



PRÁTICAS EM CIRCULARIDADE NO SETOR MINERAL



PRÁTICAS EM CIRCULARIDADE **NO SETOR MINERAL**



2ª EDIÇÃO



Setembro | 2024

© 2024 Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM)

SHIS QL 12 cj 0 (zero) casa 04, Lago Sul.
CEP:71.630-205 – Brasília/DF
Telefone: (61) 3364-7272
<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
- Christiane Cantagalli Malheiros - Coordenadora GT Resíduos/Vale

ELABORAÇÃO DOS ORIGINAIS

AMG Brasil S.A.

- Felipe Keven de Carvalho Neves
- Caymon de Siqueira Assumpção

AngloAmerican

- Claudiana Paula de Souza
- Rafaela Ribeiro Garcia

AngloGold Ashanti

- Marcos do Amaral Morais
- Mariana Gazine Lemos

ArcelorMittal

- Luana Guimarães
- Ingridy Lemos Duarte
- Marina de Castro Rodrigues

Bahia Mineração

- Ana Paula Dias
- Marcelo Dultra

CBA

- Marcus Vinicius Vaz Moreno

CBMM

- Paulo de Tarso Gonçalves Noll

Grupo J. Mendes

- Ana Paula da Fonseca Diniz
- Eliana Maria de Resende
- Jessica Damasceno Silva
- Karine Mara Rodrigues Goncalves
- Karoline Mara Rodrigues Gonçalves
- Raphael Leite Ferreira
- Viviane Sofia Leite Freitas Cordeiro
- Yash Rocha Maciel

Lundin Mining

- Samuel Fernandes Amaral Meier
- Marcos Lewin
- Thiago Alberto de Lima Morais

Mosaic Fertilizantes

- Paulo Sérgio de Vicente Júnior
- Nayana Silva
- Diego Freitas
- Thiago Cotti
- Bianca Simone

Nexa Resources

- Caio Moreira Van Deursen
- Laura Oliveira Lamas
- Juliana Karla Leite Monteiro
- Daniel Henrique Soares
- Icaro Colian Zapparoli

Samarco Mineração

- Marcos Gomes Vieira
- Vinicius Loyola Lopes

Vale

- Juliana Santos
- Christiane Malheiros
- Laís Resende
- Georgia Cardenuto
- Vinicius Sampaio

Projeto Gráfico: Pablo Frioli

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

Alexandre Valadares Mello

Diretor de Assuntos Associativos e
Mudança do Clima

Julio César Nery Ferreira

Diretor de Sustentabilidade

Paulo Henrique Leal Soares

Diretor de Comunicação

Rinaldo César Mancin

Diretor de Relações Institucionais

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**
Eduardo Doria - Titular
Michelle Shayo - 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
Wanderley José de Castro - Suplente
- **BAMIN**
Eduardo Jorge Ledsham - Titular
Alexandre Victor Aigner - Suplente
- **Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração - CBMM**
Eduardo Augusto Ayroza Galvão
Ribeiro - Titular
Ricardo Fonseca de Mendonça Lima -
Suplente

GOVERNANÇA



- **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**
Newton A. Viguetti Filho - Titular
Ronaldo Lasmar - 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**
Adriana Kupcinskaskas Alencar - Titular
Emerson Araken Martin Teixeira - Suplente
- **Nexa Resources**
Jones Belther - Titular
Guilherme Simões Ferreira - Suplente
- **Samarco Mineração S.A.**
Rodrigo Alvarenga Vilela - Titular
Felipe Starling - Suplente
- **Vale**
Alexandre Silva D´Ambrosio - Titular
Lauro Angelo Dias de Amorim - Suplente
Marcello Magistrini Spinelli - Titular
Vinícius Resende Domingues - Suplente
Rafael Bittar - Titular
Helga Paula Patrícia Franco - Suplente

SUMÁRIO

9 APRESENTAÇÃO

11 INTRODUÇÃO

AMG | BRASIL

22 PRODUÇÃO DE MATERIAIS GEOPOLIMÉRICOS E CIMENTÍCIOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

AngloAmerican

26 ECONOMIA CIRCULAR - TRANSFORMANDO REJEITO EM BLOQUETES QUE PAVIMENTAM VIAS PÚBLICAS

AngloGold Ashanti

31 UTILIZAÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PARA REVESTIMENTO DE PAREDES E PISOS

33 UTILIZAÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PARA PAVIMENTAÇÃO E INSUMOS PARA INDÚSTRIA ASFÁLTICA

35 UTILIZAÇÃO DE ESTÉRIL PARA SUBSTITUIÇÃO DE AGREGADOS

37 PRODUÇÃO DE ÁCIDO SULFÚRICO A PARTIR DO CONCENTRADO DE AU

39 PROJETO UTILIZAÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PARA CONCRETO

41 MINÉRIO DE FERRO BAIXO TEOR

43 REPROCESSAMENTO DE REJEITO DE AU

45 FERTILIZANTE

ArcelorMittal

48 PROJETO REVIVESCER – CERÂMICA USSU

BAMIN

53 PROJETO CIRCUITO DO LIXO

SUMÁRIO

CBA

- 57** USO DO COPRODUTO CARBONATO DE CÁLCIO, NO BENEFICIAMENTO DA BAUXITA

CBMM

- 62** RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS DE TIJOLOS REFRAATÓRIOS
- 64** DESENVOLVIMENTO DE ROTA PARA PRODUÇÃO DE MAGNETITA A PARTIR DO REJEITO DO PROCESSAMENTO DE PIROCLORO
- 67** DESENVOLVIMENTO DE ROTA DE PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE CONCENTRADO DE BARITA, A PARTIR DOS REJEITOS DA ETAPA DE CONCENTRAÇÃO DE PIROCLORO

J.Mendes

- 72** DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA REÚSO DE AREIA DE MINERAÇÃO: PRIMEIRO CENTRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DO BRASIL CONSTRUÍDO COM REJEITOS DE MINERAÇÃO
- 75** TECNOLOGIA APLICADA A TRANSFORMAÇÃO DO RESÍDUO ORGÂNICO EM MATÉRIA ORGÂNICA

Lundin Mining

- 79** REAPROVEITAMENTO DE REJEITO, RESÍDUO MINERAL DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CONCENTRADO DE COBRE DA LUNDIN MINING PARA GERAÇÃO DE REMINERALIZADOR DE SOLO AGRÍCOLA
- 84** PRODUÇÃO DE TECNOSOLOS PARA FINS DE FECHAMENTO DE MINA

SUMÁRIO

Mosaic Fertilizantes	89	BÁSICA PRO
	92	EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS
Nexa Resources	95	DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES INDUSTRIAIS PARA A JAROSITA
	97	INSUMOS AGRÍCOLAS
Samarco Mineração	100	PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA DA PURIFICAÇÃO COM BLOCOS DE REJEITO ARENOSO
	103	RECICLAGEM DE SUCATA DE CORPOS MOEDORES (MUNHAS)
	106	UTILIZAÇÃO DO REJEITO ARENOSO EM OBRAS DE DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGEM
Vale	110	NEGÓCIO AREIA SUSTENTÁVEL
	113	SUPRESSOR SUSTENTÁVEL





APRESENTAÇÃO



Considerando as tendências de aumento populacional, prosperidade social e transição energética para tecnologias menos emissoras, o aumento da demanda por minerais é inevitável. E o setor mineral, como base das cadeias de valor, será cada vez mais demandado a participar ativamente dos desafios trazidos pela agenda de desenvolvimento sustentável, em especial da transição energética, e a integrar-se aos diversos elos da cadeia de valor e ajudar a fechar os ciclos de produção e consumo.

Um grande desafio para a sociedade é a manutenção do mesmo patamar de qualidade de vida para todos e todas, garantindo redução dos resíduos gerados. Do mesmo modo, os setores produtivos, incluídos aqui o de mineração, também têm que lidar com este paradoxo. Para tanto, a eficiência no uso dos recursos e o desenvolvimento de tecnologias para o aproveitamento de resíduos são estratégicos e fundamentais.

O setor mineral terá papel fundamental na elaboração de planos de transição para uma economia circular, seja em âmbito local, regional ou global, visto que demandas por insumos para alimentar os processos produtivos dificilmente serão supridos em sua totalidade por fontes de recursos antropogênicos ou materiais secundários.

E é nesta ótica que o IBRAM lança a 2ª edição do E-book: **Práticas em circularidade no setor mineral**, para promover e disseminar o conhecimento sobre a indústria de mineração na abordagem da economia circular, e ainda incentivar todo o setor mineral a buscar soluções tecnológicas que criem valor adicional e melhorem os resultados ambientais em resíduos de mineração e processamento mineral.

Boa leitura!

Raul Jungmann
Diretor Presidente





INTRODUÇÃO



Christiane Malheiros¹
Laís Resende²

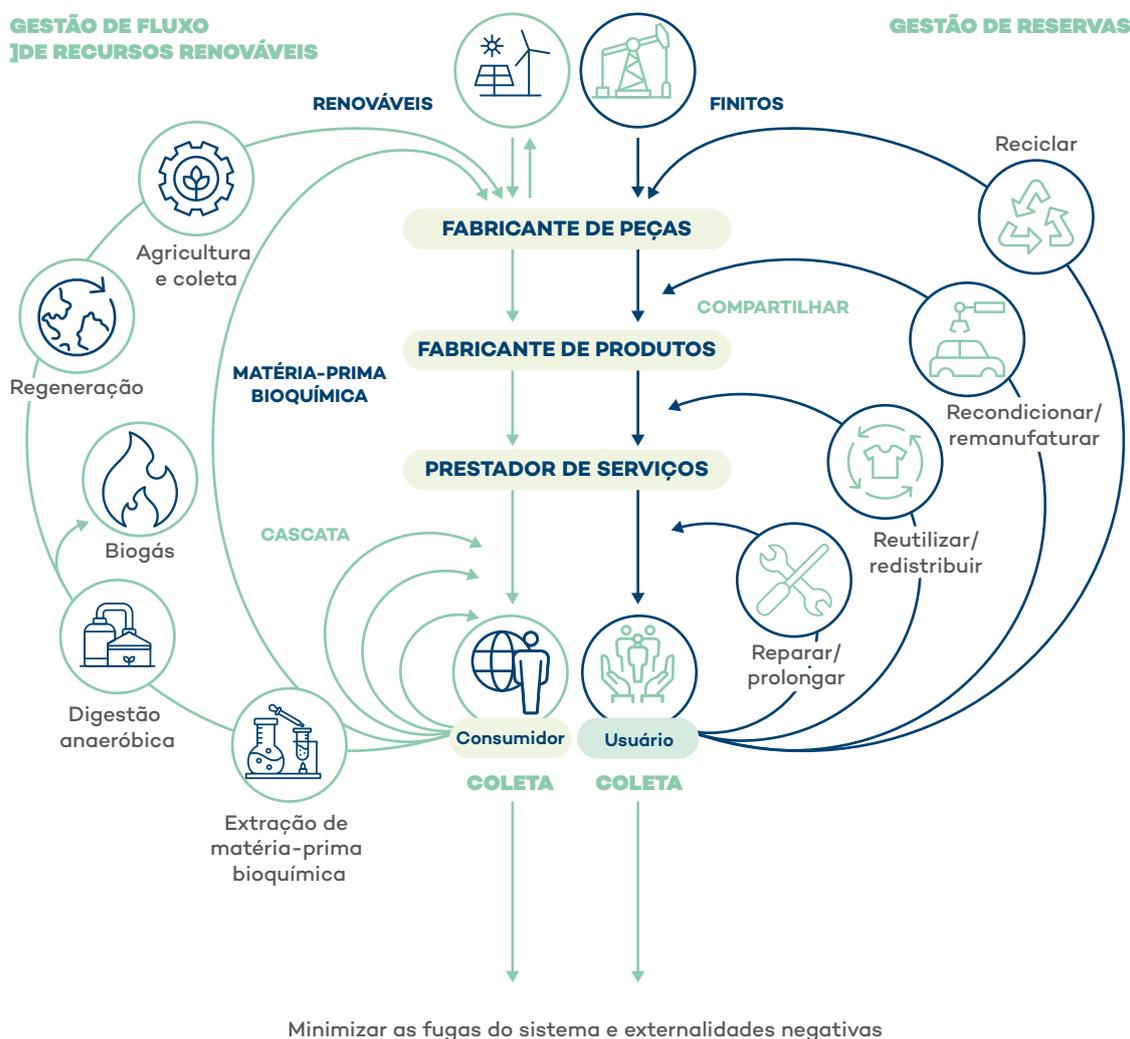
Em modelos de negócios lineares tradicionais, os minerais são extraídos, beneficiados em quase sua totalidade, usados para fabricar um produto e, finalmente, descartados. No entanto, estes modelos não são mais aderentes com as cadeias de suprimentos da atualidade, que possuem demanda crescente, mas com objetivos de sustentabilidade e requisitos regulatórios cada vez mais restritivos. Considerando isso, a economia circular emerge como uma abordagem transformadora, promovendo um modelo de desenvolvimento sustentável que redefine a maneira como consumimos e gerimos recursos.

No contexto global, essa estratégia se torna essencial para mitigar os impactos ambientais e promover a eficiência dos recursos. O setor de mineração, em particular, pode se beneficiar significativamente da adoção de práticas circulares, otimizando o reaproveitamento de rejeitos e estéreis, que historicamente representam desafios ambientais e econômicos. Uma economia circular visa reduzir o desperdício, prolongar a vida útil dos materiais com o maior valor possível, projetar produtos para que os materiais sejam reciclados de volta à economia e regenerar a natureza. Em suma, a economia circular é muito mais do que reciclar. Na Figura 01 é descrito como seria um sistema produtivo utilizando as práticas desse novo modelo econômico:

1 Coordenadora GT Resíduos/Vale. Email: christiane.malheiros@vale.com

2 Engenheira de Minas/Msc. Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas. Email: lais.resende@vale.com

Figura 1: Diagrama do Sistema de Economia Circular



Fonte: Adaptado Ellen MacArthur Foundation, 2019

Na 1ª Edição do **Práticas em Circularidade do Setor Mineral**, foi abordada a importância do reaproveitamento de rejeitos e estéreis, além dos resíduos não-minerais, pelas empresas de mineração, explorando a conexão entre sustentabilidade e produtividade no setor mineral. Foram apresentadas as tecnologias emergentes, regulamentações e casos de sucesso que demonstram o potencial de transformar resíduos em recursos valiosos. Esse enfoque não apenas reduz a quantidade de

resíduos gerados, contribuindo para uma mineração mais sustentável.

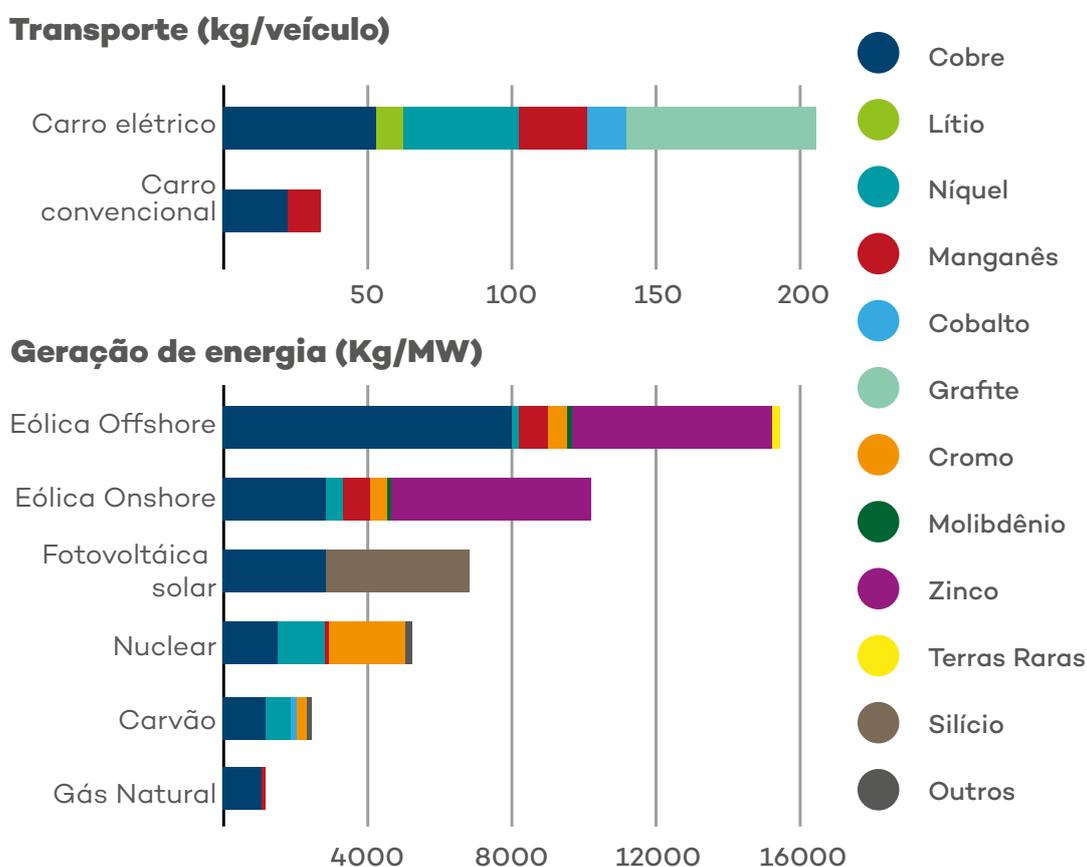
Nesta 2ª edição, serão abordados os benefícios da economia circular especificamente para o setor de mineração, detalhando as melhores práticas e inovações que podem ser adotadas. Também serão discutidos os principais desafios que o Brasil enfrenta no reaproveitamento de rejeitos, com o objetivo de contribuir para um futuro mais sustentável e produtivo.

Economia circular como solução para transição energética

Um modelo econômico circular poderá ser uma das alternativas para que o mundo consiga descarbonizar e reduzir os impactos das mudanças climáticas. Sabe-se que alguns minerais são componentes-chave das tecnologias

de transição energética necessárias para um futuro de baixo carbono. Os minerais de transição são substâncias de ocorrência natural, frequentemente encontradas em rochas, ideais para uso em tecnologia renovável. (Figura 2)

Figura 2: Minerais críticos e estratégicos utilizados em tecnologias de energia renovável.



Notas: Kg=quilograma; MW=megawatt; Aço e alumínio não incluídos. A demanda foi estimada a partir de quatro variáveis principais: (i) tendências de inserção de renováveis em diferentes cenários; (ii) participação de sub-tecnologias em cada área tecnológica; (iii) intensidade mineral de cada sub-tecnologia; e, (iv) melhorias na intensidade mineral.

Fonte: Adaptado de IEA (IEA, 2021). Disponível em : https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2024/07/IBRAM_MINERAIS_CRITICOS-E-ESTRATEGICOS_web.pdf

Como pode ser visto, a demanda destes minerais no futuro será cada vez mais impulsionada pelas diversas tecnologias da transição energética e deverão crescer em taxas jamais vistas. Em cenário alinhado ao Acordo de Paris, a demanda pode subir 40% para cobre e terras raras, de 60-70% para níquel e cobalto, e quase 90% para lítio nas próximas duas décadas. Veículos elétricos estão se tornando os maiores consumidores de lítio e deverão ser os maiores usuários de níquel até 2040. Essa dependência crescente de minerais para a descarbonização da economia vai apresentar desafios únicos para os governos e formuladores de políticas em relação às vulnerabilidades do mercado de mineração, como eventual volatilidade nos preços e a necessidade de segurança do suprimento (IEA, 2021).

O reaproveitamento dos rejeitos e estéreis que contenham esses minerais críticos e estratégicos poderá ser uma alternativa mais atrativa ambientalmente para solucionar parte dos desafios da descarbonização. Ao mesmo tempo

que reduzirá a necessidade de abertura de novas minas, bem como a extração de recursos naturais não renováveis; o uso dos rejeitos e estéreis favorecerá a redução do impacto ambiental de novas estruturas geotécnicas e poderá levar a geração de novos negócios, receitas, e desenvolvimento econômico.

Nos últimos seis anos, a população mundial consumiu mais de 500 milhões de toneladas de materiais — quantidade correspondente ao que foi consumido durante todo o século XX. A economia circular deverá ajudar a reduzir as emissões em 40%, gerar quase 2 milhões de empregos e se tornar um mercado de US\$ 2 a 3 bilhões nos próximos anos.

Além de ser vista como uma solução para redução dos impactos ambientais, a economia circular também se torna atrativa em relação ao seu potencial econômico. Se começássemos a considerar a circularidade, não como uma solução de gerenciamento de resíduos, mas pelo que ela realmente é, teríamos um cenário diferente.

Estratégia: como um modelo circular pode ser implementado nas diferentes indústrias do setor mineral

No setor mineral há uma grande variabilidade nas características e volumes dos rejeitos, estéreis e resíduos não minerais gerados nas operações. Os tipos de rejeitos variam conforme o processo de concentração empregado na etapa de beneficiamento e também com as características da jazida mineral, de onde é extraído o ROM (*Run of Mine*), que alimentará as usinas de tratamento de minérios (Amaral *et al*, 2019).

Já os estéreis estão vinculados a especificidade da geologia local e os resíduos

não-minerais aos processos e produtos de cada indústria. Dado esse cenário, há uma complexidade em traçar metas e/ou estabelecer políticas públicas considerando que as soluções são variadas de acordo com cada bem mineral.

Embora haja a complexidade relatada acima, um ponto de convergência entre todas as indústrias geradoras dos diferentes tipos de resíduos minerais e não-minerais é a busca por soluções técnicas e de negócios que apresentem viabilidade econômica e que favoreçam o

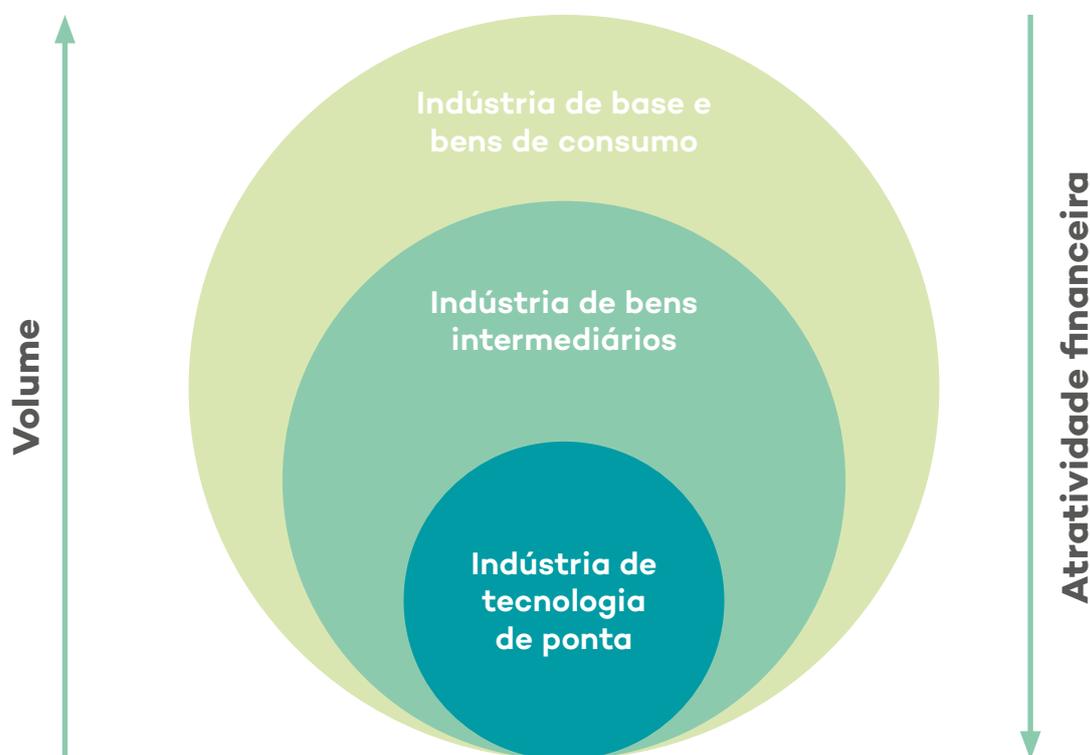
maior consumo possível de seus resíduos. Em virtude disso a estratégia dentro de cada empresa será distinta, porém para o setor, em sua totalidade, será possível traçar um caminho comum, como por exemplo, o desenvolvimento e fomento de pesquisas, financiamentos e até a promoção de legislações que favoreçam a economia circular nessas organizações.

Uma das estratégias para a avaliação de um novo negócio visando a circularidade dos resíduos, pode ser feita considerando o potencial volume destinado e a atratividade financeira.

Dentro dessa análise faz-se necessário primeiramente o entendimento do po-

tencial técnico dos rejeitos, estéreis e resíduos não-minerais. Destaca-se que o reaproveitamento desses materiais pode ser feito em diferentes tipos de indústrias, a depender das propriedades técnicas de cada um deles. Há aplicações que podem consumir um volume significativo dentro da indústria de base ou bens de consumo, como por exemplo a construção civil. Contudo o valor do insumo nessa aplicação terá um baixo valor agregado. Por outro lado, haverá alternativas de aplicação em setores como a indústria de tecnologia de ponta, que poderá trazer um valor agregado ao insumo, porém com um baixo potencial de volume. Na figura seguinte é ilustrada essa análise.

Figura 3- Estratégia para implementação de negócios circulares para rejeitos, estéreis e resíduos não-minerais



Fonte: Autores, 2024

Recentemente, conforme a Norma ISO 59004 (2023), foram elaborados seis princípios para guiar a estratégia dentro das organizações em relação a economia circular. Estes princípios nortearão as ações que as empresas deverão adotar para criar um programa assertivo de circularidade, sendo eles:

- **Pensamento sistêmico:** as organizações adotam uma perspectiva de ciclo de vida e aplicam uma abordagem de longo prazo ao considerar seus impactos nos sistemas ambiental, social e econômico.
- **Criação de valor:** as organizações recuperam, retêm ou adicionam valor, fornecendo soluções eficazes que contribuem para o valor socioeconômico e ambiental e utilizam os recursos de maneira eficiente.
- **Compartilhamento de valor:** as organizações colaboram com as partes interessadas ao longo da cadeia de valor ou rede de valor de forma inclusiva e equitativa, para benefício e bem-estar da sociedade, através do compartilhamento de valor criado com entrega de uma solução.
- **Gestão de recursos:** as organizações gerenciam estoques e fluxos de maneira sustentável, incluindo o fechamento, a desaceleração e a redução dos fluxos de recursos, contribuindo com a acessibilidade e disponibilidade de recursos para as gerações presentes e futuras, e reduzindo os riscos associados à dependência de recursos virgens.
- **Rastreabilidade dos recursos:** as organizações coletam e mantêm dados para permitir a rastreabilidade dos recursos ao longo de suas cadeias de valor e são responsáveis por compartilhar informações relevantes com as partes interessadas.
- **Resiliência do ecossistema:** as organizações desenvolvem e implementam práticas e estratégias que protegem e contribuem para a resiliência e regeneração dos ecossistemas e de sua biodiversidade, incluindo a prevenção de perdas e emissões danosas, considerando os limites do planeta.

Panorama da economia circular na mineração brasileira

A economia circular já está sendo implementada em diversos setores. Algumas empresas têm adotado práticas que promovem a reutilização de materiais, a reciclagem e a redução de desperdícios. Essas iniciativas demonstram que a transição para um modelo circular não apenas beneficia o meio ambiente, mas também pode impulsionar a inovação e a competitividade.

Na indústria da mineração o panorama do reaproveitamento de rejeitos, estéréis e resíduos não-minerais é ainda complexo.

Apesar de avanços significativos, como a implementação de novas tecnologias e a conscientização crescente sobre a gestão de resíduos, ainda há desafios substanciais. A falta de um ecossistema que incentive e beneficie o consumidor de produtos circulares; resistência cultural; os altos custos logísticos e operacionais para alavancar as iniciativas, não favorecem as práticas de reaproveitamento desses materiais.

O setor brasileiro mineral vem avançando em criar um ambiente fiscal, legal e tributário que incentive a economia circular.

Um exemplo disso é a iniciativa da ANM (Agência Nacional de Mineração) em incluir a economia circular e a mineração urbana dentro do pilar de Sustentabilidade do novo Plano Nacional de Mineração Brasileiro 2050. Esse normativo ainda está sendo elaborado e apresenta desafios e diretrizes de política, orientando a ação governamental (Decreto nº 11.108/2022 - agenda estratégica de longo prazo).

Em 2019 a Confederação Nacional da Indústria - CNI realizou pesquisa para

verificar como a economia circular vem sendo tratada pelo setor industrial. De acordo com esse levantamento, mais de 88% dos empresários avaliam a economia circular como importante ou muito importante para a indústria brasileira. Foi identificado também que 76,5% dos entrevistados já adotam alguma prática de economia circular, embora a maior parte ainda não saiba que as iniciativas se enquadram nesse conceito. Na figura 4 é possível verificar mais detalhes dessa pesquisa:

Figura 4: Principais práticas circulares adotadas



Fonte: CNI, 2019

Como pode ser visto na Figura 4, entre as principais práticas elencadas pelos respondentes, estão a otimização de processos (56,5%), o uso de insumos circulares (37,1%), a recuperação de recursos (24,1%) e a extensão da vida do produto (22,9%) na

adoção de iniciativas de economia circular. Nessa mesma pesquisa foi identificado que os principais motivos que levaram as empresas a iniciativas de economia circular foram eficiência operacional (47,3%) e oportunidade de novos negócios (22,6%).

Resultados da pesquisa realizada pelo IBRAM

A Agenda ESG (*Environmental, Social and Governance*) da Mineração do Brasil, estruturada pelo Instituto a partir de 2019, com a publicação da Carta Compromisso, é o guia orientador do setor mineral e do próprio IBRAM. Esses compromissos e ações buscam promover um amplo processo de

evolução da mineração. Esta agenda traz um conjunto de ações contempladas em doze compromissos setoriais, que são anualmente mensurados, verificados e reportados à sociedade. A Figura 5 apresenta os 12 temas abrangidos pela Agenda ESG do setor mineral:

Figura 5: Compromissos setoriais da Agenda ESG do setor mineral



Estes 12 grupos temáticos foram criados para promover práticas sustentáveis e de responsabilidade social, alinhadas com as diretrizes globais para o desenvolvimento sustentável. O Grupo de Trabalho (GT) de Resíduos, em particular, desempenha

um papel crucial ao focar na busca por sinergias, fomento de pesquisas e criação de um ecossistema favorável para que as empresas mineradoras possam implementar a economia circular de seus resíduos.

Em 2023, o GT apresentou o maior número de participação entre as associadas. Estas empresas respondem por aproximadamente 50% da produção mineral do Brasil, que foi de 2,3 bilhões de toneladas (IBRAM,2024).

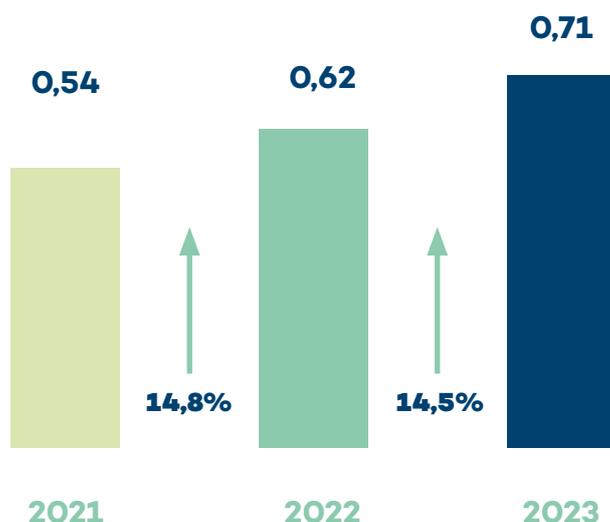
Conforme dados reportados pelas empresas associadas, foram gerados, aproximadamente, 4,9 milhões de toneladas de resíduos não-minerais, dos quais cerca de 3,5 milhões de toneladas foram recicladas, reprocessadas e reaproveitadas no ano de 2023, com um indicador de 0,71, conforme figura 6.

De acordo com os resultados apurados na temática de resíduos minerais e não minerais, as mineradoras investiram cerca de R\$ 420 milhões em iniciativas de economia circular. Ainda de acordo com essa pesquisa, 27% das empresas declararam consumir os rejeitos e estéreis em práticas circulares, o que demonstra a relevância da temática da circularidade para a atividade da mineração.

A partir destes dados verifica-se o papel fundamental da mineração na elaboração de planos de transição para economia circular, seja em âmbito local, regional ou global e também na execução das estratégias de circularidade, já que grande parte de seus resíduos são soluções para que outras indústrias se tornem mais sustentáveis, contribuindo para descarbonização e redução dos impactos ambientais.

A publicação destes casos práticos de circularidade, tanto para resíduos minerais (rejeitos, estéreis e seus coprodutos) quanto para resíduos não-minerais, constantes nesta 2ª Edição, é novamente a demonstração do setor para a promoção e disseminação do conhecimento sobre a indústria de mineração nesta nova abordagem e principalmente, incentivo a todo o setor mineral na busca por soluções tecnológicas que criem valor adicional e melhorem os resultados ambientais em resíduos de mineração e processamento mineral.

Figura 6: Reciclagem sobre geração total de resíduos não minerais



(Fonte: IBRAM 2024)

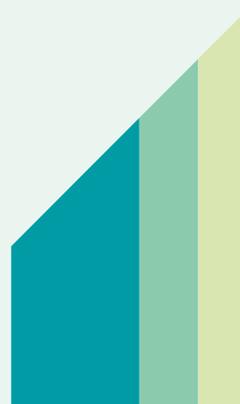




● PRODUÇÃO DE MATERIAIS
GEOPOLIMÉRICOS E CIMENTÍCIOS PARA
CONSTRUÇÃO CIVIL



PROJETO





Título do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • PRODUÇÃO DE MATERIAIS GEOPOLIMÉRICOS E CIMENTÍCIOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL
Instituições Parceiras	<p>Instituições Parceiras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Financiadora de Estudos e Projetos • Centro de Escalonamento e Tecnologias - Escalab 
Fase do Projeto	<p>Em andamento</p> <ul style="list-style-type: none"> • (<input checked="" type="checkbox"/>) Otimização dos produtos • (<input checked="" type="checkbox"/>) Desenvolvimento protótipo piloto • (<input checked="" type="checkbox"/>) Operação Semi-industrial <p>Concluído</p> <ul style="list-style-type: none"> • (<input checked="" type="checkbox"/>) Modelagem Teórica • (<input checked="" type="checkbox"/>) Ensaios Laboratoriais – Caracterização • (<input checked="" type="checkbox"/>) Ensaios de Bancada – Desenvolvimento do produto
Modelo de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • (<input type="checkbox"/>) Terceirização • (<input type="checkbox"/>) B2B • (<input checked="" type="checkbox"/>) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno • (<input type="checkbox"/>) Outros _____
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> • Bem mineral principal: • Pegmatito
Tipo do Rejeito/ Estéril/Resíduo não minerais	<ul style="list-style-type: none"> • Aluminossilicatos
Volume Reaproveitado	<ul style="list-style-type: none"> • Volume de projeto estimado de 2 ton/mês com previsão de aumento da capacidade de produção após início da operação.
Novos produtos gerados	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais geopoliméricos e cimentícios com aplicações distintas, como porcelanato, granito sintético, pisos drenantes, pisos intertravados e pisos de alta carga.
Investimento (R\$)	<ul style="list-style-type: none"> • 1.176.376,08

Descrição do processo

A **AMG Brasil – Mina Volta Grande** opera suas atividades nos municípios de Nazareno e São Tiago, Minas Gerais, com produção de concentrados de tântalo/estanho a partir de rochas pegmatíticas. Além disso, a empresa também se dedica à produção de feldspato para a indústria de porcelanato e vidros.

Com um compromisso firme com práticas sustentáveis, a AMG Brasil desempenha um papel crucial na redução das emissões de CO₂. O fornecimento de minerais críticos possibilita a produção de tecnologias e bens verdes, que não apenas exigem menos energia para operar, mas também têm uma vida útil mais longa e potencial significativo de reutilização e reciclagem. Esses minerais contribuem significativamente para mitigar a emissão de milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera.

Um exemplo claro para com as práticas sustentáveis, foi a criação de uma nova unidade de beneficiamento, que teve como um dos objetivos, o reaproveitamento dos rejeitos que foram lançados nas Barragens VG 01 e VG 02 para a produção de Concentrado de Espodumênio, barragens essas que se encontram descaracterizadas hoje em dia. O produto se tornou o destaque da produção atual, com o aumento da renda e geração de empregos, comprovando que as boas práticas relacionadas ao desenvolvimento sustentável refletem não só na preservação ambiental como também no desenvolvimento econômico e social.

Pensando nos desafios ambientais relativos à emissão de poluentes, a AMG tem impulsionado estudos por alternativas mais sustentáveis em relação à produção de cimento Portland.

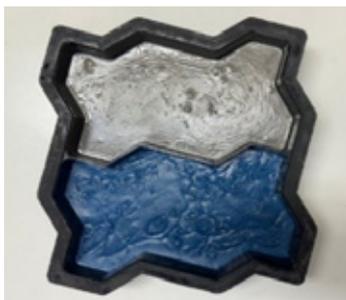
Nomeados como cimento do futuro, os materiais geopoliméricos trazem consigo uma solução ecoeficiente.

Esta nova tecnologia tem como objetivo aproveitar subprodutos da indústria para desenvolver materiais com resistências equivalentes ou superiores aos convencionais usados na construção civil. Esses materiais são compostos por aluminossilicatos e soluções alcalinas ativadoras, sendo que o rejeito do processo de beneficiamento do espodumênio, um tipo de aluminossilicato, desempenha um papel crucial nas reações químicas.

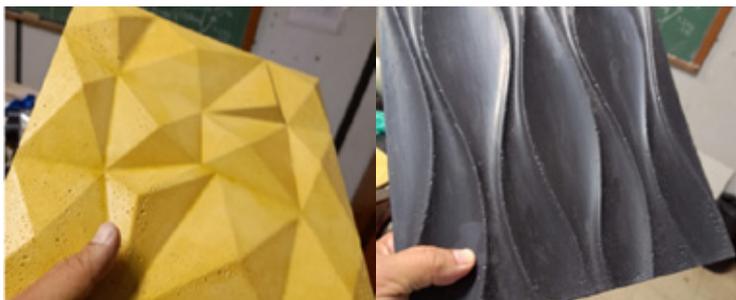
A AMG Brasil propõe utilizar o rejeito gerado durante o beneficiamento do espodumênio, um mineral de lítio, na produção de geopolímeros destinados ao setor da construção civil. Este projeto é resultado de uma parceria entre a empresa e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), juntamente com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, com recursos do FNDCT que aportou por meio de um edital de subvenção econômica não reembolsável.

Para conduzir os testes necessários, foi estabelecida uma colaboração entre a AMG Brasil e o Centro de Escalonamento e Tecnologias (Escalab), unidade da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). O objetivo principal dessa parceria é utilizar a infraestrutura e a experiência do Escalab no desenvolvimento de novos produtos para realizar análises de materiais residuais, definir estratégias para o tratamento de resíduos, operar a planta piloto, produzir amostras e realizar testes, tudo sob a supervisão e orientação da AMG Brasil.

O primeiro produto a ser testado são pisos intertravados que serão utilizados



Peça de piso intertravado de geopolímero.



Pisos em geopolímero

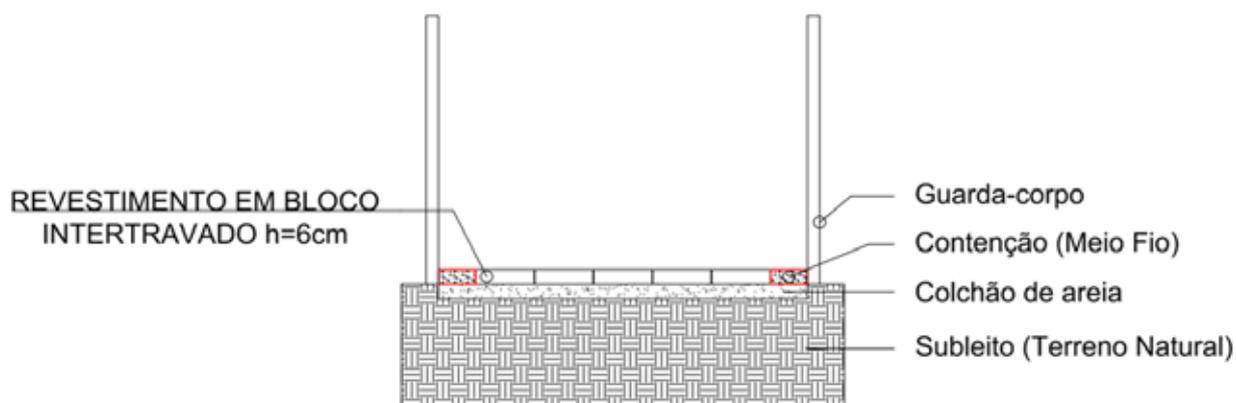
para pavimentação de áreas dentro da empresa. Os projetos para a execução das obras já estão em andamento. Os últimos testes executados em corpos de prova pelo Escalab, mostraram que é possível garantir peças com alta resistência, com resultados acima do esperado. Com o êxito da fase de testes, estima-se que com a planta piloto será possível obter uma produção inicial de 4 ton/mês de geopolímeros com previsão de expansão para maiores capacidades no futuro. Além dos pisos intertravados, também serão estudados a utilização do rejeito na produção de outros produtos ligados à construção civil, tais como: cimento e revestimentos.

A utilização do rejeito do processo de beneficiamento de espodumênio promove a economia circular e se alinha às metas de desenvolvimento sustentável ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ODS



Ensaio preliminares de resistência à compressão.

11 (Cidades e Comunidades Responsáveis) e ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) estabelecidas pela ONU. O objetivo do projeto é aumentar a rota de destinação dos rejeitos e diminuir os impactos ao meio ambiente reforçando o comprometimento da AMG com as políticas ambientais, sociais e de governança (ESG).



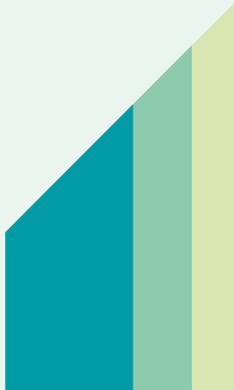
Detalhamento projeto de execução – pavimentação de calçadas/caminho seguro.



ECONOMIA CIRCULAR -
TRANSFORMANDO REJEITO
EM BLOQUETES QUE PAVIMENTAM
VIAS PÚBLICAS



PROJETO





Título do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • ECONOMIA CIRCULAR - TRANSFORMANDO REJEITO EM BLOQUETES QUE PAVIMENTAM VIAS PÚBLICAS
Instituições Parceiras	<ul style="list-style-type: none"> • O Rei do Bloco e Prefabricados • Transportadora Vila LTDA • Construtora Terraço
Fase do Projeto	<p>Concluído</p> <ul style="list-style-type: none"> • (<input checked="" type="checkbox"/>) Modelagem Teórica • (<input checked="" type="checkbox"/>) Ensaios Laboratoriais – Caracterização • (<input checked="" type="checkbox"/>) Ensaios de Bancada – Desenvolvimento do produto
Modelo de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • (<input type="checkbox"/>) Terceirização • (<input type="checkbox"/>) B2B • (<input checked="" type="checkbox"/>) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno • (<input type="checkbox"/>) Outros _____
Bem mineral principal/	<ul style="list-style-type: none"> • Rejeito arenoso oriundo do beneficiamento do minério de ferro.
Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais	<ul style="list-style-type: none"> • Rejeito de flotação do beneficiamento de minério de ferro, com características similares a uma areia fina.
Volume Reaproveitado	<ul style="list-style-type: none"> • Cerca de 2.500 toneladas de rejeito.
Novos produtos gerados	<ul style="list-style-type: none"> • O material está sendo utilizado na produção de bloquetes para pavimentação de vias rurais e também na substituição integral da areia usada no assentamento (“areia de rejuntamento”).
Investimento (R\$)	<ul style="list-style-type: none"> • Até o momento, foram investidos cerca de R\$ 1,2 milhões

Descrição do processo

Para viabilizar o projeto e garantir que os bloquetes apresentassem as características necessárias para utilização, a Anglo American, realizou testes piloto para fabricação de blocos intertravados (pavers), variando os teores de substituição de areia pelo rejeito nas seguintes porcentagens:

- 50% (T50), 60% (T60), 75% (T75) e 100% (T100).

Para efeitos comparativos, foi produzido também um traço referência (REF), ou seja, sem a utilização de rejeito.

Diante dos resultados obtidos, verificou-se que o traço T50, ou seja, com substituição de 50% de areia de rio por rejeito arenoso, atendeu aos requisitos mínimos exigidos na NBR 9781 (ABNT, 2013). Para T50 foi utilizado o seguinte traço de concreto

(em volume): 1:2:2:1 (cimento:rejeito arenoso:areia:brita 0)

As Figuras 1, 2 e 3 (pagina x) evidenciam a consistência do concreto e parte do processo produção das peças

A partir dos resultados obtidos conclui-se, portanto, que a utilização de rejeito de flotação como substituto parcial à areia é tecnicamente viável, além de apresentar comportamento mecânico superior, como maior resistência à compressão em até 62%, comparando-se aos bloquetes convencionais.

Por fim, é possível inferir, a partir dos resultados alcançados, que o uso do rejeito de flotação como agregado alternativo proporciona uma maior durabilidade ao pavimento, além de ser opção econômica e ambientalmente mais vantajosa.

As Figuras abaixo apresentam os resultados obtidos para T50 e REF

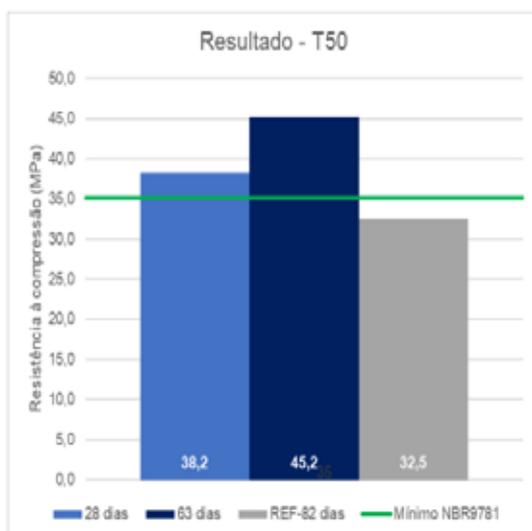


Figura 3 - Resistência à compressão do traço com 50% de substituição de areia (T50), comparado à exigência normativa e resultado obtido para o traço referência (REF).

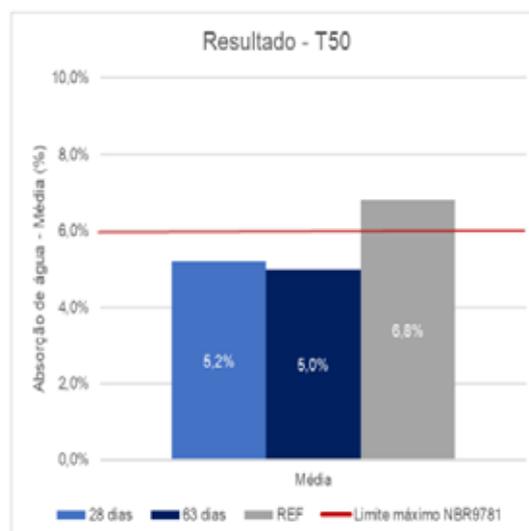


Figura 4 - Absorção de água média do traço com 50% de substituição de areia (T50), comparado à exigência normativa e resultado obtido para o traço referência (REF).

Figura 1



Figura 2

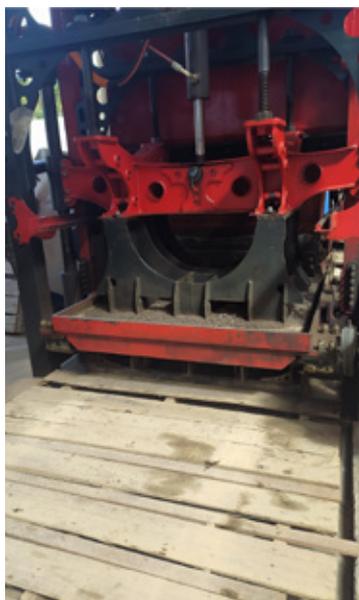


Figura 3



No beneficiamento do minério de ferro são gerados dois principais tipos de rejeito: o de flotação (com características similares a uma areia fina) e o rejeito lamoso, material de granulometria ainda mais fina e com maior porcentagem de ferro em sua constituição.

No intuito de dar uma destinação mais nobre ao rejeito de flotação filtrado, realizou testes piloto para fabricação de blocos intertravados (bloquetes), variando os teores de substituição de areia pelo rejeito com diferentes porcentagens, até que verificou-se que a substituição de 50% de areia de rio por rejeito arenoso, atende aos requisitos mínimos exigidos na NBR 9781 (ABNT, 2013), para fabricação de bloquetes.

A partir dos resultados obtidos concluiu-se, portanto, que a utilização de rejeito de flotação como substituto parcial à areia é tecnicamente viável, além de apresentar comportamento mecânico superior, como resistência de até 62% superior à compressão, devido às características do rejeito (em especial pela presença de Fe em sua composição).

Após os resultados positivos, a empresa parceira **O Rei do Bloco e Prefabricados**, sediada na cidade Serro, iniciou a produção dos primeiros 230.000 bloquetes, que foram doados à prefeitura de Alvorada de Minas, para a obra de calçamento do trecho correspondente à estrada “Zé do Mato”, que dá acesso ao Distrito de Itapanhoacanga.

Em paralelo, com o apoio da **Transportadora Vila e da Construtora Terraço**, cerca de 2.000 toneladas de rejeito foram enviadas diretamente para a mesma obra, e utilizadas no assentamento dos blocos em substituição à areia.

Posteriormente foram doados, também, 50.000 bloquetes para a prefeitura do Serro e 12.820 para a prefeitura de Conceição do Mato Dentro, todas localizadas em MG.

Importante ressaltar que a utilização de bloquetes produzidos com o rejeito da barragem proporciona uma maior durabilidade ao pavimento, além de ser uma opção econômica e ambientalmente mais vantajosa.

Dentre os ganhos deste processo, destacam-se:

- Redução do consumo de recursos naturais – uma vez que não há necessidade de lavar areia;
- Redução do volume de pilhas de rejeitos;
- Vantagens econômicas: reduz a aquisição de agregado miúdo pelo fabricante/elimina aquisição de areia quando da instalação dos bloquetes
- Possibilidade de produção de novos materiais de base tecnológica – quebra de tabu em relação ao uso de rejeito como material inferior à areia de rio. Resultados da literatura apontam vantagens dos pavers utilizando rejeito do beneficiamento de minério de ferro, como por exemplo: maior resistência à abrasão, à compressão e menor absorção de água e porosidade. Ou

seja, permite a produção de peças mais resistentes e duráveis;

- Captação e desenvolvimento de fornecedor local para produção desses pré-moldados;

Além das vantagens ambientais e econômicas, a iniciativa contribui, também, para o pilar “Comunidades prósperas”, do nosso Plano de Mineração Sustentável, sob dois aspectos: a fabricação dos elementos pré-moldados de concreto está sendo com fornecedor local (Serro). Além disso, os produtos serão utilizados para pavimentação de vias vicinais, melhorando o conforto dos usuários. O objetivo é começar pela estrada que liga à MG010 à Itapanhoacanga (Alvorada de Minas) e expandir futuramente para outras vias de acesso às comunidades no entorno do empreendimento que necessitem de melhorias.



Bloquetes doados para a obra da estrada de Itapanhoacanga



ANGLOGOLD ASHANTI

- UTILIZAÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PARA REVESTIMENTO DE PAREDES E PISOS
- UTILIZAÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PARA PAVIMENTAÇÃO E INSUMOS PARA INDÚSTRIA ASFÁLTICA
- UTILIZAÇÃO DE ESTÉRIL PARA SUBSTITUIÇÃO DE AGREGADOS
- PRODUÇÃO DE ÁCIDO SULFÚRICO A PARTIR DO CONCENTRADO DE AU
- UTILIZAÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PARA CONCRETO
- MINÉRIO DE FERRO BAIXO TEOR
- REPROCESSAMENTO DE REJEITO DE AU
- FERTILIZANTE



PROJETO



Título do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • UTILIZAÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PARA REVESTIMENTO DE PAREDES E PISOS
Instituições Parceiras	<ul style="list-style-type: none"> • CEFET-MG • Dacapo • EMP • Jasmmin
Fase do Projeto	<p>Em andamento</p> <ul style="list-style-type: none"> • (<input checked="" type="checkbox"/>) Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial
Modelo de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • (<input type="checkbox"/>) Terceirização • (<input type="checkbox"/>) B2B • (<input checked="" type="checkbox"/>) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno • (<input type="checkbox"/>) Outros _____
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de revestimento de paredes e pisos a partir de estéril e rejeito de flotação/lixiviação
Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais	<ul style="list-style-type: none"> • Rejeito é composto por quartzo, carbonatos, clorita e minerais do grupo das minas • O estéril contém quartzo, clorita, carbonatos, matéria orgânica e minerais do grupo das micas.
Volume Reaproveitado	<ul style="list-style-type: none"> • Para essa iniciativa, a estimativa é reaproveitar 200 kg de rejeito e 500 kg de estéril mensalmente
Novos produtos gerados	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos de revestimento para paredes e pisos
Investimento (R\$)	<ul style="list-style-type: none"> • início: aproximadamente 360 mil reais

Descrição do processo

De um modo geral compreendem as etapas de preparação da matéria-prima, incluído britagem e classificação para o caso do estéril

Rejeito seco e estéril são adicionados na preparação junto com matéria prima de preparação de revestimento.





Título do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • UTILIZAÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PARA PAVIMENTAÇÃO E INSUMOS PARA INDÚSTRIA ASFÁLTICA
Instituições Parceiras	<ul style="list-style-type: none"> • CEFET-MG • EMP • Jasmmin
Fase do Projeto	<p>Em andamento</p> <ul style="list-style-type: none"> • (<input checked="" type="checkbox"/>) Otimização dos produtos • (<input checked="" type="checkbox"/>) Desenvolvimento protótipo piloto • (<input checked="" type="checkbox"/>) Operação Semi-industrial
Modelo de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • (<input type="checkbox"/>) Terceirização • (<input type="checkbox"/>) B2B • (<input checked="" type="checkbox"/>) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno • (<input type="checkbox"/>) Outros _____
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> • Pavimentação e produção de aglomerantes na indústrias asfáltica com rejeitos de flotação/lixiviação e estéril.
Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais	<ul style="list-style-type: none"> • Rejeito é composto por quartzo, carbonatos, clorita e minerais do grupo das minas • O estéril contém quartzo, clorita, carbonatos, matéria orgânica e minerais do grupo das micas.
Volume Reaproveitado	<ul style="list-style-type: none"> • Para essa iniciativa, a estimativa é reaproveitar 100 toneladas de rejeito e 300 toneladas de estéril mensalmente
Novos produtos gerados	<ul style="list-style-type: none"> • Pavimentação de vias e agregado para indústria asfáltica
Investimento (R\$)	<ul style="list-style-type: none"> • inicial aproximadamente 550 mil reais

Descrição do processo

De um modo geral eles compreendem a substituição de agregados para pavimentação de vias e aglomerantes usados na produção de asfalto





Título do Projeto

- UTILIZAÇÃO DE ESTÉRIL PARA SUBSTITUIÇÃO DE AGREGADOS

Instituições Parceiras

- CEFET-MG
- EMP
- Jasmmin

Fase do Projeto

Em andamento

- () Otimização dos produtos
- () Desenvolvimento protótipo piloto
- () Operação Semi-industrial

Modelo de Negócio

- () Terceirização
- () B2B
- () Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- () Outros _____

Bem mineral principal

- Utilização de estéril para agregados para obras civis

Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais

- O estéril contém quartzo, clorita, carbonatos, matéria orgânica e minerais do grupo das micas.

Volume Reaproveitado

- Para essa iniciativa, a estimativa é reaproveitar 600 toneladas de estéril mensalmente

Novos produtos gerados

- Diferentes tipos de agregado para construção civil

Investimento (em R\$)

- inicial aproximadamente 300 mil reais

Descrição do processo

De um modo geral, o estéril será submetido a classificação e poderão gerar diferentes produtos desde rachão a pó de brita





Título do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • PRODUÇÃO DE ÁCIDO SULFÚRICO A PARTIR DO CONCENTRADO DE AU
Instituições Parceiras	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
Fase do Projeto	<p>Concluído</p> <ul style="list-style-type: none"> • (<input checked="" type="checkbox"/>) Modelagem Teórica • (<input checked="" type="checkbox"/>) Ensaios Laboratoriais – Caracterização • (<input checked="" type="checkbox"/>) Ensaios de Bancada – Desenvolvimento do produto
Modelo de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • (<input type="checkbox"/>) Terceirização • (<input type="checkbox"/>) B2B • (<input checked="" type="checkbox"/>) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno • (<input type="checkbox"/>) Outros _____
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de ácido sulfúrico a partir do concentrado de Au
Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais	<ul style="list-style-type: none"> • O concentrado de Au tem alto teor de sulfetos e devido ao tratamento pode ser convertido em ácido sulfúrico
Volume Reaproveitado	<ul style="list-style-type: none"> • Para essa iniciativa, são produzidos 11 kt toneladas de ácido sulfúrico por mês
Novos produtos gerados	<ul style="list-style-type: none"> • Ácido sulfúrico
Investimento (em R\$)	<ul style="list-style-type: none"> • aproximadamente 30M R\$ com retorno da planta de Queiroz

Descrição do processo

De um modo geral, o concentrado de Au passa para uma etapa de ustulação e nessa etapa os sulfetos são convertidos em óxidos. A geração de gás, rico em S, é transformada em ácido sulfúrico.





Título do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • PROJETO UTILIZAÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PARA CONCRETO
Instituições Parceiras	<ul style="list-style-type: none"> • CEFET-MG • EMP • Jasmmin
Fase do Projeto	<p>Em andamento</p> <ul style="list-style-type: none"> • (<input checked="" type="checkbox"/>) Otimização dos produtos • (<input checked="" type="checkbox"/>) Desenvolvimento protótipo piloto • (<input checked="" type="checkbox"/>) Operação Semi-industrial
Modelo de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • (<input type="checkbox"/>) Terceirização • (<input type="checkbox"/>) B2B • (<input checked="" type="checkbox"/>) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno • (<input type="checkbox"/>) Outros _____
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> • Produção concreto convencional e autoadensável com traços de rejeito e/ou estéril
Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais	<ul style="list-style-type: none"> • Rejeito é composto por quartzo, carbonatos, clorita e minerais do grupo das micas • O estéril contém quartzo, clorita, carbonatos, matéria orgânica e minerais do grupo das micas.
Volume Reaproveitado	<ul style="list-style-type: none"> • Para essa iniciativa, a estimativa inicial é reaproveitar 100 t de rejeito e 300 t de estéril mensalmente
Novos produtos gerados	<ul style="list-style-type: none"> • Concretos convencionais e autoadensáveis
Investimento (R\$)	<ul style="list-style-type: none"> • aproximadamente 360 mil reais

Descrição do processo

De um modo geral compreendem as etapas de preparação com etapas de britagem e classificação para o caso do estéril

Rejeito seco e estéril são adicionado na preparação do concreto em substituição ao cimento e agregado miúdo em até 20%.





Título do Projeto

- MINÉRIO DE FERRO BAIXO TEOR

Instituições Parceiras

- N/A

Fase do Projeto

Em andamento

- () Otimização dos produtos
- () Desenvolvimento protótipo piloto
- () Operação Semi-industrial

Modelo de Negócio

- () Terceirização
- () B2B
- () Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- () Outros _____

Bem mineral principal

- Produção de minério de ferro de baixo teor a partir de rejeito de Au calcinado

Tipo do Rejeito/ estéril/Resíduo não minerais

- Rejeito é composto por hematita.

Volume Reaproveitado

- Para essa iniciativa, a estimativa inicial é reaproveitar 100 Mt de rejeito anualmente

Novos produtos gerados

- Minério de Ferro de baixo teor

Investimento

- inicialmente 100 mil reais

Descrição do processo

De um modo geral, o concentrado de Au sulfetado após calcinado e lixiviado, gera um rejeito rico em hematita. O processo consiste no enriquecimento do Fe por separação magnética e geração de briquetes.





Título do Projeto

- REPROCESSAMENTO DE REJEITO DE AU

Instituições Parceiras

- N/A

Fase do Projeto

Em andamento

- () Otimização dos produtos
- () Desenvolvimento protótipo piloto
- () Operação Semi-industrial

Modelo de Negócio

- () Terceirização
- () B2B
- () Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- () Outros _____

Bem mineral principal

- Produção de Au a partir de rejeito de barragem

Tipo do Rejeito/ estéril/Resíduo não minerais

- Rejeito é composto por quartzo, carbonatos, clorita e minerais do grupo das micas
- Au associado a quartzo e sulfetos

Volume Reaproveitado

- Para essa iniciativa, a estimativa inicial é reaproveitar 3 MMt de rejeito

Novos produtos gerados

- Au reprocessado de rejeitos

Investimento (R\$)

- inicialmente 30 mil reais

Descrição do processo

De um modo geral, os estudos indicam lixiviação direta dos rejeitos depositados em barragens já desativadas. Além disso, o rejeito dessa lixiviação será reaproveitado como insumo nos projetos que utilizam resíduos como co produtos para indústria civil.



COCORUTO





Título do Projeto • FERTILIZANTE

Instituições Parceiras • Campo Análises

Fase do Projeto

Em andamento

- () Otimização dos produtos
- () Desenvolvimento protótipo piloto
- () Operação Semi-industrial

Modelo de Negócio

- () Terceirização
- () B2B
- () Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- () Outros _____

Bem mineral principal/

- Produção de pó calcário a partir de esteril

Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais

- O estéril contém carbonatos, quartzo, clorita, matéria orgânica e minerais do grupo das micas.

Volume Reaproveitado

- Para essa iniciativa, a estimativa inicial é reaproveitar 100 t mensal de esteril

Novos produtos gerados

- Pó calcário

Investimento • (em R\$) inicialmente 28k R\$

Descrição do processo

De um modo geral, algumas litologias da mina de Serra Grande/Goiás são ricas em dolomita. O projeto consiste em aproveitar os resíduos do tratamento do Au dessas litologias e geração do pó calcário. O trabalho está em fase de validação de ensaios de mobilidade de metais do produto gerado.



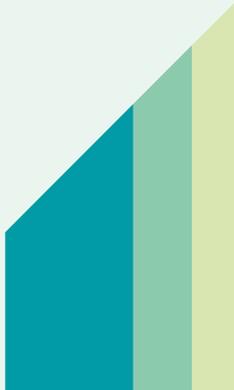


ArcelorMittal

PROJETO REVIVESCER –
CERÂMICA USSU



PROJETO





Título do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • PROJETO REVIVESCER – CERÂMICA USSU
Instituições Parceiras	<ul style="list-style-type: none"> • ArcelorMittal – Mineração Serra Azul • Fundação ArcelorMittal • Lei Estadual de Incentivo à Cultura, por meio da instituição AIC / SABIC
Fase do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • () Em andamento • (x) Concluído
Modelo de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • () Terceirização • () B2B • () Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno • (x) Outros: Coletivo Comunitário / Geração de Renda
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de cerâmica artesanal utilitária com a utilização de rejeito da ArcelorMittal Mineração Serra Azul.
Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais	<ul style="list-style-type: none"> • Composição da cerâmica: bentonita, carbonato de cálcio, caulim, quartzo, feldspato e argila, com adição de rejeito de mineração a seco.
Volume Reaproveitado	<ul style="list-style-type: none"> • Para cada 100g de argila, são adicionados 10g de rejeito de mineração seco. Outras quantidades e usos do rejeito na produção de cerâmica estão em estudo. As peças de cerâmica podem variar de peso conforme tamanho. Na produção do Projeto, estão atualmente entre 200g e 600g.
Novos produtos gerados	<ul style="list-style-type: none"> • Cerâmica utilitária para uso culinário e decoração.
Investimento (R\$)	<ul style="list-style-type: none"> • R\$ 700.000,00

Descrição do processo

A ArcelorMittal busca contribuir de forma positiva nas comunidades em que atua e isso significa ouvir atentamente para entender as expectativas das pessoas e dialogar para construção das parcerias.

O “Projeto Revivescer – Laboratório Criativo de Cerâmica” é uma iniciativa sociocultural para fomento econômico comunitário, a partir de qualificação em produção de

peças artesanais utilitárias de cerâmica e empreendedorismo. Com início em junho de 2023 em um espaço disponibilizado pela ArcelorMittal, chamado Casa da Comunidade, com aplicação de investimento direto e com o patrocínio via Lei de Incentivo à Cultura (LEIC), o projeto atende os moradores residentes de Itatiaiuçu, visando os principais objetivos:

- Ação educativa e protagonizada pela comunidade;
- Oportunidade de um empreendimento comunitário que contribua para o desenvolvimento e diversificação econômica;
- Sustentabilidade a partir da autonomia e do reaproveitamento de resíduos, como o rejeito de mineração.
- Processo colaborativo e artístico para geração de trabalho e renda;



Matéria-prima (minerais)



Coletivo USSU (integrantes)



Preparação do rejeito a seco



Preparação da massa

Assim, o projeto vem desempenhando um papel crucial no desenvolvimento e fortalecimento da comunidade. Os alunos receberam diversas qualificações do processo técnico e hoje possuem autonomia para a produção.

A processo produtivo é totalmente artesanal, iniciando pela preparação da massa com a adição dos minerais, do rejeito de mineração e água. É formada uma massa úmida que é armazenada em espaço coberto e com ventilação para secagem natural. Esta é uma etapa fundamental para a qualidade das peças.

No processo de modelagem manual, os participantes contam com alguns instrumentos para dar forma e acabamento, onde usam de muita criatividade para trazer personalidade às peças. Após esta etapa, é dado início ao processo de queima com uso de um forno elétrico apropriado e seguro à atividade e às pessoas, com alcance de altas temperaturas que chegam a 1.200 graus aproximadamente.

A aplicação do uso do rejeito de mineração neste projeto, mesmo que em



Modelagem manual



Peças em exposição

pequenas proporções, tem o objetivo de acompanhar as tendências mundiais praticadas no mercado, colocando a sustentabilidade no conceito do produto para agregar valor à cerâmica, a partir da visibilidade ao empreendimento comunitário e coletivo.

Com o avançar do projeto, os participantes constituíram a própria marca, por meio de um processo participativo. Hoje, a Cerâmica USSU, é um coletivo comunitário formado em sua maioria por mulheres, que buscam pela autonomia, emprego e renda, além de apostar num futuro valioso para o grupo e para a própria comunidade, tornando-a mais equitativa, resiliente e próspera.





CIRCUITO DO LIXO



PROJETO





Título do Projeto

- PROJETO CIRCUITO DO LIXO

Instituições Parceiras

- Prefeitura Municipal de Caetité
- Rio Energy

Fase do Projeto

Em andamento

- () Otimização dos produtos
- () Desenvolvimento protótipo piloto
- () Operação Semi-industrial

Modelo de Negócio

- () Terceirização
- () B2B
- () Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- () Outros: Cooperativismo/Geração de Renda oriunda da coleta seletiva nos municípios de Caetité e Licínio de Almeida/BA.

Alvo produzido

- Resíduos recicláveis (papel, plástico, metal e vidro), adubo orgânico e húmus.

Tipo do Rejeito/ estéril/ Resíduo não minerais

- N/A

Volume

- 3.500 Toneladas de resíduos recicláveis.

Novos produtos gerados

- Adubo orgânico.

Investimento (em R\$):

- Janeiro/2020 a junho/2024 investimento realizado de aproximadamente R\$ 1.470.466 (um milhão quatrocentos e setenta mil quatrocentos e sessenta e seis reais);
- Investimento anual em 2023 (jan-dez) de aproximadamente R\$ 338.000 (trezentos e trinta e oito mil reais).

Descrição do processo

O projeto Circuito do Lixo é uma iniciativa socioambiental da BAMIN, que tem como principal propósito transformar vidas a partir de oportunidades de negócios pela gestão dos resíduos sólidos (coleta seletiva e compostagem), com a participação direta de catadores e catadoras de materiais recicláveis organizados em cooperativas.

Os principais objetivos do projeto é promover o crescimento econômico sustentável e inclusivo, emprego pleno e produtivo, tornando um trabalho decente para todos; construir infraestruturas resilientes, promover ações inclusivas, e de educação ambiental e fomentar a inovação; e assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.

O projeto destaca-se pelo caráter inovador desde sua concepção, criando um verdadeiro circuito envolvendo vários atores, onde a busca do seu objetivo é fazer a ligação entre cada ação realizada a coleta seletiva, a educação ambiental, o processo de composta-

gem, a horta orgânica e o minhocário. Cada processo não é tratado de forma individual, tendo as ações integradas e a transversalidade como um fator determinante para a sustentabilidade e sucesso desta iniciativa social.

O projeto promoveu a inserção social de Catadores e Catadoras que atuavam no lixão do município de Caetité e fruto desta iniciativa, Cooperados de materiais recicláveis encontram-se estruturados e organizados em cooperativa nomeada COOPERCICLI composta por 19 homens e 10 mulheres, estimulando a economia circular, geração de emprego e renda e crescimento de uma nova cadeia de valor.

A COOPERCICLI participou do II Edital da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA em julho/2022 e foi premiada obtendo a classificação de 1ª (primeira) cooperativa do Nordeste e a 3ª (terceira) colocada geral no Brasil, conforme Parecer N° 85/2022/DIESP-BA/SUEST-BA. A cooperativa foi contemplada com uma premiação correspondente ao valor de \$510 mil reais para





aquisição de equipamentos. Este recurso proporcionou a aquisição de um novo elevador de cargas, um novo caminhão e uma nova prensa.

A BAMIN celebra o reconhecimento da atuação da Coopercicli, estabelecida

pela parceira da cooperativa no projeto Circuito do Lixo, representando a validação da conquista de resultados positivos para o meio ambiente e, principalmente a dignificação do ser humano proporcionando o bem-estar das pessoas beneficiadas.





USO DO COPRODUTO
CARBONATO DE CÁLCIO, NO
BENEFICIAMENTO DA BAUXITA.



PROJETO





Título do Projeto

- USO DO COPRODUTO CARBONATO DE CÁLCIO, NO BENEFICIAMENTO DA BAUXITA.

Instituições Parceiras

- N/A

Fase do Projeto

- Em andamento**
- () Otimização dos produtos
 - () Desenvolvimento protótipo piloto
 - () Operação Semi-industrial

Modelo de Negócio

- () Terceirização
- () B2B
- () Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- () Outros _____

Bem mineral principal

- Bauxita

Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais

- Com o objetivo de reduzir o volume de água de sua Barragem de resíduo de Bauxita, localizada no município de Alumínio/SP, foi desenvolvido uma rota de tratamento de água que passa por um processo de descarbonatação, e essa água pode assim ser reutilizada na refinaria. Esse processo gera um coproduto, o carbonato de cálcio.

Volume Reaproveitado

- 720 t/ano

Novos produtos gerados

- N/A

Investimento (em R\$)

- Não foi necessário investimento em CAPEX para a implementação do projeto.

Descrição do processo

A refinaria de alumina da CBA, localizada na cidade de Alumínio-SP, produz anualmente aproximadamente 730 mil toneladas de óxido de alumínio calcinado. O resíduo de Bauxita gerado nesse processo é desaguado antes de ser acondicionada de forma seca na barragem de resíduos. A água obtida nesse fluxo é rica em soda cáustica e, portanto, é retornada para reutilização na refinaria de alumina. Essa água também possui carbonato de sódio, devido à carbonatação do hidróxido de sódio. Para remover o carbonato de sódio, é necessário uma reação de dupla troca com hidróxido de cálcio. Esse procedimento gera carbonato de cálcio, que é precipitado e retirado do sistema por meio de filtros prensa.

O carbonato de cálcio gerado possui características alcalinas, com pH de 12,1 e pode ser usado como auxiliar em diversos processos que requerem correção de acidez.

No beneficiamento de bauxita, o minério é cominuído em britadores (primário e secundário) de rolo dentado, e desagregado



Rejeito antes e depois da utilização do carbonato

por meio de *scrubagem*. Em seguida, é classificado em peneiras vibratórias (primária e secundária) de movimento linear com corte de 0,8 mm.

A bauxita retida é o nosso produto, enquanto o material passante segue para a barragem como rejeito. Devido à natureza ácida do minério de alumínio, o pH do rejeito fica em torno de 5,5, resultando em uma tensão superficial da água que impede a decantação das partículas coloidais. Isso mantém o reservatório com alta turbidez. Para permitir a decantação dos coloides na barragem, utilizávamos cal em gel para corrigir o pH da água, permitindo a clarificação da água da barragem.



Carbonato de cálcio gerado no processo



Dosagem do carbonato de cálcio com a bauxita



Bauxita lavada na etapa de peneiramento

Para corrigirmos o pH do rejeito antecipadamente, iniciamos a adição de carbonato de cálcio ao processo de beneficiamento, junto com a bauxita ROM alimentada na usina. Além de cumprir sua função de correção de pH, o carbonato de cálcio também melhorou a eficiência da lavagem. Sua natureza básica atuou como um agente detergente, facilitando o descolamento entre as partículas e o escoamento das partículas abaixo de 0,8 mm pelas telas de classificação e, por consequência, melhorando a classificação e o desaguamento nas peneiras.

Como resultado, a produção final apresentou maior qualidade em relação ao teor de sílica reativa (contaminante). Durante seis meses de testes industriais, conseguimos uma melhoria no teor de sílica reativa, diante da produção planejada, quando comparado a diferença entre o resultado obtido em laboratório e o resultado efetivo na usina, reduzimos o gap entre 2023 e 2024 para sílica reativa e começamos a enxergar uma redução no gap da alumina aproveitável, indicando um ganho no processo, refletido também na eficiência de lavagem, indicador do processo que aumentou no acumulado dos últimos seis meses.



Esses resultados terão impacto positivo no desempenho geral da refinaria, reduzindo o consumo de soda cáustica, benefício em custo evitado. Além disso, o material melhorou a manipulação operacional, com baixa aderência em chutes, correias transportadoras, caçambas de pá-carregadeira, caminhões e vagões. O efeito esperado também se mostrou eficaz na estabilização do pH da água da barragem de rejeitos de Mirai, mantendo a água clarificada dentro dos padrões exigidos para retorno ao meio ambiente, com pH entre 6 e 9 e turbidez abaixo de 100 NTU, sem a necessidade de dosagens na Estação de Tratamento de Água - ETA, passando a servir apenas como um controlador inteligente de qualidade.

Em síntese, tratamos de uma iniciativa ligada à circularidade que permite o uso de um resíduo do processo de produção da alumina gerando diversas melhorias nos processos de sua produção e concentração da bauxita, com destaque para a redução na sílica reativa do minério beneficiado e consequente redução de uso de insumos na etapa de refino. Além de uma série de benefícios ambientais, como a redução de desgaste, de combustível nas movimentações de minério e, principalmente, na qualidade da água da barragem de Mirai, com a melhor ocupação faunística no entorno do lago agora clarificado.



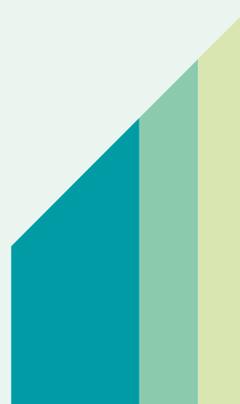
- RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS DE TIJOLOS REFRAATÓRIOS

- DESENVOLVIMENTO DE ROTA PARA PRODUÇÃO DE MAGNETITA A PARTIR DO REJEITO DO PROCESSAMENTO DE PIROCLORO.

- DESENVOLVIMENTO DE ROTA DE PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE CONCENTRADO DE BARITA, A PARTIR DOS REJEITOS DA ETAPA DE CONCENTRAÇÃO DE PIROCLORO



PROJETO





Título do Projeto:

- RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS DE TIJOLOS REFRAATÓRIOS

Instituições Parceiras:

- RHI Magnesita

Fase do Projeto:

- Concluído**
- () Modelagem Teórica
 - () Ensaios Laboratoriais – Caracterização
 - () Ensaios de Bancada – Desenvolvimento do produto

Modelo de Negócio:

- () Terceirização
- () B2B
- () Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- () Outros _____

Bem mineral principal: Bem mineral principal:

- N/A

Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais

- Tijolos refratários

Volume Reaproveitado:

- 923,60 t (Referência 2023)

Novos produtos gerados:

- Tijolos Refratários

Investimento:

- O R\$ (utiliza-se infraestrutura já existente)
- Custo de cerca de R\$ 120 mil / ano com a operação (recuperação dos tijolos)

Descrição do processo:

Os resíduos refratários gerados no Departamento de Ligas Especiais da CBMM são recuperados internamente e através do correto manuseio, limpeza e classificação, devolvidos à RHI Magnesita como matéria prima secundária de alta qualidade e desempenho para serem reinseridos no seu processo produtivo. Atualmente, estes materiais recuperados e reprocessados são retornados ao mercado nacional.

Em 2023, com a recuperação de 923,60 toneladas de resíduos refratários gerados

e recuperados na CBMM, ocorreu a redução de aproximadamente 1.460 toneladas de emissões de CO₂ e no processo da RHI Magnesita.

Como próximo passo nesse trabalho de circularidade, o time técnico da RHI Magnesita em conjunto com a CBMM, está atuando no desenvolvimento e viabilidade de fornecimento de “tijolos verdes” no mercado nacional, produzidos a partir da inserção de matéria-prima secundária recuperada também pela Companhia.



Foto tijolo refratário recuperado

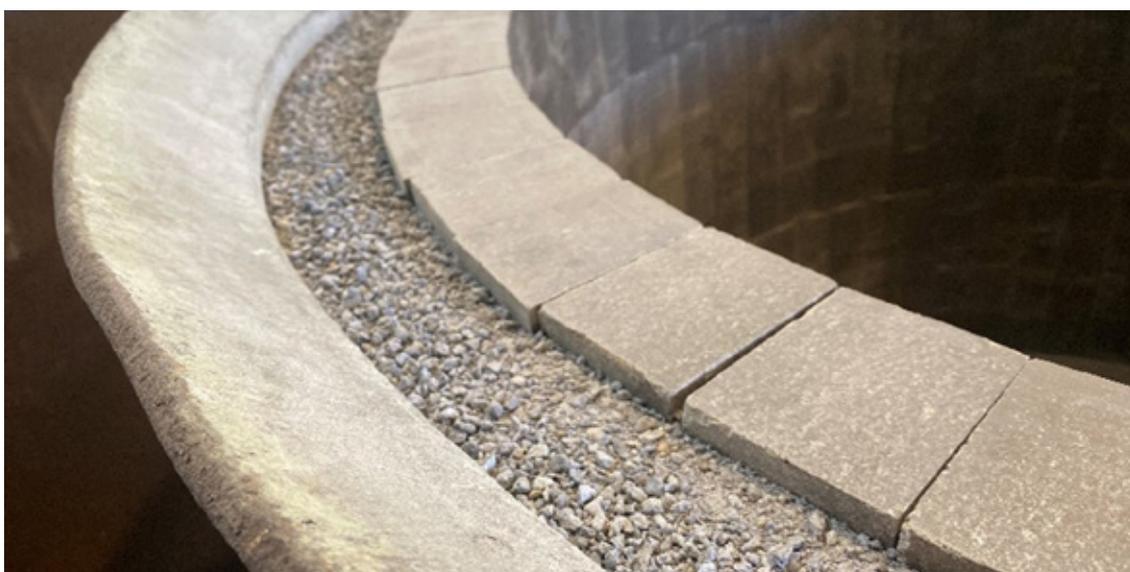


Foto tijolo refratário reutilizado



Título do Projeto:

- DESENVOLVIMENTO DE ROTA PARA PRODUÇÃO DE MAGNETITA A PARTIR DO REJEITO DO PROCESSAMENTO DE PIROCLORO.

Instituições Parceiras:

- N/A

Fase do Projeto:

- **Concluído**
- () Modelagem Teórica
- () Ensaios Laboratoriais – Caracterização
- () Ensaios de Bancada – Desenvolvimento do produto

Modelo de Negócio:

- () Terceirização
- () B2B
- () Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- () Outros _____

Bem mineral principal:

- Pirocloro

Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais

- Rejeito magnético do processo de beneficiamento de pirocloro, composto por hematita e magnetita majoritariamente.

Volume Reaproveitado:

- 920.148 t (Referência 2023)

Novos produtos gerados:

- Minério de ferro

Investimento (em R\$)

- R\$ 852 mil em 2023.

Descrição do processo

O rejeito magnético gerado através de separação magnética, onde a fração magnética segue para uma etapa de

ciclonagem para redução de contaminantes, o material com >60% Fe é então desaguado para posterior comercialização.



Ciclonagem do rejeito magnético.







Título do Projeto

- DESENVOLVIMENTO DE ROTA DE PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE CONCENTRADO DE BARITA, A PARTIR DOS REJEITOS DA ETAPA DE CONCENTRAÇÃO DE PIROCLORO

Instituições Parceiras

- N/A

Fase do Projeto:

- Concluído**
- () Modelagem Teórica
 - () Ensaios Laboratoriais – Caracterização
 - () Ensaios de Bancada – Desenvolvimento do produto

Modelo de Negócio:

- () Terceirização
- () B2B
- () Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- () Outros _____

Bem mineral principal:

- Pirocloro

Tipo do Rejeito/ Estéril/Resíduo não minerais

- O concentrado de barita é proveniente do rejeito de flotação, composto por hematita, goethita, barita, outros.

Volume Reaproveitado:

- 35.496 t (referência 2023)

Novos produtos gerados:

- Concentrado de barita

Investimento

- Foram investidos mais R\$ 2,61 milhões em 2023 para atingir uma capacidade de produção 40% maior, resultando em 42 mil toneladas por ano.

Descrição do processo:

O processo de concentração de barita na CBMM é realizado a partir do processamento dos rejeitos da etapa de concentração de nióbio. Parte do rejeito final da etapa de flotação é adensado em hidrociclones

para posterior condicionamento e flotação direta da barita em colunas de flotação. O produto com > 85% de BaSO_4 é desaguado para posterior comercialização, na forma de concentrado de barita.



Vista do circuito de flotação para concentração de barita.





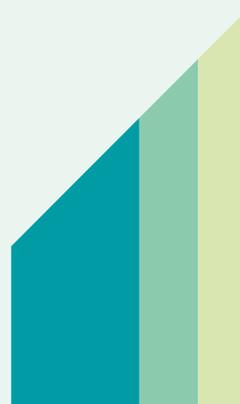


DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
PARA REÚSO DE AREIA DE MINERAÇÃO:
PRIMEIRO CENTRO DE EDUCAÇÃO
AMBIENTAL DO BRASIL CONSTRUÍDO
COM REJEITOS DE MINERAÇÃO.

TECNOLOGIA APLICADA A
TRANSFORMAÇÃO DO RESÍDUO
ORGÂNICO EM MATÉRIA ORGÂNICA



PROJETO





Título do Projeto:

- DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA REÚSO DE AREIA DE MINERAÇÃO: PRIMEIRO CENTRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DO BRASIL CONSTRUÍDO COM REJEITOS DE MINERAÇÃO.

Instituições Parceiras

- Isobloco;
- Prefeitura de Congonhas.

Fase do Projeto:

- Concluído**
- () Modelagem Teórica
 - () Ensaios Laboratoriais – Caracterização
 - () Ensaios de Bancada – Desenvolvimento do produto

Modelo de Negócio:

- () Terceirização
- () B2B
- () Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- () Outros _____

Bem mineral principal/

- N/A

Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais

- 85% de rejeito (areia de mineração) e 15% de pó de rocha.

Volume Reaproveitado

- 9.068 kg

Novos produtos gerados

- Concreto nanocelular (produto) e pré-moldados (subprodutos).

Investimento (em R\$)

- R\$ 292.700,00

Descrição do processo

O Grupo J. Mendes, desenvolveu junto a Isobloco (empresa com foco em concreto nanocelular, localizada em Marechal Deodoro – AL) o projeto de incorporação de rejeito de minério de ferro (areia de mineração – rejeito provindo do processo de separação magnética) da J. Mendes na formulação padrão da Isobloco, tendo como principal desafio a criação do concreto nanocelular (produto) e pré-moldados (subprodutos), utilizando o máximo de rejeito possível, mantendo a resistência mecânica da formulação padrão da Isobloco (no mínimo 3 Mpa para blocos de vedação) e preservando a relação de custo de fabricação, uma vez que, muita aditivização encarece o produto.

Após vários testes e ensaios laboratoriais promovidos pelo SENAI de Alagoas, o objetivo geral foi cumprido com sucesso, resultando em uma linha Isobloco EcoMining, com dosagem de 85% de rejeito de mineração (areia de mineração) e 15% de pó de rocha, sendo essa, escolhida como formulação ideal para o desenvolvimento dos blocos e lajes, para construção do primeiro centro de educação ambiental do Brasil construído com rejeitos de mineração, onde esse, está localizado em Congonhas/MG, no Parque Ecológico da Cachoeira – espaço cedido pela Prefeitura de Congonhas/MG, em parceria com a J. Mendes.

O Centro de Educação Ambiental de Congonhas/MG, possui 3 (três) módulos do Isobox Modular, nas dimensões de 6,00m x 2,55m x 2,75m (CxLxH), pesando entre 10 toneladas e 12 toneladas cada módulo. O Isobox Modular consiste em um módulo em formato

de container com vedações verticais e horizontais em paredes no Sistema Isobloco 10 (blocos de 10x30x60cm); laje piso no Sistema Isolaje Modular 7x30 (lajotas de 7x30x60cm); e laje forro no Sistema Isolaje Modular 7x60 (lajotas de 7x60x30cm), obtendo-se a composição final conforme demonstrado no protótipo abaixo:

O total de areia de mineração consumida para a produção das vedações foi de 9.068 kg (nove mil e sessenta e oito quilogramas), desse total, para a produção do Isobloco 10, foram consumidos de 4.752 kg (quatro mil, setecentos e cinquenta e dois quilogramas) de rejeito e para a produção da Isolaje Modular 7 foram consumidos de 4.316 kg (quatro mil, trezentos e dezesseis quilogramas).

No dia 28 de maio de 2024, foi entregue a prefeitura de Congonhas/MG o Centro de Educação Ambiental (conforme foto abaixo).



Além do projeto entregue, está em estudo de viabilidade, a implantação da fábrica móvel de isoblocos, onde, estima-se que a expectativa de consumo de rejeito (areia de mineração) de uma fábrica móvel é de 12 ton./turno (doze toneladas por turno de trabalho). Levando em conta 22 (vinte e dois) dias trabalhados em apenas um turno, seriam 264 ton./mês (duzentos e sessenta e quatro toneladas por mês). Reiterando que a produção do concreto nanocelular pode acontecer em no máximo 2 turnos (sem levar em conta a possibilidade de um terceiro turno só para produção de paver para pavimentação de vias secundárias e calçadas), o que dariam 528 ton./mês (quinhentos e vinte e oito toneladas de rejeito por mês), ao operar em capacidade máxima. Em relação ao consumo anual: seriam 3.168 ton./ano/turno (três mil, cento e sessenta e oito toneladas de rejeito por ano, para cada turno de trabalho). Caso atinja a capacidade máxima de produção dos 2 turnos, o total anual seria de 6.336 ton./ano.

As vantagens que o projeto traz, estão relacionadas a:

- Redução de Custos: o CCI – Concreto Celular Isobloco 85% de rejeito (areia de mineração) e 15% de pó de rocha, produzido através do rejeito provindo da Ferro+, tem um custo equivalente ao concreto fabricado com areia natural, proporcionando uma solução econômica sem comprometer a qualidade;
- Sustentabilidade: alinhado aos ODS, o CCI contribui para a redução de emissões de CO₂, diminui o consumo de água em até 60%, e promove o reúso de sobras e resíduos industriais, favorecendo a economia circular;
- Inovação e Eficiência: o CCI é ideal para Habitação de Interesse Social (HIS) e outras aplicações que demandam alta performance em isolamento termoacústico, corta-fogo, antiumidade, antimofa e rapidez e praticidade na execução.





Título do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • TECNOLOGIA APLICADA A TRANSFORMAÇÃO DO RESÍDUO ORGÂNICO EM MATÉRIA ORGÂNICA
Instituições Parceiras	<ul style="list-style-type: none"> • Prefeitura de Piracema – MG; • EMATER Piracema – MG.
Fase do Projeto:	<ul style="list-style-type: none"> • () Em andamento • (x) Concluído
Modelo de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • () Terceirização • () B2B • (x) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno • () Outros _____
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais	<ul style="list-style-type: none"> • (indicar os principais minerais ou substâncias que compõem do rejeito/esteril produzido ou resíduos não minerário) • Resíduo orgânico provindo do refeitório.
Volume Reaproveitado	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
Novos produtos gerados	<ul style="list-style-type: none"> • Matéria orgânica (produzido nas unidades de mineração da J. Mendes, através de composteira elétrica industrial)
Investimento (em R\$)	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo J. Mendes: R\$ 516.279,00 (Valor total) • Ferro+ Mineração: R\$ 311.279,00 • JMN Mineração: R\$ 205.000,00

Descrição do processo

Os resíduos orgânicos gerados nas unidades de mineração do Grupo J. Mendes (Ferro+ e JMN Mineração), encontram-se enquadrados no tipo de resíduos que são encaminhados para aterros sanitários. Pensando nas possibilidades e impactos que os resíduos orgânicos podem causar, a Ferro+ e JMN Mineração, buscam dar a destinação ambientalmente adequada para esses resíduos, transformando-o em matéria orgânica.

Para isso, foi feito uma busca em mercado, sobre soluções tecnológicas e eficientes para a transformação do resíduo orgânico, onde, os funcionários não sejam expostos a riscos, e o resíduo possa ser reaproveitado, atendendo os três pilares da sustentabilidade (econômico, social e ambiental).

Com base nessas premissas, foi identificado a composteira elétrica fabricada pela Topema Innovations. Essa, possui duas linhas, sendo, residências e industriais, onde, os equipamentos da linha industrial possuem três categorias, de 30 kg, 100 kg e 300 kg.

Desta forma, para atendimento da Ferro+, optou-se pela compra do equipamento que comporta 300 kg, e para a JMN, foi feito a aquisição de duas composteiras que comportam 100 kg/cada. Ambos os equipamentos, possuem como característica, o tempo de processamento dos resíduos, que varia entre 6 e 18h, a depender da forma como os resíduos orgânicos se apresentam. Considerando a quantidade de líquido no resíduo, a máquina leva mais tempo para processar.

Nas imagens abaixo, é possível notar o antes dos resíduos serem processados,



Antes



Depois

e depois dos resíduos processados e transformados em matéria orgânica.

Desta forma, foi feito o estudo de viabilidade e identificado que, a longo prazo o equipamento traz ganhos financeiros para empresa, além de deixar de destinar os resíduos orgânicos em aterros sanitários, sendo esse, um ganho ambiental muito relevante. Como ganhos sociais, podemos citar as atividades socioambientais promovidas com as prefeituras, internamente e setores agrícolas, onde, foi feito a análise da matéria orgânica, e promovido eventos de doação e divulgação do produto, conforme demonstrado nas imagens abaixo.



lundin mining

- REAPROVEITAMENTO DE REJEITO, RESÍDUO MINERAL DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CONCENTRADO DE COBRE DA LUNDIN MINING PARA GERAÇÃO DE REMINERALIZADOR DE SOLO AGRÍCOLA.

- PRODUÇÃO DE TECNOSOLOS PARA FINS DE FECHAMENTO DE MINA



PROJETO

lundin mining

Título do Projeto

- REAPROVEITAMENTO DE REJEITO, RESÍDUO MINERAL DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CONCENTRADO DE COBRE DA LUNDIN MINING PARA GERAÇÃO DE REMINERALIZADOR DE SOLO AGRÍCOLA

Instituições Parceiras

- Apoio técnico da Mineragro que é uma empresa privada de pesquisa agronômica especializada no tema e que possui parceria com a UnB, Embrapa, UFG, Unesp e IFMS.

Fase do Projeto:

- () Em andamento
- (**x**) **Concluído**

Modelo de Negócio

- () Terceirização
- () B2B
- () Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- (**x**) Outros: Empresa para consumidor, através da cessão da operação a algum parceiro fabricante de fertilizantes.

Bem mineral principal

- Remineralizador de micaxisto categorizado como agromineral silicático.

Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais

- O rejeito, resíduo mineral do processo de produção de concentrado de cobre da Lundin Mining categorizado como agromineral silicático.

Volume Reaproveitado

- O plano de negócios elaborado pela Lundin Mining em 2024 prevê o potencial de comercialização anual de 2 milhões de toneladas do produto em uso alternativo como remineralizador de solos.

Novos produtos gerados

- Remineralizador agrícola de micaxisto, produto aprovado pelo MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

Investimento (em R\$)

- 1.451.746,25

Descrição do processo

A Lundin Mining considerando seus valores ESG, busca alternativas para a utilização do rejeito, considerando principalmente economia da região centro norte do estado de Goiás, que entre outras, possui vocação agrícola. Atualmente a operação da Lundin Mining localizada em Alto Horizonte, Goiás, gera cerca de 24 milhões de ton de rejeito por ano.

O rejeito, resíduo mineral do processo de produção de concentrado de cobre da Lundin Mining é categorizado pelo MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento como um agromineral silicático remineralizador de solo. O Brasil atualmente importa 85% dos fertilizantes agrícolas. A meta do Plano Nacional de Fertilização é produzir 50% internamente até 2050. Neste cenário o potencial de contribuição dos remineralizadores não pode ser negligenciado. Hoje o país utiliza 3 milhões de ton/ano de remineralizadores agrícolas. A expectativa é chegar a 75 milhões de ton/ano até 2050.

A partir destes entendimentos foram realizadas pesquisas com apoio técnico

da Mineragro que é uma empresa privada de pesquisa agrônômica especializada no tema e que tem parceria com a UnB, Embrapa, UFG, Unesp e IFMS. Após realizar experimentos em ambiente controlado, casa de vegetação, e observar resultados promissores, foi realizado um plantio de soja, safra 2021/2022, com o uso do remineralizador em uma estação experimental de 900 hectares para testes de eficiência agrônômica no município de Ipameri – GO.

Os resultados da colheita da soja confirmaram as expectativas promissoras. Dentre os principais nutrientes disponibilizados pelo remineralizador destacam-se o potássio e o cobre. O potássio é um dos nutrientes mais requerido pelas plantas, ficando atrás somente do nitrogênio. Este nutriente regula a translocação de nutrientes na planta. Auxilia no transporte e armazenamento de carboidrato. Incrementa a absorção de nitrogênio e a síntese de proteínas. Bem como atua conferindo o amadurecimento em frutíferas e o enchimento de grãos.



Figura 1: Testes iniciais com uso de remineralizador em ambiente controlado.

Crédito das fotos: Lundin Mining.



Figura 2 - Plantio de soja com uso de remineralizador em Estação Experimental de eficiência agrônômica. Crédito das Fotos: Mineragro.

A produtividade média do plantio com uso do remineralizador originado do rejeito da Lundin Mining chegou a 82,5 sacos/ha, performance superior a área plantada com o remineralizador referência de mercado e a área plantada sem nenhuma aplicação de remineralizador. Outros importantes indicadores de produtividade como número de plantas de soja por hectare e peso de mil sementes (PMS), também apresentaram performance superior.

Posteriormente a colheita da soja, foi realizado o plantio do sorgo no mesmo local e a colheita da safrinha iniciou na primeira semana de agosto de 2022. Em

2024 completou-se o terceiro ano seguido considerando os plantios de soja na safra e sorgo na safrinha. Nos três anos, levando em conta as safras 2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024 os resultados das colheitas foram satisfatórios.

Ainda durante o segundo semestre de 2022 a Lundin Mining solicitou formalmente a aprovação do produto junto ao MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, órgão que regulamenta o tema. Em janeiro de 2023 o produto foi oficialmente reconhecido pela MAPA como um novo remineralizador de solos, ou seja, apresenta melhoria na qualidade do solo e



Figura 3 - Carregamento do remineralizador na área da barragem e utilização do produto em plantio experimental em escala operacional em Estação Experimental de eficiência agrônômica.

Crédito das Fotos: Lundin Mining.

eficiência agrônômica, sem causar danos ao meio ambiente.

Diante da aprovação do produto junto ao MAPA, a Lundin Mining desenvolveu com apoio técnico da KPMG o plano de negócios ao longo do segundo semestre de 2023 e primeiro semestre de 2024. O Business Plan prevê o potencial de comercialização anual de 2 milhões de toneladas do produto como remineralizador de solos. Foi identificado um raio de atuação de até 500 km considerando a demanda de várias culturas agrosilviculturais distintas, divididos em 03 regiões, local, regional e macrorregional,

chegando a outros estados, além de Goiás. A estratégia para início de produção comercial passa pela cessão da operação a algum parceiro fabricante de fertilizantes. A previsão para chegada do produto ao mercado é de 01 a 02 anos.

Por fim a utilização do rejeito como fonte de matéria prima para produção de remineralizador agrícola tem se demonstrado uma promissora ferramenta para promoção da economia circular, bem como conota ser uma das possíveis respostas ao crescente desafio do setor de mineração para encontrar alternativas técnicas a deposição e acúmulo de rejeitos em barragens.



Figura 4: Plantio experimental sorgo safrinha 2022 com uso de remineralizador.

Crédito das Fotos: Mineragro



Figura 5: Colheita em plantio experimental em escala operacional utilizando o remineralizador de solos.
Crédito das Fotos: Lundin Mining.

lundin mining

Título do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • PRODUÇÃO DE TECNOSOLOS PARA FINS DE FECHAMENTO DE MINA
Instituições Parceiras	<ul style="list-style-type: none"> • Apoio técnico da Mineragro que é uma empresa privada de pesquisa agrônômica especializada no tema e que possui parceria com a UnB, Embrapa, UFG, Unesp e IFMS.
Fase do Projeto:	<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Em andamento • <input type="checkbox"/> Concluído
Modelo de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Terceirização • <input type="checkbox"/> B2B • <input checked="" type="checkbox"/> Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno • <input checked="" type="checkbox"/> Outros _____
Bem mineral principal/	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnosolo que é uma nova classe de solo reconhecida pela FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations), oriundo do rejeito de beneficiamento do concentrado de cobre.
Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais	<ul style="list-style-type: none"> • O rejeito, resíduo mineral do processo de produção de concentrado de cobre da Lundin Mining categorizado como agromineral silicático.
Volume Reaproveitado	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo elaborado prevê o reuso de 2750000 toneladas de rejeito para criação de Tecnossolos a ser utilizado, como uso alternativo, nas atividades de fechamento das pilhas de estéril da Lundin Mining.
Novos produtos gerados	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnosolo que é uma nova classe de solo reconhecida pela FAO (<i>Food and Agricultural Organization of the United Nations</i>).
Investimento (em R\$)	<ul style="list-style-type: none"> • 412.000,00

Descrição do processo

Todo processo de lavra e beneficiamento, gera pilhas de rocha estéril bem como rejeitos. Em Chapada, por ano, são movimentadas 47 milhões de toneladas de estéril e geradas 24 milhões de toneladas de rejeito.

O planejamento para recuperação das pilhas de estéril pós encerramento das atividades operacionais é de suma importância e deve ser feito já durante as etapas de instalação e operação dessas estruturas. A Lundin Mining comprometida com seus valores ESG e seu sistema de gestão de mineração responsável, está investido em pesquisas para uso alternativo dos rejeitos, além de estudos visando a reabilitação das pilhas de estéril.

Nesse sentido a Lundin Mining contou com o apoio técnico a Mineragro, empresa de pesquisa parceira da Embrapa, UnB, UFG, Unesp e IFMS para viabilizar a utilização do rejeito como material para formação de solo artificial, também conhecido como tecnossolos, a ser utilizado na vegetação das pilhas de estéril, pois a obtenção de solo é um dos principais desafios para a reabilitação dessas estruturas.

A utilização do conceito de tecnossolos no material estocado em pilhas ou barragem de rejeitos destaca-se como uma alternativa promissora para conservação de solos ainda não impactados por atividades antrópicas. Com o uso desta técnica, as barragens e pilhas podem ser devolvidas ao meio ambiente servindo de suporte para recuperação ambiental, provendo condições básicas para o restabelecimento de espécies vegetais, assim como formar solos de qualidade, seja para produção agrícola ou florestal, promovendo a fixação de carbono, dentre outras possibilidades. Por isso Tecnossolo é uma nova classe de solo reconhecida pela FAO (*Food and Agricultural Organization of the United Nations*).

Dessa maneira as pesquisas utilizando vários tecnossolos distintos, que são misturas de rejeito e solo, iniciaram em um ambiente controlado de casa de vegetação. Os resultados iniciais com o cultivo da braquiária confirmaram as expectativas promissoras. Após as atividades em casa de vegetação a Lundin Mining tomou a decisão de instalar e testar um experimento com em uma pilha de estéril



Instalação do experimento em pilha de estéril localizada na Lundin Mining.

Crédito das Fotos: Lundin Mining.

localizada dentro de suas operações no município de Alto Horizonte, Goiás.

O objetivo desta fase em campo foi avaliar proporções de misturas de tecnossolos, visando o recobrimento das pilhas de



Desenvolvimento do experimento em campo entre outubro de 2022 e janeiro de 2023.

Crédito das Fotos: Lundin Mining.

estéril, em resposta da produtividade da braquiária. Foram avaliadas 03 concentrações distintas de tecnossolos além de um tratamento controle com 100% de solo natural do bioma Cerrado.

A escolha da braquiária para revegetação da pilha de estéril teve o objetivo de proporcionar usos futuros desta estrutura voltados para a agropecuária. Uma das principais atividades econômica do estado de Goiás. Após 160 dias de semeadura os parâmetros avaliados para determinação viabilidade do uso de braquiária com tecnossolo foram MSPA – Massa Seca da Parte Aérea, número de touceiras por hectare, porcentagem de cobertura do solo e temperatura do solo.

Foi obtida uma produtividade de cerca de 5.196 kg/ha de MSPA – Massa Seca da Parte Aérea. Esse resultado de produtividade pode ser considerado satisfatório, considerando que outros estudos no bioma Cerrado com latossolo vermelho contendo fertilidade adequada encontram resultados de 2.855 e 3.063 kg/ha. A utilização tecnossolo mostrou se favorável como substrato para o estabelecimento de vegetação de cobertura para fechamento de estruturas operacionais de mineração, pilha de estéril. Todos os parâmetros apresentaram bons resultados e viabilidade econômica.

Os tecnossolos melhoraram a qualidade do solo, sem prejuízo ao meio ambiente, proporcionando boa fertilidade, melhor a atividade microbiana e vegetal.

O experimento evidencia que o uso do tecnossolo contribui na conservação e preservação de solos, diminuindo a pressão para novas áreas de empréstimo de solos preservados, para fins de fechamento sustentável e recuperação das pilhas de estéril.

O tecnosolo criado a partir do rejeito, demonstrou ser uma alternativa viável para a reabilitação das pilhas de estéril visando o uso futuro dessas estruturas

voltado ao principal setor produtivo do estado de Goiás, o agronegócio. Um exemplo claro de fomento a economia circular e prática ESG.



Primeira avaliação de campo realizada abril de 2023.
Crédito das Fotos: Lundin Mining.



Segunda avaliação anual de campo realizada em maio de 2024.
Crédito das Fotos: Lundin Mining.



- BASICA PRO
- EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS



PROJETO





Título do Projeto • BASICA PRO

Instituições Parceiras • N/A

Fase do Projeto:

- () Em andamento
- (**x**) **Concluído**

Modelo de Negócio

- () Terceirização
- () B2B
- (**x**) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- () Outros _____

Bem mineral principal

- Fertilizante Mineral Complexo obtido através da neutralização de ácido fluossilícico com cal e calcário.

Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais

- Ácido fluossilícico

Volume Reaproveitado

- 40 mil toneladas de ácido fluossilícico, componente residual gerado na fabricação de fertilizantes fosfatados solúveis.

Novos produtos gerados

- Condicionador de solo, com teores de silício (Si) e cálcio (Ca), pode ser aplicado tanto no preparo de solo quanto em soqueiras de cana-de-açúcar, garantindo complemento nutricional ao canavial e potencializando a adubação fosfatada.

Investimento (R\$)

- Cerca de US\$ 10 milhões para adequação e construção de fábrica para o processo de produção.

Descrição do processo

Anualmente, o Complexo Industrial de Uberaba produz cerca de 40.000 toneladas de ácido fluossilícico. Deste volume produzido, cerca de 20 a 25% são descartados e neutralizados na Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos gerando resíduo após o tratamento.

Este processo possui um elevado custo operacional devido à necessidade de consumo de calcário e cal para neutralização, além da necessidade de adequação do pátio de secagem, espaço para armazenagem e operação de dragagem destes resíduos.

Diante disso, a empresa desenvolveu um novo produto chamado Basica PRO, obtido pela neutralização direta do ácido fluossilícico com cal virgem, produzindo valor agrônômico agregado e aumentando o ciclo de vida dos recursos naturais. Hoje,

são produzidas cerca de 20 mil toneladas de Basica PRO / ano.

A empresa utiliza o índice técnico de consumo do calcário (t calcário/m³ água descartada) na ETEL (Estação de Tratamento de Efluente Líquido) de UBA 3 (Unidade de Uberaba 03) como base para o cálculo e contabilização da redução dos gases emitidos. O projeto faz parte de iniciativa Net-Zero Global da empresa, com meta até 2040.

Como resultados, cabe destacar a redução significativa da geração de resíduos das lagoas de tratamento, das operações de dragagem destas lagoas. Ainda, também houve redução do risco de arraste de sólidos para recursos hídricos próximos e também dos custos com pátio de secagem de resíduos das lagoas de tratamento.







Título do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS
Instituições Parceiras	<ul style="list-style-type: none"> • Yatto, Zaraplast, Grupo Embrasa, Tectextil, Teixeira Textil e Braskem.
Fase do Projeto:	<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Em andamento • <input type="checkbox"/> Concluído
Modelo de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Terceirização • <input type="checkbox"/> B2B • <input checked="" type="checkbox"/> Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno - Pioneirismo na aplicação da tecnologia (iniciativa em conjunto ao fornecedor de embalagens e o fabricante de resina) • <input type="checkbox"/> Outros
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais	<ul style="list-style-type: none"> • Embalagens convencionais (big bags e sacarias), ou seja, resíduos de polipropileno e polietileno
Volume Reaproveitado	<ul style="list-style-type: none"> • O projeto até o momento reaproveitou 70 ton de embalagens.
Novos produtos gerados	<ul style="list-style-type: none"> • Todo o material proveniente da logística reversa é utilizado na fabricação de novas embalagens na proporção de 50% matéria prima virgem e 50% matéria prima reciclada. • Até o momento já expedimos mais de 1.000.000 de embalagens com esta característica.
Investimento (em R\$)	<ul style="list-style-type: none"> • Para fazer parte deste processo não foi necessário nenhum investimento em dinheiro pela Mosaic, pois entrou com a sua estrutura operacional contemplando recursos humanos e materiais.

Descrição do processo

O projeto da Mosaic foi concebido por meio de uma parceria da Zaraplast e Braskem, quando lançamos a primeira embalagem do agronegócio contendo 30% de resina de polipropileno de pós consumo (PCR) da Braskem, sendo convertido em embalagem pela Zaraplast.

Como segunda etapa, foi iniciada uma parceria com a Yatto, start-up especializada em logística reversa e economia circular, e nossos fornecedores (Embrasa, Tectextil e Teixeira Textil e Zaraplast) a fim de criar uma estrutura robusta de homologação, certificação e auditoria deste processo para garantir a cadeia de logística reversa e economia circular.

A utilização de resina de pós consumo (PCR), além de minimizar o consumo de fontes não renováveis contribui com o meio ambiente, pois contribui na redu-



ção da emissão de CO₂, água e demais recursos naturais na proporção de 14% e 18% respectivamente.





- DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES INDUSTRIAIS PARA A JAROSITA
- INSUMOS AGRÍCOLAS



PROJETO





Título do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES INDUSTRIAIS PARA A JAROSITA
Instituições Parceiras	<ul style="list-style-type: none"> • Geeco Materiais e Engenharia (Startup) • UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais • UNA – Centro Universitário • WEG Tintas
Fase do Projeto:	<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Em andamento • <input type="checkbox"/> Concluído
Modelo de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Terceirização • <input type="checkbox"/> B2B • <input checked="" type="checkbox"/> Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno • <input type="checkbox"/> Outros
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> • Matéria-prima para produção de tintas, aditivo cimentício e tijolos ecológicos.
Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais	<ul style="list-style-type: none"> • A Jarosita $((\text{NH}_4)\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6)$ é um resíduo metalúrgico produzido nas refinarias de zinco das unidades da Nexa. Etapa de remoção de ferro por meio da adição de sulfato de amônio que ocorre para purificar o eletrólito que será enviado para produção de zinco metálico na eletrorrecuperação.
Volume Reaproveitado	<ul style="list-style-type: none"> • Primeiros anos: 7 kt/ano • Terceiro ano em diante: 30 a 40 kt/ano
Novos produtos gerados	<ul style="list-style-type: none"> • Insumo para produção de pigmentos para tintas industriais • Aditivos cimentícios para produção de concreto. • Tijolos ecológicos (geopoliméros)
Investimento (em R\$)	<ul style="list-style-type: none"> • 4 M BRL, com 50% de contrapartida FINEP e parceria com a WEG Tintas – Fomento não reembolsável • 500 k BRL, com 50% de contrapartida FAPEMIG – Fomento não reembolsável

Descrição do processo

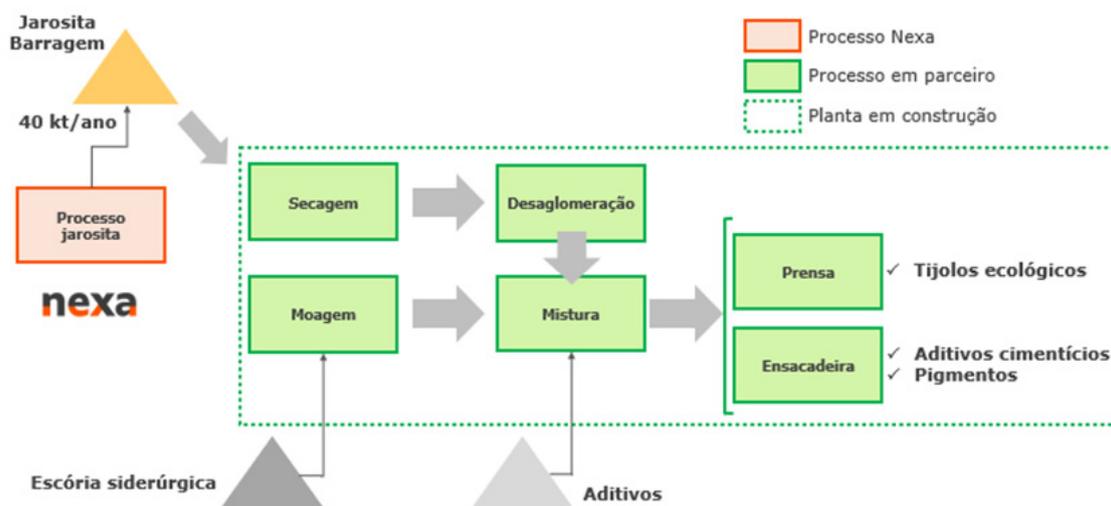
A Jarosita, rejeito final da refinaria de zinco da unidade de Juiz de Fora na Nexa, atualmente é estocado em barragens.

Como o objetivo de destinar esse material como matéria prima para outras indústrias, foram desenvolvidas rotas de processo para dessa maneira atender 3 mercados.

A Jarosita passa por uma etapa de secagem, para na sequência ser desaglomerada.

A Jarosita passa por uma etapa de secagem, para na sequência ser desaglomerada. A esse material é adicionado escória siderúrgica e outros aditivos para alcançar a formulação necessária em cada aplicação.

Em uma das rotas específicas, o produto gerado ainda é levado a uma nova etapa de mistura com agregados, cimento e água para produção de blocos ecológicos por prensagem. Nas outras duas rotas (aditivos cimentícios e pigmentos) o produto é comercializado ensacado.



Fluxograma macro da destinação da Jarosita



Título do Projeto

- INSUMOS AGRÍCOLAS

Instituições Parceiras

- Tecnogreen – Universidade de São Paulo
- CIT Senai
- Geeco Materiais e Engenharia

Fase do Projeto:

- Em andamento
- Concluído

Modelo de Negócio

- Terceirização
- B2B
- Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- Outros: _____

Bem mineral principal

- Calcário calcinado para uso como corretivo de acidez de solo e fornecimento de micronutrientes

Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais

- Resíduo obtido do beneficiamento mineral de minério willemítico (zinco) com rocha encaixante dolomítica. Material composto por dolomita, hematita, quartzo, willemita, galena. O material é resultante da flotação da willemita, sendo disposto atualmente em pilha.

Volume Reaproveitado

- Até 200 mil toneladas por ano (volume previsto)

Novos produtos gerados

- Dolomita para uso como calcário agrícola - corretivo de solo

Investimento (em R\$)

- 8 M BRL, com 50% fomentado pela FINEP (fomento não reembolsável)
- + 400 M BRL com fomento Embrapii

Descrição do processo

A rota tecnológica para processamento do rejeito de Vazante irá utilizar o material gerado no afundado na etapa de flotação de zinco, que será submetido à uma etapa de desaguamento, para, então, seguir para calcinação. A calcinação ocorre em

condições que foram estabelecidas nos testes para remoção de alguns metais, para assim atingir a especificação do produto agrícola segundo normas do MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento).



- PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA DA PURIFICAÇÃO COM BLOCOS DE REJEITO ARENOSO
- RECICLAGEM DE SUCATA DE CORPOS MOEDORES (MUNHAS)
- UTILIZAÇÃO DO REJEITO ARENOSO EM OBRAS DE DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGEM



PROJETO



Título do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA DA PURIFICAÇÃO COM BLOCOS DE REJEITO ARENOSO
Instituições Parceiras	<ul style="list-style-type: none"> • SAMARCO, UFOP/EMBRAPII, UNISTEIN, Prefeitura de Ouro Preto, Prefeitura de Mariana.
Fase do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • () Em andamento • (x) Concluído
Modelo de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • () Terceirização • (x) B2B • () Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno • () Outros: _____
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> • Minério de ferro.
Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais	<ul style="list-style-type: none"> • Rejeito arenoso gerado no processo de flotação em usina de concentração de minério de ferro, composto predominantemente por quartzo e hematita.
Volume Reaproveitado	<ul style="list-style-type: none"> • 1,1 mil toneladas para a pavimentação da Estrada da Purificação.
Novos produtos gerados	<ul style="list-style-type: none"> • Blocos de pavimentação intertravada e meio fio.
Investimento (em R\$)	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto com a UFOP/EMBRAPII – R\$ 1.392.604 sendo 50% investido pela Samarco • Obra da estrada da Purificação – R\$ 73 milhões

Descrição do processo

A estrada da Purificação (OP-10) interliga o distrito de Antônio Pereira ao Morro de São João na sede do município de Ouro Preto. Por meio dessa estrada, a população do distrito de Antônio Pereira agora tem acesso direto até a sede, cerca de 8 km, ao invés de ter que percorrer quase 30 km em um outro trajeto que, obrigatoriamente, passava pelo município de Mariana. A nova estrada foi inaugurada em 17 de novembro de 2023.

O projeto executou o calçamento de 7,5 km, sendo 5 km com blocos intertravados (16 faces com as dimensões 11 x 22 x 08 cm) produzidos com rejeito arenoso. Além dos blocos, também foram fabricados meios-fios utilizando rejeito arenoso da Samarco, todos produzidos em pela UNISTEIN, em Pedro Leopoldo, a partir do rejeito arenoso filtrado (coletado na saída da planta de filtragem do complexo de Germano da Samarco).

O percentual de rejeito em relação ao consumo total de agregados finos foi de 32,32%. Foram instalados cerca de 28 mil m² de piso intertravado e quase 7 km de meio-fio. Para a fabricação



Obra de calçamento na Estrada da Purificação



Obra de calçamento na Estrada da Purificação

desses artefatos de concreto foram consumidas aproximadamente 1,1 mil toneladas de rejeito.



Implantação dos blocos feitos de rejeito arenoso

A iniciativa faz parte do projeto desenvolvido em parceria com a Unidade EMBRAP II em Mineração Sustentável, da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP Escola de Minas), para a realização de pesquisas sobre novas formas de utilização do rejeito arenoso de minério de ferro na cadeia produtiva da construção civil.

Além do desenvolvimento tecnológico, o projeto tem viés socioambiental e socioeconômico na medida em que promove a economia circular e cria impacto positivo social. Foram buscadas soluções não somente para a mineração, mas em especial para a sociedade, a partir de uma ponte entre as tecnologias e o mercado. A interação entre indústria, universidade e Governo presente no projeto é um exemplo do modelo “hélice tríplice” que busca promover o desenvolvimento econômico, por meio da inovação e do



Blocos feitos de rejeito arenoso

empreendedorismo, e que fortalece o ecossistema de inovação.

A pavimentação estava prevista no escopo da condicionante 57 da LOC (Licença Operacional Corretiva) da Samarco e atendeu uma demanda do COMPATRI (Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Cultural e Natural de Ouro Preto).



Inauguração da Estrada da Purificação



Título do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • RECICLAGEM DE SUCATA DE CORPOS MOEDORES (MUNHAS)
Instituições Parceiras	<ul style="list-style-type: none"> • SAMARCO, MAGOTTEAUX, MIDES
Fase do Projeto	<p>Em andamento</p> <ul style="list-style-type: none"> • (<input checked="" type="checkbox"/>) Otimização dos produtos • (<input checked="" type="checkbox"/>) Desenvolvimento protótipo piloto • (<input checked="" type="checkbox"/>) Operação Semi-industrial
Modelo de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • (<input type="checkbox"/>) Terceirização • (<input checked="" type="checkbox"/>) B2B • (<input type="checkbox"/>) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno • (<input type="checkbox"/>) Outros: _____
Bem mineral principal	<ul style="list-style-type: none"> • Minério de ferro.
Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais	<ul style="list-style-type: none"> • Sucata de corpos moedores (munhas) de aço de alto cromo.
Volume Reaproveitado	<ul style="list-style-type: none"> • 126 toneladas.
Novos produtos gerados	<ul style="list-style-type: none"> • Bola de moinhos de alto cromo; • Revestimento de moinhos.
Investimento (em R\$)	<ul style="list-style-type: none"> • N/A

Descrição do processo

A solução proposta é a reciclagem de corpos moedores (munhas) contendo impurezas (como over size e resíduo de pó de minério) originárias da moagem secundária do Concentrador II da SAMARCO.

Os moinhos de bolas utilizam esferas de aço que se movimentam no seu interior para fragmentar o minério de ferro. As bolas têm diâmetros variados para maximizar a eficiência da moagem do minério, sendo esse processo feito por atrito, compressão e impacto das partículas contra as bolas. O objetivo da moagem é liberar as espé-

cies minerais, preparando o material para os processos subsequentes e reduzindo a granulometria do minério. Isso permite que o material atinja o tamanho específico necessário para processos como flotação, transporte em minerodutos e pelotização.

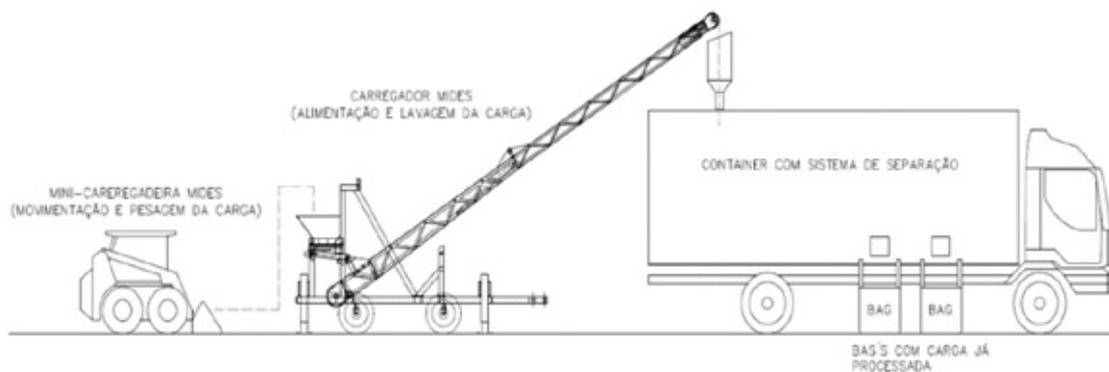
A sucata de munhas é transportada para limpeza, segregação e classificação por uma empresa especializada. Após a lavagem da sucata, a separação é realizada por um processo magnético para remover quaisquer fragmentos metálicos indesejados. O container com sistema de



Sucata de munhas com impurezas



Sucata de Munhas limpas



Processo de classificação

separação pode reciclar até 12 toneladas de munhas por hora e retirar até 98% do pó de minério.

A reciclagem dos corpos moedores requer menos energia do que a produção de novos a partir do minério de ferro, gerando redução de emissões dos gases de efeito estufa e evitando a extração de minerais, preservando assim os recursos finitos.

Estima-se que a reciclagem desta sucata pode economizar cerca de 75% de energia

em comparação com a produção primária e é fundamental para a sustentabilidade e a economia circular.

Com a reciclagem e limpeza, a sucata pode ser reindustrializada, retornando como material para a fabricação de novas bolas de moagem. Esse processo pode resultar em uma redução de custo de 20 a 25% na compra de material novo.

Essa iniciativa reafirma o compromisso da SAMARCO em adotar práticas sustentáveis em seus processos.



Processo de limpeza Mides



Título do Projeto

- UTILIZAÇÃO DO REJEITO ARENOSO EM OBRAS DE DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGEM
-

Instituições Parceiras

- SAMARCO, BVP Engenharia
-

Fase do Projeto

- Em andamento
 - Concluído
-

Modelo de Negócio

- Terceirização
 - B2B
 - Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
 - Outros: _____
-

Bem mineral principal

- minério de ferro
-

**Tipo do Rejeito/
estéril/Resíduo não
minerais**

- Rejeito arenoso gerado no processo de flotação em usina de concentração de minério de ferro, composto predominantemente por quartzo e hematita.
-

**Volume
Reaproveitado**

- 8,9 milhões de toneladas entre 2021 e 2023.
 - 2,2 milhões de toneladas até maio de 2024, o que equivale a mais de 68% de aproveitamento do rejeito arenoso gerado no processo de concentração de minério de ferro.
-

**Novos produtos
gerados**

- Utilização do rejeito arenoso como material para correção do grade topográfico do reservatório e berma de reforço de estruturas geotécnicas.
-

Investimento (em R\$)

- 316 milhões.
-

Descrição do processo

A descaracterização das estruturas Barragem de Germano e Empilhamento Drenado Cava do Germano são dois projetos prioritários para a SAMARCO. Em janeiro de 2024, a estrutura Empilhamento Drenado Cava do Germano deixou de apresentar características de barramento e passou a não se enquadrar no conceito de barragem. Esta conquista ocorreu após a implantação da berma de reforço, reconformação do reservatório (eliminando a formação de lagos) e implantação de um sistema de monitoramento. Após a conclusão desse trabalho intenso, auditorias técnicas dos órgãos públicos comprovaram o atendimento a todos os requisitos de um processo de descaracterização. Também foi alcançado um estágio avançado no projeto de descaracterização da Barragem

de Germano, com 75% das obras realizadas até dezembro de 2023. O prazo final para descaracterização desta estrutura, previsto no termo de compromisso com os órgãos públicos é maio de 2029.

Uma das etapas no processo de descaracterização de barragem é eliminar todo o acúmulo de água dentro do reservatório da barragem. Para isso, **grande parte do rejeito arenoso** produzido no processo de concentração do minério de ferro, que seria destinado a uma pilha de disposição de rejeito e estéril (PDER), **foi utilizado como material base para correção do grade topográfico do reservatório.**

Após essa correção, todo o fluxo de água passará a ser direcionado para o siste-



Reconformação do reservatório com rejeito arenoso compactado e implantação do sistema de drenagem superficial.

ma de drenagem superficial, eliminando assim todo o acúmulo de água dentro do reservatório da Cava do Germano. Esse rejeito tem sido também utilizado na descaracterização de outras estruturas, como os diques de Sela da Barragem de Germano, garantindo: a estabilidade de longo prazo das estruturas, a proteção de toda drenagem interna do Vale do Fundão e a eliminação do reservatório a montante do Dique Eixo 01.

Do ponto de vista técnico, o conhecimento avançado da SAMARCO sobre as características geotécnicas desse rejeito e da sua variabilidade dá a garantia que a estrutura está sendo implantada conforme premissas e critérios de projeto. Outros benefícios da utilização do rejeito arenoso:

- utilização de um rejeito como material para correção do grade topográfico do reservatório e berma de reforço de

estruturas geotécnicas reforça o caráter de circularidade e sustentabilidade da SAMARCO;

- o rejeito utilizado é um material homogêneo, facilitando a trabalhabilidade no dia a dia;
- o rejeito utilizado apresenta excelentes resultados de trabalhabilidade em períodos de chuva;
- alto conhecimento da SAMARCO no comportamento (previsibilidade) do rejeito arenoso;
- o rejeito arenoso é um material com melhor permeabilidade para conduzir o fluxo de água até a drenagem interna;
- prolongamento da vida útil da Pilha de Disposição de Estéril e Rejeito (PDER Alegria Sul);



Reconformação do reservatório com rejeito arenoso compactado e implantação do sistema de drenagem superficial.



- NEGÓCIO AREIA SUSTENTÁVEL
- SUPRESSOR SUSTENTÁVEL



PROJETO





Título do Projeto

- **NEGÓCIO AREIA SUSTENTÁVEL**

Instituições Parceiras

- Universidade de Queensland, UNEP, Universidade de Geneva, UFMG, CEFET, UNIFEI, IPT, CDTN, UFOP, dentre outros (as) e Agera

Fase do Projeto

- () Em andamento
- (**x**) **Concluído**

Modelo de Negócio

- () Pesquisas/bancada
- () Pesquisa em escala industrial
- () Terceirização
- () B2B
- () Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- (**x**) Comercialização/doação

Bem mineral principal

- Areia

Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais

- Quartzo e hematita

Volume Reaproveitado

- Foram reaproveitadas cerca de 2,1 milhões de toneladas de areia, proveniente do tratamento dos rejeitos de minério de ferro. A expectativa é chegar a um total de 2,8 milhões de toneladas movimentadas até 2025

Novos produtos gerados

- Concretos, Pavimentos, Pré-Moldados, Argamassa, Cerâmica, Dormentes, dentre outros.

Investimento (em R\$)

Descrição do processo

A Areia Sustentável começou a ser produzida pela Vale em 2021 após sete anos de pesquisa, como substituta da areia extraída do meio ambiente. Desde então, já foram destinados ao setor de construção civil e a projetos de pavimentação rodoviária cerca de 2,1 milhões de toneladas do produto.

Em 2023, a Vale criou um veículo de negócio dedicado a impulsionar o negócio de areia sustentável no Brasil. A empresa em questão se chama Agera e possui sua sede em Nova Lima (MG). A criação da startup está fortemente ligada à estratégia da Vale de promover a mineração circular, o que significa fortalecer na mineração os conceitos da economia circular, associar o desenvolvimento econômico a um melhor aproveitamento dos recursos naturais.

A Agera recebe a areia produzida a partir do tratamento dos rejeitos gerados pelas operações de minério de ferro da Vale no estado e promove sua comercialização e distribuição. A nova empresa também tem

como missão aprimorar as pesquisas e/ou desenvolver novas soluções com uso dessa areia.

A Areia Sustentável começou a ser produzida pela Vale em 2021 após sete anos de pesquisa, como substituta da areia extraída do meio ambiente. Desde então, já foram destinados ao setor de construção civil e a projetos de pavimentação rodoviária cerca de 2,1 milhões de toneladas do produto.

A Agera possui sete pontos de atendimento ao cliente e estoque de material em Minas Gerais e no Espírito Santo. Para a logística do material, a empresa mantém contrato com sete transportadoras rodoviárias e três fornecedores de frete ferroviário. A empresa atende atualmente mais de 80 unidades fabris de sete segmentos (concreteiras, pré-moldados, argamassa, artefatos, cimenteiras, tintas texturizadas e pavimentos) e está investindo em pesquisa para expandir sua atuação em outras aplicações, como cerâmica vermelha.



Areia tipo 01 produzida na mina de Brucutu

COMO É FEITA A AREIA SUSTENTÁVEL?

O processamento a úmido do minério de ferro, que é utilizado atualmente em menos de 30% da produção da Vale, gera rejeitos, que podem ser dispostos em barragens ou em pilhas. Esses rejeitos são compostos basicamente de sílica, o principal componente da areia, e óxidos de ferro. É um material não tóxico, que em seu processamento é submetido apenas a processos físicos.

A Areia Sustentável é considerada um coproduto do processo de produção do minério de ferro. A novidade introduzida pela Vale é que, na etapa de concentração, o subproduto desse processo é novamente beneficiado até atingir a qualidade necessária para se tornar areia de uso comercial. No método tradicional, esse material se tornaria rejeito e seria destinado a barragens ou pilhas. Cada tonelada de areia produzida representa uma tonelada a menos de rejeito gerado.

BENEFÍCIOS DA AREIA SUSTENTÁVEL

No Brasil, cerca de 330 milhões de toneladas de areia são utilizadas anualmente nos segmentos de construção civil e processos industriais. A extração de areia natural, proveniente dos leitos de rios, frequen-

temente ultrapassa a taxa de reposição natural, podendo causar impactos ambientais irreversíveis. Com a produção da Areia Sustentável, é possível realizar uma extração 100% circular, transformando um material que seria descartado em vários produtos em benefício da sociedade, sem comprometer a biodiversidade.

Além disso, a Areia Sustentável gera maior rentabilidade ao mercado de construção civil e indústrias, já que o processo garante maior controle e qualidade do produto final, evitando o desperdício do material e refações durante a obra. Ainda na produção de concreto, a Areia Sustentável ajuda a reduzir o consumo de cimento e emissões de CO₂.

Em 2022, a Universidade de Queensland e a Universidade de Genebra divulgaram um estudo que confirma que a areia proveniente do processo de produção do minério de ferro pode contribuir para solucionar duas importantes questões ambientais ao atenuar a extração predatória de areia e reduzir a geração de rejeitos de mineração. O estudo teve participação da Vale, que cedeu amostras da sua Areia Sustentável para que as universidades fizessem uma análise independente do material e doou US\$ 1 milhão para apoiar o trabalho dos pesquisadores.



Título do Projeto

- SUPRESSOR SUSTENTÁVEL

Instituições Parceiras

- Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
- IQX - Inove Qualyx Tecnologias Sustentáveis de Apoio à Empresas Ltda
- Biosolvit – Soluções em Biotecnologia S.A.

Fase do Projeto

- Em implantação / escala
- Concluído

Modelo de Negócio

- Terceirização
- B2B
- Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- Outros: Inovação aberta com conceito de sublicenciamento e transferência de tecnologia

Bem mineral principal

- Aplicação de supressão de particulados em Minério de ferro, carvão e areia (pilhas, vagões e vias não pavimentadas)

Tipo do Rejeito/estéril/Resíduo não minerais

- Reciclagem de plástico PET (Polietileno Tereftalato) pós consumo

Volume Reaproveitado

- 550 toneladas de plástico PET recicladas por ano, a partir 2026

Novos produtos gerados

- Supressor de material particulado à base de reciclagem de plástico PET para controle da emissão de material particulado das operações da Vale, como nos carregamentos da ferrovia, pilhas de estocagem de materiais e vias de acesso não pavimentadas.

Investimento (em R\$)

Descrição do processo

O desenvolvimento do supressor sustentável a partir da reciclagem de polímeros PET (Polietileno Tereftalato) começou em 2008, com a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) inovando ao criar um processo de despolimerização do PET. Esse método envolve uma reação química de hidrólise alcalina para quebrar as cadeias poliméricas e facilitar a reciclagem do material.

Em 2013, com o intuito de trabalhar sua cadeia de insumos de forma mais sustentável a Vale vislumbrou a oportunidade de associar este processo em atividades de pesquisa e desenvolvimento com o objetivo de desenvolver novos mecanismos de supressão de poeira, reforçando seu compromisso com o avanço do conhecimento voltado para o meio ambiente e para a sociedade. E assim, foi estabelecido Acordo de Parceria Científica Tecnológica entre VALE e UFES, com o objetivo de desenvolver, em conjunto via

colaboração técnica e financeira entre as partes, supressores de material particulado à base de plásticos pós consumo, de maneira que pudessem ser aplicados em pilhas de minério de ferro, areia e carvão, no transporte ferroviário de granéis não alimentícios e em vias de acesso não pavimentadas.



Supressor Sustentável



Supressor Sustentável sendo aplicado na unidade de Tubarão (Vitória/ES)



Supressor Sustentável sendo aplicado em vias não pavimentadas no Complexo Mariana/MG



Supressor Sustentável sendo aplicado nos vagões dos trens de minério de ferro em Brucutu/MG

A partir das atividades conjuntas realizadas por meio da parceria, foi depositada, em co-titularidade entre a Vale e a UFES, a patente BR1020140298703 em 2015, que tem como objeto a proteção dos resultados do processo de pesquisa e desenvolvimento que geraram o “Supressor Sustentável”.

A produção de Supressor Sustentável se inicia com uma etapa física que é composta por: a) pela (i) seleção de resíduos plásticos compostos por PET pós consumo (PETpc) a partir de coleta seletiva; (ii) remoção de partes de materiais distintos ao PETpc dos resíduos plásticos (como, por exemplo, tampa e fundo de garrafas); (iii) lavagem e secagem; (iv) moagem e uniformização do tamanho dos fragmentos na forma de flakes; e (v) micronização dos flakes.

Após esta etapa física do processo, é iniciado o processo químico de obtenção do Supressor Sustentável. Inicialmente, ocorre a reação de despolimerização do plástico PET através de uma hidrólise alcalina. Após a despolimerização e obtenção dos oligômeros, o material passar por um processo de diluição e posteriormente é adicionado aditivos estruturantes para garantir as propriedades de viscosidade, densidade e resistência do filme de proteção proporcionado pelo Supressor Sustentável após a sua aplicação nas pilhas de estocagem, carregamentos dos vagões ou vias de acesso não pavimentadas. Este método químico confere ao Supressor Sustentável sua propriedade



Reciclagem dos catadores de Vitória/ES

biodegradável, permitindo que ele se decomponha no ambiente em apenas 18 dias sem liberar toxinas ou causar dispersão de microplásticos. As moléculas do PET são fragmentadas e o que sobra é carbono, nitrogênio, oxigênio e um pouco de hidrogênio.

Para viabilizar a produção em larga escala do Supressor Sustentável, a Vale optou por um modelo de negócios que também trouxesse o conceito de inovação aberta e com o propósito de transformar o futuro em conjunto e buscou no ecossistema de inovação brasileiro com as competências e agilidade necessárias para escalá-lo, destacando-se a IQX e a Biosolvit. Nesse modelo, a Vale fomenta o ecossistema de inovação brasileiro e desenvolve a startup / fornecedora por meio do conceito de sublicenciamento e transferência de tecnologia.

Além disso, este modelo introduz mais uma inovação: o conceito de rastreabilidade da cadeia de fornecimento do PET como matéria-prima do Supressor Sustentável (PET Social), direcionando e fomentando a compra direta a partir das associações e

catadores locais. Isso é importante para a Vale por possibilitar o fomento do trabalho e da renda das associações e catadores em suas regiões de atuação.

O novo Supressor Sustentável não apenas assegura uma eficiência no controle ambiental, mas também tem o potencial de retirar do meio ambiente até 25 milhões de garrafas PET pós consumo por ano.

Além de utilizar garrafas PET, o processo de produção do Supressor Sustentável tem a capacidade de aproveitar outros materiais de baixa reciclabilidade, como o plástico PET presente em bandejas e garrafas de todas as cores, inclusive as garrafas pretas de bebidas energéticas, atualmente destinadas aos aterros sanitários.

Em Junho de 2024, a Biosolvit uma das startups selecionadas para ser a parceira e fornecedora da Vale neste projeto, inaugura a primeira fábrica de produção do Supressor Sustentável, exclusivamente à Vale, localizada em Cariacica/ES. E com o conceito de PET social, a produção nesta fábrica impacta positivamente 12 associa-

ções de catadores na Grande Vitória / ES, beneficiando diretamente 580 catadores e suas famílias e aproximadamente 60 mil pessoas beneficiadas diretamente com a coleta seletiva.

Para viabilizar o fornecimento de PET para atender à produção desta primeira planta em Cariacica, a Vale desenvolveu o projeto Reciclo de 2021 a 2023, com o objetivo de fomentar e aumentar a reciclagem de PET nestas 12 associações.

O projeto Reciclo trabalhou o aumento da captação dos plásticos PET pós-consumo, a educação ambiental da população sobre a necessidade de implantação de uma economia circular e o treinamento e conscientização dos catadores de materiais recicláveis. O Projeto Reciclo é um marco de transformação e valorização dos catadores de recicláveis no território

capixaba, com incremento de renda de até 57%, aumento no índice de coleta de plástico PET de até 77%.

Embora esses impactos estejam relacionados à primeira planta, este supressor possui um potencial significativo para expandir e ser aplicado globalmente em diversas indústrias, além da mineração, como construção civil, siderurgia e outras que geram particulados em suas operações.

O Supressor Sustentável é um exemplo de geração de valor compartilhado, pois oferece benefícios para diversos setores da sociedade: resultado de uma colaboração estratégica com a universidade, preserva a eficiência no controle ambiental e a qualidade do minério, é biodegradável, evita que milhões de garrafas se transformem em resíduos e gera renda para

“O nosso trabalho
melhorou muito
com o Projeto
Reciclo.
Viemos do lixão
e hoje estamos
trabalhando
com dignidade e
reconhecimento”

**Luzenita Meireles,
fundadora da Acampar**



catadores de materiais recicláveis. Assim, a Vale contribui para o aprimoramento das condições sociais e econômicas nas comunidades em que atua.

O Supressor Sustentável incorpora diversos princípios, unindo conceitos ESG, criação de valor compartilhado, economia circular, parceria universidade-empresa, inovação

aberta, impacto positivo territorial e redução de custos.

Atualmente o Supressor Sustentável encontra-se na fase de implementação comercial nas operações da Vale em todos os seus potenciais de aplicação mencionados (pilhas, vagões e vias de acesso não pavimentadas).



Manuela, associada da ACAMARP e vice-presidente da REUNES (Rede de Economia Solidária dos Catadores Unidos do Espírito Santo)

“Entre 2021 até esse final de 2022, passamos por diversas TRANSFORMAÇÕES.

Saímos do estado deplorável que nos encontrávamos para hoje estarmos andando com mais apoio, com parcerias, apoiadores da nossa causa, e nesse tempo conseguimos encontrar vários amigos. Nessa grande metamorfose onde éramos lagartas, hoje nos encontramos dentro do casulo, prontos para conquista nosso grande objetivo. Nós da ACAMARP agradecemos grandemente a Vale e todos os nossos parceiros porque sem vocês nada disso estaria acontecendo”

Referências:

Amaral, R. D; Resende, L.; Malheiros, C. Strategy and innovations for reuse of iron ore tailings. Minexcellence, 2019.

CNI. Conferência Nacional da Indústria. Pesquisa sobre economia Circular. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/a5/ab/a5abebbb-3bc-9-4aed-9f2f-8914358d2f00/economia_circular_-_pesquisa_cni_2.pdf. Acesso em: Julho/2024.

DELOITTE. Disponível em: <https://www.deloitte.com/uk/en/Industries/energy/perspectives/circular-economy-critical-minerals-fundamental-our-future.html>. Acesso em: Julho/2024.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Economia Circular. Disponível em: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular>. Acesso em: Fevereiro/2024.

IBRAM. Fundamentos para políticas públicas em minerais críticos e estratégicos para o Brasil. 2024. Disponível em: https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2024/07/Fundamentos_para_politicas_publicas_em_minerais_criticos_e_estrategicos.pdf

UNEP. Disponível em: https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/o-que-sao-minerais-de-transicao-energetica-e-como-eles-podemA_ocde_briefing_economicircular.pdf (portaldaindustria.com.br). Acesso em: Julho/2024.



 /InstitutoBrasileirodeMineracao

 /ibrammineracao

 @ibram_mineracao

 InstitutoBrasileirodeMineracao/videos

 <https://ibram.org.br>

 ibram@ibram.org.br