processo de reabilitação ambiental das áreas mineradas.

A área reabilitada pela CBA demonstrou condições hidrológicas superiores, refletidas em maiores taxas de capacidade e velocidade de infiltração e condutividade hidráulica. Isso evidencia o sucesso das práticas de reabilitação ambiental adotadas nas áreas mineradas, contribuindo positivamente para a melhoria da infiltração de água e a redução da repelência do solo.

Esses resultados podem servir como uma referência e fonte de inspiração para a aplicação de técnicas similares em outras áreas sujeitas a intervenções. Ilustrando como estratégias de reabilitação bem planejadas, têm o potencial não apenas de recuperar a qualidade do solo, mas também de aprimorar sua capacidade de lidar com questões hidrológicas.

O entendimento da dinâmica da infiltração é importante para a conservação do solo e da água, permitindo comparar o antes e o depois da mineração e, assim, aprimorar as práticas sustentáveis do processo de reabilitação ambiental, fomentando a melhoria contínua nos aspectos operacionais aliada às práticas da Mineração Sustentável da CBA.

Equipe Envolvida

- **Henrique de Andrade Cenachi** (Pesquisador Universidade Federal de Viçosa - UFV)
- **Herly Carlos Teixeira Dias** (Professor coordenador do Departamento de Engenharia Florestal (DEF) da Universidade Federal de Viçosa - UFV)
- **Christian Fonseca de Andrade** (Gerente das Unidades de Mineração da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) na Zona da Mata mineira)
- **Rodrigo da Silva Barros** (Coordenador de Meio Ambiente da Companhia Brasileira de Alumínio - CBA)
- **Juliana Marcela de Paiva** (Engenheira Florestal da Companhia Brasileira de Alumínio - CBA)
- **Paulo César Marques Cordeiro** (Biólogo da Companhia Brasileira de Alumínio - CBA)



COPELMI
MINERAÇÃO LTDA.

PR JETO



ENFRENTAMENTO À ENCHENTE EM ARROIO
DOS RATOS PELA COPELMI



PROJETO

ENFRENTAMENTO À ENCHENTE EM ARROIO DOS RATOS PELA COPELMI

Fase do Projeto

- Em andamento
- Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- Balanço Hídrico
- Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- Reúso/aproveitamento de água
- Controles no lançamento de efluentes
- Usos múltiplos da água captada
- Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- Outros _____

Bem mineral principal

- Carvão - 2.104.379,20 tonelada/2024

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Baixo Jacuí / Arroio dos Ratos / Rio Grande do Sul

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- Superficial – Umectação de Vias/Usos gerais // Subterrânea / Monitoramentos

Investimento (em R\$)

- 3,3 milhões

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

Em 2024, o Rio Grande do Sul enfrentou uma série de enchentes devastadoras, incluindo a cidade de Arroio dos Ratos, onde a COPELMI tem operação. As chuvas intensas causaram transbordamento de rios e inundações generalizadas, afetando milhares de pessoas e causando grandes danos. Esta tragédia exigiu respostas rápidas e eficazes do poder público para mitigar seus impactos. A COPELMI trabalhou juntamente à comunidade e à administração municipal para garantir a segurança e o bem-estar da comunidade, intensificando ações sociais e ambientais no período de combate aos impactos das enchentes.

A prioridade inicial foi o fornecimento de assistência imediata às famílias afetadas. Foram distribuídos alimentos, água potável, cobertores, materiais escolares e kits de higiene, além de disponibilizados um caminhão e voluntários para auxiliar no resgate de bens e móveis da comunidade para locais não atingidos pela enchente.

A segunda ação de caráter emergencial foi a recuperação do acervo fotográfico e documental do Museu do Carvão Estadual, localizado em Arroio dos Ratos/RS. Para tanto, a COPELMI viabilizou a transferência de todo o acervo para câmaras frigoríficas onde esses documentos foram congelados para posterior higienização e restauração. O objetivo foi preservar a história e a cultura da comunidade Rantense, berço da mineração de carvão no Rio Grande do Sul.

Posteriormente às ações emergenciais, foi preciso restabelecer as condições prévias aos alagamentos. Para tanto, a COPELMI fez doações de madeira e demais recursos para o Projeto Íris, um projeto local, desenvolvido por um arquiteto do município

com o objetivo de fabricar móveis para as famílias que perderam sua mobília. Foi um projeto sem fins lucrativos que envolveu o trabalho voluntário de quase 10 pessoas que usaram suas habilidades em marcenaria para aliviar a dor daqueles que tudo perderam.

Juntamente à Prefeitura Municipal de Arroio dos Ratos, a COPELMI disponibilizou pás carregadeiras e escavadeiras que, depois da enchente, removeu os resíduos acumulados sobre as ruas e todos os materiais descartados de dentro das casas. Além disso, as escavadeiras foram usadas para desobstruir as drenagens naturais do município que ficaram assoreadas depois que o nível das águas começou a retornar para a sua condição normal.

A área de operação da COPELMI em Arroio dos Ratos também foi afetada pela enchente. Como resultado, as cavas da mina ficaram tomadas pelas águas assim como outras áreas operacionais, resultando na interrupção temporária das atividades.

A equipe de engenharia da empresa trabalhou para restaurar as operações, garantindo a segurança dos funcionários e a recuperação das instalações, respeitando todos os padrões ambientais determinados pelas normas e pelo órgão ambiental estadual, a FEPAM. Medidas de controle ambiental foram projetadas e licenciadas na FEPAM para que o esvaziamento das cavas de mineração (3,9 milhões de m³ de água) ocorresse de forma controlada e segura. Programa de resgate de fauna aquática, aquisição de bombas hidráulicas (vazão de até 4.000 m³/h), construção de diques de emergência e de canais, adaptação do programa de monitoramento de efluentes e de recursos hídricos superficiais, e a implantação de novos pontos de

lançamento de efluentes. Como resultado, a operação da mina que tinha sido interrompida em 30 de abril de 2024 pôde ser retomada em 1º de julho de 2024, sem impactos ambientais que representassem a contaminação das águas nem do solo, conforme atestaram os programas de monitoramento ambiental.

A Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) esteve ativamente envolvida nas ações de contingência. Juntas, a COPELMI e a FEPAM realizaram avaliações constantes das atividades e garantiram a eficácia das medidas de controle, assegurando o cumprimento das legislações aplicáveis e da licença de operação da atividade.

Mesmo durante a enchente, a COPELMI não deixou de atender aos seus mercados. Embora suas atividades tenham sido paralisadas temporariamente em Arroio dos Ratos, a empresa conseguiu adaptar estrategicamente suas operações para manter o atendimento dos seus clientes. Para tanto, a lavra do carvão foi integralmente transferida para a Mina de Cachoeira do Sul, local não atingido pelas enchentes, e o caminho logístico passou a ser realizado integralmente pelo modal rodoviário, adotando-se rotas 400% mais longas para que o transporte por estradas alagadas fosse evitado.

Equipe Envolvida

Nas ações de enfrentamento da enchente :

- a equipe de mineração, meio ambiente e relacionamento com a comunidade

Nas ações de retomada de operação:

- as equipes de mineração, topografia, planejamento, controle de qualidade e meio ambiente

Na elaboração do template

- **Cristiano Weber** (Diretor de Sustentabilidade)
- **Karin Bender** (Supervisora de Gestão Ambiental)
- **Daniela da Silva** (Coordenadora de Controle e Qualidade)



PR JETO



SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA 100% DE REUSO DE RECURSOS HÍDRICOS NA MINERAÇÃO.



PROJETO

SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA 100% DE REUSO DE RECURSOS HÍDRICOS NA MINERAÇÃO.

Fase do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> () Em andamento (x) Concluído
Práticas de Gestão de Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> (x) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade) (x) Balanço Hídrico () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos) (x) Reuso/aproveitamento de água () Controles no lançamento de efluentes () Usos múltiplos da água captada () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias) () Outros:
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> Concentrado fosfático - 21.476,24 ton/mês – base 2023.
Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado	<ul style="list-style-type: none"> Rio Paranaíba (PN1) – Rio Dourados / Serra do Salitre / MG
Tipos de usos outorgados/ finalidades	<ul style="list-style-type: none"> Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máx maior 5,00 ha) / Consumo Industrial

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- 2.288.407 m³/mês em 2023.
- Superficial = Captação média de 2.288.407 m³/mês em 2023.
- Captação exclusiva de água armazenada na barragem de rejeitos, configurando 100% de reuso de água no processo.

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 7,81 m³/ton ROM, considerando o ano de 2023.

Investimento (em USD)

- Atualmente na ordem de USD 10.000.000,00.

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

A EuroChem é uma das líderes globais na produção de fertilizantes, com presença em mais de 100 países e um time de mais de 30 mil colaboradores espalhados pelo mundo. No Brasil, a EuroChem iniciou suas operações em 2016 e expandiu significativamente sua atuação desde então.

Atualmente, a EuroChem Brasil opera um Complexo Mineroindustrial localizado em Serra do Salitre (MG), composto por uma mina de fosfato e uma planta química de produção de fertilizantes (upstream), além disso, possui vinte e duas (22) fábricas de mistura de fertilizantes, distribuídas

Figura 1: Complexo Mineroindustrial de Serra do Salitre - EuroChem Salitre (*Upstream*).



em 13 estados brasileiros (downstream), sendo referência na produção e distribuição de fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos.

Frente aos desafios para uma operação sustentável que as grandes organizações enfrentam na atualidade, a EuroChem Brasil possui em sua planta de beneficiamento mineral, localizada no Complexo Minerioindustrial de Serra do Salitre, em Serra do Salitre/MG, uma operação com o envolvimento de processos tecnológicos que contribuem para o uso racional naturais, dentre eles, o recursos hídricos.

O projeto foi concebido com o objetivo de otimização de recursos o que contribuem para essa processo, o layout construtivo da planta de beneficiamento, a qual possui um sistema de reuso da água no formado de circuito fechado, sistemas de bombeamento para posterior armazenamento e uso por gravidade, a cogeração de energia produzida através do aproveitamento dos processos produtivos internos, e o armazenamento da água utilizada no processo em barragens adequadamente construídas e regulamentadas para a finalidade.

Outro ponto importante que auxilia no processo de reuso da água é a utilização de produtos e insumos biodegradáveis, como o amido de milho e olho vegetal, o que assegura a qualidade da água quanto a ausência de contaminantes e propicia a sua reutilização no processo de forma mais adequada e com menor necessidade de tratamento.

Em se tratando de um circuito fechado, o processo de beneficiamento da rocha fosfática passa por dez etapas, sendo elas: Bombeamento da água acumulada na barragem de rejeitos (1) para uma lagoa de armazenamento (2) localizada em cota acima da planta de beneficiamento (A).

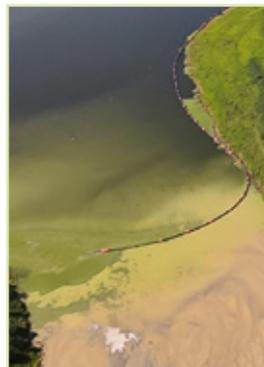
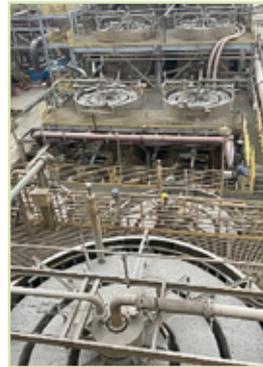
Por gravidade, a água da lagoa entra nos moinhos de bolas (3), iniciando assim o processo do beneficiamento. Após essa etapa, a polpa do minério vai para o processo de pre-classificação (4) podendo voltar para o moinho de bolas ou seguir para a fase. Aqui já temos a primeira fase intermediária de reuso de água. Na próxima etapa, a de condicionamento (5), a polpa receberá os aditivos biodegradáveis para um melhor aproveitamento do minério (6).

Seguindo o beneficiamento, a polpa do minério inicia o processo de flotação (7), onde passará por diversas fases, até o produto seguir para o espessador (8) onde a polpa passará por uma separação sólido-líquido.

Importante destacar que ao término do processo de flotação existe um outro circuito intermediário de reaproveitamento de água, possibilitando assim a recirculação da poupa e uma melhor recuperação do minério no processo, sem a necessidade de entrada de água nova no sistema. Após passar pelo espessador, a parte líquida segue para a barragem e a sólida é direcionada para os filtros esteira e/ou prensa (9).

Na última etapa do processo, o sólido seco segue para os armazéns para futuramente entrar no processo químico de produção de fertilizantes, e a água resultante do filtro, segue para a barragem, para seu reaproveitamento futuro no processo.

Como resultados alcançados até o momento, podemos destacar a redução da demanda da empresa pelo recurso hídrico, com a reutilização de 100% da água utilizada no processo, uma maior disponibilidade hídrica dentro da bacia hidrográfica para outros usos a jusante do empreendimento, inclusive com redução das outorgas para uso de água comunicadas aos órgãos ambientais, o pleno





OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

OBJETIVO 06: ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO

Objetivo 06. Garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos

6.4 Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores, assegurar retiradas sustentáveis e enfrentar a escassez de água, reduzindo o número de pessoas que sofrem com a falta do recurso hídrico.



respeito com as comunidades vizinhas através da restituição de água limpa para as regiões localizadas à jusante do empreendimento, o aumento da eficiência dos processos produtivos da empresa, reduzindo custos e pressão por recursos naturais, e uma operação alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas, com foco principalmente nos ODS 02, 06 e 12.

Essa eficiência coloca as operações da Eurochem Brasil, localizada em Serra

do Salitre/MG, como benchmarking do setor, quando se trata da eficiência e sustentabilidade alinhada com a redução da demanda por recursos hídricos e respeito com as comunidades regionais e meio ambiente. Além disso, ratifica o compromisso da empresa com as ações previstas no Plano Nacional de Fertilizantes, reduzindo a dependência de importação de insumos e contribuindo diretamente com o Agro na produção de alimentos, com uso de tecnologias e de forma sustentável.

Equipe Envolvida

- **David Crispim** (Diretor de Operações *Upstream*)
- **Juliano Ferreira** (Gerente de Meio Ambiente e Sustentabilidade)
- **Vagner Costa** (Gerente de Mineração)
- **Carlos Ataide** (Gerente de Processos)

PR JETO



PLANO DE GESTÃO ADAPTATIVA DOS RECURSOS
HÍDRICOS DA GERDAU MINERAÇÃO – COMPLEXO
MIGUEL BURNIER E VÁRZEA DO LOPES



PROJETO

PLANO DE GESTÃO ADAPTATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS DA GERDAU MINERAÇÃO – COMPLEXO MIGUEL BURNIER E VÁRZEA DO LOPES

Fase do Projeto

- () Em andamento
- (**x**) Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- (**x**) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- (**x**) Balanço Hídrico
- (**x**) Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- (**x**) Reúso/aproveitamento de água
- (**x**) Controles no lançamento de efluentes
- (**x**) Usos múltiplos da água captada
- (**x**) Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- (**x**) Outros: Gestão integrada dos recursos hídricos na mineração

Bem mineral principal

- Minério de Ferro – 2.817Kt em 2024 – Média 234,7Kt/mês – Complexo Miguel Burnier
- Minério de Ferro – 1.840Kt (VLN) + 950Kt (MVL) = 2.790Kt em 2024 – Média 232,5Kt/mês – Complexo Várzea do Lopes

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Rio São Francisco / Rio Paraopeba / Ouro Preto / Minas Gerais – Complexo Miguel Burnier
- Rio São Francisco / Rio das Velhas / Itabirito/ Minas Gerais – Complexo Várzea do Lopes

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- Pesquisa hidrogeológica, captação de água superficial e poços tubulares profundos – Complexo Miguel Burnier
- Rebaixamento do nível d'água para mineração e poços tubulares profundos – Complexo Várzea do Lopes

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

Complexo Várzea do Lopes

- Superficial = Não é realizada
- Subterrânea = 14.362 m³/mês (Rebaixamento do nível d'água na mina Várzea do Lopes, foram desconsideradas as reposições pois corresponderam à 95% do volume bombeado em 2024 – Total bombeado pelo SRNA foi 343.400 m³/mês) e 7.655 m³/mês (Captação em poços tubulares profundos na mina Várzea Leste Norte) = TOTAL 351.055 m³/mês
- Volume captado/mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos = Não é medido. Apenas é realizado o manejo das águas pluviais, não há consumo.
- TOTAL DE ÁGUA CAPTADO = 22.017 m³/mês (consumido) sendo 351.055 m³/mês (bombeado, porém 95% repostos).

Complexo Miguel Burnier

- Superficial = 45.482 m³/mês (Captação Lago Soledade), 5.020 m³/mês (Captação Ribeirão Burnier) e 1.224 m³/mês (Captação Córrego Lagoa dos Porcos) = TOTAL 51.726 m³/mês
- Subterrânea = 97.584 m³/mês (Pesquisa hidrogeológica)
- Volume captado/mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos = Não é medido. Apenas é realizado o manejo das águas pluviais, não há consumo.
- TOTAL DE ÁGUA CAPTADO = 149.310 m³/mês

Volume captado/mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- N/A

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- Total de água consumido na mineração = 22.017 + 149.310 m³/mês = 171.327 m³/mês
- Total de ROM produzido na mineração = 232,5 + 234,7 Kt/mês = 467,2 Kt/mês
- Uso específico de água nova = 0,37 m³/tonelada

Investimento (em R\$)

- Elaboração do PGARHi Várzea do Lopes – R\$260.000,00
- Elaboração do PGARHi Miguel Burnier – R\$260.000,00
- Implantação do HGA GERDAU Mineração e VWB Várzea do Lopes – R\$1.060.516,01
- Implantação do VWB Miguel Burnier – R\$694.622,00
- TOTAL = R\$1.755.658,01 *Investimento realizado entre 2023 e 2024 – Dois anos para implantação

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

OBJETIVO DO PLANO DE GESTÃO ADAPTATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Definir e fornecer as diretrizes mínimas para execução de um plano de gestão adaptativa dos recursos hídricos na GERDAU Mineração. Aplicável às áreas e departamentos da Gerdau Mineração que envolvam temas relacionados a meio ambiente, hidrogeologia, geologia, recursos hídricos, susten-

tabilidade e relações com a comunidade. Abrange tanto operações quanto projetos em desenvolvimento de empreendimentos futuros, tendo como unidade de gestão a bacia hidrográfica que recebe influência das atividades minerárias da Gerdau.

ESTRUTURAÇÃO DO PLANO DE GESTÃO ADAPTATIVA

A gestão adaptativa de recursos hídricos é um processo dinâmico e flexível, projetado para responder de forma eficaz às incertezas, sociais, tecnológicas e ambientais. Este enfoque é crucial para garantir o uso sustentável da água, um recurso essencial para a mineração, ao mesmo tempo que assegura a resiliência dos ecossistemas e das comunidades circunvizinhas. A importância dessa gestão reside na sua capacidade de promover a sustentabilidade e a resiliência frente a variáveis imprevisíveis. O Plano de Gestão Adaptativa dos Recursos Hídricos (PGARHi) é estruturado em seis pilares fundamentais:

- 1. Contexto Geoambiental e Organizacional:** Compreensão detalhada do ambiente e das estruturas organizacionais que influenciam a gestão hídrica das operações, projetos e bacia hidrográfica de interesse.
- 2. Políticas, Diretrizes e Procedimentos Internos:** Desenvolvimento e implementação de políticas e diretrizes claras, além de procedimentos internos que orientam a gestão hídrica.
- 3. Papéis e Responsabilidades:** Definição clara das responsabilidades de cada

participante no processo de gestão hídrica, promovendo a colaboração e a accountability.

4. **Prognóstico e Cenários Futuros (simulados):** Utilização de modelagens e simulações para prever cenários futuros, permitindo a preparação antecipada para possíveis mudanças.
5. **Balanço Hídrico:** Monitoramento contínuo do balanço hídrico para garantir a disponibilidade e a qualidade da água necessária para as operações de mineração e outras atividades.
6. **Avaliação de Risco e Plano de Ação:** Identificação de riscos potenciais e desenvolvimento de planos de ação para mitigar impactos adversos, assegurando a prontidão e a adaptabilidade da gestão hídrica.

O item de “Contexto Geoambiental e Organizacional” compreende uma série de estudos de reconhecimento do ambiente, servindo de base referencial para projetos e atendimento às regulações dos órgãos ambientais.

No item de “Políticas, Diretrizes e procedimentos internos” temos toda a hierarquia processual e documental da GERDAU Mineração ligada à gestão dos recursos hídricos. Esse pilar possui importância relevante para o processo de gestão adaptativa pois nele está definido o padrão de atuação, permeando diversas áreas de trabalho. O principal documento é o Manual de Gestão Adaptativa dos Recursos Hídricos, onde está elencada a descrição pormenorizada dos pilares de gestão, sendo esse documento referência na gestão das águas, com periodicidade bianual de revisão.

O pilar de “Papéis e responsabilidades” é também uma importante ferramenta na delimitação dos limites de bateria. Para

tanto, foi elaborada uma matriz RACI (R = Responsável, A = Aprovador, C = Consultado e I = Informado) (Figura 1). Além disso, um Comitê de Gestão dos Recursos Hídricos (Figura 2) multidisciplinar foi inaugurado, com reuniões mensais acerca de temas relevantes para mineração (Figura 3). O acompanhamento das ações é realizado em um software de acesso geral aos colaboradores da GERDAU (Solvace).

O “Prognóstico e cenários futuros” trazem análises acerca das mudanças socioambiental no futuro, trazendo quais são as fragilidades na quantidade e qualidade da água utilizada pelo empreendimento e comunidades no entorno frente à mudanças climáticas, aumento populacional, entre outros fatores.

O tema de “Balanço hídrico” foi segregado por ser uma importante ferramenta de controle do uso e descarte dos recursos hídricos na mineração, em diversas escalas do processo, desde a planta de beneficiamento até o negócio de mineração como um todo. Para tanto, o cálculo do balanço hídrico é realizado pelo software Visual Water Balance (VWB) que busca informações do bando de dados hidrológico-ambiental Hydro Geoanalyst (HGA), ambos implantados na GERDAU entre 2023 e 2024.

Por fim a “Avaliação dos riscos e planos de ações” são itens que analisam todas as fragilidades dos processos, estabelecem classificações e determinam planos de atuação.

O modelo de gestão é abrangente e eficiente, contudo, necessita de mão-de-obra e dedicação para acompanhamento do tema, ou seja, necessário a nomeação de uma “Pessoa competente”, que irá garantir a execução das ações previstas no Manual de Gestão Adaptativa dos Recursos Hídricos da Mineração.

Equipe Envolvida

- **Matheus Serri Moulin de Oliveira**
(Especialista de Hidrogeologia)
matheus.oliveira9@gerdau.com.br
- **Rodrigo Rodrigues de Oliveira**
(Gerente de Geotecnia e Hidrogeologia)
rodrigo.oliveira14@gerdau.com.br
- **Filipe Leão Morgan da Costa**
(Coordenador de Meio Ambiente)
filipe.costa@gerdau.com.br
- **Isabella Christina Gomes**
(Analista de Meio Ambiente)
isabella.gomes@gerdau.com.br
- **Maria Clara Jesus Xavier**
(Especialista de Responsabilidade Social) maria.xavier@gerdau.com.br

PR JETOS



MELHORIAS NA GESTÃO HÍDRICA DA ALUNORTE
(ALUNORTE *WATER MANAGEMENT IMPROVEMENTS* - AWTMI)



ESTAÇÃO FLUTUANTE DE MONITORAMENTO *ONLINE*
DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BAIA DE MARAJÓ,
BARCARENA, PARÁ



REUSO DE ÁGUA NA REFINARIA DE ALUMINA DA
HYDRO ALUNORTE, BARCARENA, PARÁ



PROJETO

MELHORIAS NA GESTÃO HÍDRICA DA ALUNORTE (ALUNORTE WATER MANAGEMENT IMPROVEMENTS - AWMI)

Fase do Projeto

- () Em andamento
- (**x**) Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- (**x**) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- (**x**) Balanço Hídrico
- (**x**) Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- () Reúso/aproveitamento de água
- (**x**) Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- () Outros _____

Bem mineral principal

- Alumina (Hidrato base alumina): volume produzido (tonelada/mês) - 497.710,98 ton/mês (média 2024), 5.972.531,70 ton (total 2024)2024), 5.972.531,70 ton (total 2024)

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Baía de Marajó / Barcarena / Pará

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- Captação de água subterrânea / consumo industrial e humano
- Lançamento de efluentes / industrial

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- 890.000 m³/mês
- Superficial = 0
- Subterrânea = 890.000 m³/mês (média 2024)
- Volume captado/mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos: 0

**Volume captado/
mês de água de
chuva (precipitação e
runoff) e de oceanos:** • 0

**Uso específico de
água nova
(m³/tonelada ROM)** • 1,79 m³/t

Investimento (em R\$) • 450.000.000,00

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

O Projeto AWMI consistiu na expansão da capacidade do sistema de gerenciamento hídrico integrado da Hydro Alunorte, considerando especialmente as projeções de mudanças climáticas e abrangendo:

Aumento de 311% na capacidade de armazenamento de água (de 113.437 m³ para 465.839 m³) por meio da construção de três novas bacias, um novo reservatório de amortecimento, redimensionamento de bacias existentes, novas tubulações e novos vertedouros.

Aumento de 47% na capacidade de tratamento (de 9.500 m³/hora para 14.000 m³/hora).

Operação de um simulador dinâmico, capaz de prever o comportamento dos níveis das bacias e orientar procedimentos operacionais necessários para cenários antecipados com base em dados meteorológicos. Solução de problemas para preparar e orientar a equipe técnica em caso de chuvas intensas, com base no monitoramento online dos níveis das bacias.

Dessa forma, o sistema de gestão hídrica da Alunorte foi projetado para suportar eventos extremos de chuva com Período de Retorno de 10.000 anos. Essa otimização aprimorou todo o sistema de armazenamento e transferência de efluentes industriais e águas pluviais, melhorando a integração e a eficiência do tratamento.

Equipe Envolvida

- Luiz Augusto Linhares Santos
- Felipe Picanço
- Jucyanne Pimentel
- Leonardo Neves
- Erika Pinheiro
- Elaine Cunha
- Juvenal Andrade Neto



PROJETO

ESTAÇÃO FLUTUANTE DE MONITORAMENTO ONLINE DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BAIÁ DE MARAJÓ, BARGARENA, PARÁ

Fase do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> () Em andamento (x) Concluído
Práticas de Gestão de Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> (x) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade) () Balanço Hídrico () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos) () Reúso/aproveitamento de água () Controles no lançamento de efluentes () Usos múltiplos da água captada () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias) () Outros _____
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> Alumina (Hidrato base alumina): volume produzido (tonelada/mês) - 497.710,98 ton/mês (média 2024), 5.972.531,70 ton (total 2024)2024), 5.972.531,70 ton (total 2024)
Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado	<ul style="list-style-type: none"> Baía de Marajó / Barcarena / Pará
Tipos de usos outorgados/ finalidades	<ul style="list-style-type: none"> Captação de água subterrânea / consumo industrial e humano Lançamento de efluentes / industrial

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- 890.000 m³/mês
- Superficial = 0
- Subterrânea = 890.000 m³/mês (média 2024)
- Volume captado/mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos: 0

Volume captado/mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos:

- 0

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM) = 1,79 m³/t

Investimento (em R\$)

- 500.00,00 (quinhentos mil)

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

O projeto teve como objetivo garantir o acompanhamento ágil e eficiente da qualidade da água da Baía de Marajó, corpo hídrico receptor do efluente tratado da Hydro Alunorte, por meio de monitoramento online. Para isso, foram adquiridas estações flutuantes de monitoramento da qualidade da água superficial, instaladas na zona de recebimento do efluente tratado. Essas estações monitoram, em tempo real, parâmetros como pH, condutividade, turbidez, sólidos totais dissolvidos e oxigênio dissolvido.

Os dados coletados são processados e disponibilizados na internet com médias horárias, sendo analisados diariamente

em reuniões de gerenciamento por meio de dashboards. Esse sistema permite uma gestão da informação em tempo real, subsidiando a tomada de decisão e garantindo um controle mais eficiente da qualidade da água do corpo receptor.

Além disso, o monitoramento contínuo reforça a transparência na gestão ambiental, permitindo a disponibilização dos dados aos órgãos reguladores. A obtenção de informações em tempo hábil é essencial para decisões ágeis e intervenções oportunas, minimizando riscos e assegurando a conformidade ambiental.

Equipe Envolvida

- Elaine Cunha
- Orlando Junior
- André Neves Carvalho
- Juvenal Andrade Neto
- Erika Pinheiro
- Leonardo Neves



PROJETO

REUSO DE ÁGUA NA REFINARIA DE ALUMINA DA HYDRO ALUNORTE, BARCARENA, PARÁ

Fase do Projeto

- Em andamento
- Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- Balanço Hídrico
- Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- Reúso/aproveitamento de água
- Controles no lançamento de efluentes
- Usos múltiplos da água captada
- Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- Outros _____

Bem mineral principal

- Alumina (Hidrato base alumina): volume produzido (tonelada/mês) - 497.710,98 ton/mês (média 2024), 5.972.531,70 ton (total 2024)2024), 5.972.531,70 ton (total 2024)

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Baía de Marajó / Barcarena / Pará

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- Captação de água subterrânea / consumo industrial e humano
- Lançamento de efluentes / industrial

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- 890.000 m³/mês
- Superficial = 0
- Subterrânea = 890.000 m³/mês (média 2024)

Volume captado/ mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos:

- 0

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 1,79 m³/t

Investimento (em R\$)

0

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

O projeto teve como objetivo avaliar a representatividade do reuso de água proveniente da polpa e do transporte de bauxita (água desaguada do mineroduto) no volume total de água utilizada pela Hydro Alunorte. A refinaria adota boas práticas industriais, como o reaproveitamento de efluentes tratados e a umectação de vias não pavimentadas para controle de material particulado.

Para monitorar essas práticas, a Hydro Alunorte acompanha indicadores de de-

sempenho ambiental, incluindo o percentual de reuso de água desaguada. O cálculo desse indicador é realizado a partir da medição dos volumes de reuso nas áreas consumidoras, permitindo avaliar sua contribuição para a redução do consumo de recursos hídricos.

Os resultados obtidos indicaram que, em 2024, 37% da água utilizada na refinaria foi reaproveitada após o processo de desaguamento, alinhando-se às metas operacionais estabelecidas.

Equipe Envolvida

- Elaine Cunha
- Andel Lima
- André Neves Carvalho
- Juvenal Andrade Neto
- Erika Pinheiro
- Leonardo Neves

PROJETOS



INSTALAÇÃO DO CENTRO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL E ÁGUAS (CMAA) – MINA DE CHAPADA, ALTO HORIZONTE (GO)



REVISÃO DO PROGRAMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS (PGRH) DA MINA CHAPADA, LOCALIZADA EM ALTO HORIZONTE (GO)

lundin mining

PROJETO

INSTALAÇÃO DO CENTRO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL E ÁGUAS (CMAA) – MINA DE CHAPADA, ALTO HORIZONTE (GO).

Fase do Projeto

- Em andamento
- Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- Balanço Hídrico
- Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- Reúso/aproveitamento de água
- Controles no lançamento de efluentes
- Usos múltiplos da água captada
- Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- Outros: _____.

Bem mineral principal

- Cobre e Ouro
- Volume produzido - Unidade Chapada
 - Cobre = 43 mil ton/ano
 - Ouro = 60 mil Oz/ano

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Rio dos Bois / Rio Formiga / Alto Horizonte - GO

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

A Lundin Mining inaugurou o Centro de Monitoramento Ambiental e Águas (CMAA) na Unidade Chapada, implantado em outubro de 2024, marcando um avanço na

modernização do monitoramento ambiental da empresa. O CMAA foi estruturado para assegurar uma gestão eficiente dos recursos hídricos e ambientais, permitindo o

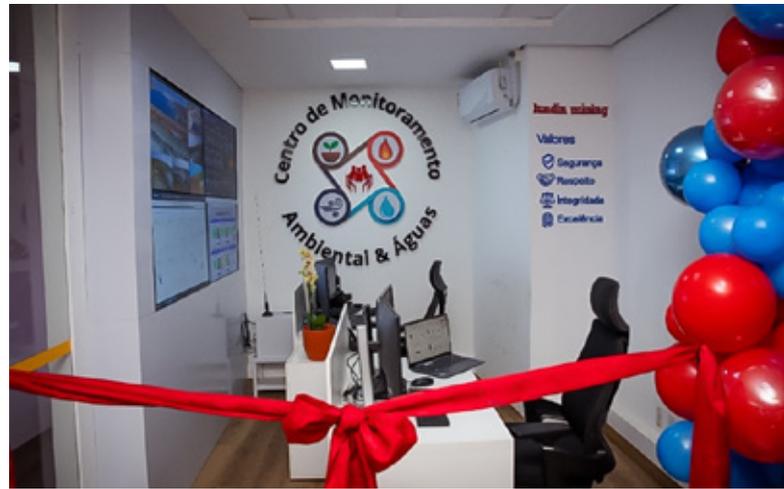
acompanhamento contínuo da qualidade e quantidade da água, gestão e monitoramento dos sistemas de disciplinarmente drenagens, controle da dispersão de material particulado, condições meteorológicas e demais

aspectos ambientais. A implementação desse sistema proporciona maior agilidade na identificação de potenciais riscos e a adoção de medidas preventivas, otimizando a gestão de impactos ambientais.

Objetivo da Instalação do CMAA

A criação do Centro de Monitoramento Ambiental e Águas teve como principal objetivo fortalecer a gestão integrada dos recursos hídricos e ambientais da Mina de Chapada. Com esse novo sistema, é possível:

- Melhorar o entendimento sobre a qualidade ambiental: Controle refinado sobre parâmetros críticos para manter a conformidade ambiental.
- Antecipar riscos ambientais: Permite monitoramento contínuo e análises preditivas para mitigar a ocorrência de impactos ambientais.
- Ampliar a transparência na gestão ambiental: Os dados gerados são compartilhados com gestores internos, órgãos ambientais e a comunidade local.
- Otimizar a tomada de decisão: Informações em tempo real garantem respostas rápidas e eficazes.



Metodologia Empregada

A instalação do CMAA foi realizada seguindo uma abordagem estruturada, abrangendo as seguintes etapas:

1. Planejamento e Estruturação

- Definição dos parâmetros ambientais a serem monitorados, incluindo água, solo, sedimentos, resíduos, material particulado e emissões atmosféricas.
- Definição da infraestrutura tecnológica necessária para operação contínua.

- Automação dos evaporadores e sistemas de bombeamento em circuito fechado.
- Monitoramento 24h com equipe técnica especializada.

2. Implementação da Rede de Monitoramento

- Instalação de sensores e estações para medição automatizada de parâmetros como nível de água, vazão, estações meteorológicas, dentre outros.

Estabelecimento de um rigoroso controle de qualidade de dados, com critérios de aceitação para garantir a confiabilidade das informações.

3. Centralização e Análise de Dados

- Armazenamento seguro e acessível dos dados em banco centralizado.
- Padronização de dados e cadastro de informações ambientais.
- Desenvolvimento de um padrão de importação de dados para manter a integridade da base de informações.

- Integração e consolidação de dados dos sistemas de sensores e estações automatizadas.
- Desenvolvimento de relatórios interativos de Business Intelligence (BI) para acompanhamento em tempo real.

4. Engajamento e Capacitação

- Treinamento de equipes operacionais e ambientais para uso eficiente do sistema.
- Ações educativas com comunidades locais para promover entendimento sobre os benefícios do CMAA.

Benefícios da Instalação do CMAA

A inauguração do Centro de Monitoramento Ambiental e Águas representa um avanço expressivo na gestão ambiental da Mina de Chapada, proporcionando maior controle, previsibilidade e eficiência na gestão hídrica e ambiental. Dentre os principais ganhos, destacam-se:

1. Melhoria na Gestão de Recursos Hídricos:

- Monitoramento contínuo da qualidade da água na bacia hidrográfica.

- Maior compreensão das interações entre operação e meio ambiente.
- Integração e visualização centralizada das informações ambientais
- Controle e automação em sistemas de contenção de drenagens de mina.

2. Prevenção e Redução de Impactos Ambientais:



- Identificação precoce de riscos ambientais, permitindo ações preventivas.
- Controle mais eficiente das tendências e dispersões dos parâmetros monitorados.
- Definição de critérios e criação de sistemas de alertas para respostas rápidas a eventos ambientais.

3. Integração com Iniciativas de Sustentabilidade:

- Consolidação de dados para análise estratégica e relatórios ambientais.
- Fortalecimento da governança ambiental e transparência, mediante a disponibilização de informações para órgãos reguladores e comunidade.

O CMAA se estabelece como um recurso estratégico para a gestão ambiental da Lundin Mining, promovendo boas práticas de gestão de recursos hídricos não apenas para a operação interna, mas também para garantir maior segurança e transparência junto à comunidade local e aos órgãos reguladores.

Mesmo se tratando de uma instalação ainda em desenvolvimento e definição de processos e integração de novos monitoramentos, já vem trazendo resultados para gestão integrada do empreendimento. E ainda vai além dos limites da empresa, pois permite gerar valor para comunidade, que foi convidada a participar ativamente da inauguração do centro, com os dados de monitoramento meteorológico que podem ser consultados e estratégias de monitoramento da incidência de focos de incêndio nas propriedades vizinhas.

Equipe Envolvida

- Thiago Alberto de Lima Morais
- Marcos Lewin
- Mayra Silva de Oliveira
- Isabela Camila da Cunha
- Isabelle de Lima Fonseca
- Frederico Souza Leonel
- Franklin Williams Silva de Carvalho
- Jonny Kazuo Shikay
- Allan Francisco Araujo
- Iara Alves Moreira
- Athina Tafnis da Soledade Silva
- Carlos Alberto Vieira de Almeida
- Julio Alves da Silva Neto
- Lucas de Queiroz Salles
- Ademir Vieira de Almeida Filho
- Gleison de Souza Leal
- Rafael de Souza Almeida
- Rivaildo de Oliveira Reis
- Joyce Kelly Oliveira Fernandes
- Douglas Morais Pereira Barros
- Lenoadriella Lazzaretti Neneve

lundin mining

PROJETO

REVISÃO DO PROGRAMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS (PGRH) DA MINA CHAPADA, LOCALIZADA EM ALTO HORIZONTE (GO)

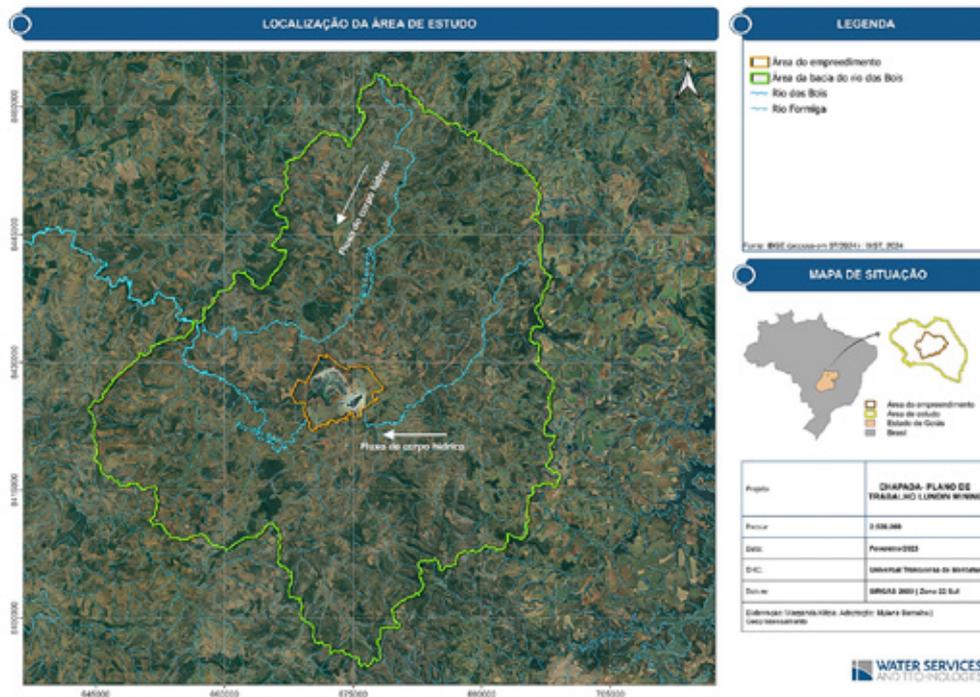
Fase do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> () Em andamento (x) Concluído
Práticas de Gestão de Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> (x) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade) () Balanço Hídrico (x) Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos) () Reúso/aproveitamento de água () Controles no lançamento de efluentes () Usos múltiplos da água captada () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias) () Outros: _
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> Cobre e Ouro Volume produzido - Unidade Chapada <ul style="list-style-type: none"> Cobre = 43 mil ton/ano Ouro = 60 mil Oz/ano
Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado	<ul style="list-style-type: none"> Rio dos Bois / Rio Formiga / Alto Horizonte - GO

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

A Lundin Mining, uma empresa que possui e opera uma mina a céu aberto de cobre e ouro no norte do estado de Goiás, revisou e atualizou o Programa de Gestão

de Recursos Hídricos (PGRH) da Mina Chapada, localizada em Alto Horizonte (GO). Essa revisão foi pautada com base nos pilares e valores da Lundin,

Figura 1: Área de estudo.



em especial os valores de integridade, buscando fazer o que é certo, e também o de excelência, ao buscar para essa revisão as melhores práticas do da mineração e profissionais de referência técnica sobre tema.

Este trabalho buscou padronizar e integrar a rede de monitoramento hídrico, promovendo a integração dos dados e aprimorar a compreensão dos dados de qualidade para diferentes matrizes

ambientais do território. Essa iniciativa está em conformidade com a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) e busca atender às necessidades de diversos usuários da bacia hidrográfica, como municípios, comunidades locais, atividades agropecuárias e o setor de logística.

A Figura 1 apresenta a área de estudo, que foi delimitada no rio dos Bois a jusante de sua confluência com o rio Formiga.

Metodologia Empregada

A revisão do PGRH foi conduzida com base em uma metodologia estruturada e orientada à padronização e otimização dos processos de monitoramento e gestão hídrica. Sendo considerados os seguintes aspectos:

- Matrizes do Programa Ambiental: águas superficiais, águas subterrâneas, água potável, efluentes e sedimentos;

- Pontos de Monitoramento: assegurar a abrangência da rede de monitoramento no contexto de bacia hidrográfica;
- Parâmetros: definir parâmetros de monitoramento relevantes e representativos para o tipo de atividade presente na região de estudo;

- Frequência das Medições: definir a frequência das medições para assegurar que sejam suficientes para a compreensão das variações temporais;
- Implementar as práticas de Quality Assurance (QA) e Quality Control (QC).

O processo objetivou eliminar redundâncias, integrar informações e aprimorar a análise de tendências para promover uma gestão mais eficaz dos recursos hídricos na bacia hidrográfica dos rios Formiga e dos Bois. Para alcançar esse propósito, o seguinte conjunto de etapas foi executado: escopo de trabalho, entendimento da área (visita técnica), coleta de informações, análise histórica dos dados, diagnóstico, proposição de revisão do programa de gestão de recursos hídricos e validação junto à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD GO).

Os ganhos desta revisão do PGRH resultaram:

1. Obtenção da Licença Operação Integrada para o projeto Chapada.

A padronização e integração da rede de monitoramento permitiram avanços na conformidade ambiental, favorecendo assim a obtenção de dados de monitoramento que sejam representativos da dinâmica no empreendimento e dos demais fatores da região. A consolidação dos dados reforçou a transparência dos relatórios técnicos, melhorando a interlocução com os órgãos reguladores. O tema revisão do PGRH foi tratado em meio ao processo de integração das licenças de operação do Complexo Chapada, que culminou em sua emissão e conseqüentemente aprovação do plano proposto.

2. Estudos Ambientais Projeto Saúva:

O monitoramento da qualidade e quantidade da água superficial e subterrânea, para um projeto ainda em estudo de viabilidade, visa a elaboração de estudos iniciais e formar uma série histórica de baseline confiável. O acompanhamento contínuo das variáveis ambientais permite identificar tendências e ajustar as ações do projeto, garantindo a conservação dos recursos hídricos.

3. Melhor Compreensão da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica:

Visão abrangente da qualidade da água nas bacias do Rio Formiga e Rio dos Bois, permitindo identificar tendências e padrões de alteração ambiental. Isso possibilita uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos e um planejamento mais assertivo de ações mitigadoras.

4. Integração com Outras Iniciativas Ambientais:

Os dados coletados passaram a ser correlacionados com outros programas ambientais, fortalecendo a governança dos recursos hídricos da região e permitindo um diálogo mais efetivo com stakeholders e comunidades locais. Manter o PGRH atualizado e representativo para a área de estudo proporciona os seguintes benefícios:

- **Gestão Eficiente dos Recursos Hídricos:** Monitoramento estruturado que permite um uso otimizado e sustentável da água.
- **Conformidade Regulamentar:** Adequação aos requisitos legais ambientais, garantindo transparência e conformidade regulatória. Evitando penalidades legais e a manutenção da reputação do empreendimento.

- **Engajamento com a Comunidade e Usuários Locais:** Facilitação do diálogo e da cooperação com municípios, agricultores e outros superficiários da região.
- **Identificação de Riscos e Oportunidades:** Antever os desvios nos padrões ambientais e implementação de medidas preventivas e corretivas.
- **Suporte à Tomada de Decisões:** Disponibilização de dados confiáveis de quantidade e qualidade para embasar decisões estratégicas e operacionais.
- **Contribuição para Usuários da Bacia Hidrográfica:** Melhoria na gestão integrada dos recursos hídricos entre diferentes usuários da região, com compartilhamento do conhecimento adquirido a respeito do que rege a qualidade da água na região.

Análise de dados - Redução de redundâncias e análise de tendências

Com os dados consistidos, foram estabelecidos critérios para avaliar a representatividade dos pontos com base nos laudos laboratoriais e disposição espacial. Em seguida, realizou-se o mapeamento da rede de monitoramento e a identificação de pontos redundantes. A análise considerou as características dos pontos, a frequência do monitoramento e as séries históricas em comparação com as legislações vigentes, permitindo ajustes necessários, sendo eles:

- Localização dos pontos de coleta visando à abrangência e otimização da cobertura espacial.
- Frequência de monitoramento conforme histórico da qualidade hídrica.
- Ajuste das localizações para assegurar a acessibilidade dos pontos de coleta e respectivas amostragens.

Além disso, no que tange aos dados de qualidade foram realizadas análises estatísticas de correlação entre os pontos, os critérios foram:

- Agrupamento dos dados de monitoramento do período e segmentação nas sub-bacias delimitadas.
- Comparativo com normas ambientais vigentes para avaliação da conformidade.
- Processamento de séries históricas de dados hídricos para identificação de desvios recorrentes e posteriormente definir os parâmetros que subsidiariam a análise estatística.
- Aplicação de métodos estatísticos e análise de correlação entre pontos e parâmetros, a fim de verificar a inclusão, supressão ou realocação dos pontos e parâmetros.

A análise de parâmetros de acordo com o uso e ocupação do solo, matrizes, bacias e sub-bacias, bem como anomalias e tendências possíveis devido ao contexto geológico e metalogenético da área, proporciona um plano holístico e alinhado com os objetivos da companhia e *stakeholders*.

Resumo do diagnóstico

Um exemplo do produto pode ser verificado na Figura 2, que representa o monitoramento fluviométrico do empreendimento. A figura considera pontos de monitoramento de estudos realizados pelo empreendimento e do Plano de Gestão de Recursos Hídricos de 2021, antes e depois da revisão executada pela Water Services and Technologies em 2024.

A fluviometria desempenha um papel fundamental na gestão dos recursos hídricos, permitindo a quantificação da vazão dos rios e a análise de sua variabilidade ao longo do tempo. Segundo Tucci (2009), o monitoramento fluviométrico é essencial para o planejamento hidrológico, pois fornece dados para a previsão de enchentes, a alocação de água entre diferentes usuários e o dimensionamento de obras hidráulicas. Além disso, a análise das séries históricas possibilita a identificação de

tendências e a avaliação dos impactos das mudanças climáticas, do uso da terra sobre os regimes hídricos e principalmente a correlação com os dados de qualidade das águas superficiais.

Ao analisar a Figura 2, observa-se a abrangência do monitoramento proposto, que inclui a coleta de dados nos principais afluentes das bacias do rio Formiga e do rio dos Bois. Destaca-se a otimização da rede de monitoramento no entorno da Mina Chapada, com a eliminação de redundâncias e a ampliação da cobertura em áreas anteriormente não monitoradas. Além disso, houve a integração do monitoramento do Projeto Saúva, localizado a montante do rio Formiga. O ajuste da rede fluviométrica exemplifica as melhorias implementadas para as diferentes matrizes, proporcionando maior transparência e qualidade nos dados obtidos.

Figura 2: Monitoramento da rede fluviométrica, antes e depois da revisão do PGRH.



Conclusões da Revisão do PGRH

O produto desta revisão é uma nova malha amostral que será monitorado pelos próximos 3 anos pela Lundin Mining, mas seu desenvolvimento exigiu a aplicação de metodologias estatísticas, avaliação de normas, análise crítica da área, compreensão da bacia hidrográfica e adoção de boas práticas de QA/QC. Diante de otimização de custos do monitoramento ambiental, uma rede integrada é fundamental para uma gestão eficiente, proporcionando uma visão clara do status ambiental e direcionando esforços para áreas prioritárias, ressaltando a aderência ao pilar de sustentabilidade e mineração responsável.

A revisão do PGRH da Lundin Mining marcou um avanço significativo na gestão hídrica da operação. Este processo é o primeiro passo para a padronização e compreensão dos dados hídricos na visão de bacia hidrográfica, que vai além dos

processos internos da Lundin. A análise contínua desses dados promoverá uma atuação assertiva da empresa, assegurando a qualidade ambiental deste território. Além da atualização da rede de monitoramento existente, o licenciamento integrado com o Projeto Saúva fortaleceu o relacionamento com o órgão ambiental, aumentando a confiabilidade dos dados, a precisão das análises e o compromisso com as exigências regulatórias.

A integração das informações aprimora a compreensão da dinâmica hídrica da região, contribuindo para a sustentabilidade da operação, eficiência operacional e cuidado com as comunidades. Assim, a revisão do PGRH buscou não apenas atender às exigências regulatórias, mas também promover uma gestão sustentável e transparente dos recursos hídricos, beneficiando tanto a empresa quanto a comunidade e o meio ambiente.

Equipe Envolvida

- Lenoadriella Lazzaretti Neneve
- Mayra Silva de Oliveira
- Thiago Alberto de Lima Morais

nexa

PR  **JETO**



GENTE CUIDANDO DAS ÁGUAS



PROJETO

GENTE CUIDANDO DAS ÁGUAS

Fase do Projeto

- (**x**) Em andamento
- () Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- (**x**) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- () Reúso/aproveitamento de água
- (**x**) Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- (**x**) Outros: Recuperação de Nascentes e Educação Ambiental

Bem mineral principal

- Zinco

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia Hidrográfica: São Francisco
- Sub-Bacia: Rio Paracatu
- Microbacia: Rio Santa Catarina
- Vazante MG e Lagamar - MG

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- O projeto é desenvolvido em áreas de terceiros, produtores rurais localizados nos municípios de Vazante-MG e Lagamar-MG. O projeto é dividido em 3 frentes, sendo o de educação ambiental, saneamento rural e cercamento de nascentes. A água fornecida pelas nascentes protegidas é destinada para abastecimento de famílias ribeirinhas, criação de animais, irrigações e usos gerais nas propriedades, e o efluente tratado pode ser utilizado para irrigação.

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- O projeto não está ligado ao processo produtivo da Nexa, ou seja, não há captação da empresa diretamente nas nascentes protegidas.
- O projeto até 2023 protegeu nascentes à montante do empreendimento da Nexa e, a partir de 2024, iniciou o cercamento à jusante do empreendimento visando melhorar o volume e qualidade das águas utilizadas por produtores rurais, além de implantar a frente de tratamento de efluente nas propriedades rurais.

Volume captado/ mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos:

- N/A

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- N/A

Investimento (em R\$)

- R\$ 5.393.075,00 (2018 a 2024)

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

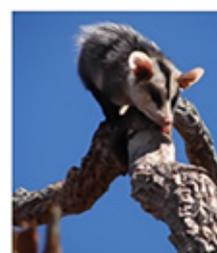
O Projeto Gente Cuidando das Águas é uma iniciativa que contribui para sensibilização, disponibilização e acesso a água de qualidade nas comunidades onde



Cercamento / Proteção



Identificação da Cobertura Vegetal



Monitoramento (Vazão e Qualidade)



Cadastro e Identificação



Monitoramento (Fauna e Flora)



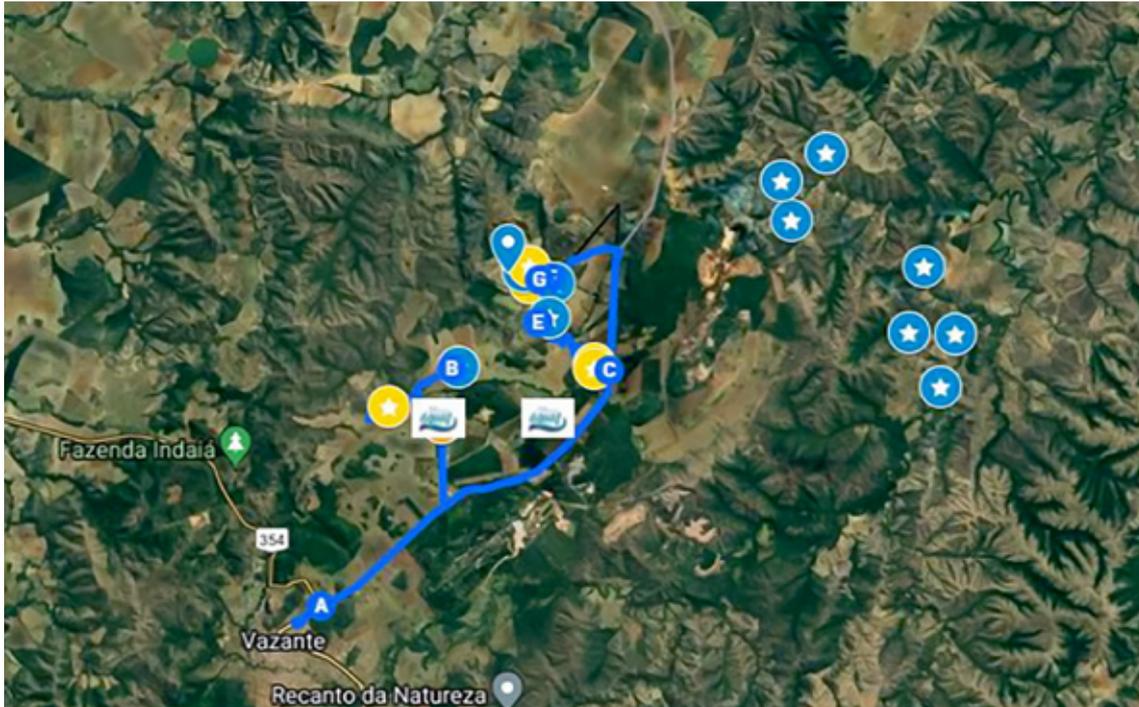
a Nexa (Unidade de Vazante-MG) atua, através das frentes de Educação Ambiental, proteção de nascentes e saneamento rural. A frente de nascentes tem como foco a proteção e conservação da microbacia do Rio Santa Catarina através do cercamento de suas nascentes. Desde 2018, já foram protegidas 186 nascentes, por meio da construção de 109.919 metros de cercas, preservando um total de 710 hectares.

A frente de educação ambiental atua na mobilização e oficinas ambientais com foco na temática “água” para os produtores rurais que recebem o cercamento, escolas e associações rurais. O objetivo é sensibilizar cada parte interessada em

seu papel nessa missão, além de proteger, conservar e garantir a preservação da água nos municípios de Vazante e Lagamar, em Minas Gerais. Ao longo do projeto já foram realizadas 39 oficinas com aproximadamente 115 alunos e 2 oficinas com 20 associados das associações do entorno da Nexa, ampliando o conhecimento no tema para 69% dos participantes.

O projeto veio evoluindo ao longo dos anos e a partir de 2023, o projeto passou a incluir monitoramentos de fauna e flora nas áreas protegidas, com a finalidade de acompanhar a evolução das espécies presentes nessas regiões que participaram do cercamento de nascentes. Em 2024 iniciou-se a frente de saneamento





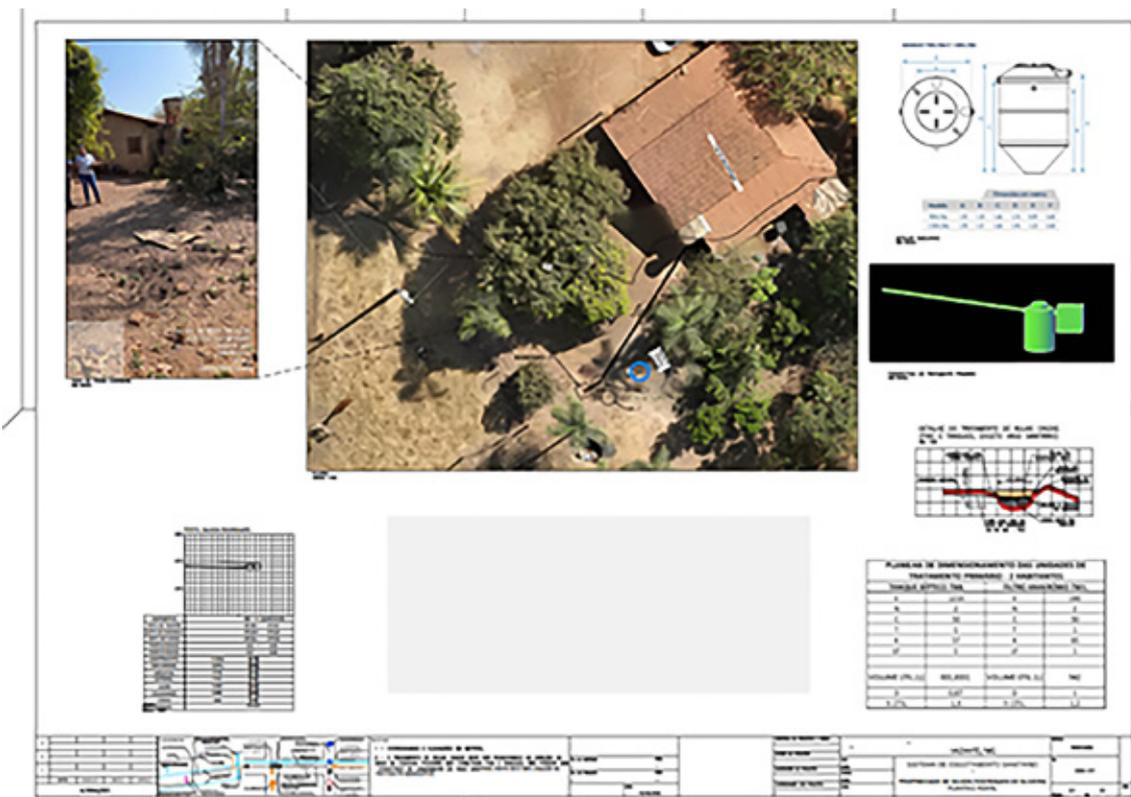
Localização dos biodigestores

com a implantação de 20 biodigestores e 20 caixas de gordura com o objetivo de decompor anaerobicamente a matéria orgânica de forma a evitar a contaminação de água subterrânea. A implementação de biodigestores e caixas de gordura em propriedades rurais não apenas melhora o saneamento local, mas também complementa o projeto de Frente de Cercamento do Projeto, promovendo a proteção dos recursos hídricos.



O Gente Cuidando das Águas foi a única iniciativa brasileira entre as 200 inscritas para apresentação no Diálogo Regional das Águas, evento organizado pela Comissão Econômica para a América Latina

e o Caribe (CEPAL), da Organização das Nações Unidas (ONU), que ocorreu no Chile em fevereiro de 2023. O projeto se destacou, ficando entre os 8 selecionados para apresentação.



Equipe Envolvida

- **Benane Xavier da Silva** (Gerente de Meio Ambiente - Nexa Vazante)
- **Marina de Sousa e Silva Noronha:** (Coordenadora Gestão Social – Nexa Vazante)

PR JETO



LEGADO DAS ÁGUAS – USO MÚLTIPLO DA TERRA



PROJETO

LEGADO DAS ÁGUAS – USO MÚLTIPLO DA TERRA

Fase do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> () Em andamento (x) Concluído
Práticas de Gestão de Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> (x) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade) () Balanço Hídrico (x) Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos) (x) Reúso/aproveitamento de água (x) Controles no lançamento de efluentes (x) Usos múltiplos da água captada (x) Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias) (x) Outros Uso de recursos hídricos para criar experiências turísticas e sensibilização ambiental na frente Uso Público
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> N/A
Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado	<ul style="list-style-type: none"> Ribeira do Iguape e litoral Sul/Médio Ribeira/ Miracatu/SP
Tipos de usos outorgados/ finalidades	<ul style="list-style-type: none"> Irrigação de produção de mudas nativas para restauração e paisagismo Consumo para operação

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- 191m³/mês
- Superficial = N/A
- Subterrânea = (191m³/mês)

Volume captado/ mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos:

- N/A

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- N/A

Investimento (em R\$)

- Investimento (na gestão dos recursos hídricos)
 - R\$ 122.370,00
- Investimento (inicial no Legado enquanto era projeto)
 - R\$ 10.000.000
- Investimento (no Legado em 2023)
 - R\$10.796.000,00

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

A gestão de recursos hídricos da reserva compreende o acompanhamento/controlado de taxas de consumo e utilização da água a partir de hidrômetros; 100% da água utilizada na operação tratada em estação própria; acompanhamento de parâmetros de efluentes resultantes da operação a partir de coleta e análise por empresa especializada; campanha de sensibilização para uso consciente na operação (colaboradores e visitantes).

O Legado das Águas é a maior reserva privada de Mata Atlântica do Brasil tendo como base o modelo de negócios uso múltiplos do território. Neste contexto,

o turismo é um dos pilares que sustenta esse modelo.

O Legado das Águas abrange uma área de 31 mil hectares divididos entre os municípios de Juquiá, Miracatu e Tapiraí, no Vale do Ribeira, interior do estado de São Paulo, que alia a proteção da floresta e o desenvolvimento de pesquisas científicas a atividades da economia verde, como a produção de plantas nativas e o ecoturismo. Foi fundado em 2012 pelas empresas CBA – Companhia Brasileira de Alumínio, Nexa, Votorantim Cimentos e Auren Energia. É administrado pela Reservas Votorantim LTDA. e mantido pela

ACESSE O CONTEÚDO E SAIBA MAIS SOBRE:

Divulgação sobre gestão de recursos hídricos:



<https://legadodasaguas.com.br/reducao-pegada-ecologica/>

Outros dados sobre indicadores que incluem a gestão de recursos hídricos:



<https://legadodasaguas.com.br/legado/wp-content/uploads/2024/06/book-ods-edicao-2023.pdf>

Votorantim S.A, que também em 2012, firmou um protocolo de intenções com o Governo do Estado de São Paulo para viabilizar a criação da Reserva e garantir a sua proteção. Mais do que um escudo natural para o recurso hídrico, o Legado das Águas trata-se de um território raro e em estágio avançado de conservação, com a missão de estabelecer um novo modelo de área protegida privada, cujas atividades geram benefícios sociais, ambientais e econômicos de maneira sustentável.

Em 2012, a companhia decidiu instituir um projeto inovador, que buscasse gerar valor compartilhado por meio da conservação da floresta. O objetivo era fazer com que o território conservado gerasse recursos para sua própria manutenção. Em uma região onde originalmente a Votorantim instalou pequenas centrais hidrelétricas, nasceu então a Reserva “Legado das Águas”.

A concepção do projeto, que se tornou a empresa Reservas Votorantim, foi baseada em 3 pilares institucionais e 3 financeiros:

- Institucionais: parcerias significativas com os governos subnacionais; pesqui-

sas científicas visando a valorização da biodiversidade; fortalecimento do tecido social das comunidades dentro e no entorno da Reserva.

- Financeiro: institucionalização de um polo de ecoturismo inclusivo, com a participação das comunidades; produção vegetal a partir das matrizes da floresta para paisagismo e reflorestamento; busca de recursos financeiros por mecanismos de compensação ambiental, carbono ou pagamento de serviços ambientais.

Hoje, o Legado das Águas, possui uma equipe de mais de 90 colaboradores. Gera-mos conhecimento científico significativo, publicado em vários artigos científicos e livros; contribuimos para o reconhecimento, valorização e geração de negócios com as comunidades locais; tornamos o ecoturismo no Vale do Ribeira uma realidade, integrando uma rede significativa de parceiros locais; contribuimos para que as cidades organizassem sua estrutura legal sobre turismo para o recebimento dos turistas; centenas de pessoas passaram por nossos programas de educação ambiental; nos tornamos referência para outras iniciativas conservacionistas; e

continuamos implementando nosso plano de trabalho, buscando o break even do negócio, provando que a floresta pode se manter.

É por meio da transformação desses ativos naturais e culturais que procuramos conservar a biodiversidade, empoderar atores locais, catalisar o desenvolvimento regional e, assim, gerar valor compartilhado.

A empresa se consolidou como uma referência nacional em gestão de ativos

ambientais com o uso sustentável de recursos naturais e geração de valor compartilhado

Nos últimos 11 anos, a Reservas Votorantim, empresa matriz que gere a filial Legado das Águas, diversificou o portfólio do oferecendo novos produtos e soluções que conciliam o uso sustentável do território e a conservação da floresta, dando escala a novos negócios de base florestal, especialmente por meio da inovação.

**CONHEÇA MAIS SOBRE O
LEGADO DAS ÁGUAS, ACESSE:**

<https://legadodasaguas.com.br/>

OU ESCANEIE O QR CODE.



**LEGADO
DAS ÁGUAS**
RESERVA VOTORANTIM

Equipe Envolvida

- Bianca Santos Martinata
- Daniela Gedenits
- David Canassa



RHI MAGNESITA

PR JETOS



IMPERMEABILIZAÇÃO DA CAVA JATOBÁ



RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA NOS FORNOS HWS, UTM E BRITAGEM



RHI MAGNESITA

PROJETO

IMPERMEABILIZAÇÃO DA CAVA JATOBÁ

Fase do Projeto

- Em andamento
- Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- Balanço Hídrico
- Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- Reuso/aproveitamento de água
- Controles no lançamento de efluentes
- Usos múltiplos da água captada
- Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- Outros _____

Bem mineral principal

- Magnesita: volume produzido (tonelada/mês) – 114.000t

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia do Rio das Contas – Sub-bacia do Rio Brumado e Sub-bacia do Rio do Antônio – Brumado/BA

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- Para fins de abastecimento industrial

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- 191 m³/mês

**Volume captado/
mês de água de
chuva (precipitação e
runoff) e de oceanos**

- expectativa de 1.600 m³/mês

**Uso específico de
água nova
(m³/tonelada ROM)**

- N/A

Investimento (em R\$)

- R\$ 1.600.641,20

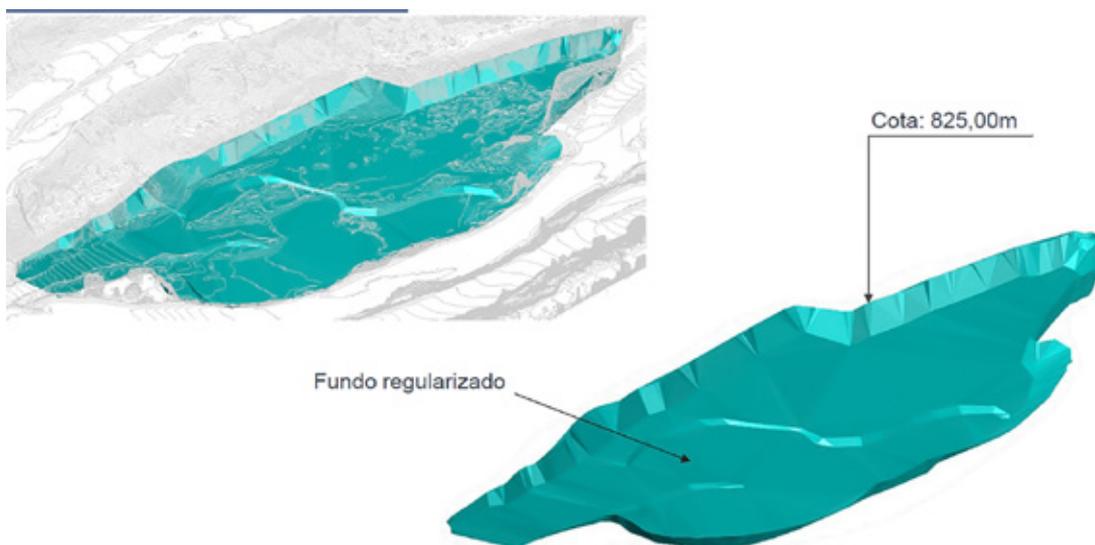
Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

O projeto refere-se à utilização de geomembrana reforçada para impermeabilização da Cava Jatobá, criando um reservatório de água pluvial, localizado em Brumado-BA. A impermeabilização utilizando geomembranas é uma técnica amplamente empregada para assegurar a contenção de água pluvial e evitar a sua infiltração no solo, garantindo a proteção

dos recursos hídricos. Este método é particularmente eficaz em projetos que envolvem a construção de reservatórios de acumulação de água, seja para fins industriais, agrícolas ou abastecimento.

A expectativa é que com a impermeabilização o reservatório atinja a capacidade estimada de 150.412m³.

Figura 1: Cava de Jatobá





PROJETO

RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA NOS FORNOS HWS, UTM E BRITAGEM

Fase do Projeto

- Em andamento
- Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- Balanço Hídrico
- Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- Reúso/aproveitamento de água
- Controles no lançamento de efluentes
- Usos múltiplos da água captada
- Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- Outros _____

Bem mineral principal

- Magnesita: volume produzido (tonelada/mês) – 114.000t

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia do Rio das Contas – Sub-bacia do Rio Brumado e Sub-bacia do Rio do Antônio – Brumado/BA

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- N/A

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- 21.853 m³/mês

**Volume captado/
mês de água de
chuva (precipitação e
runoff) e de oceanos**

- N/A

**Uso específico de
água nova
(m³/tonelada ROM)**

- 0,19 m³/t

Investimento (em R\$)

- R\$ 2.840.000,00

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

USINA TRATAMENTO DE MINÉRIO (UTM)

A água utilizada em todas as etapas do tratamento do minério é recirculada. O percurso se inicia no hidrociclone, passa pelo moinho, segue para a deslamagem chegando as células de flotação, a partir daí passa pelo sistema de filtragem de onde é direcionada para uma caixa de decantação de efluentes onde é reaproveitada nas bombas centrífugas. No final do processo a água é destinada ao espessador aonde o excesso retorna para a reutilização na planta. Parte da água é utilizada para bombear/ transportar a polpa de rejeito para as bacias, onde a recuperação da água se dá através de caminhão Pipa.

- Sem o espessador de rejeitos seria necessário ao processo **233,20m³/h**
- Com o espessador a complementação é de **19,15m³/h**.

A porcentagem de reaproveitamento de água com o uso do espessador de rejeitos é de aproximadamente 91,79%.

Figura 1: Espessador de rejeitos da UTM



FORNOS HWS

A água é utilizada em todas as etapas do processo de troca térmica dos fornos, sendo que a recuperação é feita nas Torres de Refrigeração através de (04) bombas centrífugas para recirculação e reuso.

- **Sem a recuperação nas torres seria necessário ao processo 552,60m³/h**
- **Com a recuperação a complementação é de 9,0 m³/h.**

A porcentagem de reaproveitamento de água com a recuperação nas torres é de aproximadamente 98,37%.

BRITAGEM PP

A água utilizada no processo de britagem é introduzida no sistema para lavar o minério e eliminar as emissões, sendo recuperada nas caixas de separação e decantação de sólidos, através de duas (02) bombas centrífugas, sendo uma em operação e uma na reserva.

- **Sem a recuperação nas caixas separadoras seria necessário ao processo 20m³/h**
- **Com a recuperação a complementação é de 4,08 m³/h.**

A porcentagem de reaproveitamento de água com a recuperação nas caixas separadoras é de aproximadamente 79,60%.

ETA

O sistema de água potável abastece as áreas de Catiboaba e Pedra Preta, e as águas residuais geradas nos processos de retrolavagem dos filtros, do abrandador e na descarga dos floco-decantadores são direcionadas para uma caixa de equalização e recuperação dos efluentes. Posteriormente a água é reutilizada na umectação de vias e pilhas de minério, como controle de emissões de particulados.

- **Reuso de água 2,29m³/h**

Equipe Envolvida

- Thalís Silva
- Carlos Eduardo Rodrigues Souza
- Glassia Viana ,
- Everaldo Silva Andrade

PR JETOS



SISTEMA INTEGRADO DE
MONITORAMENTO E GESTÃO HÍDRICA



TRATAMENTO TERCIÁRIO DE EFLUENTE DOMÉSTICO PARA
REMOÇÃO DE FÓSFORO



PROJETO

SISTEMA INTEGRADO DE MONITORAMENTO E GESTÃO HÍDRICA

Fase do Projeto

- () Em andamento
- (**x**) Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- (**x**) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- () Reúso/aproveitamento de água
- () Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- () Outros: Hidrogeoquímica

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

A Samarco possui um Plano de Monitoramento de Recursos Hídricos que define ações para monitorar águas superficiais, subterrâneas e efluentes, atendendo às condicionantes ambientais com o objetivo de prevenir, compensar e/ou mitigar impactos ambientais e garantir a qualidade da água. Para o monitoramento de efluentes, são adotadas duas metodologias: Telemétrico Automatizado e Manual Periódico.

No método telemétrico, as estações automáticas medem turbidez, condutividade, pH, oxigênio dissolvido e temperatura da água. O monitoramento é feito por sondas automatizadas, cujos dados são acumulados em um dispositivo (data-logger) e transmitidos para a equipe de Meio Ambiente e áreas operacionais. O monitoramento ocorre 24h por dia, 7 dias por semana, através do COI – Centro de Operações Integradas.

Na unidade operacional de Ubu, localizada em Anchieta, existem seis principais pontos de monitoramento online com sondas multiparamétricas, o que possibilita ações rápidas de “ver e agir”, permitindo o tratamento imediato das causas de desvios.

Figura 1: Pontos de monitoramento telemétrico - Ubu

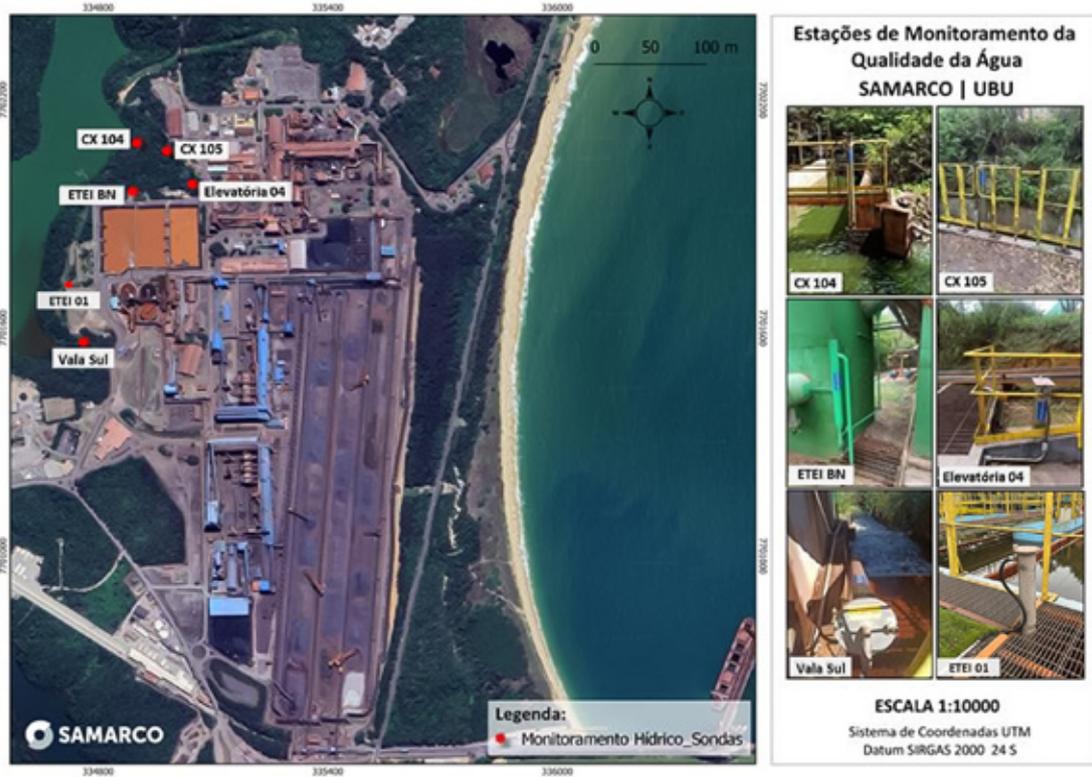
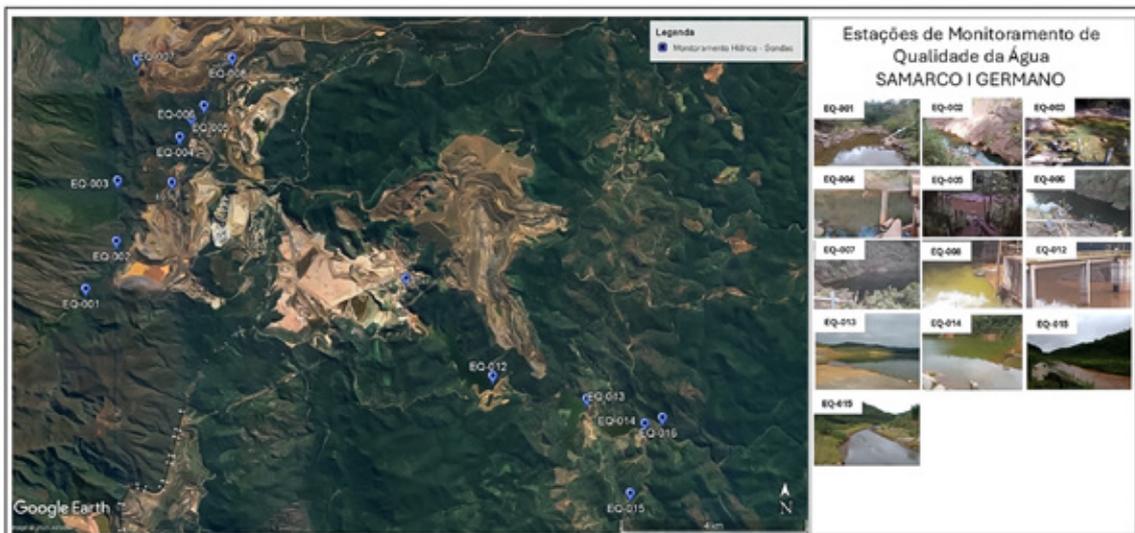


Figura 2: Pontos de monitoramento telemétrico - Germano



Em Germano, localizado em Minas Gerais, existem treze principais pontos de monitoramento online com sondas multiparamétricas. As sondas multiparamétricas EQ-001, EQ-002, EQ-003, EQ-005 e EQ-006 estão inseridas no Rio Piracicaba; a EQ-004 está no Córrego dos Macacos; a EQ-007 no Córrego João Manoel; a EQ-008 no Dique B3; a EQ-012 na barragem de Nova Santarém; a EQ-013 no Dique S3; a EQ-014 no Dique S4; e as EQ-015 e EQ-016 no Rio Gualaxo do Norte. Sendo instrumentos

fundamentais para a identificação de desvios e para a tomada de decisões. Figura 2: Pontos de monitoramento telemétrico - Candonga

Em Candonga, localizado em Minas Gerais, existem cinco principais pontos de monitoramento online com sondas multiparamétricas. As sondas multiparamétricas EQ-310 e EQ-480 estão localizadas no rio Doce, EQ-410 no córrego dos Borges, EQ-460 no córrego Santo Antônio e EQ-470 no córrego Micaela.

Figura 3: Pontos de monitoramento telemétrico - Candonga



Equipe Envolvida

- Rodolfo Pessotti Messner Campelo
- Maira Marcolan Guimarães
- Vinicius Loyola Lopes
- Carlos Antonio de Amorim Neto



PROJETO

TRATAMENTO TERCIÁRIO DE EFLUENTE DOMÉSTICO PARA REMOÇÃO DE FÓSFORO

Fase do Projeto

- Em andamento
- Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- Balanço Hídrico
- Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- Reúso/aproveitamento de água
- Controles no lançamento de efluentes
- Usos múltiplos da água captada
- Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- Outros: Tratamento terciário de efluente doméstico

Bem mineral principal

- Pelotas e finos de minério de ferro: Volume produzido (tonelada/mês) - 9,7 milhões de toneladas/ano (2024)

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia do Rio Benevente – Anchieta – ES

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

No ano de 2023, a Samarco implementou uma estação de tratamento terciário para a remoção de fósforo do efluente doméstico no complexo de Ponta Ubu. Todo o efluente doméstico passa por tratamento

biológico nas ETE's I e II para remoção da matéria orgânica presente. Com o objetivo de remover os macronutrientes do efluente doméstico, a Samarco implementou um sistema terciário composto por tratamento

químico, no qual utiliza-se o PAC como o coagulante para que ocorra a precipitação e a coagulação dos macronutrientes presentes. O sistema de tratamento terciário é composto por reator de tratamento químico e floco-decantador lamelar com vazão máxima de 20 m³/h. A estação, que

está em funcionamento desde junho de 2023, obteve remoção total de 528 kg de fósforo do efluente doméstico no ano de 2024. Posterior ao tratamento terciário, todo o efluente doméstico é destinado para o sistema de tratamento de efluentes industriais, onde é reutilizado no processo.

Figura 01: Tratamento Biológico - ETE 02



Figura 02: Tratamento Biológico - ETE 01



Figura 03: Fluxograma geral do processo da ETE de P

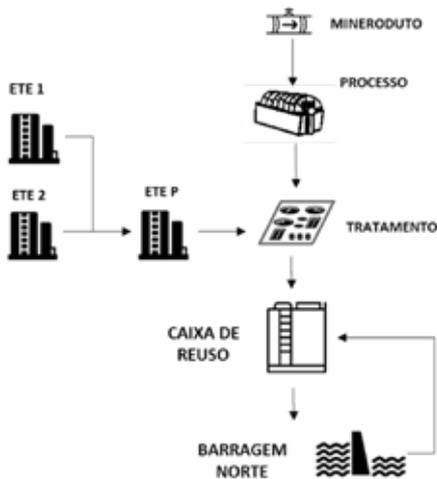


Figura 04: Tratamento terciário - ETE de Fósforo



Equipe Envolvida

- Rodolfo Pessotti Messner Campelo
- Maira Marcolan Guimarães
- Vinicius Loyola Lopes
- Carlos Antonio de Amorim Neto

USIMINAS

PR JETOS



SOLUÇÕES INTEGRADAS DE RECURSOS HÍDRICOS
PARA MINERAÇÃO USIMINAS I



SOLUÇÕES INTEGRADAS DE RECURSOS
HÍDRICOS PARA MINERAÇÃO USIMINAS II

USIMINAS



SOLUÇÕES INTEGRADAS DE RECURSOS HÍDRICOS PARA MINERAÇÃO USIMINAS I

Fase do Projeto

- () Em andamento
- (**x**) Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)

- **Monitoramento Poços Tubulares**
 - Captações Subterrânea (consumo) – medição das vazões captadas nos poços tubulares. Área envolvida: Beneficiamento
 - Monitoramento de qualidade de água. Área envolvida: Meio Ambiente
- **Monitoramento superficiais**
 - Hidrogeologia (vazão) – monitoramento das vazões dos córregos. Área envolvida: Hidrogeologia
 - Monitoramento das Bacias Hidrográficas. Área envolvida: Meio Ambiente
- **Monitoramento subterrâneo**
- **Hidrogeologia (nível d' água)**
Monitoramento do nível d' água subterrânea em aquíferos através de piezômetros.

Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)

- GEOhidro Indicadores ESG (Consumo, consumo específico, recirculação, balanço hídrico). Áreas envolvidas: Beneficiamento / Hidrogeologia / Meio Ambiente / Automação / GPO – Grupo de Prontidão Operacional

- Dados compilados:

GeoHidro	
Captações - Hidrogeologia	
Monitoramento Poços Tubulares	
POMC 05	
Outorga (horas)	
Outorga Vazão (m³/d)	
Vazão específica (m³/h/m)	
Cota Boca (m)	
Cota Bomba (m)	
Período	
Nível Estático (m)	
Nível Dinâmico (m)	
Linha de Segurança (m)	
Pluviometria (mm)	
Consumo (m³/mês)	
Outorga Total	
Percentual Bombeado	
Número Dias/Mês	

Indicadores de Resultados Gerais (nível de captação de água)



Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

Reuso/aproveitamento de água

- Recirculação. Área envolvida: Beneficiamento (desaguamento de rejeitos - Dry stacking e decanter)
- Espessadores, Decanter, Dry Stacking, Diques de contenção, Filtragem automática da água recuperada do espessador

Usos múltiplos da água captada

- Industrial – Beneficiamento
- Humano – Meio Ambiente

Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)

- Representação nos Comitê de Bacia Hidrográfica do Paraopeba - Sustentabilidade

Bem mineral principal

- Minério de Ferro: volume produzido (tonelada/mês) - 683.255 t/mês

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- São Francisco / Pará e Paraopeba / Itatiaiuçu MG

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- Poços (Subterrânea) Finalidade: Consumo Industrial e Humano
- Captações superficiais – Finalidade: Consumo industrial

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- Superficial = 0 m³/mês
- Subterrânea = (poços tubulares)
- 355.965 m³/mês

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- Volume de água captada por tonelada alimentada: 0,25 m³/t

Investimento (em R\$)

- Monitoramento hidrológico e piezométrico: R\$316.666,00
- Filtragem automática do over flow do espessador de concentrado ITM Flotação: R\$ 600.000,00

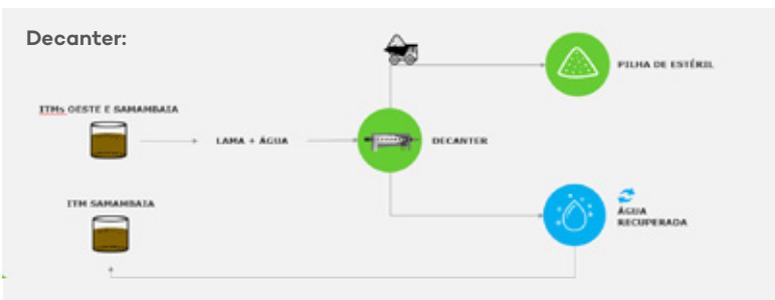
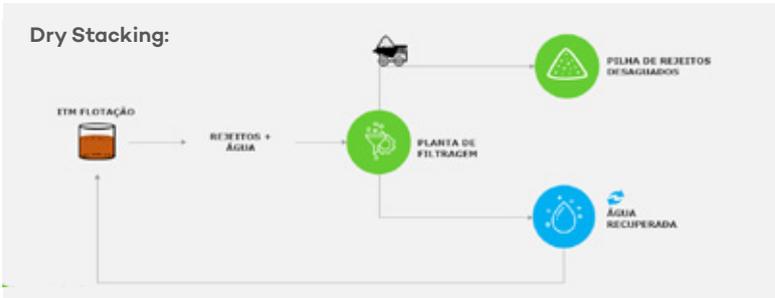
Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos**Proteção de nascentes - Mina d'água:**

Desde o início de suas atividades, a Mineração Usiminas tem se empenhado na proteção dos corpos d'água próximos à sua área de operação. Em 2021, a companhia lançou o Projeto Mina D'água, focado na recuperação e preservação de nascentes e matas ciliares em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Em 2024, o projeto realizou o plantio de 40.870 mudas nativas em cerca de 85 hectares para compensação florestal. Além disso, foram plantadas 6.600 mudas em 7,40 hectares, com ações complementares como cercamento, aceiro e controle de pragas e invasores.

**Recirculação, reaproveitamento de água:**

Em 2021, adequamos o Sistema de Disposição de Rejeitos Filtrados para viabilizar a disposição a seco e a recirculação de a água presente no rejeito e, em 2023, inauguramos o Decanter, equipamento que permite o desaguamento das lamas dos rejeitos, garantindo uma destinação adequada e aumentando o índice de recirculação da água. Juntas, as iniciativas viabilizaram que de 2021 a 2024, a Companhia atingisse a taxa de 94% de recirculação. Como reflexo da nossa atenção ao tema, desde 2021, man-

temos índices elevados de recirculação de água, o que se manteve em 2024, quando obtivemos a marca de 93,65% de reuso.



GT Recursos Hídrico – Agenda ESG

Grupo de Trabalho (GT) de Recursos Hídricos foi criado para cumprir com as ações estabelecida do plano, após a conclusão da materialidade da Mineração Usiminas. Um fórum com a participação de especialistas, técnicos e profissionais representantes das áreas para discutir e implementar práticas de gestão da água no contexto da mineração. Este grupo busca promover a sustentabilidade e reduzir os impactos ambientais relacionados ao uso e à gestão da água nas operações.

Solução implementada

Unidade Filtragem instalada:



Foto N°01 – Unidade Filtragem



Foto N°02 – Bomba BA-36 – 214 m³/h



Foto N°03 – Unidade Filtragem

USIMINAS



SOLUÇÕES INTEGRADAS DE RECURSOS HÍDRICOS PARA MINERAÇÃO USIMINAS II

Fase do Projeto

- (**x**) Em andamento
- () Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)

- Monitoramento superficiais
 - Qualidade da água on line – Estações: Mota, Samambaia I e II – em fase de teste / Meio Ambiente

Balanço Hídrico

- Migração para Sistema Automatizado de coleta de dados (em andamento) – Beneficiamento / Automação / GPO – Grupo de Prontidão Operacional

Bem mineral principal

- Minério de Ferro: volume produzido (tonelada/mês) - 683.255 t/mês

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- São Francisco / Pará e Paraopeba / Itatiaiuçu MG

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- Poços (Subterrânea) Finalidade: Consumo Industrial e Humano. Superficial: Consumo industrial

Volume de água nova retirada mês (m³/mês)

- Superficial = 0 m³/mês
- Subterrânea (poços tubulares) = 355.965 m³/mês

**Volume captado/
mês de água de
chuva (precipitação e
runoff) e de oceanos**

- N/A

**Uso específico de
água nova
(m³/tonelada ROM)**

- Volume de água captada por tonelada alimentada: 0,25 m³/t

Investimento (em R\$)

- Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos hídrico): R\$ R\$ 106.156,31
- Monitoramento Águas Superficiais: Qualidade da água on line: R\$ 120.001,97

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

Monitoramento contínuo (online) da qualidade de águas superficiais:

Ainda em fase de teste, está sendo adotado o monitoramento online da água, com foco nos dois principais córregos dentro da Mineração Usiminas: Samambaia e Mota. O objetivo é realizar o acompanhamento em tempo real dos parâmetros hídricos desses curso d'água.



GT Recursos Hídrico – Agenda ESG

Entre os objetivos do GT, destacamos a reformulação do balanço hídrico e migração para um sistema automatizado de coleta de dados. A combinação desses dois processos visa melhorar a governança hídrica na mineração, tornando o uso da água mais eficiente, reduzindo desperdícios e garantindo a conformidade com as regulamentações ambientais.

Equipe Envolvida

Operação/Engenharia/Sustentabilidade:

- Cidiana Morais da Silva
- Elias Ronaldo Policarpo
- Francisco Sergio Guimaraes Junior
- Greiciele Andrade Barboza
- Inácio da Luz
- Luiz Tavares Dos Santos Junior
- Marcony Ortiz da Silva
- Otávio Augusto Leite Oliveira
- Raymundo Gomes Moreira Junior
- Renato Cardoso De Menezes
- Robson de Carvalho Marques
- Vanderson Fernando Brandao Ferreira
- Vinicius Mendes De Lima
- Wander Pawlowski Queiroz

PROJETOS



-  CENTRO DE CONTROLE AMBIENTAL DO CORREDOR NORTE
-  GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA ESTRADA DE FERRO VITÓRIA A MINAS: SUSTENTABILIDADE, ENGAJAMENTO E REÚSO
-  GOVERNANÇA E ESTRATÉGIAS DA VALE PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS
-  GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS NA MINERAÇÃO: ESTRATÉGIAS E METAS DA VALE PARA 2030
-  SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NA PRODUÇÃO DE FERRO-NÍQUEL: REÚSO DE ÁGUA NA MINERAÇÃO ONÇA PUMA
-  QUALITY ASSURANCE & QUALITY CONTROL (QA/QC) EM PROJETOS DE MAPEAMENTO E MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS: UM ESTUDO DE CASO NA MINERAÇÃO
-  GESTÃO EFICIENTE DAS BACIAS DE SEDIMENTAÇÃO NO TERMINAL MARÍTIMO PONTA DA MADEIRA: SUSTENTABILIDADE E REUTILIZAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS
-  GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS NA UNIDADE DE TUBARÃO: RACIONALIZAÇÃO, REÚSO E INDEPENDÊNCIA HÍDRICA
-  GESTÃO EFICIENTE DE RECURSOS HÍDRICOS NO COMPLEXO ITABIRA: IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA SIPOC
-  GESTÃO AUTOMATIZADA DE ÁGUAS DE DRENAGEM NO COMPLEXO MINERÁRIO DE SALOBO: CONTROLE, ARMAZENAMENTO E REÚSO SUSTENTÁVEL



PROJETO

CENTRO DE CONTROLE AMBIENTAL DO CORREDOR NORTE

Fase do Projeto

- () Em andamento
- (**x**) Concluído- Em desenvolvimento de melhorias e novas tecnologias.

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- (**x**) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- () Reúso/aproveitamento de água
- () Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- () Outros: Hidrogeoquímica

Bem mineral principal

- Produção Minério de ferro Vale Global: 327.675.000 toneladas métricas

Fonte: Produção e vendas da Vale no 4T24 e 2024

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

Bacias Hidrográficas Minério de ferro Vale Global

- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Carajás/PA
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Canaã dos Carajás/PA
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Curionópolis/PA
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Itabira/MG
- Bacia Hidrográfica: Santo Antônio | Itabira/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Santa Bárbara/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Rio Piracicaba/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Ouro Preto/MG

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Barão de Cocais/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | São Gonçalo do Rio Abaixo/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piranga | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Catas Altas/MG
- Bacia Hidrográfica: Piranga | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Nova Lima/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Itabirito/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Paraopeba | Congonhas/MG
- Bacia Hidrográfica: Guandu | Itaguaí/RJ
- Bacia Hidrográfica: Guandu | Mangaratiba/RJ
- Bacia Hidrográfica: Itapecuru | São Luís/MA
- Bacia Hidrográfica: Santa Maria da Vitória | Vitória/ES

Tipos de usos outorgados/ finalidades

- Tipos de outorgas Minério de ferro Vale Global
- Captação
- Regularização
- Lançamento
- Rebaixamento
- Reservatório

Volume de água nova retirada mês (m³/ano)

- Volume de água nova retirada /ano: 48,5 m³/ano
- Superficial = 21,6 M m³/ano
- Subterrânea = 21,5 M m³/ano
- Fontes externas (água nova) = 1,7 M m³/ano

Dados referentes a Vale Minério de ferro Global

Volume captado/ano de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 3,7 M m³/ano

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,11 m³/t

Dados referentes a Vale Minério de ferro Global

* Ressalta-se que o uso específico de água nova calculado conta apenas com água superficial e subterrânea (fonte interna e externa). Não é computado a parcela de água de chuva.

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

O Centro de Controle Ambiental (CCA) é uma iniciativa que visa monitorar parâmetros ambientais dos processos operacionais de Lavra, Beneficiamento, Transporte e Embarque de Minério de Ferro no Corredor Norte. Utilizando instrumentos online, comunicação remota de equipamentos e sensores e equipes de campo, o CCA estabelece limites de alerta e implementa um fluxo de comunicação com as áreas operacionais do Corredor Norte, permitindo identificar as condições dos controles ambientais.

O CCA realiza os monitoramentos ambientais e meteorológico, abrangendo os temas: recursos hídricos, qualidade do ar, emissões, incêndios florestais, ruído e vibração, pluviometria e meteorologia. Os monitoramentos são supervisionados pela sala de controle que opera 24 horas por dia, 7 dias por semana. A malha amostral dos equipamentos cobre toda a área operacional e regiões no entorno. O centro de controle recebe as informações e, em caso de anormalidades, aciona o fluxo de comunicação para que as áreas operacionais atuem rapidamente nas mitigações necessárias.

O monitoramento de recursos hídricos é realizado através de sondas online e offline que monitoram parâmetros como pH, turbidez, clorofila, condutividade e temperatura em barragens, sumps, diques e igarapés.

A qualidade do ar é monitorada pelos parâmetros PTS, PM10, PM2,5. Para incêndios florestais, são utilizadas informações de focos de calor obtidas por satélite. Ruído e vibração são monitorados por decibelímetros e sismógrafos. A cabine meteorológica utiliza o Radar Meteorológico Vale,

instalado no Núcleo Urbano de Carajás, para acompanhar as condições do tempo e fornecer previsões de curtíssimo prazo (*nowcasting*).

O Centro também utiliza imagens de satélites, estações meteorológicas e pluviômetros nas áreas operacionais para emitir alertas de chuva, descargas atmosféricas e vento. Todos os monitoramentos seguem suas legislações pertinentes ou boas praticadas descritas pelos seus órgãos reguladores, como por exemplo os monitoramentos de qualidade de água e qualidade do ar seguem suas referidas Conama.

Os resultados incluem a otimização do tempo de resposta a desvios, mitigação de riscos, aperfeiçoamento dos controles ambientais, aumento da assertividade nos alertas meteorológicos, otimização do tempo de alerta, melhorias nos boletins de previsão existentes, boletins diários para as áreas operacionais, aumentando o compromisso ambiental aliado à melhor produtividade.

Figura 1: Painel de controle do Centro de Controle Ambiental Vale do Rorredor Norte



Equipe Envolvida

- João Guilherme Comarella de Siqueira
- Rodrigo Reis de Freitas
- Renata Andries
- Halisson Borges
- Laís Bisi Maú
- Guilherme Alves



PROJETO

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA ESTRADA DE FERRO VITÓRIA A MINAS: SUSTENTABILIDADE, ENGAJAMENTO E REÚSO

Fase do Projeto

- () Em andamento
- (**x**) Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- (**x**) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- (**x**) Reúso/aproveitamento de água
- () Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- () Outros: Hidrogeoquímica

Bem mineral principal

- Produção Minério de ferro Vale Global: 327.675.000 toneladas métricas

Fonte: Produção e vendas da Vale no 4T24 e 2024

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

Bacias Hidrográficas Minério de ferro Vale Global

- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Carajás/PA
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Canaã dos Carajás/PA
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Curionópolis/PA
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Itabira/MG
- Bacia Hidrográfica: Santo Antônio | Itabira/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Santa Bárbara/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Rio Piracicaba/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Mariana /MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Ouro Preto/MG

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Barão de Cocais/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | São Gonçalo do Rio Abaixo/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piranga | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Catas Altas/MG
- Bacia Hidrográfica: Piranga | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Nova Lima/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Itabirito/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Paraopeba | Congonhas/MG
- Bacia Hidrográfica: Guandu | Itaguaí/RJ
- Bacia Hidrográfica: Guandu | Mangaratiba/RJ
- Bacia Hidrográfica: Itapecuru | São Luís/MA
- Bacia Hidrográfica: Santa Maria da Vitória | Vitória/ES

Tipos de usos outorgados/ finalidades

Tipos de outorgas Minério de ferro Vale Global

- Captação
- Regularização
- Lançamento
- Rebaixamento
- Reservatório

Volume de água nova retirada

- Volume de água nova retirada /ano: 48,5 m³/ano
- Superficial = 21,6 M m³/ano
- Subterrânea = 21,5 M m³/ano
- Fontes externas (água nova) = 1,7 M m³/ano

Dados referentes a Vale Minério de ferro Global

Volume captado/ano de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 3,7 M m³/ano

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,11 m³/t

* Ressalta-se que o uso específico de água nova calculado conta apenas com água superficial e subterrânea (fonte interna e externa). Não é computado a parcela de água de chuva (fonte sustentável).

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

A Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM) foi inaugurada em 18 de maio de 1904 e incorporada ao sistema logístico da VALE na década de 1940. Atualmente, é considerada uma das mais modernas e seguras do país.

Com cerca de 905 quilômetros de malha ferroviária de bitola métrica, a EFVM desempenha um papel crucial no cenário nacional. Ela conecta a região metropolitana de Belo Horizonte, onde se interliga com outras empresas logísticas, às minas de minério de ferro no interior de Minas Gerais e ao Porto de Tubarão em Vitória (ES), percorrendo o vale do Rio Doce e atravessando 40 municípios nos estados do Espírito Santo e Minas Gerais.

O setor ferroviário é fundamental para a movimentação de cargas e o ciclo de exportação de produtos, utilizando água em suas operações para abastecimento de estruturas administrativas, manutenção de oficinas, limpeza de pátios e máquinas, abastecimento e operação de vagões, locomotivas e máquinas de via, bem como para aspersão de vagões, umectação de vias e manutenção das

linhas férreas. Além disso, o setor está conectado às minas e pátios industriais, compartilhando desafios hídricos como escassez de água, disponibilidade, riscos de inundação e qualidade da água.

Ao longo da EFVM, foram instalados diversos pontos para captação de água da chuva, reduzindo a demanda sobre fontes de água potável e promovendo práticas sustentáveis. Essa água é utilizada na limpeza de pátios, umectação de vias e irrigação de áreas verdes. Em 2024, foi mapeado que cerca de 5% da demanda total de água da unidade operacional corresponde à água precipitada e utilizada pela área.

Na gestão dos recursos hídricos da EFVM, priorizamos a redução do consumo de água nova, privilegiando o uso de fontes sustentáveis e ampliando o reúso de efluentes líquidos tratados e a captação de água da chuva.

Em 2024, alcançamos um volume de reúso de 42 milhões de litros nas unidades operacionais. Para manter essa prática, as áreas avaliam constantemente as

Figura 1: Sistema de captação de água de chuva - Estrada de Ferro Vitória Minas (EFVM)



Figura 2: Sistema de captação de água de chuva - Oficinas de locomotivas na unidade de Tubarão



oportunidades e mantêm as manutenções das estruturas existentes.

Destacamos duas práticas relevantes na EFVM. A primeira, no pátio da unidade de João Neiva, no Espírito Santo, onde foram utilizados aproximadamente 650 mil litros de água da chuva em 2024 para umectação de via e brita, visando o controle de emissão de particulados.

O sistema é composto por 14 caixas com capacidade de armazenamento de

310 mil litros. A segunda prática é um sistema de coleta e reaproveitamento de água da chuva, com tanques de armazenamento de 100m³ na oficina de Locomotivas na unidade de Tubarão, em Vitória (ES).

Essa água é encaminhada para um reservatório elevado e utilizada na lavagem de componentes de manutenção e locomotivas. Em 2024, esse sistema forneceu 6 milhões de litros de água para reúso.

Equipe Envolvida

- Clara Vasconcellos
- Lais Barbosa
- Vitor Laranja
- Flavia Dias
- Renata Andries
- Halisson Borges
- Laís Bisi Maú
- Guilherme Alves



PROJETO

GOVERNANÇA E ESTRATÉGIAS DA VALE PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS

Fase do Projeto

- (**x**) Em andamento
- () Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- () Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- () Reúso/aproveitamento de água
- () Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- (**x**) Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- () Outros: Hidrogeoquímica

Bem mineral principal

- Produção Minério de ferro Vale Global: 327.675.000 toneladas métricas

Fonte: Produção e vendas da Vale no 4T24 e 2024

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

Bacias Hidrográficas Minério de ferro Vale Global

- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Carajás/PA
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Canaã dos Carajás/PA
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Curionópolis/PA
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Itabira/MG
- Bacia Hidrográfica: Santo Antônio | Itabira/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Santa Bárbara/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Rio Piracicaba/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Ouro Preto/MG

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Barão de Cocais/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | São Gonçalo do Rio Abaixo/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piranga | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Catas Altas/MG
- Bacia Hidrográfica: Piranga | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Nova Lima/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Itabirito/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Paraopeba | Congonhas/MG
- Bacia Hidrográfica: Guandu | Itaguai/RJ
- Bacia Hidrográfica: Guandu | Mangaratiba/RJ
- Bacia Hidrográfica: Itapecuru | São Luís/MA
- Bacia Hidrográfica: Santa Maria da Vitória | Vitória/ES

Tipos de usos outorgados/ finalidades

Tipos de outorgas Minério de ferro Vale Global

- Captação
- Regularização
- Lançamento
- Rebaixamento
- Reservatório

Volume de água nova retirada

Dados referentes a Vale Minério de ferro Global

- Volume de água nova retirada /ano:
48,5 M (m³/ano)
- Superficial = 21,6 M m³/ano
- Subterrânea = 21,5 M m³/ano
- Fontes externas (água nova) = 1,7 M m³/ano

Volume captado/ano de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 3,7 M m³/ano

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,13 m³/t

* Ressalta-se que o uso específico de água nova calculado conta apenas com água superficial e subterrânea (fonte interna e externa). Não é computado a parcela de água de chuva (fonte sustentável).

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

O objetivo da Vale é garantir a gestão responsável dos recursos hídricos e dos efluentes gerados no processo. O uso da água deve ser racional, socialmente equitativo, ambientalmente sustentável e economicamente benéfico, considerando um processo inclusivo das partes

interessadas e a bacia hidrográfica. Para cumprir esse objetivo, foram estabelecidos quatro pilares estratégicos: Governança, Monitoramento e Controle, Engajamento com as Partes Interessadas e Gestão de Riscos Hídricos.

1. Governança;

Para uma gestão responsável de recursos hídricos e efluentes é necessário ter uma governança efetivamente estabelecida, onde todas as ações, processos e responsabilidades estão mapeados e atribuídos, de forma a garantir uma tomada de decisão sólida. A estrutura de governança da Vale toma como base o modelo de 3 linhas de defesa na Gestão

de Risco em seus processos, sendo a primeira linha a unidade operacional, a segunda linha o corporativo e a terceira linha o processo de auditoria interna. O organograma prevê profissional dedicado à temática em todas as operações e atribui responsabilidades nos níveis local, regional (bacia hidrográfica) e global.

2. Monitoramento e Controle;

Em todas as unidades operacionais e projetos, a Vale preza pelo Programa de Gestão de Recursos Hídricos e Efluentes e considera as especificidades regionais e das bacias hidrográficas. Na Vale, os usos e descartes são otimizados, através de

projetos de circularidade e de sistemas de controle. Consideram-se fontes alternativas onde há viabilidade e são adotados novos processos e tecnologias para consumir menos água nova e aumentar o reúso nas operações da companhia.

3. Engajamento com as Partes Interessadas

A Vale é membro do *International Council on Mining and Metals* (ICMM), do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), de 7 comitês de bacias hidrográficas e dos Grupos Técnicos de Recursos Hídricos (rios Doce, Velhas, Paraopeba, Piranga, Piracicaba, Santo Antônio e Santa Maria da Vitória). Adicionalmente a Vale atua na Câmara Temática da Água do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS).

No ano de 2023 foi definida a governança de representatividade da Vale nos Comitês de bacia Hidrográfica (CBH), mostrado na Figura 7, e criado o GT dos Comitês. As pautas discutidas nos CBHs são abordadas pelo GT composto por técnicos e por lideranças. Neste ano foram discutidos o processo de 3 grandes outorgas da Vale, os estudos de enquadramento das bacias hidrográficas e a criação do Comitê do rio Itacaiúnas.

4. Gestão de Riscos Hídricos.

A gestão dos riscos hídricos abrange não apenas as unidades operacionais da Vale, assim como a condição de contorno de toda a bacia hidrográfica onde atua. São analisados os potenciais impactos físicos, regulatórios e de imagem da companhia, incluindo os oriundos das mudanças climáticas e da cadeia de valor. Esse processo é executado com o uso de ferramentas consolidadas, como: *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA), *Non-Operational Risks* (GRNO), Verificação de Controles Críticos (VCC) e Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais (LAIA).

Em 2022, foi lançado o Programa de Compras Responsáveis, dando início à imple-

mentação de medidas que aprofundam os aspectos ambientais, sociais e econômicos considerados na gestão da cadeia de valor. Para isso, construímos a Matriz de Criticidade ESG da cadeia de suprimento, que engloba potenciais impactos ESG, como aqueles relacionados à água e efluentes em nossa cadeia de suprimentos.

Obtivemos compreensão abrangente das implicações socioambientais da nossa cadeia de fornecimento, destacando os potenciais riscos de corresponsabilidade legal e reputacional. Os riscos potenciais incluem, por exemplo, disponibilidade de água, conflitos sobre a utilização, segurança hídrica.



Equipe Envolvida

- Renata Andries
- Laís Bisi Maú
- Guilherme Alves
- Halisson Borges
- Abraao Junior



PROJETO

GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS NA MINERAÇÃO: ESTRATÉGIAS E METAS DA VALE PARA 2030

Fase do Projeto

- (**x**) Em andamento
- () Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- (**x**) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- () Reúso/aproveitamento de água
- () Controles no lançamento de efluentes
- (**x**) Usos múltiplos da água captada
- (**x**) Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- () Outros: Hidrogeoquímica

Bem mineral principal (tonelada/ano)

- Produção Minério de ferro Vale Global: 327.675.000 toneladas métricas

Fonte: Produção e vendas da Vale no 4T24 e 2024

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

Bacias Hidrográficas Minério de ferro Vale Global

- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Carajás/PA
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Canaã dos Carajás/PA
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Curionópolis/PA
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Itabira/MG
- Bacia Hidrográfica: Santo Antônio | Itabira/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Santa Bárbara/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Rio Piracicaba/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Ouro Preto/MG

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Barão de Cocais/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | São Gonçalo do Rio Abaixo/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piranga | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Catas Altas/MG
- Bacia Hidrográfica: Piranga | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Nova Lima/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Itabirito/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Paraopeba | Congonhas/MG
- Bacia Hidrográfica: Guandu | Itaguai/RJ
- Bacia Hidrográfica: Guandu | Mangaratiba/RJ
- Bacia Hidrográfica: Itapecuru | São Luís/MA
- Bacia Hidrográfica: Santa Maria da Vitória | Vitória/ES

Tipos de usos outorgados/ finalidades

Tipos de outorgas Minério de ferro Vale Global

- Captação
- Regularização
- Lançamento
- Rebaixamento
- Reservatório

Volume de água nova retirada

Dados referentes a Vale Minério de ferro Global

- Volume de água nova retirada /ano:
48,5 M (m³/ano)
- Superficial = 21,6 M m³/ano
- Subterrânea = 21,5 M m³/ano
- Fontes externas (água nova) = 1,7 M m³/ano

Volume captado/ano de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 3,7 M m³/ano

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,11 m³/t

* Ressalta-se que o uso específico de água nova calculado conta apenas com água superficial e subterrânea (fonte interna e externa). Não é computado a parcela de água de chuva (fonte sustentável).

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

As metas globais de sustentabilidade da Vale estão alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) e com as diretrizes do Conselho Internacional de Mineração e Metais (ICMM).

A Meta Água 2030, iniciada em 2018, determinou uma redução de 10% do uso específico de água doce em relação ao ano-base 2017. Com grande empenho, alcançamos a redução de 20% no ano de 2021, nove anos antes do prazo. Antecipar e superar o cumprimento da meta lançada em 2018 demandou grande esforço e trouxe resultados importantes para a gestão interna.

Em 2023, atualizamos a nossa Meta, que leva em conta todas as bacias hidrográficas onde atuamos, trazendo objetivos específicos para cada um de nossos pilares. Além do resultado já conquistado, vamos focar nossos esforços para alcançar mais 7% em média de redução do nosso uso específico até 2030, considerando metas mais significativas para unidades localizadas em regiões com nível de estresse hídrico alto ou crítico. Esta atualização da meta promoverá uma redução acumulada de 27% (base 2017) somada ao resultado já alcançado.

Para definir o nível de estresse hídrico nas regiões onde atuamos, adotamos o Indicador 6.4.2 da ONU a partir de estudo realizado em 2023. O indicador é calculado pela razão dos volumes das

captações de água e a diferença entre disponibilidade hídrica e o fluxo ecológico.

Em linhas gerais, o numerador representa o quanto é captado de água nova em determinada bacia, e o denominador representa a disponibilidade hídrica dessa região, sendo o fluxo ecológico a vazão mínima que deve existir para garantir a existência de determinado corpo hídrico.

Em 2024, reduzimos em 31% o uso específico de água nova em nossas operações, tomando como referência o baseline de 2017. Esse resultado reflete os esforços contínuos da Vale, exemplificados nos casos apresentados neste livro, em iniciativas como o monitoramento eficiente, a gestão sustentável dos recursos hídricos e a redução do uso de água nova, priorizando fontes de segundo uso, incluindo água de reúso, reciclada, recirculada e recuperada, além de fontes sustentáveis, como a água proveniente do aproveitamento da chuva. No entanto, é importante destacar que essa taxa de redução poderá oscilar nos próximos anos, em função de ajustes nos processos produtivos e variações no volume de produção.

Até 2026 iremos finalizar os Planos de Redução das unidades operacionais integrados ao planejamento financeiro da Vale, estabelecido dentro da estratégia de sustentabilidade de longo prazo da Companhia.



Equipe Envolvida

- Renata Andries
- Laís Bisi
- Guilherme Alves
- Halisson Borges
- Abraao Junior



PROJETO

SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NA PRODUÇÃO DE FERRO-NÍQUEL: REÚSO DE ÁGUA NA MINERAÇÃO ONÇA PUMA

Fase do Projeto

- () Em andamento
- (**x**) Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- (**x**) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- (**x**) Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- (**x**) Reúso/aproveitamento de água
- (**x**) Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- () Outros: Hidrogeoquímica

Bem mineral principal (tonelada/ano)

- Produção Minério de níquel Vale Brasil: 975.974 t/ano

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Ourilândia do Norte/PA

Tipos de usos outorgados/ finalidades

Tipos de outorgas Minério de níquel Vale Brasil

- Captação
- Regularização
- Lançamento
- Rebaixamento
- Reservatório

Volume de água nova retirada

- Volume de água nova retirada /ano: 0,62 M m³/ano
- Superficial = 0,56 M m³
- Subterrânea = 0,03 M m³

Volume captado/ano de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 0,03 M m³/ano

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,61 m³/t

* Ressalta-se que o uso específico de água nova calculado conta apenas com água superficial e subterrânea (fonte interna e externa). Não é computado a parcela de água de chuva (fonte sustentável).

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

Na Mineração Onça Puma, localizada em Ourilândia do Norte/PA, a iniciativa de substituir parcialmente a água nova por água de reuso na produção de ferro-níquel teve como objetivo aumentar a segurança hídrica e reduzir o lançamento de drenagem industrial na Bacia do Rio Cateté. Essa ação é fundamental para promover a sustentabilidade e a eficiência no uso dos recursos hídricos.

Para alcançar esses objetivos, foi implantado um sistema de captação (bombeamento e adutora) da água direcionada para a Barragem da Usina, que recebe a drenagem industrial e efluentes tratados da usina metalúrgica de Onça Puma. Esse sistema visa reduzir o volume de efluente tratado lançado no meio ambiente, além de aumentar a eficiência de reuso e recirculação de água na unidade.

Os ganhos dessa iniciativa são significativos. Em sua primeira etapa, foi possível

reutilizar 14,6% do volume de água nova utilizada pela Usina Metalúrgica. Além disso, houve uma diversificação dos pontos de captação de água para o processo produtivo, o que contribuiu para a segurança hídrica da operação. Outro benefício importante foi a redução de até 50,8% no lançamento de efluentes tratados na Bacia do Rio Cateté.

A estimativa é que essa iniciativa minimize o lançamento de efluente industrial na bacia hidrográfica do Rio Cateté, com potencial de reuso de 40% (cerca de 240.000 m³ por ano) atingindo uma eficiência de 99% em reuso e recirculação de água na Planta Pirometalúrgica de Onça Puma. Esses resultados não só beneficiam o meio ambiente, mas também fortalecem o compromisso com a sustentabilidade e a responsabilidade social da empresa.

Figura 1: Sistema de captação da Barragem da Usina



Figura 2: Instrumentação dos sistemas de captação de água nova e de água de reúso



Figura 3: Tanques de armazenamento e distribuição de água bruta



Equipe Envolvida

- David César Santos
- Joao Batista da Silva Souza
- Romulo Silva Rebelim dos Santos
- Renata Andries
- Halisson Borges
- Laís Bisi Maú
- Guilherme Alves



PROJETO

QUALITY ASSURANCE & QUALITY CONTROL (QA/QC) EM PROJETOS DE MAPEAMENTO E MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS: UM ESTUDO DE CASO NA MINERAÇÃO

Fase do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Em andamento <input checked="" type="checkbox"/> Concluído
Práticas de Gestão de Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade) <input type="checkbox"/> Balanço Hídrico <input checked="" type="checkbox"/> Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos) <input type="checkbox"/> Reúso/aproveitamento de água <input type="checkbox"/> Controles no lançamento de efluentes <input type="checkbox"/> Usos múltiplos da água captada <input type="checkbox"/> Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias) <input type="checkbox"/> Outros: _____
Bem mineral principal (tonelada/mês)	<ul style="list-style-type: none"> N/A
Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado	<ul style="list-style-type: none"> N/A
Tipos de usos outorgados/ finalidades	<ul style="list-style-type: none"> N/A
Volume de água nova retirada	<ul style="list-style-type: none"> N/A

Volume captado/ mês de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- N/A

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- N/A

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

A qualidade das águas superficiais é vital para a saúde humana, a biodiversidade e o equilíbrio ecológico. O monitoramento confiável da hidrogeoquímica das águas é essencial não apenas para identificar e mitigar os impactos ambientais, mas também para garantir a sustentabilidade das práticas minerárias. Uma ferramenta que pode auxiliar nesse processo é a implementação de um programa de garantia e controle de qualidade (Quality Assurance and Quality Control - QAQC). Esse programa assegura a confiabilidade dos dados e minimiza erros que podem comprometer a análise e interpretação desses dados.

No contexto da indústria mineral, o QAQC deve ser adaptado para as especifi-

cidades da geoquímica local. Embora existam diretrizes gerais sobre QAQC, elas frequentemente não abordam detalhadamente as peculiaridades da geoquímica da água em ambientes minerários, destacando a necessidade de desenvolver procedimentos específicos para o setor. Desta forma este estudo criou um procedimento operacional aliado a automatização de rotinas de avaliação, como medida estratégica e necessária para garantir a qualidade dos dados hidrogeoquímicos gerados. Essa iniciativa visa a melhoria na precisão e confiabilidade dos dados, contribuindo na tomada de decisão mais informada e responsável em relação à gestão de recursos hídricos.

Metodologia Empregada

O estudo foi realizado em seis etapas principais (Figura 1), passando por revisão bibliográfica de estudos similares, estabelecimento de critérios de QC, avaliação de duas bases de dados de águas superficiais e aplicação de estratégias de QAQC.

O levantamento bibliográfico teve como base publicações científicas nacionais

e internacionais, além dos principais manuais e protocolos relacionados com a temática do estudo. As principais publicações sobre QAQC utilizadas como referência foram: EPA QA/G-5 Guidance for Quality Assurance Project Plans (USEPA, 2002), Standards Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017) e Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras de Água,

Figura 1: Fluxograma das etapas do projeto



Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos (CETESB-ANA, 2011).

Foram utilizadas duas bases de dados hidrogeoquímicos para verificação e implementação das estratégias de QAQC. Estas bases de dados são oriundas de projetos ambientais de escala local na região do Complexo Minerário de Itabira.

- A primeira se refere a um estudo de Background Geoquímico e VRQ, e que possui estratégia de QAQC.

- A segunda consiste em uma série histórica de monitoramento do Complexo de Itabira, sem uma estratégia definida de QAQC.

Estes dados foram avaliados e validados para em seguida serem inseridos em um banco de dados central utilizado pela Vale, chamado Hydro GeoAnalyst. A visualização e análise dos dados foi realizada em dashboards de Business Intelligence integrados ao banco.

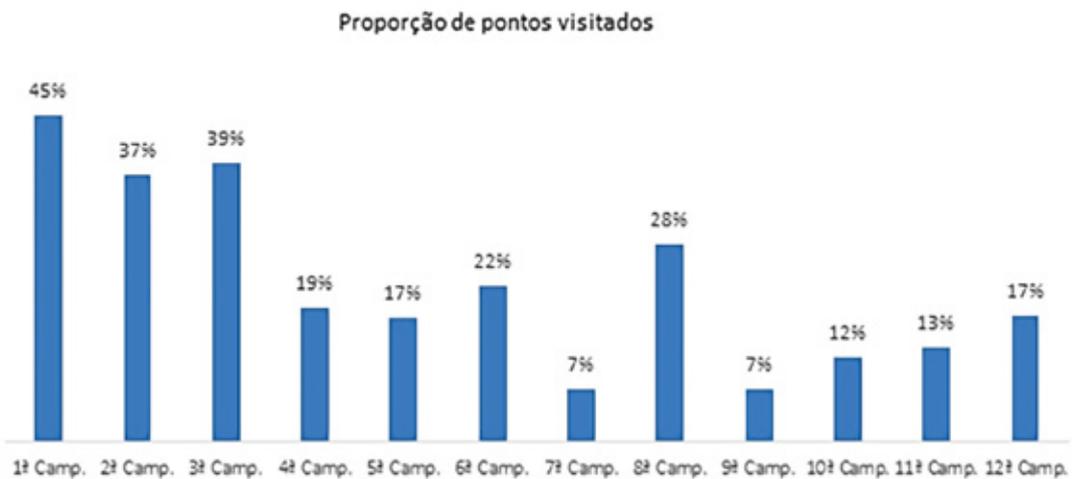
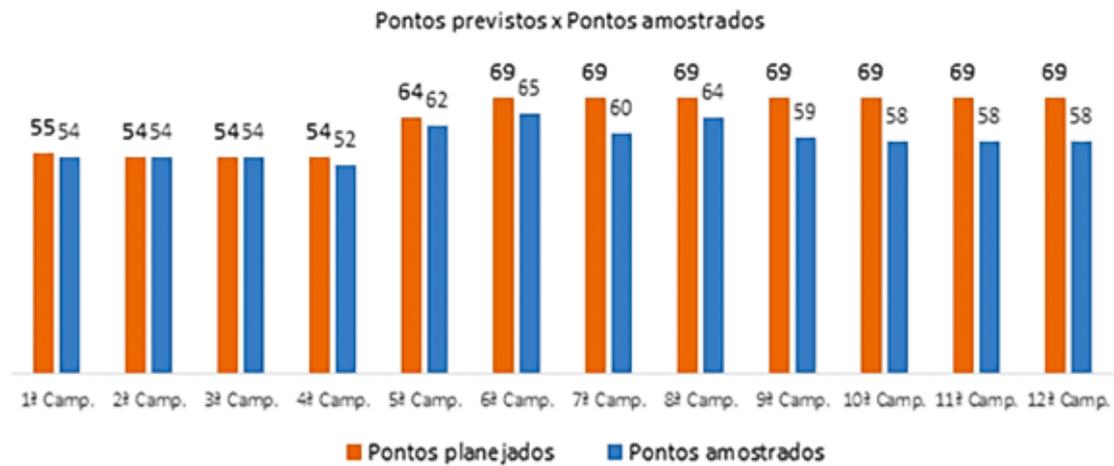
RESULTADOS

Base de dados 1: Programa de QAQC na amostragem (Figura 2) - O estudo revelou desafios logísticos na coleta de amostras, como acessibilidade aos locais e questões de propriedade de terceiros, impactando significativamente a aquisição de dados. O acompanhamento do QaQc permitiu ações corretivas assegurando que o estudo tivesse a abrangência necessária (coleta de 55 pontos na 1ª campanha para 68 na última), sugerindo melhoras na aderência aos métodos e técnicas de amostragem. Outro sinal de atuação do QAQC foi

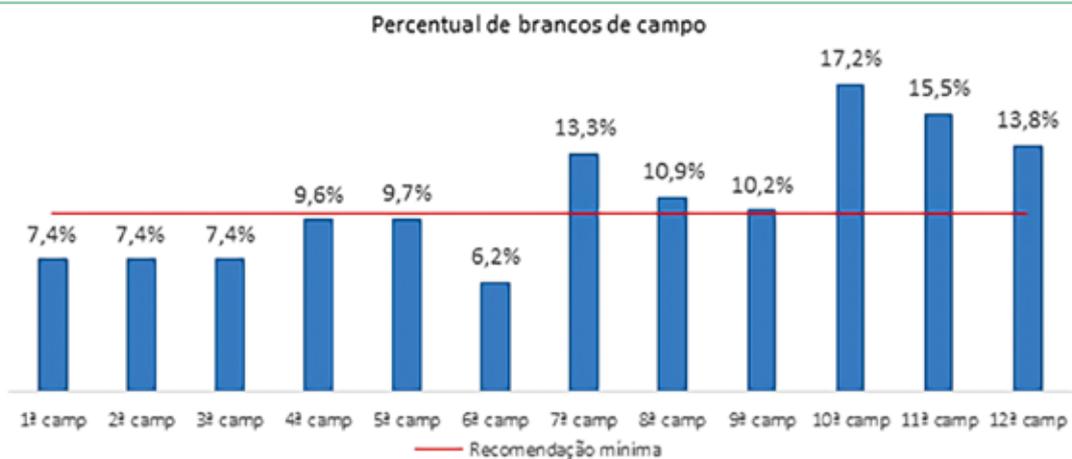
que o número de desvios nas medições com turbidímetro caíram substancialmente (16% de desvios na 1ª campanha, chegando a zero na 7ª), o mesmo ocorre com os brancos de equipamento (9% de desvios na 2ª campanha, caindo para 2% na 12ª) e brancos de campo (12% de desvios na 3ª campanha, caindo para 0 na 9ª). Ao longo das 12 campanhas realizadas, não houve desvios nos brancos de temperatura. Por fim, ainda foi possível analisar baixa quantidade de desvios para verificações de HT, LQ, Brancos de método e LCS.

Figura 2: Avaliação da base de dados 1 - A) Pontos amostrados e visitados; B) Avaliação de brancos campo; C) Avaliação de duplicatas de campo;

A

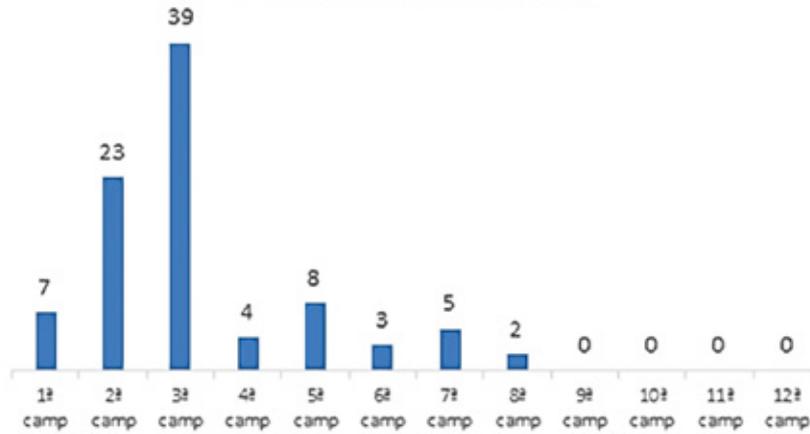


B

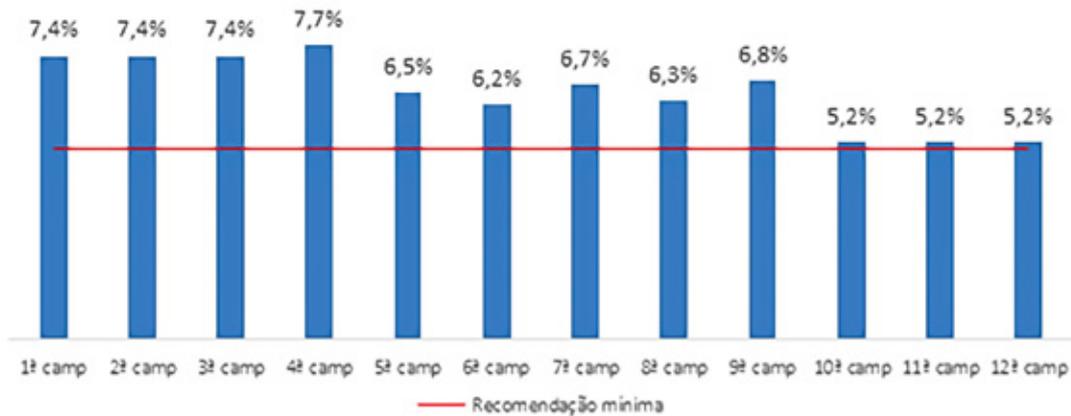


C

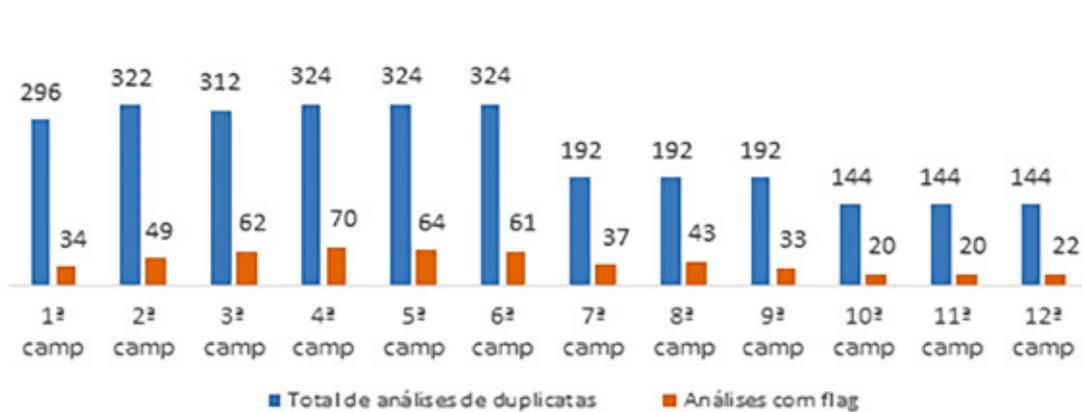
Nº de desvios de brancos de campo



Percentual de duplicatas campo



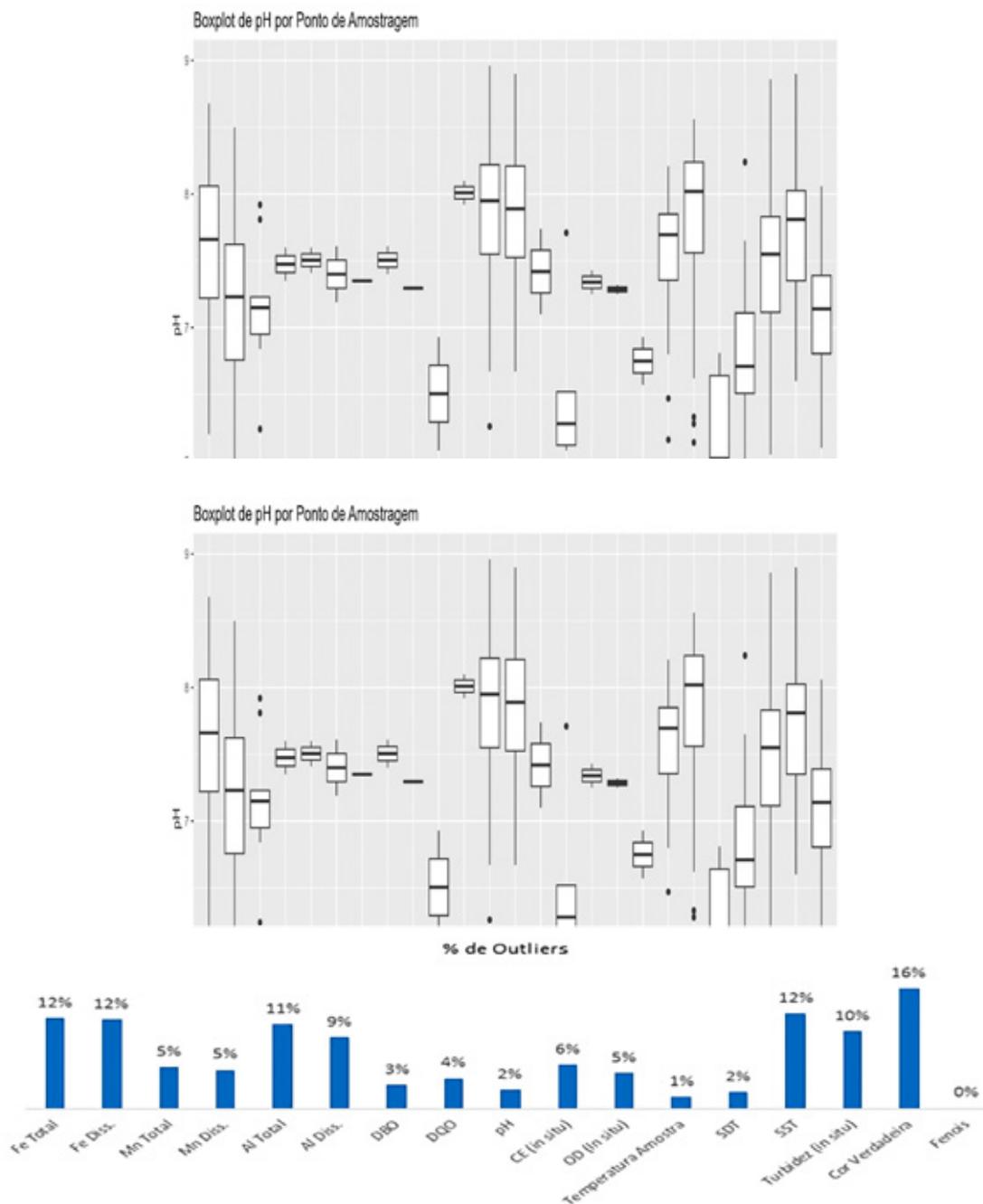
Nº de resultados de duplicatas de campo



Base de dados 2: Sem programa de QAQC - Nesta base de dados buscou-se adotar algumas estratégias de QAQC nos dados e encontrou-se limitação em aplicar os validadores em parte considerável das amostras, devido à insuficiência de informações. Nas amostras onde foi possível analisar a relação fração dissol-

vida e fração total, os resultados foram consistentes, assim como o branco de método evidenciando a importância do laboratório no processo. Esta avaliação mostrou um número alto de potenciais outliers (10 a 12% de outliers para alguns parâmetros), indicando a necessidade de um QAQC.

Figura 3: Avaliação da base de dados 2 - Volume de outliers

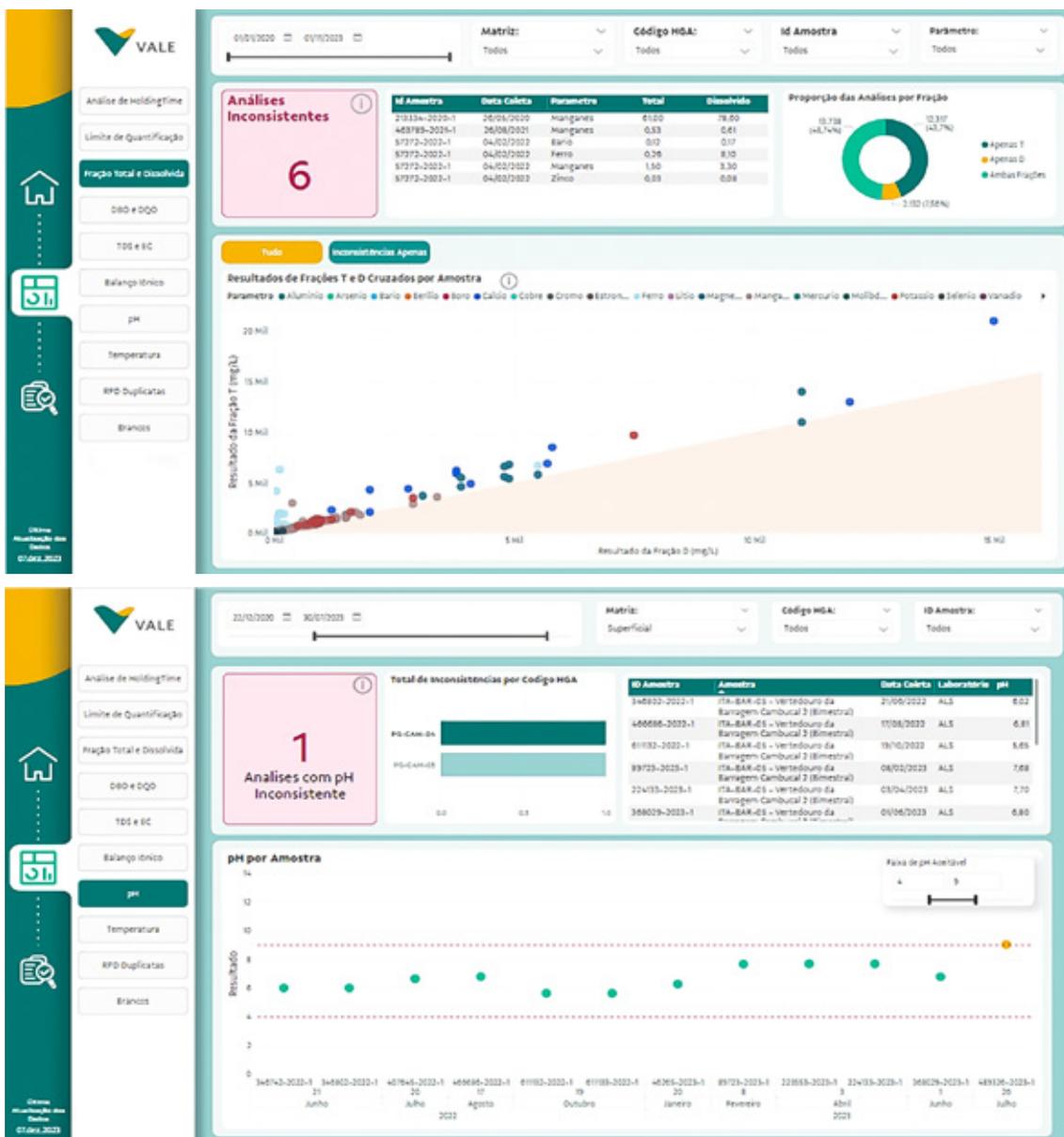


Ainda no banco dados 2, a verificação da relação DBO/DQO, não mostrou inconsistências nos resultados, assim como a verificação de pH e temperatura, sugerindo boa qualidade dos dados nestes aspectos específicos. Por outro lado, a verificação de valores anômalos de OD e da relação de SDT/CE, revelou algumas inconsistências, sugerindo possíveis erros ou variações nos processos de amostragem ou análise. A quanti-

dade de dados considerados outliers, foi significativa (10 a 15% para alguns parâmetros). Avaliação do LCS e brancos de método considerou um total de 207 laudos, em um intervalo de 6 meses e não foram observados desvios.

A visualização em dashbord (figura 4) auxilia a identificação rápida de desvios para tomada de ação preventiva durante as campanhas.

Figura 4: Dashboard de QAQC integrado à base de dados;



Conclusões e principais benefícios

O estudo ressalta a importância do QAQC, especialmente como ferramenta corretiva, permitindo identificar as falhas e corrigi-las ao longo das campanhas. Os principais destaques são:

- Fortalecimento da segurança e rastreabilidade das análises laboratoriais.
- Identificação de desafios logísticos e melhorias na acessibilidade dos pontos de amostragem.
- Reforço da importância da gestão eficiente dos recursos hídricos na mineração iniciam com dados confiáveis.

Entretanto o estudo também ressaltou que a realização de todas as boas práticas propostas pelos principais guias demanda um aumento considerável de tempo dedicado ao estudo. Isso pode ser inviável para operações onde existe

apenas um profissional responsável pela temática de recursos hídricos, sendo necessário uma equipe ou formas de automatização do processo.

Além disso, a execução de um QA/QC complexo pode afetar significativamente o orçamento do monitoramento ambiental, tendo em vista um aumento considerável do número de análises laboratoriais. Ainda os resultados da pesquisa indicam que a aplicação dos verificadores de qualidade, mesmo que em número reduzido, pode agregar um nível considerável de confiabilidade para os dados analíticos.

Por fim, este estudo destaca a importância de um plano de QAQC adaptado não apenas para a indústria mineral, mas para projetos regionais de mapeamento geoquímico, recomendando a gestão eficiente de recursos hídricos e monitoramento hidrogeoquímico eficaz.

Equipe Envolvida

- Halisson Borges
- Roberto Dall' Agnol
- Gabriel Salomão
- Abraão Júnior
- Rafael Amarante



PROJETO

GESTÃO EFICIENTE DAS BACIAS DE SEDIMENTAÇÃO NO TERMINAL MARÍTIMO PONTA DA MADEIRA: SUSTENTABILIDADE E REUTILIZAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Fase do Projeto

- Em andamento
- Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- Balanço Hídrico
- Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- Reúso/aproveitamento de água
- Controles no lançamento de efluentes
- Usos múltiplos da água captada
- Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- Outros: Hidrogeoquímica

Bem mineral principal (tonelada/ano)

- Produção Minério de ferro Vale Global: 327.675.000 toneladas métricas

Fonte: Produção e vendas da Vale no 4T24 e 2024

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

Bacias Hidrográficas Minério de ferro Vale Global

- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Carajás/PA
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Canaã dos Carajás/PA
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Curionópolis/PA
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Itabira/MG
- Bacia Hidrográfica: Santo Antônio | Itabira/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Santa Bárbara/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Rio Piracicaba/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Mariana/MG

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Barão de Cocais/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | São Gonçalo do Rio Abaixo/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piranga | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Catas Altas/MG
- Bacia Hidrográfica: Piranga | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Nova Lima/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Itabirito/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Paraopeba | Congonhas/MG
- Bacia Hidrográfica: Guandu | Itaguaí/RJ
- Bacia Hidrográfica: Guandu | Mangaratiba/RJ
- Bacia Hidrográfica: Itapecuru | São Luís/MA
- Bacia Hidrográfica: Santa Maria da Vitória | Vitória/ES

Tipos de usos outorgados/ finalidades

Tipos de outorgas Minério de ferro Vale Global

- Captação
- Regularização
- Lançamento
- Rebaixamento
- Reservatório

Volume de água nova retirada

Dados referentes a Vale Minério de ferro Global

- Volume de água nova retirada /ano:
48,5 M (m³/ano)
- Superficial = 21,6 M m³/ano
- Subterrânea = 21,5 M m³/ano
- Fontes externas (água nova) = 1,7 M m³/ano

Volume captado/ano de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 3,7 M m³/ano

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,11 m³/t

* Ressalta-se que o uso específico de água nova calculado conta apenas com água superficial e subterrânea (fonte interna e externa). Não é computado a parcela de água de chuva (fonte sustentável).

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

No Terminal Marítimo Ponta da Madeira, localizado em São Luís, Maranhão, foi implementada uma gestão eficiente das bacias de sedimentação com o objetivo de otimizar o uso das águas de chuvas e de processos. Essa iniciativa visa reutilizar a água para atividades de limpeza industrial e controle ambiental, promovendo a sustentabilidade e a eficiência no uso dos recursos hídricos.

A drenagem da água acumulada nos pátios de estocagem é realizada por canaletas que circundam e entremeiam os pátios, utilizando dois sistemas de drenagem: Leste e Oeste. Os efluentes provenientes da parte Leste dos Pátios de Estocagem de Minério A a I, da área de descarga e parte da área dos viradores de vagões são drenados por canaletas que desembocam em uma bacia de decantação menor. Dessa bacia, os efluentes são direcionados o sistema de bacias compostas pelas Células 2 e 3 e a Bacia Leste, que têm capacidade para 180.000 m³, onde ocorre a sedimentação. A partir desse reservatório, a água é bombe-

ada para os reservatórios de água de reúso, para o reservatório das águas depositárias do Boqueirão e para caminhões-pipa, utilizados na umectação e lavagem de vias.

No ano de 2024, a gestão das bacias de sedimentação permitiu que 81% da demanda total de água da unidade fosse atendida por meio da recirculação, totalizando 1.793.835 m³ de água reutilizada. Esse volume é suficiente para encher 717 piscinas olímpicas, considerando que uma piscina olímpica possui um volume mínimo de 2.500 m³, conforme as regulamentações da Federação Internacional de Natação (FINA).

Essa iniciativa também contribuiu significativamente para a Meta Água da Vale, que foi iniciada em 2018. Além de promover a reutilização da água, a gestão eficiente das bacias de sedimentação evitou o lançamento de efluentes pluviais em corpos receptores, reduzindo o impacto ambiental e melhorando a sustentabilidade das operações no Terminal Marítimo Ponta da Madeira.

Figura 1: Sistemas de bacias de decantação Leste (contribuição de água de chuva e de processos)



Equipe Envolvida

- André Knop Henriques
- Flávio Silva Soares
- Andrea Dieguez Mafra de Atayde
- Renata Andries
- Halisson Borges
- Laís Bisi Maú
- Guilherme Alves



PROJETO

GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS NA UNIDADE DE TUBARÃO: RACIONALIZAÇÃO, REÚSO E INDEPENDÊNCIA HÍDRICA

Fase do Projeto

- (**x**) Em andamento
- () Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- (**x**) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- (**x**) Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- (**x**) Reúso/aproveitamento de água
- (**x**) Controles no lançamento de efluentes
- (**x**) Usos múltiplos da água captada
- (**x**) Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- (**x**) Outros: Hidrogeoquímica; fontes alternativas sustentáveis

Bem mineral principal (tonelada/ano)

- Produção Minério de ferro Vale Global: 327.675.000 toneladas métricas

Fonte: Produção e vendas da Vale no 4T24 e 2024

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

Bacias Hidrográficas Minério de ferro Vale Global

- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Carajás/PA
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Canaã dos Carajás/PA
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Curionópolis/PA
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Itabira/MG
- Bacia Hidrográfica: Santo Antônio | Itabira/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Santa Bárbara/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Rio Piracicaba/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Mariana/MG

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Barão de Cocais/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | São Gonçalo do Rio Abaixo/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piranga | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Catas Altas/MG
- Bacia Hidrográfica: Piranga | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Nova Lima/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Itabirito/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Paraopeba | Congonhas/MG
- Bacia Hidrográfica: Guandu | Itaguaí/RJ
- Bacia Hidrográfica: Guandu | Mangaratiba/RJ
- Bacia Hidrográfica: Itapecuru | São Luís/MA
- Bacia Hidrográfica: Santa Maria da Vitória | Vitória/ES

Tipos de usos outorgados/ finalidades

Tipos de outorgas Minério de ferro Vale Global

- Captação
- Regularização
- Lançamento
- Rebaixamento
- Reservatório

Volume de água nova retirada

Dados referentes a Vale Minério de ferro Global

- Volume de água nova retirada /ano:
48,5 M (m³/ano)
- Superficial = 21,6 M m³/ano
- Subterrânea = 21,5 M m³/ano
- Fontes externas (água nova) = 1,7 M m³/ano

Volume captado/ano de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 3,7 M m³/ano

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,11 m³/t

* Ressalta-se que o uso específico de água nova calculado conta apenas com água superficial e subterrânea (fonte interna e externa). Não é computado a parcela de água de chuva (fonte sustentável).

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

Na gestão dos recursos hídricos da Unidade de Tubarão, localizada no Espírito Santo (ES), prioriza-se a racionalização do uso da água, com foco na redução do consumo de água nova, no uso de fontes sustentáveis e na maximização do reúso de efluentes líquidos tratados, que atingiu uma média de 72% em 2024. Além disso, houve redução de 22% na média anual do uso de água nova para fins industriais em relação ao ano de 2017 (baseline da Meta Água), por meio da implantação de soluções que permitiram aumento de uso de fontes sustentáveis e de reúso de efluentes líquidos tratados.

Em 2018, ano de início do Plano Diretor Ambiental (PDA), a unidade possuía capacidade de armazenamento de água de reúso de 60 mil m³. Em 2026, com a conclusão dos últimos grandes reser-

vatórios do PDA, essa capacidade será ampliada para 180 mil m³, representando um aumento de 200%.

Paralelamente, está sendo conduzido o Estudo da Potencialidade Hídrica Subterrânea, que estabelece os limites sustentáveis de exploração do aquífero. Este estudo visa melhorar o regime de operação dos poços, reduzir os custos de exploração e gerenciar os riscos de deterioração da qualidade das águas subterrâneas devido à intrusão salina marinha e continental, bem como à contaminação antrópica.

Além disso, desde 2023 a Vale iniciou o Business Case de Gestão Hídrica de Tubarão, liderado por uma equipe multidisciplinar com o objetivo de viabilizar outras fontes sustentáveis de água e independência hídrica para a unidade.

Figura 1: Unidade de Tubarão, composta com operações de uma ferrovia, usina Briquete, 4 usinas de pelotização e porto



Este projeto apresenta a água renovada, proveniente de efluentes sanitários reciclados de terceiros, como uma fonte alternativa, sustentável e constante para uso industrial. Isso possibilita a continuidade operacional e aumenta a disponibilidade hídrica do território, ao utilizar efluentes sanitários gerados pela população e reduzir

a concorrência pela água potável fornecida pela concessionária local. O objetivo é que nos próximos anos seja firmada a primeira parceria com o objetivo de fornecimento de água renovada para fins industriais. Isso representará uma redução no consumo de água nova, de aproximadamente 70% na Unidade de Tubarão.

Equipe Envolvida

- **Mayla Feitoza Barbirato**

- **Thaís Traspadini Peisino**
- **Renata Andries**

- **Halisson Borges**
- **Laís Bisi Maú**
- **Guilherme Alves**



PROJETO

GESTÃO EFICIENTE DE RECURSOS HÍDRICOS NO COMPLEXO ITABIRA: IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA SIPOC

Fase do Projeto

- () Em andamento
- (**x**) Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- () Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- (**x**) Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- () Reúso/aproveitamento de água
- (**x**) Controles no lançamento de efluentes
- (**x**) Usos múltiplos da água captada
- (**x**) Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- () Outros: Hidrogeoquímica

Bem mineral principal (tonelada/ano)

- Produção Minério de ferro Vale Global: 327.675.000 toneladas métricas

Fonte: Produção e vendas da Vale no 4T24 e 2024

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

Bacias Hidrográficas Minério de ferro Vale Global

- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Carajás/PA
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Canaã dos Carajás/PA
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Curionópolis/PA
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Itabira/MG
- Bacia Hidrográfica: Santo Antônio | Itabira/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Santa Bárbara/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Rio Piracicaba/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Mariana/MG

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Barão de Cocais/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | São Gonçalo do Rio Abaixo/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piranga | Mariana/MG
- Bacia Hidrográfica: Piracicaba | Catas Altas/MG
- Bacia Hidrográfica: Piranga | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Nova Lima/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Itabirito/MG
- Bacia Hidrográfica: Velhas | Ouro Preto/MG
- Bacia Hidrográfica: Paraopeba | Congonhas/MG
- Bacia Hidrográfica: Guandu | Itaguaí/RJ
- Bacia Hidrográfica: Guandu | Mangaratiba/RJ
- Bacia Hidrográfica: Itapecuru | São Luís/MA
- Bacia Hidrográfica: Santa Maria da Vitória | Vitória/ES

Tipos de usos outorgados/ finalidades

Tipos de outorgas Minério de ferro Vale Global

- Captação
- Regularização
- Lançamento
- Rebaixamento
- Reservatório

Volume de água nova retirada

Dados referentes a Vale Minério de ferro Global

- Volume de água nova retirada /ano:
48,5 M (m³/ano)
- Superficial = 21,6 M m³
- Subterrânea = 21,5 M m³
- Fontes externas (água nova) = 1,7 M m³

Volume captado/ano de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 3,7 M m³/ano

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,11 m³/t

* Ressalta-se que o uso específico de água nova calculado conta apenas com água superficial e subterrânea (fonte interna e externa). Não é computado a parcela de água de chuva (fonte sustentável).

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

O Complexo Itabira, localizado em Itabira, no estado de Minas Gerais, compreende as Minas Cauê, Minas do Meio e Mina Conceição. Além disso, possui três usinas de beneficiamento e duas filtragens de rejeito. O abastecimento das unidades industriais e da comunidade é realizado através de captações superficiais (barragens) e captação subterrânea (rebaixamento de nível de água das cavas e poços tubulares).

A gestão de recursos hídricos da unidade tem como escopo a gestão eficiente de quantidade e qualidade da água, incluindo balanço hídrico, sistemas de bombeamento, o monitoramento ambiental e sistemas de gestão. Da demanda hídrica da unidade, 78% advêm de água de reúso e reciclada, 14% de água nova e 8% de água enviada para o abastecimento da comunidade e devolução ao meio ambiente.

Devido à complexidade operacional na gestão dos recursos hídricos e à necessidade de maior clareza nos papéis e responsabilidades de cada área é essencial aumentar a compreensão sobre a situação hídrica atual e os desafios futuros para garantir a continuidade operacional.

Portanto, para solucionar o problema é utilizada a metodologia SIPOC (Suppliers – Fornecedores, Inputs – Entradas, Process – Processo, Outputs – Saídas, Customer – Clientes) para o mapeamento dos processos. Essa ferramenta tem o objetivo de estruturar e mapear os processos, apresentando de forma clara o escopo, as responsabilidades de cada área e suas principais entregas, visando simplificar os processos.

Primeiramente é definido o Macroprocesso, em que se apresenta o processo a

ser detalhado na estrutura. Em seguida, é determinado qual processo será descrito. Então, verifica-se o indicador que será acompanhado e qual o fornecedor dos recursos necessários para sua execução. Continua com a indicação dos “Inputs”, ou seja, os recursos/informações que afetam o processo, as principais atividades, as saídas, isto é, as entregas/resultados de cada etapa do processo e, para finalizar, quem são os clientes que recebem a saída de cada etapa do processo. A figura a seguir exemplifica o macroprocesso de captação de água superficial das barragens.

Os principais resultados obtidos com a implantação da ferramenta SIPOC foram:

- Mapeamento do processo e identificação dos principais recursos necessários para operação do sistema;
- Comunicação efetiva entre as equipes envolvidas, garantindo que todos tivessem uma compreensão clara do processo e de suas responsabilidades;
- Detecção de ineficiências e gargalos, com a implementação de projetos e ações para otimizar a captação de água e sua distribuição;
- Criação de uma base sólida para futuras iniciativas de melhoria contínua, ajudando a manter o processo eficiente e sustentável.

Como consideração final, a estruturação da ferramenta SIPOC permitiu uma gestão mais eficaz do processo de captação de água superficial do complexo Itabira, garantindo maior eficiência e qualidade no fornecimento, fomentando a gestão responsável dos recursos hídricos.

Figura 1: SIPOC (ferramenta de mapeamento de processo - Supplier, Input, Process, Output e Customer) para o macrop processo de captação superficial das barragens - Local: Complexo minerador Itabira, Itabira/MG

Indicador	Suppliers Fornecedores do processo são aqueles que fornecem os recursos necessários	Inputs Entradas do processo recursos/informações que entram e processo, ou seja, a realização da atividade	Process Etapas do processo principais atividades daquele processo	Output Saídas entregas/resultados de cada etapa do processo	Clientes Clientes quem recebe a saída de cada etapa do processo
Disponibilidade Física (%)	PCM Usina	Planejamento de Produção das Usinas e Filtração de Rejeito D+305	Emitir relatório com a disponibilidade física das bombas previstas para o ano	Emitir relatório anual	Programação Integrada + Rejeito e Casos
Massa (t) Volume (m³)	Programação Integrada	Planejamento de Produção das Usinas e Filtração de Rejeito D+305	Emitir relatório com produção planejada das usinas, volume de rejeito hidráulico, volume licor de produto, volume do retorno da filtração e DF das bombas prevista	Emitir relatório anual	Geotecnia
Massa (t) Volume (m³)	Geotecnia	Planejamento de Produção das Usinas e Filtração de Rejeito D+305	Emitir relatório com volume a serem captados em cada reservatório de acordo com outorga vigente	Workshop de Hidrologia	Di Itabira
Disponibilidade Física (%)	PCM Usina	Planejamento de Produção das Usinas e Filtração de Rejeito D+30	Emitir relatório com a disponibilidade física das bombas previstas	Emitir relatório mensal	Programação Integrada + Rejeito e Casos
Massa (t) Volume (m³)	Programação Integrada	Planejamento de Produção das Usinas e Filtração de Rejeito D+30	Emitir relatório com produção planejada das usinas, volume de rejeito hidráulico, volume licor de produto, volume do retorno da filtração e DF das bombas	Emitir relatório mensal	Geotecnia
Volume (m³)	Geotecnia	Planejamento de Captação D+30	Emitir relatório com o volume a serem captados em cada reservatório de acordo com outorga	Emitir relatório mensal	Rejeito e Casos
Volume (m³) Horas	Rejeito e Casos	Planejamento de Captação D+30	Emitir relatório com volume e quantidade de horas a serem captadas em cada reservatório	Emitir relatório mensal	Usinas Complexo Itabira
Disponibilidade Física (%)	PCM	Planejamento de Produção das Usinas e Filtração de Rejeito D+7	Emitir relatório com a disponibilidade física das bombas previstas	Emitir relatório semanal	Programação Integrada + Rejeito e Casos
Massa (t) Volume (m³)	Programação Integrada	Planejamento de Produção das Usinas e Filtração de Rejeito D+7	Emitir relatório com produção planejada das usinas, volume de rejeito hidráulico, volume licor de produto e volume do retorno da filtração	Emitir relatório semanal	Rejeito e Casos
Volume (m³) Horas	Rejeito e Casos	Planejamento de Captação D+7	Emitir relatório com volume e quantidade de horas a serem captadas em cada reservatório	Emitir relatório semanal	Programação Integrada
Volume (m³) Horas	Programação Integrada	Planejamento de Captação D+7	Emitir relatório semanal do sequenciamento considerando o planejamento de captação	Emitir relatório semanal	Usinas Complexo Itabira
D-7 Volume/ Horas	CPO Processos Operacionais	Emitir relatório semanal	Apresenta MCS com os demais e tratativas referentes ao D-7	Emitir relatório semanal	Rejeito e Casos
D-7 Volume/ Horas	Rejeito e Casos	Emitir relatório semanal	Sinaliza para o Meio Ambiente caso os desvios tenham ultrapassado a outorga além do planejamento	Emitir relatório semanal	Meio Ambiente
D-1	CPO Monitoramento e Controle	Emitir relatório diário D-1	Emitir diariamente relatório D-1 com as justificativas e tratativas para não atendimento ao planejado	Emitir relatório diário	Di Itabira, Meio Ambiente, Geotecnia
D-1	Rejeito e Casos	Emitir relatório diário D-1	Emitir diariamente relatório D-1 das captações	Emitir relatório diário	Di Itabira, Meio Ambiente, Geotecnia
D	CPO Monitoramento e Controle	Emitir relatório D	Acompanhar diariamente o ritmo das captações	Emitir relatório diário	Di Itabira, Meio Ambiente, Geotecnia

Equipe Envolvida

- Antonio Mousinho de Oliveira Fernandes
- Karen Nubia Rosa Fonseca
- Raphaela Sabrine Pereira Rosa
- Tarcilly Alvernaz Ferreira
- Renata Andries
- Halisson Borges
- Laís Bisi Maú
- Guilherme Alves



PROJETO

GESTÃO AUTOMATIZADA DE ÁGUAS DE DRENAGEM NO COMPLEXO MINERÁRIO DE SALOBO: CONTROLE, ARMAZENAMENTO E REÚSO SUSTENTÁVEL

Fase do Projeto

- () Em andamento
- (**x**) Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- (**x**) Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- (**x**) Reúso/aproveitamento de água
- (**x**) Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- (**x**) Outros: Hidrogeoquímica

Bem mineral principal (tonelada/ano)

- Produção Minério de cobre Vale Brasil: 26.924.467 t/ano

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Município: Marabá | Estado: Pará | País: Brasil
- Bacia Hidrográfica: Itacaiúnas | Município: Canaã dos Carajás | Estado: Pará | País: Brasil

Tipos de usos outorgados/ finalidades

Tipos de outorgas Minério de cobre Vale Brasil

- Captação
- Regularização
- Lançamento
- Rebaixamento
- Reservatório

Volume de água nova retirada

Dados referentes a Vale Minério de cobre Brasil

- Volume de água nova retirada /ano:
9,2 M m³/ano
- Superficial = 4,6 M m³
- Subterrânea = 0,04 M m³

Volume captado/ano de água de chuva (precipitação e runoff) e de oceanos

- 4,6 M m³/ano

Uso específico de água nova (m³/tonelada ROM)

- 0,11 m³/t

* Ressalta-se que o uso específico de água nova calculado conta apenas com água superficial e subterrânea (fonte interna e externa). Não é computado a parcela de água de chuva (fonte sustentável).

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

No Complexo Minerador de Salobo, localizado em Marabá/PA, foram implementados controles ambientais automatizados em todas as drenagens que incidem nas áreas de disposição de minério e nas áreas operacionais da Usina. Essas drenagens possuem potencial de lixiviar metais para os corpos hídricos a jusante, o que poderia causar sérios impactos ambientais.

Para mitigar esses riscos, foram instalados diques e sumps com dimensões adequadas para conter finos, armazenar o volume de água pluvial e de drenagem de fundo, e garantir a operacionalidade do sistema de bombeamento. Este sistema de bombeamento foi automatizado e é controlado por um supervisor pela equipe de drenagem de mina. Isso permite monitorar os níveis das estruturas, identificar possíveis falhas, acionar o conjunto de bombas e acompanhar os volumes bombeados.

Esses controles ambientais proporcionam um gerenciamento eficiente das águas de drenagem, evitando o lançamento direto nos corpos hídricos. Além disso, a água armazenada é reutilizada no próprio processo produtivo, haja vista são bombeadas para a barragem de rejeitos, onde tal recurso é reutilizado no processamento mineral da Usina.

Os ganhos do projeto são significativos e abrangem diversas áreas. Além de proteger o meio ambiente, promovem a sustentabilidade das operações mineárias ao reduzir os custos com a captação de água nova. O projeto também aumenta os índices de reúso da unidade, diminuindo a demanda por água nova. Outro benefício importante é o controle operacional eficiente, proporcionado pela automação do sistema de bombeamento, que garante uma gestão mais precisa e em tempo real das drenagens.

Figura 1: Visão geral dos elementos do Sistema de Controle automatizado do SUMP B. Local: Complexo Minerador de Salobo - Marabá/PA



Figura 2: Medidor de nível do Sistema de Controle automatizado do SUMP B. Local: Complexo Minerador de Salobo - Marabá/PA



Figura 3: Medidor de pressão e de vazão de bombeamento do Sistema de Controle automatizado do SUMP B. Local: Complexo Minerador de Salobo - Marabá/PA



Equipe Envolvida

- Adriano Feire
- Roberto Martins
- Halisson Borges
- Felipe Azevedo
- Webber
- Laís Bisi Maú
- Renata Andries
- Guilherme Alves

PR JETOS



VISUAL WATER BALANCE (VWB).



IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE DADOS DE RECURSOS HÍDRICOS: A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL APOIANDO A SIMPLIFICAÇÃO DO PROCESSO DE GESTÃO DE DADOS NA GERDAU



SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE DADOS DE CONDICIONANTES DE MONITORAMENTO AMBIENTAL



SISTEMAS INTELIGENTES DE INFORMAÇÃO PARA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA MINERAÇÃO



PROJETO

VISUAL WATER BALANCE (VWB).

Fase do Projeto

- Em andamento
- Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- Balanço Hídrico
- Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- Reúso/aproveitamento de água
- Controles no lançamento de efluentes
- Usos múltiplos da água captada
- Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- Outros: _Hidrogeoquímica

Bem mineral principal - Volume produzido (tonelada/mês)

- N/A

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- N/A

Tipos de usos outorgados / finalidades

- Na ferramenta é possível verificar o número de outorgas e tipos.

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

Em 2021, a Water Services and Technologies e a Vale iniciaram o desenvolvimento de uma ferramenta de balanço hídrico com a proposta de ser amigável e fornecer resultados de forma rápida. Tradicionalmente, o cálculo e a visualização do balanço hídrico operacional eram realizados por meio de planilhas Excel ou softwares especializados, cada um com suas limitações. Enquanto os softwares complexos exigiam consultorias especializadas para implementação e atualização, as planilhas eram suscetíveis a erros de usuários não treinados e implicavam na perda do histórico de modificações.

No contexto da mineração, onde modificações no circuito hídrico são frequentes, a dificuldade em manter o balanço hídrico operacional atualizado podia comprometer a precisão de indicadores estratégicos, como captação, usos, reutilização, consumo, perdas e descartes. Estes indicadores são cada vez mais exigidos tanto pelas metas de sustentabilidade e políticas

de ESG quanto pelos conflitos de usos de água, que se tornam cada vez mais comuns, especialmente em unidades de mineração. Isso ocorre porque a mineração geralmente impulsiona o desenvolvimento e crescimento das cidades e arredores em que se instala. Por último, é importante destacar que tais indicadores são fundamentais para o planejamento e segurança plena da produção.

Assim, o Visual Water Balance (VWB) foi desenvolvido para otimizar os recursos e prover resultados numa frequência contínua, promovendo uma gestão responsável e sustentável dos recursos hídricos, com visualização contínua dos usos, consumos, reutilização e descartes. O VWB se baseia em elementos-chave: estruturação e análise do circuito hídrico, gestão dos dados e visualização de indicadores de forma contínua.

Na ferramenta é possível elaborar o fluxograma do balanço hídrico de forma amigável e célere resultando na visualiza-



Fonte: Acervo Water Services and Technologies

ção de todos os elementos, por exemplo captação, usos, consumo, reutilização, além de saídas. Isso possibilita ainda o cálculo de indicadores de performance (KPI) da operação em tempo contínuo, conforme a frequência de alimentação

dos dados no mesmo, transformando a forma da gestão do balanço hídrico e provendo informações para tomadas de ação de forma mais célere.

O software é composto por três módulos:

Módulo Fluxograma

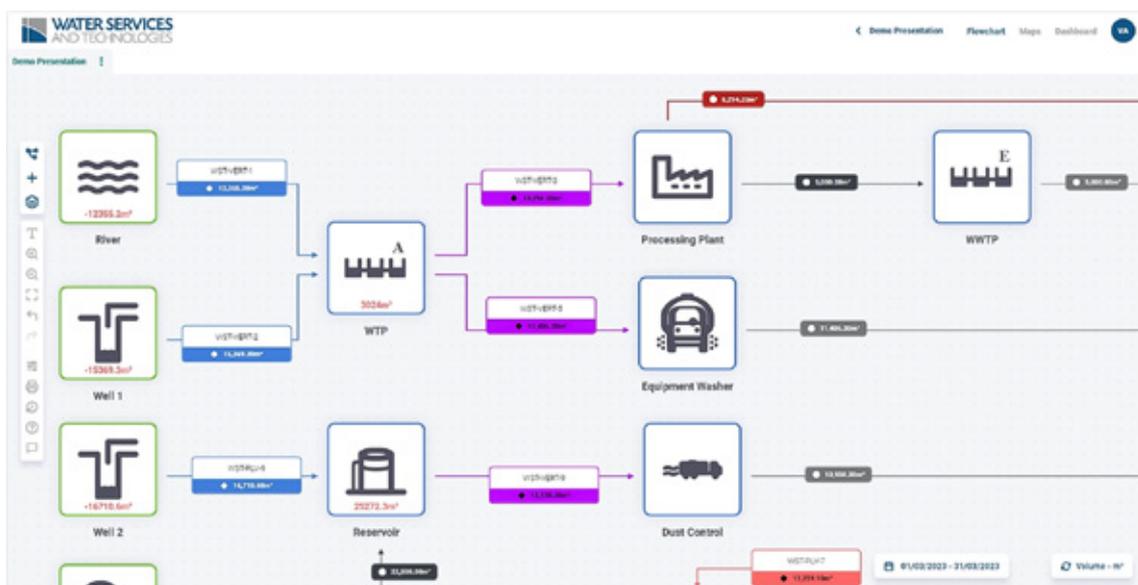
Crie, visualize e atualize o fluxograma para controle simples e eficiente do balanço hídrico

Permite criar e visualizar o circuito hídrico, incluindo elementos e dados envolvidos. Automatiza cálculos com base no tipo de informação registrada, viabilizando o monitoramento dinâmico e contínuo.

- **Visualização Abrangente:** Desenvolva fluxogramas detalhados para visualizar claramente todo o circuito hídrico da sua operação.
- **Atualizações Rápidas:** Conecte-se ao banco de dados para fornecer aos usu-

ários a autonomia de fazer alterações em tempo quase real, como substituir medidores ou adicionar novos pontos de monitoramento.

- **Identificação de Ineficiências:** Identifique rapidamente perdas ou ineficiências no sistema para melhorar a gestão da água.
- **Tomada de Decisão Imediata:** Facilite processos de tomada de decisão ágil estabelecendo períodos de validade para cada estrutura, garantindo que seu circuito hídrico permaneça atualizado e tomar ações para mitigar e/ou eliminar potenciais desvios.



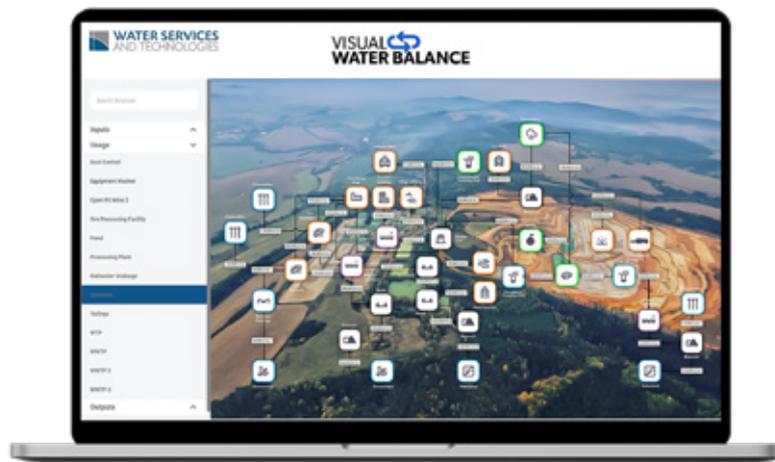
Módulo Mapa

Visualize a posição das suas estruturas para tomar decisões assertivas para o uso consciente da água

O módulo apresenta as estruturas operacionais em uma escala de bacia hidrográfica, proporcionando uma visão abrangente das interações locais.

- **Mapeamento Detalhado:** Visualize as localizações dos pontos de coleta, consumo e liberação de água em seu local.

- **Planejamento Estratégico:** Identifique locais ideais para gerenciar e controlar as operações hídricas.
- **Instalação de Medidores:** Determine os melhores locais para instalar novos medidores e melhorar o monitoramento.
- **Identificação de Recursos:** Descubra novas fontes para captação e liberação de água, aprimorando a utilização de recursos.



Fonte: Acervo Water Services and Technologies

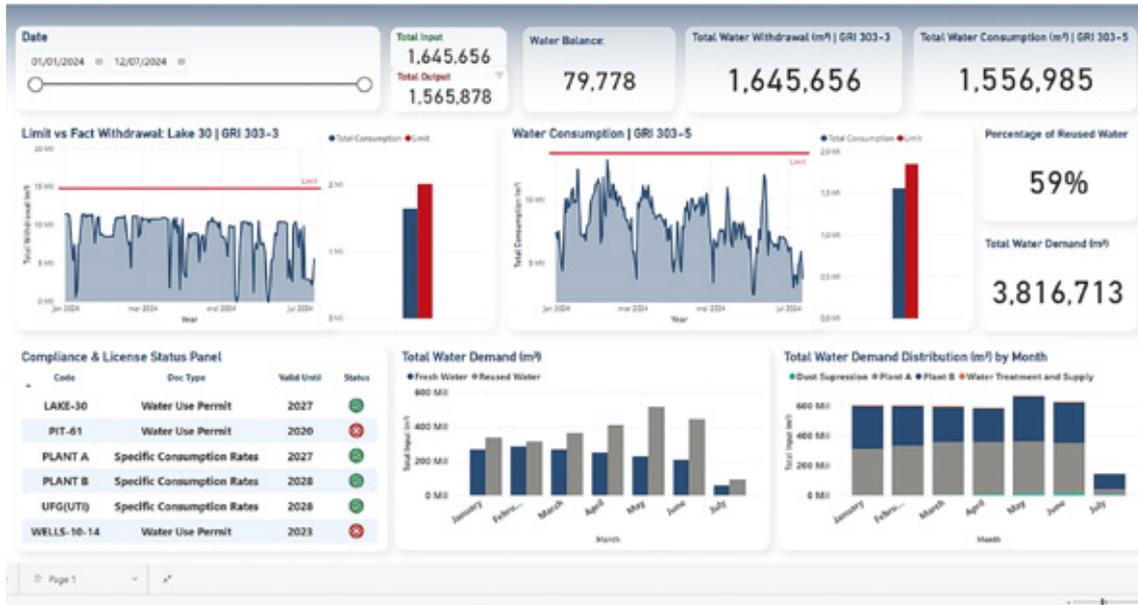
Módulo Relatório

Acompanhe os indicadores e resultados do balanço hídrico para fazer horas o que geralmente leva dias

Exibe KPIs de forma contínua, permitindo o monitoramento de indicadores como número de outorgas, limites de captação, demanda total, captação por fonte de água, volume reutilizado, volume descartado entre outros. Além disso, como funcionalidade adicional os usuários podem criar indicadores personalizados conforme suas necessidades.

- **Indicadores Customizáveis:** Apresente indicadores-chave do balanço hídrico, como consumo, uso e liberação, por meio de gráficos e números claros.

- **Dados Consolidados:** Visualize indicadores consolidados para períodos e unidades específicas, simplificando a análise de dados.
- **Monitoramento em Tempo Contínuo:** Monitore simultaneamente múltiplos indicadores para se manter informado sobre a gestão do uso da água.
- **Ações Preventivas:** Capacita e conscientiza sua equipe a tomar ações preventivas em vez de apenas medidas corretivas, garantindo uma melhor gestão da água, bem como promove a transparência na divulgação dos resultados.

WATER SERVICES
AND TECHNOLOGIESVISUAL
WATER BALANCE

Fonte: Acervo Water Services and Technologies

Governança e autonomia na gestão do circuito hídrico operacional

O VWB oferece autonomia para criar e atualizar fluxos hídricos de forma simples e eficiente, dispensando a necessidade contínua de consultorias externas, assegurando que o fluxograma esteja sempre atualizado e capacitando as equipes a tomarem decisões rápidas.

Atualmente a ferramenta possui versão na língua Português e está sendo traduzida para Inglês, Russo e Espanhol. Por fim, destaca-se que esta ferramenta está em constante atualização buscando atender as demandas das partes interessadas, como também provendo melhorias que com o uso são identificadas.

Autores

- **Halisson Borges** (Vale S.A.)
- **Renata Andries** (Vale S.A.)
- **David Soares** (Water Services and Technologies)
- **Lara Lange** (Water Services and Technologies)
- **Jeferson Martins** (Water Services and Technologies)

Equipe Técnica Envolvida

- **Gunnar Nobre**
- **João Morais**
- **Vinícius Araújo**
- **Wallace Kruger**
- **Simone Kanzawa**

PROJETO

IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE DADOS DE RECURSOS HÍDRICOS: A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL APOIANDO A SIMPLIFICAÇÃO DO PROCESSO DE GESTÃO DE DADOS NA GERDAU

Fase do Projeto

- Em andamento
- Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- Balanço Hídrico
- Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- Reúso/aproveitamento de água
- Controles no lançamento de efluentes
- Usos múltiplos da água captada
- Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- Outros: _Hidrogeoquímica

Bem mineral principal - Volume produzido (tonelada/mês)

- Minério de Ferro – 2.817Kt em 2024 – Média 234,7Kt/mês – Complexo Miguel Burnier
- Minério de Ferro – 1.840Kt (VLN) + 950Kt (MVL) = 2.790Kt em 2024 – Média 232,5Kt/mês – Complexo Várzea do Lopes

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

Complexo Miguel Burnier

- Rio São Francisco / Rio Paraopeba / Ouro Preto/MG

Complexo Várzea do Lopes

- Rio São Francisco / Rio das Velhas / Itabirito/MG

Tipos de usos outorgados / finalidades

Complexo Miguel Burnier

- Pesquisa hidrogeológica, captação de água superficial e poços tubulares profundos

Complexo Várzea do Lopes

- Rebaixamento do nível d'água para mineração e poços tubulares profundos

Investimento (em R\$):

- Implantação do HGA GERDAU Mineração e VWB Várzea do Lopes – R\$1.060.516,01
- Implantação do VWB Miguel Burnier – R\$694.622,00
- TOTAL = R\$1.755.658,01 *Investimento realizado entre 2023 e 2024 – Dois anos para implantação

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

Para subsidiar o plano de gestão de recursos hídricos, a Gerdau, em parceria com a Water Services and Technologies desenvolveu um sistema integrado de gestão de dados utilizando o software Hydro GeoAnalyst (HGA) para consolidar informações ambientais e de recursos hídricos. A solução incorpora a automação da entrada de dados através do WSTIntegrator e permite a visualização de fluxos hídricos no software Visual Water Balance (VWB). Com essa abordagem, os dados de medidores em campo são integrados diretamente ao sistema de balanço hídrico operacional, garantindo controle de qualidade e eliminando a necessidade de manuseio de dados por parte da equipe técnica.

A implementação desse sistema seguiu as seguintes etapas:

- Padronização dos dados operacionais e armazenamento em banco de dados
- Mapeamento dos fluxos hídricos operacionais em campo
- Integração entre sistemas coletores de dados e o banco
- Desenvolvimento do fluxograma do circuito hídrico operacional integrado com banco de dados
- Cálculo automatizado e customizado dos indicadores do balanço hídrico operacional

IMPLANTAÇÃO DO BANCO DE DADOS RELACIONAL

O processo de gerenciamento de dados é fundamental para o entendimento da realidade hídrica dentro da mineração a

partir do uso das informações obtidas e armazenadas de forma clara e coerente para a tomada de decisões. Assim, um ge-

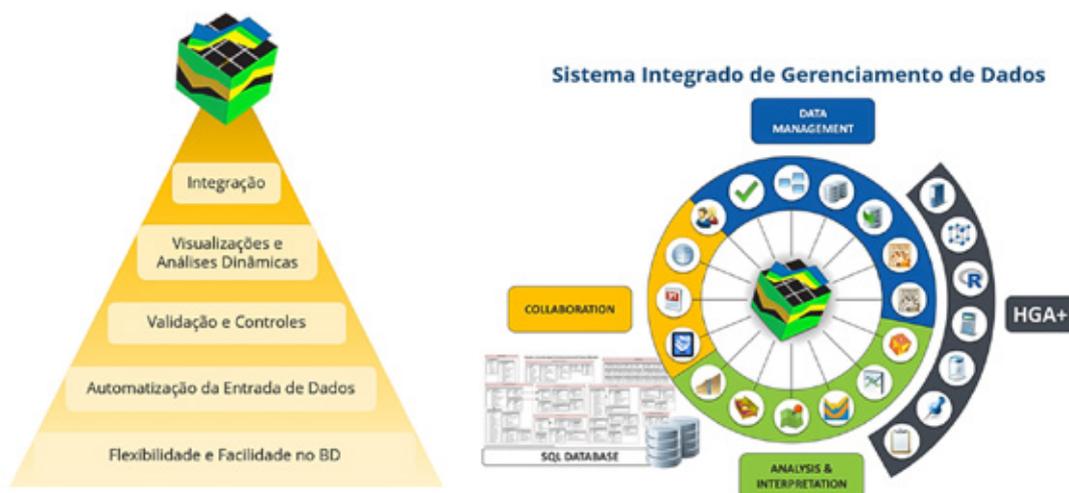
renciamento de dados eficiente representa uma importante etapa na gestão de recursos hídricos de qualquer empreendimento.

Pensando em centralizar as informações e garantir um armazenamento padronizado de todo o monitoramento de recursos hídricos, foi implementado o Hydro Geo-Analyst (HGA), um sistema centralizado e unificado para os complexos minerários de Miguel Burnier e Várzea do Lopes.

Na GERDAU os seguintes dados foram padronizados e inseridos no banco para serem gerenciados de forma integrada e correlacionável:

- Informações Históricas e Topográficas;
- Informações Geofísicas;
- Informações Construtivas de poços e piezômetros;
- Informações Geológicas e Hidrogeológicas;
- Informações de equipamentos instalados nos poços, como bomba, cabo, tubos e acessórios;
- Dados de Monitoramento Atmosférico;
- Dados de Monitoramento Fluviométrico;
- Dados de Monitoramento Hidrogeológico;
- Dados de Monitoramento de Qualidade Hídrica;
- Dados de Monitoramento da Qualidade do Solo e Sedimento;
- Gestão de Outorgas e Planos de Monitoramento;
- Controle de Referência de Qualidade; e
- Inventário de Nascentes e Usuários

Figura 1: Sistema Integrado de Gerenciamento de Dados.



Fonte: Acervo Water Services and Technologies

MELHORIA DE PROCESSOS DE AQUISIÇÃO DE DADOS E AUTOMATIZAÇÃO DE ENTRADA

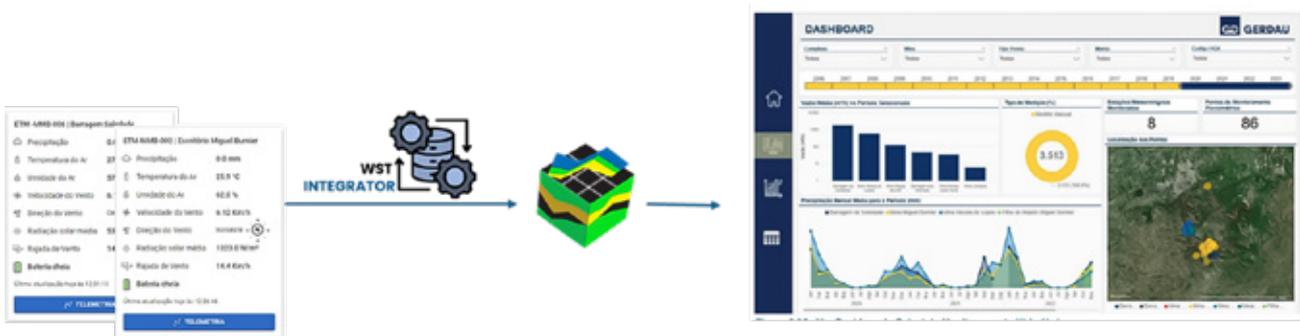
O fluxo de dados interno das operações da GERDAU foram mapeados para ampliar o entendimento das fontes de informação, dos armazenamentos e das visualizações. Uma vez mapeados, o processo de entrada de dados no banco foi otimizado, utilizando de recursos de automatização e transformação digital.

Assim, o fluxo de processos foi simplificado sendo através do WST Integrator que

integra as API de sistemas intermediários ao banco de dados, reduzindo a inserção manual de informações.

A integração automatizada foi desenvolvida, inicialmente, para os dados de monitoramento meteorológico, porém, a ferramenta desenvolvida pode ser gradativamente utilizada para integração entre todos os sistemas de monitoramento de recursos hídricos.

Figura 2: Fluxo de Dados Meteorológicos após automatização.



Fonte: Acervo Water Services and Technologies

VISUALIZAÇÕES AUTOMATIZADAS DE DADOS

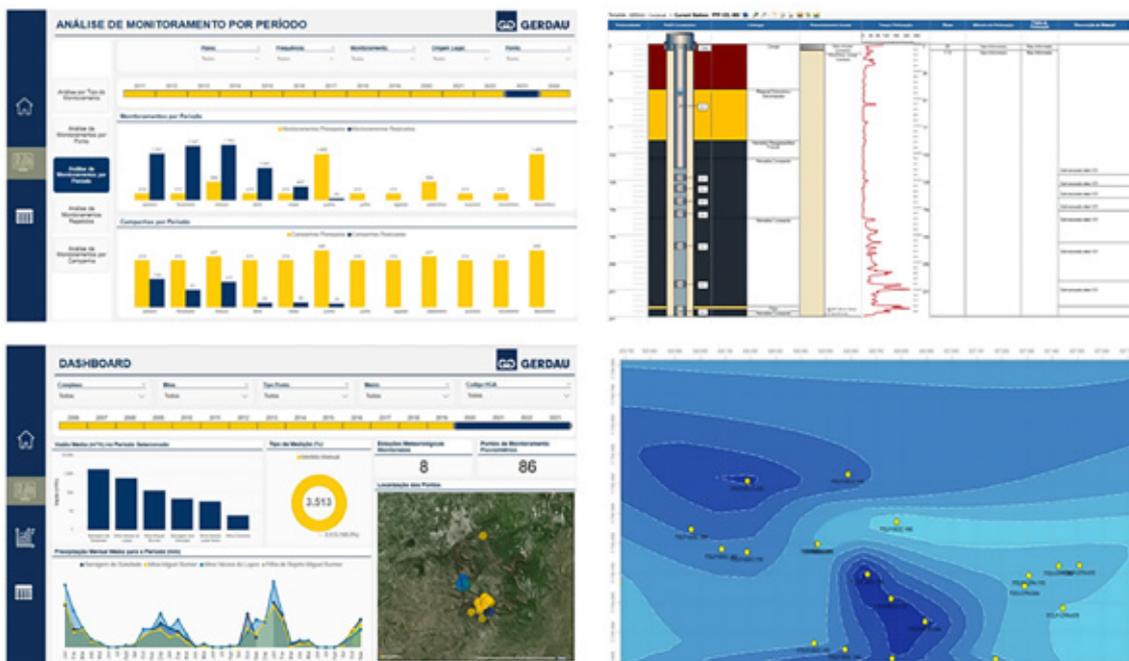
As visualizações automatizadas dos dados de monitoramento dos recursos hídricos são fundamentais para uma gestão eficiente e sustentável desses recursos.

Para a Gerdau, foram pensados dashboards dinâmicos e personalizados com visualizações históricas e de indicadores vinculados diretamente ao banco de dados centralizado. Além disso, foi implantado pela WST o software Visual Water Balance (VWB), também vinculado diretamente ao banco de dados, possibilitando a visualização integrada e espacial das estruturas do circuito hídrico, incluindo o caminho

percorrido pela água, seus volumes e vazões, viabilizando o controle e a identificação de melhorias nos circuitos, como alterações no fluxo de água da unidade, indicação de substituição de medidores, adição de novos caminhos, entre outras possibilidades.

As visualizações foram desenvolvidas de forma a possibilitar tomadas de decisões e consolidações dos dados de que grandes volumes de dados sejam processados e apresentados de forma clara e acessível, facilitando a identificação de padrões, tendências e possíveis problemas. Além

Figura 3: Visualizações dinâmicas e automatizadas desenvolvidas.



Fonte: Acervo Water Services and Technologies

disso, a automação dessas visualizações melhorou a agilidade na tomada de decisões, pois possibilita o acompanhamento

e a geração de relatórios dinâmicos, contribuindo para um controle mais preciso dos monitoramentos.

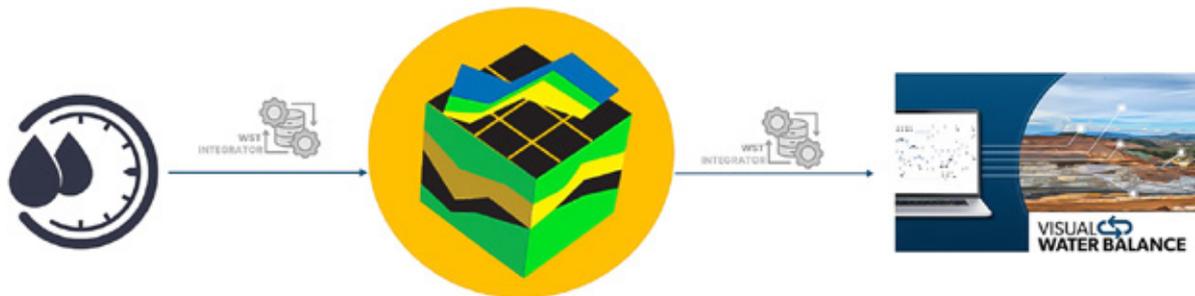
CONCLUSÃO

A implantação do banco de dados e das ferramentas associadas possibilitou uma gestão mais eficaz e centralizada dos dados no monitoramento dos recursos hídricos da Gerdau ao integrar informações relevantes em uma única plataforma. Isso facilitou o acesso e o controle dos dados, permitindo uma análise mais rápida e precisa. A centralização das informações assegurou que os dados fossem facilmente acessíveis a diferentes setores da empresa, incluindo meio ambiente e hidrogeologia, além de planos para expandir para as demais áreas do time da mineração, o que aprimorou a tomada de decisões e a gestão proativa dos empreendimentos.

A utilização de ferramentas específicas para o gerenciamento e análise desses dados proporcionou uma visão mais clara do consumo e da gestão dos recursos hídricos, permitindo identificar padrões e otimizar os processos de uso e reutilização da água. Isso, por sua vez, pode contribuir para reduzir desperdícios, melhorar a eficiência dos sistemas e garantir conformidade com normas ambientais.

Em resumo, a implementação dessas soluções não só trouxe mais agilidade e precisão nas operações da Gerdau, mas também contribuiu para a sustentabilidade e para a eficiência operacional, facilitando cada vez mais a gestão estratégica dos recursos hídricos.

Figura: Fluxo Automatizado dos dados de gestão de recursos hídricos, desde a aquisição, armazenamento e exibição no Visual Water Balance.



Fonte: Acervo Water Services and Technologies

Autoras

- Sabrine Moraes
- Lara Lange

Equipe Técnica Envolvida

- Sabrine Moraes
- Maria Pereima
- Joao Morais
- Ana Santoro
- Leonardo Sena
- Letícia Moura
- Victoria Becker
- Vinicius Araujo
- Janaina Gomes
- Julia Milagres
- Matheus Serri
- Ana Araujo
- Noam Pimenta
- David Soares

PROJETO

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE DADOS DE CONDICIONANTES DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

Fase do Projeto

Desenvolvida e em fase de complementação com novas temáticas.

- () Em andamento
- () Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- () Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- () Reúso/aproveitamento de água
- () Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- () Outros: _Hidrogeoquímica

Bem mineral principal - Volume produzido (tonelada/mês)

- Não se aplica

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- Não se aplica

Tipos de usos outorgados / finalidades

- Não se aplica

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

O Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA) tem a responsabilidade de planejar, coordenar, executar, fiscalizar e controlar as atividades relacionadas ao meio ambiente, aos recursos hídricos estaduais e aos recursos naturais federais, cuja gestão tenha sido delegada pela União.

O órgão está aprimorando a gestão do licenciamento e monitoramento ambiental para otimizar a análise e emissão de laudos e pareceres técnicos. Para isso, está implementando soluções que centralizam e digitalizam os dados, substituindo o recebimento tradicional em formatos físicos ou CDs. Essa modernização permite maior eficiência e agilidade nos processos, garantindo um acompanhamento ambiental mais eficaz.

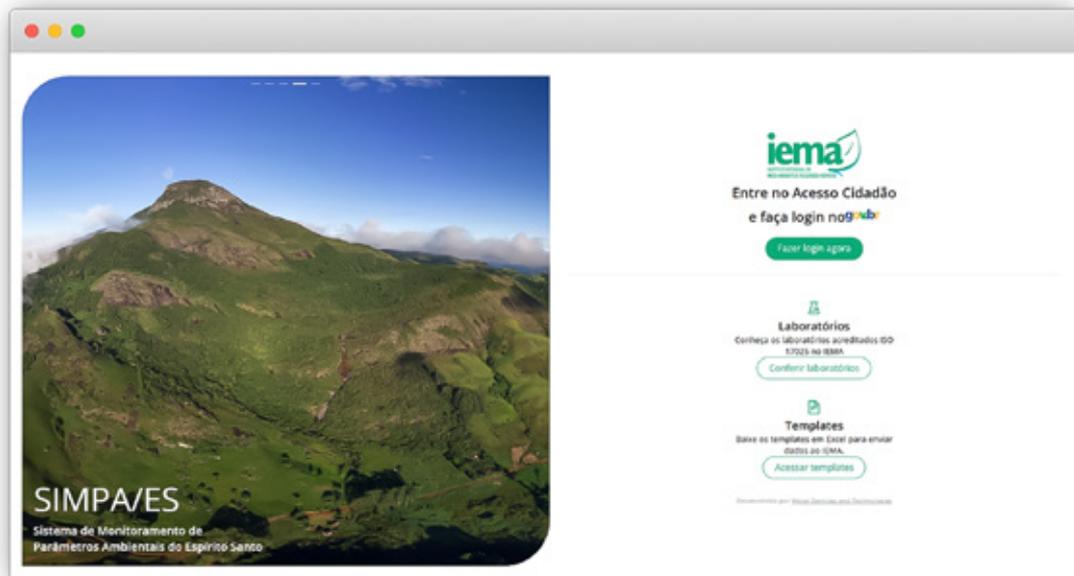
Como parte dessa iniciativa, foi desenvolvido o Sistema de Monitoramento de Parâmetros Ambientais do Espírito Santo (SIMPA/ES), uma plataforma web destinada ao gerenciamento de dados de condicionantes ambientais. O projeto envolveu a criação de uma base de dados unificada, com o objetivo de facilitar a consulta a informações históricas, otimizar o cruzamento de dados para a tomada de decisões e aprimorar a verificação dos critérios de qualidade, conformidade e cumprimento da Instrução Normativa 015/2016, em conformidade com a certificação ISO 17.025.

O sistema proporciona uma interface simples e intuitiva para interação entre o IEMA, os empreendimentos e os laboratórios. Ele permite, de forma transparente, o acompanhamento do envio dos dados de monitoramento das condicionantes ambientais, além de oferecer aos colaboradores do órgão ambiental a visualização geoespacial dos pontos monitorados. Isso

possibilita a análise dos dados associados e a emissão de pareceres técnicos sobre o cumprimento das exigências estabelecidas.

O projeto não se limitou ao desenvolvimento do SIMPA, mas também envolveu a criação de produtos intermediários que complementam a plataforma:

- **Modelos-padrão para envio de dados:** Foram elaborados templates (modelos) para padronizar a forma como o Estado do Espírito Santo recebe os dados de monitoramento dos parâmetros ambientais. Esses modelos estão disponíveis no portal, garantindo que a uniformidade e a consistência dos dados sejam mantidas ao longo do tempo.
- **Laboratórios com acreditação ISO/IEC 17025:** O portal permite visualizar todos os laboratórios que possuem certificação, indicando aos consultores e empreendimentos quais estão habilitados para realizar as análises e coleta de amostras, por exemplo. Para que esta visualização ocorra, os laboratórios registram suas informações referente à certificação conforme a padronização exigida no arquivo padrão, garantindo conformidade e transparência.
- **Integração entre sistemas de autenticação:** Para garantir a rastreabilidade e segurança das informações, o sistema integra dois mecanismos de autenticação: um por usuário (gov.com e Acesso Cidadão) e outro baseado no permissionamento associado ao empreendimento (Cadastro Único de Clientes Ambientais - CUCA).
- **Gestão de Condicionantes e envio de dados:** O SIMPA possibilita a criação



Fonte: Acervo Water Services and Technologies

de condicionantes ambientais de monitoramento diretamente na plataforma e o envio de dados, o que acelera o

processo de validação das entregas e facilita o acompanhamento do cumprimento das exigências acordadas.

Etapas para a Realização do SIMPA e Seus Produtos:

Implementação de Banco de Dados, Digitalização e Automação do Processo de Envio de Dados de Condicionantes Ambientais

A base de dados foi desenvolvida utilizando o Hydro GeoAnalyst (HGA), um software de gerenciamento de dados que oferece um banco de dados flexível, capaz de se adaptar a diferentes tipos de informações. Além disso, o HGA facilita a integração com outros sistemas e conta com ferramentas específicas para o gerenciamento eficiente de dados, como a padronização de nomes de parâmetros, métodos e matrizes.

Com base na estrutura do banco de dados implementado, foi criado um modelo com formatos definidos de tabelas de dados, as quais estão disponíveis para download na plataforma, permitindo que

os empreendedores e demais usuários as utilizem conforme necessário.

Ao utilizar esses arquivos template, o SIMPA é capaz de verificar o preenchimento de campos obrigatórios, listas suspensas e realizar validações condicionais personalizadas para casos específicos. Caso alguma inconsistência seja detectada, o sistema informa o usuário, orientando-o a corrigir e reenviar os dados.

Além disso, foram desenvolvidas consultas dinâmicas, especialmente voltadas para apoiar a validação e qualificação dos dados conforme definido nas condicio-

nantes, com base em critérios específicos. Essas consultas também incluem as mais comuns para visualização e análise das informações gerenciadas pelo IEMA.

Principais benefícios desta etapa:

- **Integração com sistemas de autenticação:** Garantia de segurança e rastreabilidade das informações, por meio da integração com sistemas de autenticação como o gov.com e o Acesso Cidadão.
- **Substituição de trabalho manual:** A adoção de um portal online integrado ao HGA substitui processos manuais, otimizando o gerenciamento e a análise de dados.
- **Submissão direta de dados pelas empresas:** As empresas podem submeter os dados de monitoramento diretamente na plataforma, agilizando a comunicação com o IEMA.
- **Conformidade com a Instrução Normativa 015/2016:** O sistema avalia se as análises e coletas foram realizadas por laboratórios certificados (ISO 17025), assegurando a qualidade dos dados.
- **Banco de dados:** A centralização dos dados permite um acesso rápido e seguro a informações históricas, facilitando a gestão e a tomada de decisões.
- **Padronização e validação dos dados:** A plataforma realiza a validação automática dos dados no momento do envio pelas empresas, assegurando conformidade com os padrões estabelecidos pelo IEMA.



Portal para Recebimento de Dados – Eficiência e Transparência na Gestão Ambiental

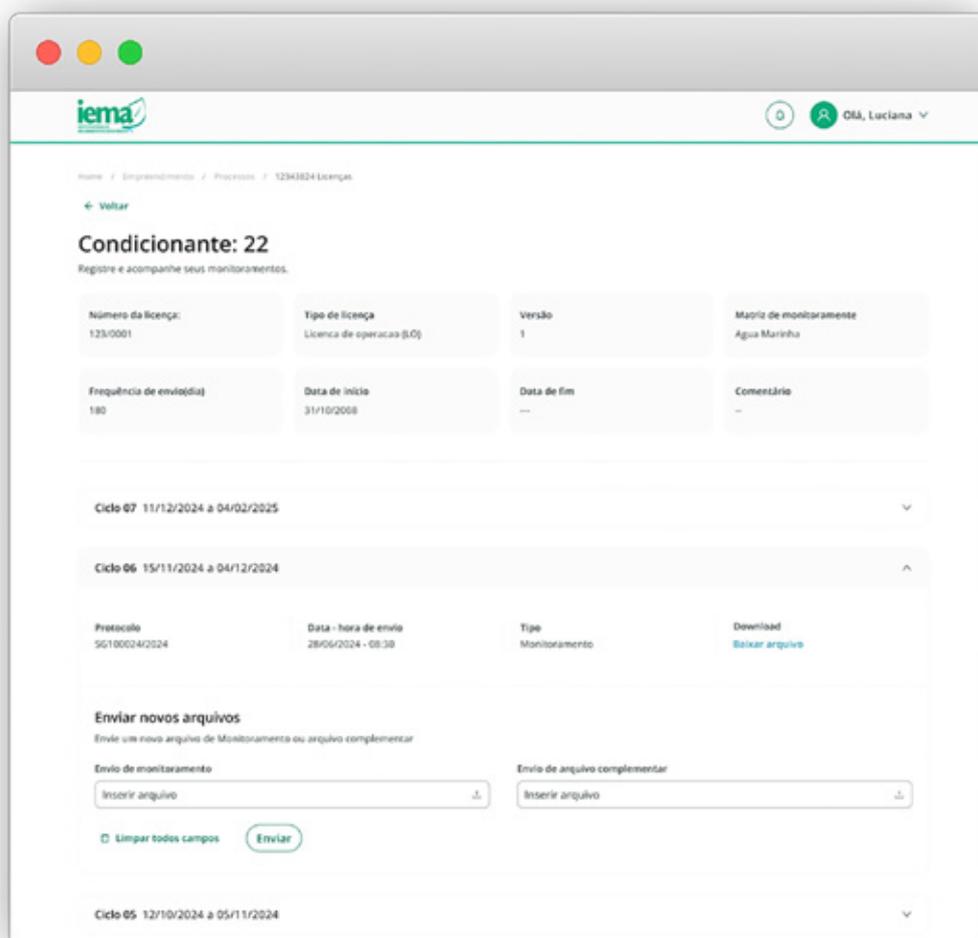
Para garantir uma inserção e consulta dos dados enviados simples e amigável, foi desenvolvido um portal web acessível de qualquer dispositivo com conexão à internet. Isso facilita o envio de informações por parte dos empreendimentos e otimiza a comunicação com o IEMA. O portal também reflete a identidade do órgão, evidenciando seu papel, além de sua capacidade de inovação e transformação digital.

Principais benefícios desta etapa:

- **Maior transparência e rastreabilidade:** O sistema assegura maior visibilidade e

controle sobre os processos regulatórios, proporcionando maior confiança e clareza nas etapas de gestão ambiental.

- **Comunicação estruturada:** O portal facilita a comunicação quanto ao envio de dados eficiente e organizada entre o IEMA, as empresas e outros stakeholders, contribuindo para uma gestão mais integrada e colaborativa.
- **Redução no tempo de emissão de laudos e pareceres técnicos:** A digitalização e a automação do processo permitem uma análise mais rápida e a emissão de laudos de forma mais ágil.



Dashboards e Relatórios – Governança da Informação

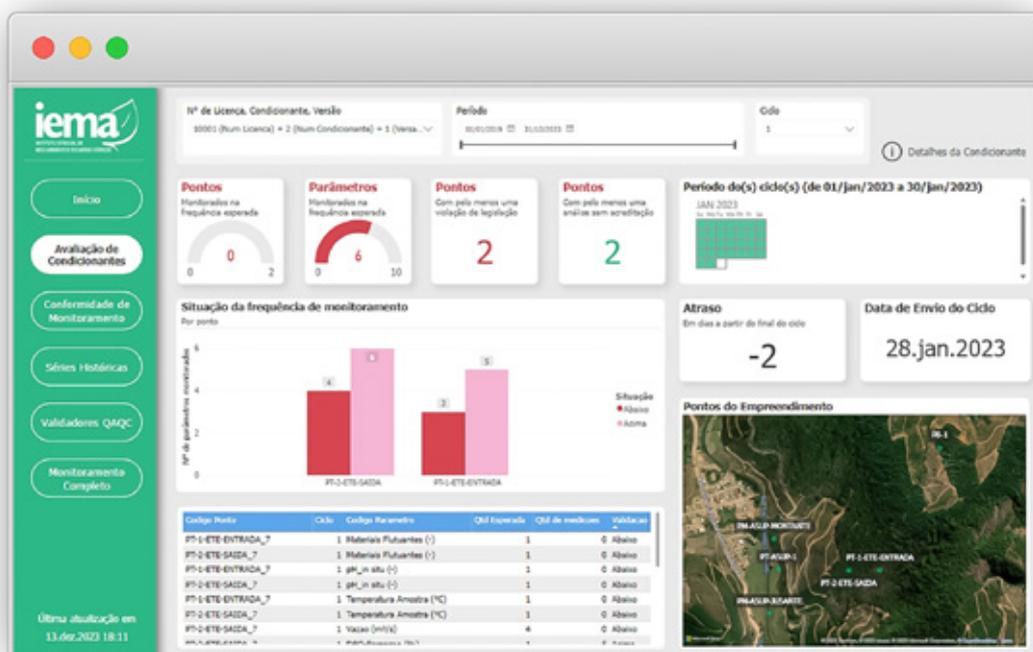
A visualização e o acompanhamento dos dados foram facilitados por meio do desenvolvimento de relatórios de *business intelligence*, reduzindo o tempo necessário para analisar informações de diferentes grupos de trabalho que exigem visualizações e análises semelhantes. Essa abordagem proporciona maior governança sobre a informação, melhorando a eficiência e a tomada de decisões.

Principais benefícios desta etapa:

- **Desenvolvimento de dashboards interativos:** Ferramentas dinâmicas para

análise dos dados de monitoramento, facilitando a visualização e interpretação das informações.

- **Relatórios automatizados:** A geração de relatórios automáticos auxilia na fiscalização e agiliza o processo de tomada de decisões.
- **Identificação proativa de riscos ambientais:** Permite a identificação antecipada de potenciais riscos ambientais, oferecendo uma abordagem mais preventiva na gestão e fiscalização.



Fonte: Acervo Water Services and Technologies

Workshop, Treinamento e Capacitação – Garantindo a Continuidade e Manutenção do Sistema

Para assegurar a adoção eficiente do SIMPA/ES, foi realizado um workshop com todos os servidores do IEMA, além de um

treinamento específico para a equipe técnica focada no uso do HGA.

O workshop teve como principal objetivo apresentar o sistema e seu funcionamento, tornando pública a padronização adotada pelo IEMA para o cadastramento dos pontos e dados de monitoramento no banco de dados, assim como os modelos de tabela que serão utilizados. O objetivo foi facilitar a adoção da ferramenta por todos os envolvidos, incluindo os empreendedores e os servidores do IEMA.

Além do workshop, foi promovido um treinamento personalizado para capacitar os servidores do IEMA no uso do sistema, tanto para a equipe técnica quanto para os servidores de TI. O treinamento foi estruturado para atender às necessidades de ambos os grupos, abrangendo aspectos teóricos e práticos sobre a ferramenta e seus recursos. Para complementar a formação, também foi fornecido período de suporte ao IEMA, garantindo o sucesso da implementação do sistema e o bom

funcionamento das rotinas de trabalho dos servidores.

Principais benefícios desta etapa:

- **Apresentação do Sistema e Padronização dos Dados:** Definição clara dos formatos de dados para os consultores ambientais.
- **Capacitação Técnica e Prática dos Servidores:** Treinamento prático e teórico dos servidores do IEMA para o uso eficaz da ferramenta e do software HGA.
- **Treinamento Específico para a Equipe Técnica:** Garantia de manutenção e suporte ao sistema.
- **Suporte Técnico Pós-Implementação:** Assegurando a adaptação e o funcionamento adequado do SIMPA/ES.



Impacto Esperado

A implementação do sistema traz benefícios diretos para a regulação ambiental no Espírito Santo, incluindo:

- **Agilidade no Monitoramento de Condicionantes Ambientais:** Redução de atrasos na emissão de pareceres, tornando o processo mais rápido e eficiente.
- **Maior Confiabilidade e Padronização dos Dados Ambientais:** Garante dados mais consistentes e confiáveis, aumentando a precisão e padronização nas análises.
- **Otimização do Trabalho Técnico:** Permite que os especialistas do IEMA se concentrem na análise crítica dos dados, ao invés de se dedicarem a tarefas operacionais, aumentando a produtividade.
- **Automação e Rastreabilidade:** Proporciona maior transparência e conformidade regulatória, assegurando que todas as etapas do processo sejam monitoradas e auditáveis.
- **Capacidade Aprimorada de Fiscalização e Monitoramento:** Permite a identificação de problemas possibilitando ações preventivas mais eficazes e proativas.

Autores

- Lara Lange
- Jeferson Martins
- Luciana Miranda

Equipe Técnica Envolvida

- Ana Santoro
- Rut Villar
- Pedro Cinelli
- Luciana Miranda
- João Morais
- Cezar Parladore
- Carlos Cabral

PROJETO

SISTEMAS INTELIGENTES DE INFORMAÇÃO PARA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA MINERAÇÃO

Fase do Projeto

Lições aprendidas em diversos casos de estudos

- () Em andamento
- () Concluído

Práticas de Gestão de Recursos Hídricos

- () Monitoramento hídrico (qualidade/quantidade)
- () Balanço Hídrico
- () Sistemas de Informações (incluindo indicadores de eficiência e diagnósticos)
- () Reúso/aproveitamento de água
- () Controles no lançamento de efluentes
- () Usos múltiplos da água captada
- () Atuação no Sistema de Governança de Rec. Hídricos (Conselhos e Comitês de Bacias)
- () Outros: _Hidrogeoquímica

Bem mineral principal

- N/A

Bacia Hidrográfica/ Sub-Bacia/ Município/Estado

- N/A

Investimento (em R\$)

- Varia com as necessidades de implementação de cada cliente

Descrição da Prática de Gestão de Recursos Hídricos

A mineração e a gestão de dados ambientais: desafios e soluções na era da transformação digital

Na indústria da mineração há uma elevada demanda por gerenciamento de dados ambientais, especialmente em um contexto de crescente necessidade por minerais e metais que impulsionam o desenvolvimento tecnológico global. Ao mesmo tempo, as discussões sobre eventos climáticos extremos

tornam ainda mais relevante a adoção de práticas alinhadas às políticas ambientais e sociais. Nesse cenário, a transformação digital está em um momento oportuno para assegurar que as atividades de mineração mantenham sua competitividade e conformidade regulatória ambiental e social.



Fonte: Acervo Water Services and Technologies

As empresas precisam monitorar e documentar continuamente suas operações. A coleta, consolidação e rastreamento desses dados são essenciais para a criação de relatórios transparentes e precisos para assegurar as conformidades regulatórias

e de sustentabilidade. Assim, a Water Services and Technologies desenvolveu um protocolo de boas práticas de gestão de dados ambientais que passam por quatro macro etapas:

Digitalização da coleta de dados: maior precisão e confiabilidade em campo

Um desafio na consolidação de dados ambientais em mineração é a coleta de dados manuais em campo, visto que são os mais sujeitos a erros e perdas devido a necessidade de manuseio, extravio e redação errônea dos dados. A transformação digital permite a utilização e desenvolvimento de softwares e aplicativos próprios para coleta padronizada, que minimizam

as etapas manuais para aquisição destes dados. Estas ferramentas podem servir como suporte para assegurar planos de monitoramentos, inserção adequada de novos pontos de medição, controle de qualidade de unidades e regras adotadas para a informação inserida. A digitalização do campo evita a duplicação de tarefas e aumenta a confiabilidade dos dados.

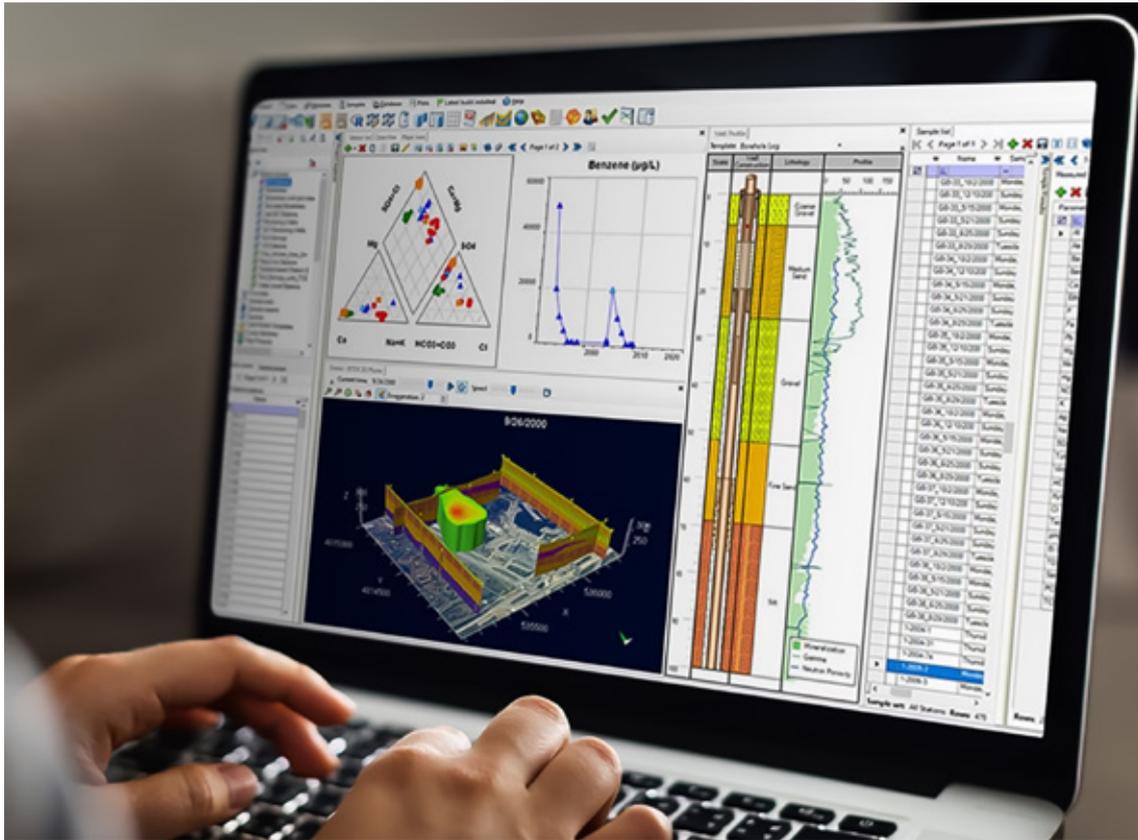


Fonte: Acervo Water Services and Technologies

Centralização de informações: a importância dos bancos de dados integrados

Uma etapa crítica na gestão de dados ambientais é a implementação de um banco de dados integrado, que centraliza e organiza as informações coletadas. A estruturação desses bancos de dados envolve a escolha de plataformas adequadas e a definição de critérios para armazenar grande volume de dados de forma segura e acessível. Além disso, os sistemas devem permitir o armazenamento de grandes volumes de informações em formatos variados,

possibilitando análises temporais e espaciais que subsidiem a tomada de decisões estratégicas. A centralização dos dados permite que informações dos diferentes setores sejam correlacionados, dando para os gestores maior capacidade de entendimento dos fatores que alteram seu recurso hídrico. Com isso, é possível obter novas interpretações, avanços técnico-científicos e possibilitando maior governança sobre suas áreas e recursos.



Fonte: Acervo Water Services and Technologies

Integração e padronização de dados: construindo bases confiáveis e rastreáveis

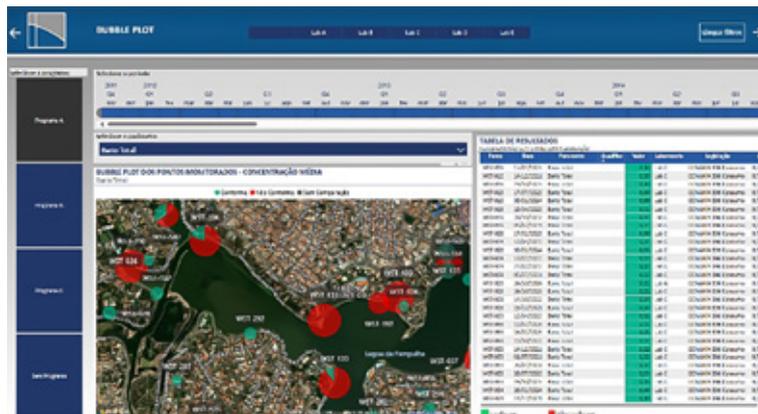
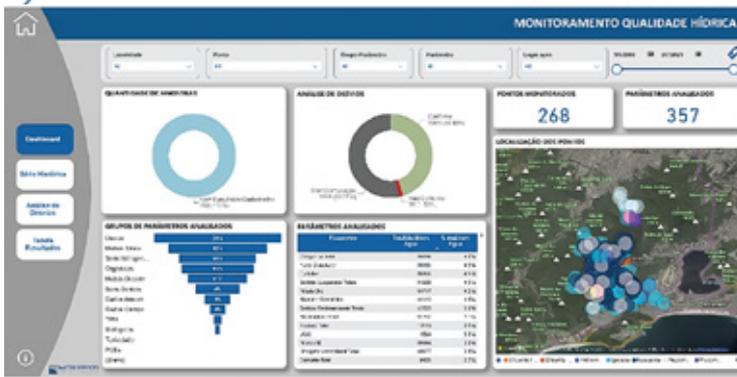
A integração de dados provenientes de múltiplas fontes, como sensores em campo, aplicativos de coleta, sistemas de monitoramento remoto, laboratórios e bases de dados históricas etc. é essencial para assegurar que a base de dados integrada esteja atualizada e represente todo o conhecimento e informação que se tem da área/site. Recomenda-se a utilização

de processos de Extração, Transformação e Carregamento (ETL) e pipelines de dados automatizados, facilita a inserção de dados padronizados, com confiança e rastreabilidade, garantindo que dados de diferentes formatos e origens sejam compilados adequadamente para análises subsequentes.

Transparência e governança: comunicação eficaz com stakeholders

Uma vez que os dados são integrados, validados, e consistidos em base de dados única, é possível extrair e correlacionar todas as informações pertinentes para o desenvolvimento de indicadores para avaliação e gestão dos recursos hídricos,

identificando tendências e respondendo proativamente a potenciais problemas. Ainda, permitem a comunicação clara e transparente dos dados ambientais para stakeholders internos e externos, pois a divulgação envolve não apenas a geração



Fonte: Acervo Water Services and Technologies

de relatórios técnicos, mas também a adequação das informações a diferentes públicos, como comunidades locais, órgãos reguladores e investidores. A comunicação

transparente e uniforme assegura que a informação seja apresentada de maneira compreensível, fortalecendo a confiança e promovendo a governança ambiental.

Os benefícios da gestão eficiente de dados ambientais na mineração

A adoção de soluções integradas para gestão de dados traz uma série de benefícios significativos para as empresas de mineração, que se traduzem em operações mais responsáveis, eficazes e sustentáveis. Um dos principais ganhos é a governança dos recursos hídricos da operação, correlação de informações e melhoria na velocidade e transparência na comunicação. Adicionalmente auxilia na eficiência da equipe e redução de custos operacionais, uma vez que a centralização dos dados elimina redundâncias e minimiza o tempo e os recursos necessários para acessar informações dispersas. Por

fim, a integração entre profissionais com a cultura de transformação digital e a implementação de soluções e ferramentas de análises avançadas, permite uma visão holística das operações e do impacto ambiental, proporcionando suporte à tomada de decisão estratégica.

Desta forma, a transformação digital com boas práticas de gestão de recursos hídricos é um passo essencial para as mineradoras que buscam não apenas se fortalecer no mercado, mas também cumprir com suas responsabilidades ambientais e sociais.

Autores

- Lara Lange
- Jeferson Martins
- Sabrine Moraes

Equipe Técnica Envolvida

- Ana Santoro
- Sabrine Moraes
- Maria Pereima
- Letícia Moura
- Victoria Becker
- Cezar Parladore
- Luciana Miranda
- Thales Cosendey
- Pedro Virgilio
- Eduarda Silva
- Ines Guimarães
- Noam Pimenta
- Vinicius Ferreira
- Julia Milagres
- Alexandre Fangier
- Danilo Silva
- Lucas Fernandes





 /InstitutoBrasileirodeMineracao

 /ibrammineracao

 @ibram_mineracao

 InstitutoBrasileirodeMineração/videos

 <https://ibram.org.br>

 ibram@ibram.org.br