



**IBRAM**  
MINERAÇÃO DO BRASIL

**PRÁTICAS EM  
CIRCULARIDADE  
NO SETOR MINERAL**





# PRÁTICAS EM CIRCULARIDADE **NO SETOR MINERAL**

Setembro | 2022



© 2022. IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração  
[www.ibram.org.br](http://www.ibram.org.br)

É autorizada a reprodução total ou parcial desta publicação desde que citada a fonte.

## ENDEREÇOS IBRAM

### IBRAM Minas Gerais

Rua Sergipe 1.440 – 4º andar  
 Savassi  
 CEP: 30.130-174  
 Belo Horizonte/MG  
 (31) 3223-6751  
[ibram.mg@ibram.org.br](mailto:ibram.mg@ibram.org.br)

### IBRAM Distrito Federal

SHIS QL 12 Conjunto 0 (Zero),  
 casa 4, Lago Sul  
 CEP: 71.630-205  
 Brasília/DF  
 (61) 3364- 7272  
[ibram@ibram.org.br](mailto:ibram@ibram.org.br)

### IBRAM Amazônia

Travessa Rui Barbosa, 1536  
 B. Nazaré  
 CEP: 66.035-220  
 Belém/PA  
 (91) 3230- 4066  
[ibram.amazonia@ibram.org.br](mailto:ibram.amazonia@ibram.org.br)

## ORGANIZAÇÃO

**Cinthia de Paiva Rodrigues**  
 Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento

**Cláudia Franco de Salles Dias**  
 Gerente de Sustentabilidade

**Christiane Malheiros**  
 Coordenadora GT Resíduos/Vale

## PRODUÇÃO

IBRAM

## PROJETO GRÁFICO

Pablo Frioli

Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM

Práticas em Circularidade no Setor Mineral - E Book. organizador, Instituto Brasileiro de Mineração. 1.ed. - Brasília: IBRAM, 2022. Org.: Cinthia de Paiva Rodrigues, Cláudia Franco de Salles Dias, Christiane Malheiros  
 ISBN: 978-85-61993-14-6

1.Mineração 2. Recursos Naturais 3.Meio Ambiente 4.Economia circular 5.Coprodutos  
 Disponível em: [www.ibram.org.br](http://www.ibram.org.br) CDU: 33:622

# GOVERNANÇA

---

## DIRETORIA EXECUTIVA

**Raul Belens Jungmann Pinto**

Diretor-Presidente

**Alexandre Valadares Mello**

Diretor de Relações com Associados e Municípios Mineradores

**Julio César Nery Ferreira**

Diretor de Sustentabilidade e Assuntos Regulatórios

**Rinaldo César Mancin**

Diretor de Relações Institucionais

**Paulo Henrique Leal Soares**

Diretor de Comunicação

## CONSELHO DIRETOR (BIÊNIO 2021-2023)

### Presidente do Conselho:

- Presidente da Anglo American Níquel Brasil Ltda  
**Wilfred Bruijn – Titular**

### Vice-Presidente do Conselho:

- Diretor-Presidente Lundin Mining  
**Ediney Maia Drummond – Titular**

### Conselheiros:

- **Arcelor Mittal**  
**Titular:** Wagner de Brito Barbosa (Diretor Geral)  
**Suplente:** Wanderley José de Castro (Gerente Geral de Operações)
- **Anglo American Níquel Ltda.**  
**Suplente:** Ivan de Araujo Simões Filho (Diretor de Assuntos Corporativos)
- **Anglogold Ashanti Ltda.**  
**Titular:** Lauro Ângelo Dias de Amorim (Diretor de Sustentabilidade)  
**Suplente:** Othon Villefort Maia (Gerente Senior de Comunicação e Relações Institucionais)
- **Bahia Mineração S.A.- BAMIN**  
**Titular:** Eduardo Jorge Ledsham (Diretor-Presidente)  
**Suplente:** Alexandre Victor Aigner (Diretor Financeiro, TI, Relações Institucionais)
- **Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração - CBMM**  
**Titular:** Eduardo Augusto Ayroza Galvão Ribeiro (Diretor Presidente)  
**Suplente:** Marcos Alexandre Stuart Nogueira (Diretor de Tecnologia)

- **Copelmi Mineração Ltda.**  
**Titular:** Cesar Weinschenck de Faria (Presidente)  
**Suplente:** Roberto da Rocha Miranda de Faria (Diretor de Negócios)
- **Embu S.A. Engenharia e Comércio**  
**Titular:** Daniel Debiazzi Neto (Superintendente)  
**Suplente:** Luiz Eulálio Moraes Terra (Diretor Presidente)
- **Kinross Brasil Mineração S.A.**  
**Titular:** Gilberto Carlos Nascimento Azevedo (Presidente e Gerente Geral)  
**Suplente:** Ana Cunha (Diretora de Relações Governamentais e Responsabilidade Social)
- **Mineração Caraíba S.A.**  
**Titular:** Eduardo de Come (Diretor-Presidente e Diretor Financeiro)  
**Suplente:** Antonio Batista de Carvalho Neto (Diretor Jurídico)
- **Mineração Maracá Indústria e Comércio S.A. - Lundin Mining**  
**Suplente:** José Geraldo Rolim Zacarias (Diretor de Operações)
- **Mineração Rio Do Norte S.A. - MRN**  
**Titular:** Guido Roberto Campos Germani (Diretor Presidente)  
**Suplente:** Vladimir Senra Moreira (Diretor de Sustentabilidade)
- **Minerações Brasileiras Reunidas S.A. - MBR**  
**Suplente:** Solange Maria Santos Costa (Especialista Técnica Jurídica Minerária)
- **Mineração Taboca S.A.**  
**Titular:** Newton A. Viguetti Filho (Gerente Executivo de Sustentabilidade)  
**Suplente:** Ronaldo Lasmar (Gerente Comercial)
- **Mineração Usiminas S.A.**  
**Titular:** Carlos Hector Rezzonico (Diretor Presidente)  
**Suplente:** Marina Pereira Costa Magalhães (Gerente Geral de Sustentabilidade e Relações Institucionais)
- **Mosaic Fertilizantes**  
**Titular:** Arthur Dominique Liacre (Vice-Presidente de Assuntos Corporativos e Sustentabilidade)  
**Suplente:** Mariana Abreu Sampaio (Diretora Jurídica)
- **Nexa Resources**  
**Titular:** Jones Belther (Diretor Executivo Exploração Mineral & Tecnologia)  
**Suplente:** Guilherme Simões Ferreira (Gerente Geral Jurídico)
- **Samarco Mineração S.A.**  
**Titular:** Rodrigo Alvarenga Vilela (Diretor Presidente)  
**Suplente:** Daniel Medeiros de Souza (Gerente Geral de Sustentabilidade)
- **Vale**  
**Titular:** Marcello Magistrini Spinelli (Diretor Executivo de Ferrosos e Carvão)  
**Suplente:** Luiz Ricardo de Medeiros Santiago (Gerente Executivo de Relações Governamentais)  
**Titular:** Luiz Eduardo Fróes do Amaral Osorio (Diretor Executivo de Sustentabilidade e Relações Institucionais)  
**Suplente:** Vagner Silva de Loyola Reis (Diretor Cadeia de Valor Ferrosos)  
**Suplente:** Daniella Gonçalves de Barros Silveira de Queiroz (Gerente Executiva Regulatório)
- **Vanádio de Maracás S.A.**  
**Titular:** Paulo Guimarães Misk (Presidente & CEO)  
**Suplente:** Dayse Christina Guelman (Diretora de Finanças e Administração)

# SUMÁRIO

**9** APRESENTAÇÃO

**11** INTRODUÇÃO

## CBMM

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

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

**25** RECUPERAÇÃO DE NB PROVENIENTE DA ESCÓRIA EM BLOCO E DO REJEITO DE AREIA SHELL DO DESENFORNAMENTO, ATRAVÉS DA IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO DE JIGAGEM

**29** TRAMAS DO TEMPO: RECICLANDO HISTÓRIA

## Lundin Mining

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

## Vale

**41** PROGRAMA AREIA SUSTENTÁVEL

**47** FÁBRICA DE BLOCOS DA MINA DO PICO

**52** PAVIMENTAÇÃO

# SUMÁRIO

## Nexa Resources

- 59** ZINCAL
- 61** AGREGADO DE AMBRÓSIA
- 63** CONCENTRADO DE FERRO

## Samarco Mineração

- 69** UTILIZAÇÃO DE LAMA PARA PAVIMENTAÇÃO DE ESTRADAS VICINAIS
- 71** UTILIZAÇÃO DE REJEITO ARENOSO PARA FABRICAÇÃO DE GEOPOLÍMERO
- 73** APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE PAPEL PARA REALIZAÇÃO DE HIDROSSEMEADURA

## AngloAmerican

- 79** REAPROVEITAMENTO DAS ESCÓRIAS DA PRODUÇÃO DE LIGAS DE FERRO-NÍQUEL

## AMG Brasil

- 85** PLANTA DE ESPODUMÊNIO – SP1
- 89** PROJETO PARA REUSO DO EFLUENTE DO LAVADOR DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DA MINERAÇÃO



# SUMÁRIO

## AngloGold Ashanti

- 93** PROJETO REPROCESSAMENTO E REAPROVEITAMENTO DE REJEITO
- 95** DESENVOLVIMENTO DE ROTA TECNOLÓGICA PARA REDUÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE SULFATOS DO EFLUENTE DA PLANTA METALÚRGICA.
- 96** FLOTABASE
- 97** APROVEITAMENTO DO RESÍDUO INDUSTRIAL PARA PRODUÇÃO DE VIDRO CERÂMICO E/OU PORCELANATO.

## Mosaic Fertilizantes

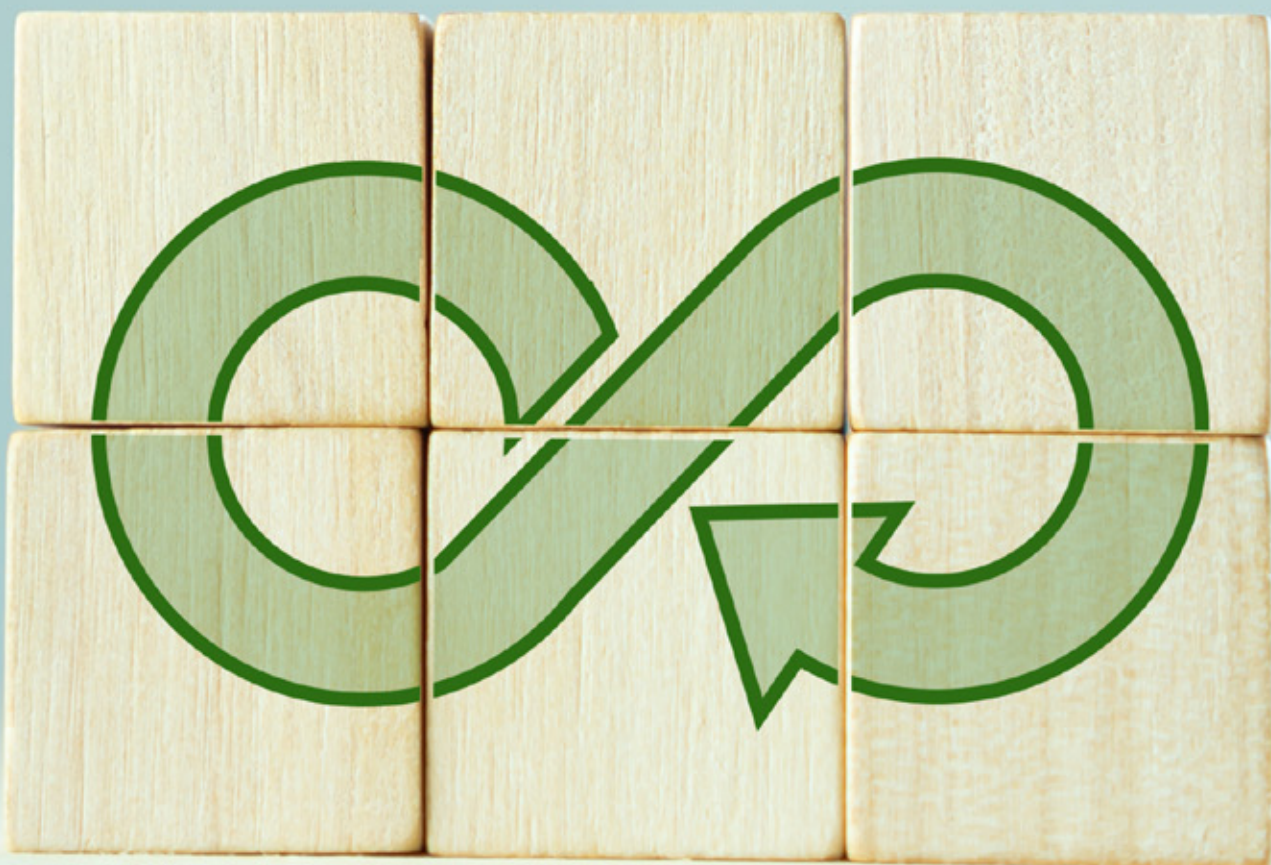
- 101** BENEFICIAMENTO DO CALCÁRIO MAGNESIANO, E PRODUÇÃO DE CALCÁRIO CALCÍTICO E FOSFÓRCIO
- 105** PROJETO MAGNETITA
- 107** EXPEDIÇÃO DE GESSO EM UBERABA

## Kinross Brasil Mineração

- 113** REUSE – PLATAFORMA ONLINE

## Largo Resources

- 117** CONCENTRAÇÃO DE ILMENITA OU FLOTAÇÃO DE ILMENITA



# APRESENTAÇÃO

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.

A constante busca por eficiência no uso de recursos, a necessidade de aumentar sua competitividade, bem como os incentivos à inovação e ao desenvolvimento científico-tecnológico e à disseminação de práticas sustentáveis nos processos produtivos e nas cadeias de suprimento têm sido estratégicos para a transição a meios mais sustentáveis de produção.

E aqui um novo cenário tem tomado espaço no desenho da sustentabilidade: a gestão eficiente e circular dos resíduos da mineração.

A economia circular tem como fundamento o melhor aproveitamento dos recursos naturais, evitando desperdícios. Representa uma mudança sistêmica que constrói resiliência em longo-prazo e gera oportunidades econômicas e de negócios, além de proporcionar benefícios ambientais e sociais.

É nesse caminho que o IBRAM lança a 1ª edição do E-book: Práticas em circularidade no setor mineral, para promover e disseminar o conhecimento sobre a indústria de mineração nesta nova abordagem e principalmente, 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 JUNGSMANN**  
Diretor Presidente



# INTRODUÇÃO

A circularidade tem como base o desenho de produtos, compartilhamento, manutenção, reutilização, remanufatura e reciclagem de materiais e aparece como alternativa ao modelo tradicional linear, que envolve produção, consumo e descarte, uma vez que defende o uso dos recursos naturais com menos desperdício. Representa uma mudança sistêmica que constrói resiliência em longo-prazo e gera oportunidades econômicas e de negócios, além de proporcionar benefícios ambientais e sociais.

Uma definição mais atual para a economia circular está sendo desenvolvida no âmbito da Organização Internacional de Normalização (ISO). Segundo a entidade, “é um sistema econômico que utiliza uma abordagem sistêmica para manter o fluxo circular dos recursos, por meio da adição, retenção e regeneração de seu valor, contribuindo para o desenvolvimento sustentável.”

Dados da CNI (2019) revelam que no Brasil, 76% das empresas já desenvolvem alguma iniciativa de economia circular. Práticas como reúso de água, reciclagem de materiais e logística reversa são as principais implementações no país. A mesma pesquisa revela que mais de 88% dos empresários avaliam a economia circular como muito importante para a indústria brasileira. A presença da economia circular na indústria se dá principalmente porque as empresas entendem que suas práticas podem contribuir para a geração de empregos na própria empresa e/ou na cadeia produtiva do setor.

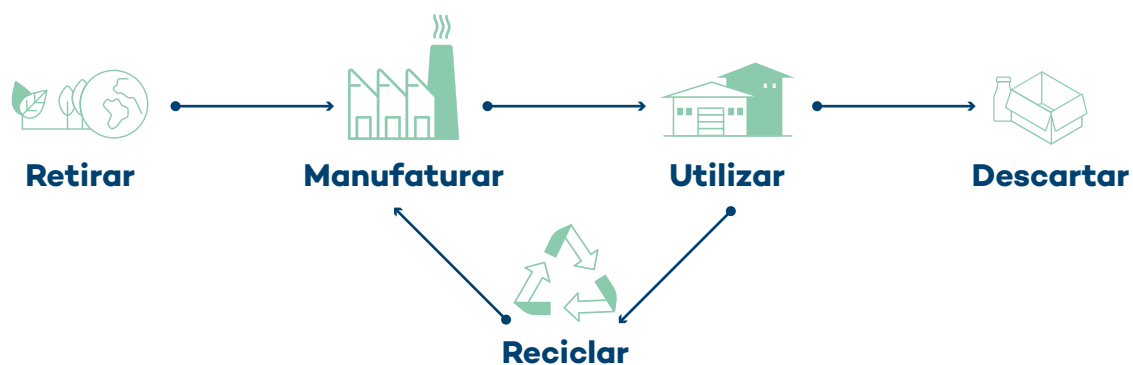
Os minérios são essenciais para a sociedade e vitais para a economia circular. Porém, somente um pequeno número de bens minerais tem sido utilizados como produtos circulares. O conhecimento sobre os modelos de negócio sistêmicos e as tecnologias utilizadas neles podem ser traduzidas em oportunidades com resultados significativos para as empresas, por meio de redução de insumos utilizados e dos custos de produção, menor custo com destinação de resíduos, atração de consumidores conscientes, possibilidades de financiamentos, novos mercados.

Figura 1- Modelos econômicos

## Economia Linear



## Economia de Reciclagem



## Economia Circular

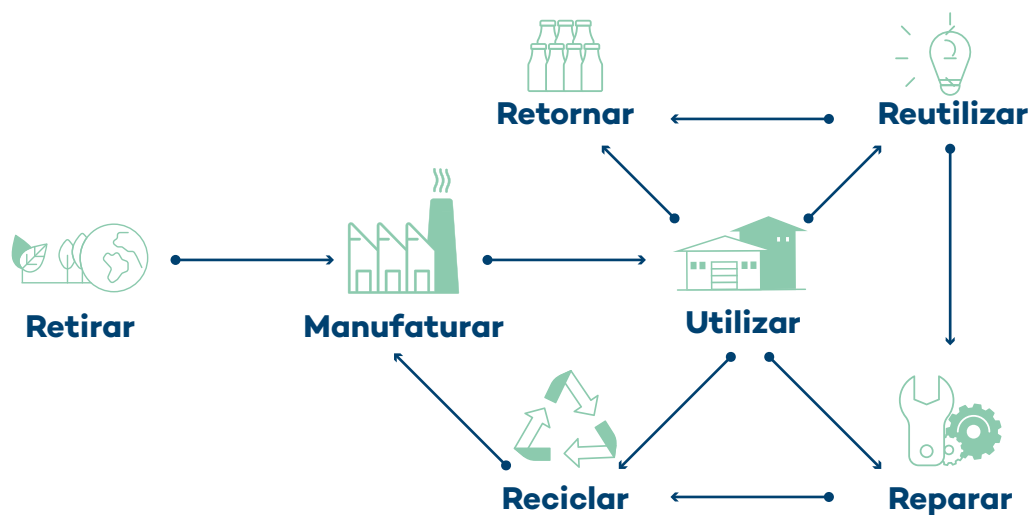


Tabela 1: Barreiras que influenciam o investimento na economia circular

ECONÔMICO	TECNOLÓGICO	SOCIAL E POLÍTICO
<p><b>Alto custo de coleta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Os custos de transporte são altos em devido à baixa implementação da coleta seletiva e logística reversa.</li> <li>Baixo valor intrínseco dos produtos /material por unidade (apesar de valor potencialmente grande de volumes de produtos).</li> <li>Alto custo de capital para reciclagem ou fabricação.</li> </ul> <p><b>Cadeias de fornecimento secundários imaturos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de demanda local para materiais reciclados ou componentes reutilizados para impulsionar investimento.</li> </ul> <p><b>Economia circular não é prioridade para as PME`s</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Negócios e consumidores enfrentam barreiras tecnológicas, tributárias e financeiras dos sistemas atuais.</li> </ul>	<p><b>Design de produtos complexos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Os produtos não foram projetados para desmontagem, remanufatura, reparação ou reciclagem.</li> <li>Os produtos não foram projetados para serem duráveis e/ou com planejamento de obsolescência, diminuindo a expectativa de vida e limitando a capacidade de ser reutilizado.</li> <li>Complexidade de produtos com números e misturas crescentes de materiais, tornando-os mais difíceis reciclar</li> <li>Desenvolvimento tecnológico rápido levando a demanda por novos materiais, limitando o potencial por remanufatura de novos produtos usando materiais reciclados.</li> </ul> <p><b>Escassez de dados impedindo investimento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de infraestrutura de reciclagem, baixo incentivo para os recicladores</li> </ul>	<p><b>Política inconsistente e restrita:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ausência de articulação entre estados e municípios.</li> <li>Políticas nacionais de administração de produtos cobrir apenas um pequeno número de produtos.</li> <li>Sistemas de coleta inconsistentes entre produtos diferentes.</li> <li>Ausência de políticas com foco em aumentar circularidade.</li> <li>Falta de conscientização do consumidor sobre opções de reciclagem</li> </ul> <p><b>Preferência por comprar novos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Relutância em usar segunda mão ou produtos reciclados</li> <li>Falta de padrões para fazer isso em certos setores, por exemplo na indústria da construção</li> </ul> <p><b>Armazenamento doméstico de eletrônicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>O valor percebido dos produtos evita coleta no final da vida útil, levando a grandes volumes de lixo eletrônico.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Wealth from Waste, 2017

Na atividade de mineração, grandes volumes e massas de materiais são extraídos e movimentados. A quantidade de resíduos gerada pela atividade depende do processo utilizado para extração do minério, da concentração da substância mineral estocada na rocha matriz e da localização da jazida em relação à superfície. Na atividade de mineração, existem dois tipos principais de resíduos sólidos: os estéreis e os rejeitos. Os estéreis são os materiais escavados, gerados pelas atividades de extração (ou lavra) no decapeamento da mina, não têm valor econômico e ficam geralmente dispostos em pilhas. Os rejeitos são resíduos resultantes dos processos de beneficiamento a que são submetidas às substâncias minerais. Estes processos têm a finalidade de padronizar o tamanho dos fragmentos, remover minerais associados sem valor econômico e aumentar a qualidade, pureza ou teor do produto final. Existem ainda outros resíduos, constituídos por um conjunto bastante diverso de materiais, tais como efluentes do tratamento de esgoto gerado nas plantas de mineração, carcaças de baterias e pneus utilizados pela frota de veículos, resíduos provenientes da operação das plantas de extração e de beneficiamento das substâncias minerais, como pallets, uniformes, resíduos orgânicos, etc. (IPEA, 2012)

Nos últimos anos, o aumento da demanda por insumos minerais trouxe um grande crescimento de suas atividades, além de viabilizar a lavra e o beneficiamento de minérios com teores sucessivamente mais baixos. O resultado foi o aumento crescente dos resíduos da mineração: resíduos sólidos da extração – o estéril – e do beneficiamento – os rejeitos. Com isso, a disposição final e o gerenciamento deles constituíram tema cada vez mais importante nessa indústria.

Por isso, o IBRAM apresenta a 1ª edição do E-book, uma coletânea de casos práticos de empresas associadas, tanto para resíduos minerais como resíduos não minerais. O intuito é apresentar um panorama da gestão eficiente e circular no setor mineral, de modo que o entendimento e prática de uma lógica sistêmica na mineração seja cada vez mais empregada. Além de tornar mais sustentável, a economia circular na mineração torna os processos mais lucrativos e busca restaurar os recursos físicos, que são finitos, e regenerar as funções dos sistemas naturais, trazendo maiores oportunidades econômicas e sociais.



# PROJETOS

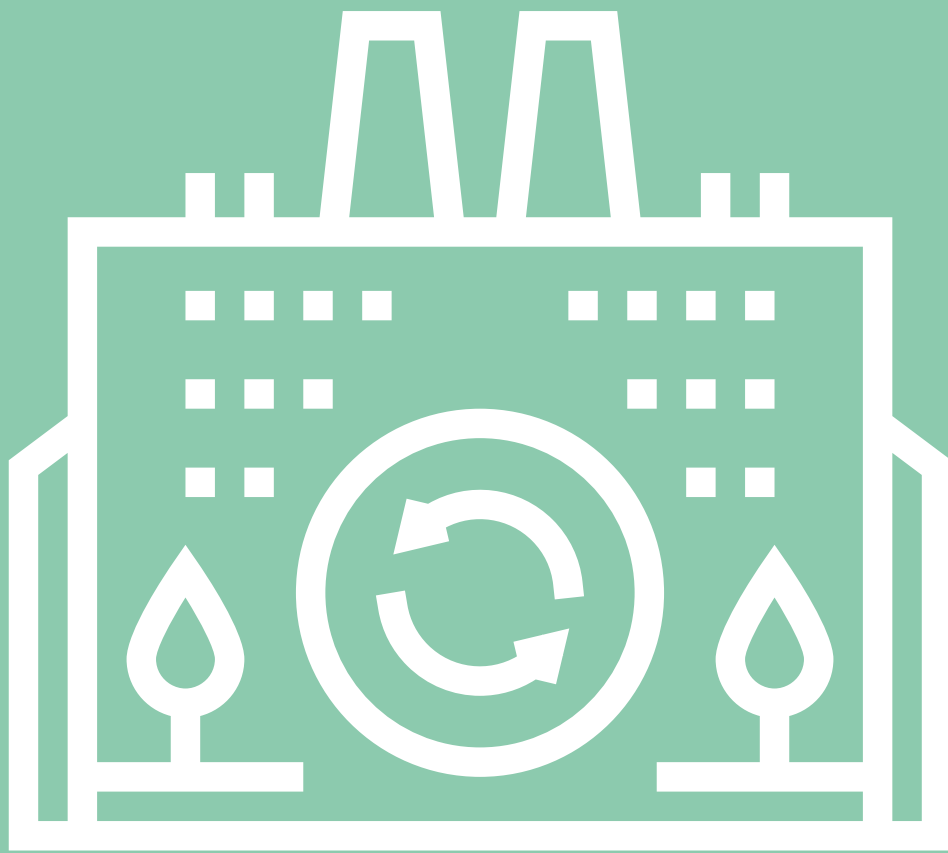


- DESENVOLVIMENTO DE ROTA DE PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE CONCENTRADO DE BARITA, A PARTIR DOS REJEITOS DA ETAPA DE CONCENTRAÇÃO DE PIROCLORO

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

- RECUPERAÇÃO DE NB PROVENIENTE DA ESCÓRIA EM BLOCO E DO REJEITO DE AREIA SHELL DO DESENFORMAMENTO, ATRAVÉS DA IIMPLANTAÇÃO DO PROCESSO DE JIGAGEM

- TRAMAS DO TEMPO: RECICLANDO HISTÓRIA





## 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

- ( ) Em andamento
  - Pesquisas/Bancada/Piloto/Semi-industrial
- (x) **Concluído**

### \* Modelo de Negócio

- ( ) Terceirização
- ( ) B2B
- (x) **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

- 35.000 t (referência 2021)

### \* Novos produtos gerados

- **Concentrado de barita**

### \* Investimento

- **Cerca de R\$ 2 milhões**

## 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<sub>4</sub> é desaguado para posterior comercialização, na forma de concentrado de barita.

**Figura 1:** Vista do circuito de flotação para concentração de barita.









## 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

- ( ) Em andamento
  - ◆ Pesquisas/Bancada/Piloto/Semi-industrial
- (  ) **Concluído**

### \* 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

- Realizado: 32.000 t (Fechamento de janeiro a junho de 2022)
- Previsão: 92.000 t (Forecast 2022)

### \* Novos produtos gerados

- **Minério de ferro**

### \* Investimento

- N/A

## Descrição do processo

O rejeito magnético gerado através de separação magnética, onde a fração magnética segue para uma etapa de ciclonação para redução de contaminantes, o material com >60% Fe é então desaguado para posterior comercialização.

**Figura 1:** Ciclonação do rejeito magnético.











## Título do Projeto

- RECUPERAÇÃO DE NB PROVENIENTE DA ESCÓRIA EM BLOCO E DO REJEITO DE AREIA SHELL DO DESENFORMAMENTO, ATRAVÉS DA IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO DE JIGAGEM

### \* Instituições Parceiras

- UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto

### \* Fase do Projeto:

- ( ) Em andamento
  - ◆ Pesquisas/Bancada/Piloto/Semi-industrial
- ( **x** ) **Concluído**

### \* Modelo de Negócio:

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

### \* Bem mineral principal

- **Fragmentos de FeNb**

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

- Rejeito do processo de produção de FeNb (resíduos não minerais).
- Composição Química Típica: Nb

### \* Volume Reaproveitado

- Recuperação em massa de aproximadamente 10,3% de FeNb com teor de aproximadamente 54,8% de Nb

### \* Novos produtos gerados

- **FeNb** recuperado através da transformação de antigos resíduos do processo em produto.

### \* Investimento

- **R\$4.200.000,00**

## Descrição do processo

- Quantificação e caracterização da escória gerada no Departamento de Metalurgia.
- Estocagem da escória gerada.
- Britagem e moagem da escória gerada.
- Jigagem da escória britada e moída e conseqüentemente recuperação de FeNb.

Figura 1: Rejeito



Figura 2: Alimentação do Silo



Figura 3: Concentração Gravítica



Figura 4: Produto Concentrado



Figura 5: Produto Gerado





## Título do Projeto

- TRAMAS DO TEMPO: RECICLANDO HISTÓRIA

### \* Instituições Parceiras

- Fundação Cultural Calmon Barreto (FCCB) – Araxá - MG

### \* Fase do Projeto:

- ( ) Em andamento
  - ◆ Pesquisas/Bancada/Piloto/Semi-industrial
- ( **x** ) **Concluído**

### \* Modelo de Negócio:

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

### \* Bem mineral principal

- N/A

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

- Uniformes usados/ descartados

### \* Volume Reaproveitado

- 30 fardos contendo uniformes descartáveis – cerca de 2.400 Kg

### \* Novos produtos gerados

- Foram geradas peças artesanais, totalizando 127 tapetes, 21 passadeiras, 19 descansos de painéis e mais 20 protótipos (bolsas).

## Descrição do processo

Após a utilização dos uniformes pelos funcionários da CBMM, estes são devolvidos no almoxarifado e posteriormente doados à Fundação Cultural Calmon Barreto para a fabricação de novas peças a partir da reciclagem. Todas as peças são tecidas em tear de madeira através do antigo repasso mineiro, método tradicional na região, gerando renda à manutenção da Fundação. Estão envolvidas diretamente no projeto, oito tecelãs.

### Todo o processo consiste em:

- Separar as peças recebidas por tonalidades, tipo de peça/tecido e necessidade de higienização (necessidade de higienização diferente devido a quantidade e tipo de sujeira existente no tecido e tipo \_ mais pesada ou mais leve);
- Lavar/ higienizar e secar de acordo com a necessidade;
- Separar as partes das vestimentas, os tecidos a serem transformados em tiras, separar bolsos, partes com costura partes com zíper e botões (para as calças) , golas e partes com botões ( para camisas);
- Cortar as tiras;
- Enrolar as tiras em meadas;
- Selecionar a peça a ser tecida;
- Urdir a linha para ser colocada no tear;
- Selecionar a trama a ser desenvolvida \_ “o repasso”;
- Colocar a Urdidura no tear e repassar;
- Tecer a peça; e
- Fazer o acabamento (costura, macramê ou abrolho)

### Maiores informações:

- <https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/noticia/2022/03/06/projeto-tramas-do-tempo-de-tecelagem-em-araxa-ressignifica-antiga-tradicao-conheca.ghtml>
- <https://filiaraxa.com.br/projeto-tramas-do-tempo-reciclando-historia-esta-em-exibicao-no-10-filiaraxa/>

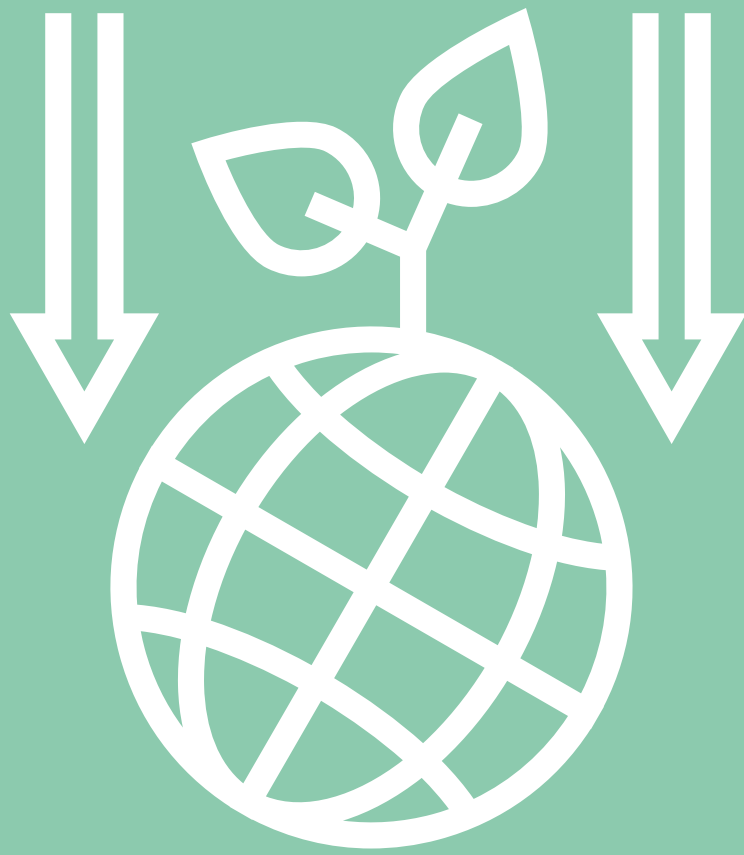






# lundin mining

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



# 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 AGRÍCOLA.

## \* Instituições Parceiras

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

## \* Fase do Projeto:

- (  ) **Em andamento (Piloto em campo)**
  - ◆ Pesquisas/Bancada/Piloto/Semi-industrial
- (  ) Concluído

## \* Modelo de Negócio:

- Terceirização
- (  ) **B2B**
- (  ) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- (  ) **Outros: B2C – Empresa para consumidor.**

## \* 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

- Potencial de 9,6 milhões de toneladas/ano para uso alternativo.

## \* Novos produtos gerados

- **Remineralizador agrícola de micaxisto.**

## \* Investimento

- **R\$ 461.746,25**

## 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.

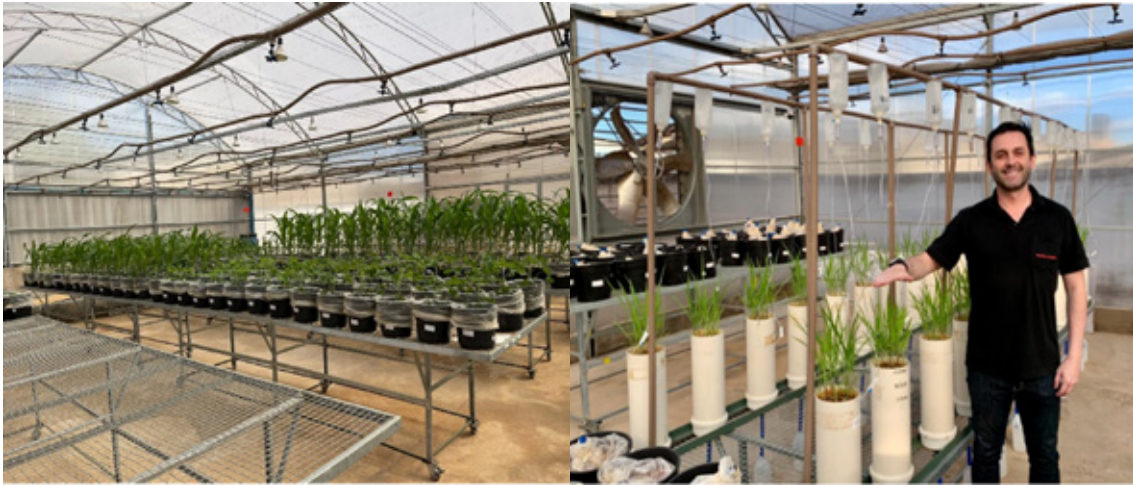
A produtividade média do plantio com uso do remineralizador originado do rejeito da Lundin Mining chegou a 82,5 sacos/ha, performance superior a área plantada com o remineralizador referência de mercado e a área plantada sem nenhuma aplicação de remineralizador. Outros importantes indicadores de produtividade 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. O objetivo também é verificar o benefício do remineralizador na safrinha.

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 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.



**Figura 3:** Plantio experimental sorgo safrinha 2022 com uso de remineralizador.  
Crédito das Fotos: Mineragro.



**Figura 4:** Plantio do sorgo safrinha 2022 pronto para colheita.  
Crédito das Fotos: Lundin Mining





# PROJETOS



VALE

- PROGRAMA AREIA SUSTENTÁVEL
- FÁBRICA DE BLOCOS DA MINA DO PICO
- PAVIMENTAÇÃO





## Título do Projeto

- PROGRAMA AREIA SUSTENTÁVEL

### \* Instituições Parceiras

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

### \* Fase do Projeto:

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

### \* Modelo de Negócio

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

### \* Bem mineral produzido

- **Areia**

### \* Tipo do Rejeito/estéril

- Quartzo e hematita

### \* Volume Reaproveitado

- 250 mil toneladas (Dados de 2021)

### \* Novos produtos gerados

- **Pré-moldados de concreto** (pisos intertravados, blocos de alvenaria e vedação, pré-fabricados de meio fio)

## Descrição do processo

Atualmente, a Vale gera cerca de 41 Mta de rejeito, sendo 80% arenoso e 20% ultrafino. Dessa forma, há um potencial de geração de cerca de 33 Mta de areia sustentável, a partir do tratamento do rejeito arenoso. A primeira mina a implantar essa transformação foi a Mina de Brucutu, localizada em São Gonçalo do Rio Abaixo, Minas Gerais. Desde 2021, cerca 250.000 t de areia de Brucutu foram reaproveitadas em diferentes iniciativas e aplicações. Já em 2022, a Mina de Viga, localizada em Congonhas/Minas Gerais, foi a segunda unidade produtiva da Vale a colocar em prática a economia circular com uma capacidade de reaproveitamento de 200 mil toneladas por ano. As características geológicas do minério de ferro lavrado nessa Mina somando a inovação do beneficiamento do rejeito arenoso, permitiu a Vale ampliar seu portfólio de areias com um material com granulometria mais grossa e maior teor de sílica. A meta da Vale será reaproveitar cerca de 1,0 milhão de toneladas de areia em 2022 e em 2023 esse volume será duas vezes maior.

No portfólio de pesquisa do Programa de Areia Sustentável da Vale há diversas outras frentes que visam atestar o potencial técnico da areia Vale e dos outros tipos de rejeitos. Como a escala de geração de rejeitos é substancialmente superior a capacidade de destinação, o caminho adotado foi diversificar as possibilidades de aplicações para a areia Vale e os demais rejeitos. São mais de 30 projetos de P&D, que contemplam 20 nichos de mercado, dentre eles, pavimentação, artefatos de concreto, concreto e argamassa, cimento, nanomateriais, madeira plástica, areia, cerâmica, rocha artificial e agricultura. Esse ecossistema de inovação aberta conta com a parceria de 40 universidades, empresas parceiras de diferentes setores e órgãos governamentais com investimento de US\$10 milhões, até 2021.

A estratégia adotada pela Vale é atuar em duas frentes em paralelo: o reaproveitamento e a busca por soluções que previnam ou minimizem a geração de rejeitos. Um dos pilares desse plano consiste em criar um ecossistema de parcerias com outras empresas, comunidade, centros de pesquisa e o governo, de forma a fomentar a inserção desse material em outras cadeias produtivas. Dentro dessa estratégia, a forma de operacionalizar perpassa por diferentes modelos de negócio de acordo com a potencial de consumo de rejeito/nicho, logística e maturidade tecnológica. Além desse aspecto, vale mencionar que para garantir um controle de qualidade desses rejeitos, as iniciativas de reaproveitamento priorizam os rejeitos que estão sendo gerados nas atuais plantas de beneficiamento. Vale destacar que as inovações no reaproveitamento de rejeitos apresentam resultados satisfatórios em termos de viabilidade técnica, como a aplicação de rejeitos em pavimentos rodoviários e o uso de rejeitos em rochas artificiais. Assim o cenário descrito demonstra a existência de uma oportunidade, em que os resíduos de mineração podem tornar-se produtos para outras cadeias produtivas.

O reaproveitamento desses coprodutos possibilita a redução de dois passivos ambientais, como a redução do volume disposto em pilhas e barragens e ao mesmo tempo a redução do consumo de recursos naturais não-renováveis, como as areias. Ao identificar o potencial desses resíduos e ao mesmo tempo encontrar rotas tecnológicas, que possibilitem seu reaproveitamento, é possível dar passos

para a construção de uma economia mais sustentável. Portanto, fomentar a pesquisa será a forma mais fácil de convencer o mercado consumidor a utilizar esse novo tipo de areia e promover uma mudança de *mindset* de toda cadeia produtiva para aquisição de uma areia mais sustentável.

Para alavancar todas essas iniciativas, diversos setores da empresa participaram. Foram mais de 100 pessoas envolvidas direta ou indiretamente. Em relação ao fomento das cooperações técnicas com as universidades e centros de pesquisa, foram mais de 1000 estudantes beneficiados através das bolsas de iniciação científica, mestrado, doutorado. Isso também resultou em mais de 30 artigos e patentes publicados.

Diante de um cenário em que a escala de geração de rejeitos é substancialmente superior à escala de soluções potenciais para consumo/reaproveitamento dos rejeitos, bem como a demanda potencial do mercado e os custos logísticos de escoamento, a estratégia adotada pela Vale está sendo combinar diferentes modelos de negócios, ações de filantropia e destinação para obras internas. Desse modo, a empresa vem proativamente buscando participar do desenvolvimento sustentável do território onde está inserida e do mundo de forma global. Nesse sentido, o avanço das frentes de reaproveitamento do rejeito de minério de ferro se mostra como alavanca de participação da empresa dentro de uma economia circular compartilhando valor com a sociedade. As diversas iniciativas de coprodutos buscam transformar rejeito em recurso gerando novos negócios, desenvolvimento econômico, oportunidades profissionais, educação, incremento da arrecadação, formação de clusters locais e mitigando problemas ambientais.

Além disso, essa iniciativa reforça a estratégia da Vale de “*first to market*”, já que a Vale é a primeira mineradora de ferro do mundo a reaproveitar seus rejeitos em larga escala, extrapolando as prateleiras dos laboratórios e conseguindo gerar resultados positivos para o negócio e para a sociedade. A maioria das mineradoras tem iniciativas de reaproveitamento, mas em escala laboratorial. Isso fez com que o **Programa Areia Sustentável da Vale** fosse um dos 10 estudos de caso escolhidos para compor o relatório da UNEA -5 sobre o tema *Programme Resolution on Mineral Resource Governance*. Uma das conclusões desse relatório é que a Areia Vale poderá ser uma solução ambientalmente mais correta para a lavra predatória de areia; redução da necessidade de estruturas geotécnicas e seus impactos ambientais; alternativa sustentável para a escassez futura de areia no mundo e um produto que também atua reduzindo os efeitos das mudanças climáticas.

A cada 1 (uma) tonelada de Areia Vale destinada, 1 (uma) tonelada de rejeito deixará de ser depositada em barragens ou pilhas. Somado a isso, para aquelas minas que não há possibilidade de nenhuma estrutura geotécnica, a destinação de areia se torna vital para a manutenção do core business da empresa (minério de ferro), já que a cada 1 (uma) tonelada de areia Vale destinada, cerca de 1,6 t de minério são liberadas para serem produzidas. Um outro dado interessante é que a areia Vale poderá reduzir em 10 vezes as emissões de GHG, se comparada a areia natural. Todas essas métricas reforçam o quanto é importante e crucial o Programa de Areia Sustentável.

Em um artigo recente da *Harvard Business School*, é ressaltado que um dos maiores desafios das políticas ESG é gerar resultados capazes de promover uma mudança significativa no meio ambiente e na sociedade. Diante disso, observa-se o quanto os projetos de reaproveitamento de rejeitos da Vale ou da areia proveniente do tratamento deles materializa o ESG. É interessante notar que o Programa de Areia Sustentável da Vale não apenas atua fomentando a economia circular, mas também promovendo a inclusão, diversidade. Como por exemplo, a primeira fábrica de pré-moldados de rejeito 100% operada por mulheres da Mina do Pico.

## PROJETO COM A UNEP/UNIVERSIDADE DE QUEENSLAND/ UNIVERSIDADE DE GENEVA

Projeto desenvolvido desde 2020 em conjunto com a Universidade de Queensland, UNEP, Universidade de Geneve para avaliar areia Vale como uma alternativa mais sustentável para resolver o problema da lavra predatória (leito de rio e marinha) e a escassez desse recurso no mundo.

Os resultados do relatório apontam uma convergência com o que a Vale já estava fazendo. Dessa forma, validando toda a estratégia adotada.

Esse foi um estudo independente e imparcial com o objetivo de trazer casos práticos e em implementação. Dentre as opções avaliadas está a areia de minério (*ore-sand*), resíduo de demolição de construção civil, escória e areias de outras fontes.

- A Vale financiou os estudos através de uma doação.
- O objetivo foi fomentar o estudo, sem intervir tecnicamente no andamento.
- Nosso estudo de caso foi um de 10 casos escolhidos para compor um relatório maior que almeja endereçar na UNEA -5 o tema *Programme Resolution on Mineral Resource Governance*.
- A areia de Brucutu foi utilizada como objeto de análise desse estudo.
- Os resultados da pesquisa levaram as seguintes conclusões:
  - Ao avaliar nossa areia em comparação com todos os outros tipos, eles criaram uma nomenclatura técnica para categorizar o nosso tipo de areia. Dessa forma, todas as areias provenientes do beneficiamento de rejeitos estariam dentro do grupo de areias de minério (*ore-sand*).
  - Para que seja possível reaproveitar os rejeitos como areias, é necessário investir em processos para melhorar a qualidade dos rejeitos e com isso criar produtos que o mercado queira consumir. Isso vai de encontro com o que já estamos fazendo.

- Esse estudo evidencia que a areia da Vale não apresenta potencial tóxico (*significantly below environmental thresholds and average levels for most soils*)
- A areia está se tornando um recurso estratégico. Segundo os dados apontados pelo estudo, a areia é um recurso vital para o desenvolvimento econômico para conter as mudanças climáticas. Além disso, a demanda por esse recurso irá aumentar bastante nos próximos anos em função do crescimento populacional e necessidades de melhoria de infraestrutura.
- O estudo apontou que a areia da Vale poderá reduzir em 10 vezes as emissões de GHG se comparado com as areias provenientes de leito de rio.
- Além disso, a pesquisa mostrou que a ore-sand só será competitiva em relação as emissões de CO<sub>2</sub>, até uma distância de 50 Km via modal-rodoviária e até 200km via ferrovia. Isso reforça a competitividade da areia Vale.
- A ore-sand poderá ser uma alternativa para os agregados miúdos em várias aplicações, em especial a construção civil. Eles destacaram que a granulometria é um dos principais desafios. É importante destacar que as pesquisas da Vale já encontraram uma solução para esse desafio.
- Já para aplicações de alto valor agregado, o estudo mostra a necessidade de aumentar o teor de sílica, incluindo etapas adicionais no beneficiamento da areia. A Universidade de Queensland realizou alguns testes de bancada que evidenciaram que é possível obter um quartzo de alta pureza de até 99,7% de SiO<sub>2</sub>, o que também corrobora com os nossos próprios desenvolvimentos internos, principalmente com o que estamos fazendo no Programa Mine.
- Esse projeto coloca a Vale no centro de toda essa discussão a respeito da problemática de areias. A definição de ore-sand foi baseada na areia da Vale.
- Esse projeto coloca a Vale no centro de toda essa discussão a respeito da problemática de areias. A definição de ore-sand foi baseada na areia da Vale.
- Segundo o estudo, fomentar a pesquisa será a forma mais fácil de convencer o mercado consumidor a utilizar a ore-sand e promover uma mudança de mindset de toda cadeia produtiva para aquisição de uma areia mais sustentável.
- Esse trabalho se iniciou em 2020, foi finalizado e apresentado em março deste ano na UNEA-5 (Assembleia das Nações Unidas para Meio Ambiente).

Dessa forma, o relatório conclui que a areia de minério, seja da Vale ou de outra mineradora, poderá ser uma solução ambientalmente mais correta para a lavra predatória de areia e para reduzir a necessidade de estruturas geotécnicas

**Figura 1:** Areia Sustentável da Vale proveniente da Mina de Brucutu



**Figura 2:** Areia Sustentável da Vale proveniente da Mina de Viga







---

## Título do Projeto

- FÁBRICA DE BLOCOS DA MINA DO PICO
- 

### \* Instituições Parceiras

- CEFET MG
- 

### \* Fase do Projeto:

- Em andamento
  - Concluído
- 

### \* Modelo de Negócio

- Pesquisas/bancada
  - Pesquisa em escala piloto
  - Pesquisa em escala industrial
  - Terceirização
  - B2B
  - Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- 

### \* Bem mineral produzido

- Minério de ferro
- 

### \* Tipo do Rejeito/estéril

- Quartzo e hematita
- 

### \* Volume Reaproveitado

- 30 mil toneladas/ano
- 

### \* Novos produtos gerados

- Pré-moldados de concreto (pisos intertravados, blocos de alvenaria e vedação, pré-fabricados de meio fio)
- 

### \* Investimento

- Aproximadamente R\$ 31 milhões
-

## Descrição do processo

O Projeto Fábrica de Blocos da Mina do Pico é destinado a estudar a viabilidade técnica e econômica de diferentes tipos de rejeitos de minério de ferro para produção de pré-moldados para construção civil. Esse contou com a implantação da planta dentro do Complexo Minerador de Vargem Grande, em Minas Gerais Brasil e com uma área de, aproximadamente, 1.000 m<sup>2</sup>; tendo uma capacidade de produção de até 4,0 MM pré-moldados para construção civil. Essa produção permitirá um reaproveitamento de até 30.000 toneladas/ano de rejeitos de mineração e que equivalerá a um potencial de revestimento de até 90.000 m<sup>2</sup>/ano, considerando uma produção de apenas pisos intertravados (pavers). A produção será destinada para doações em contrapartidas de licenciamento e consumo interno. Durante os seus 2 primeiros anos, essa planta terá um caráter de pesquisa, já que será desenvolvida em conjunto com um centro de pesquisa do estado de Minas Gerais, Brasil. A Fábrica de Blocos encerrará sua fase de pesquisa em dezembro de 2022. Para o modelo futuro, a planta deixará de ser piloto e se transformará em uma planta industrial, aumentando sua capacidade produtiva.

**Figura 01:** Pisos intertravados de média resistência produzidos pela Fábrica de Blocos da Mina do Pico



A Fábrica de Blocos da Mina do Pico traduz as novas formas de se fazer negócios mais sustentáveis, inclusivos, seguros e inovadores. Toda produção é automatizada, reduzindo ao máximo a exposição das operadoras ao risco. Vale destacar que nesse projeto toda a operação e liderança é feita por mulheres. E um ponto destaque é o modelo proposto para esse projeto em que a pesquisa e o operação acontecem juntas, de modo que a transferência de tecnologia e conhecimentos gerados nos laboratórios do CEFET sejam repassados em tempo real para a operação. Esse funcionamento híbrido permite um intercâmbio de conhecimento e práticas, trazendo mais assertividade para os resultados.

O portfólio de produtos tem como premissa número 01 ter o rejeito de minério de ferro ou a areia proveniente do tratamento dele como o principal insumo da confecção dos pré-moldados. Os produtos que entram em linha de produção precisam estar validados tecnicamente em laboratório e nos testes de produção de protótipos pelo CEFET. A escolha dos tipos leva em consideração a tipologia mais solicitadas pelas áreas internas da Vale.

O sistema de produção é composto por cinco estágios principais. No início do processo de fabricação dos pré-moldados, os insumos serão colocados em pilhas pulmão nas baias de matérias primas e alimentados nos silos de insumos. O carregamento das matérias primas até os silos, os quais tem capacidade de 10m<sup>3</sup>, ocorre através de uma pá carregadeira. O cimento é a granel e armazenado em um silo exclusivo com capacidade de 70 m<sup>3</sup>. Posteriormente, os insumos são direcionados por meio de uma correia transportadora para o misturador. No misturador haverá um sistema de biplanetário, semelhante a uma bateadeira, que possibilitará a homogeneização da mistura. Também há um sistema de controle e dosagem de água e aditivo. O tempo de residência da mistura no misturador é de aproximadamente 60 a 180 segundos. A mistura então será direcionada por meio de uma correia transportadora para a vibroprensa. Neste equipamento, a pressão vertical e a vibração sincronizada, permitem formar os pré-moldados e obter a resistência necessária. Nesta etapa é possível variar os moldes e obter os diferentes tipos de artefatos. Esse equipamento tem uma capacidade 4 ciclos/minuto. O número de artefatos por intervalo de tempo, dependerá do tipo de molde utilizado. Os pré-moldados produzidos serão retirados da esteira no final da linha, por uma empilhadeira e armazenados na área de cura onde devem permanecer por até 36 horas. Essa etapa será realizada a temperatura ambiente e o tempo de cura influenciará na resistência dos artefatos. Após a cura, o produto será embalado em fardos e colocados em paletes por meio de uma paletizadora automática, essa etapa é denominada cubagem. Os fardos serão estocados a céu aberto em condições normais de temperatura até a aplicação.

Figura 2: Fluxograma do Processo Produtivo

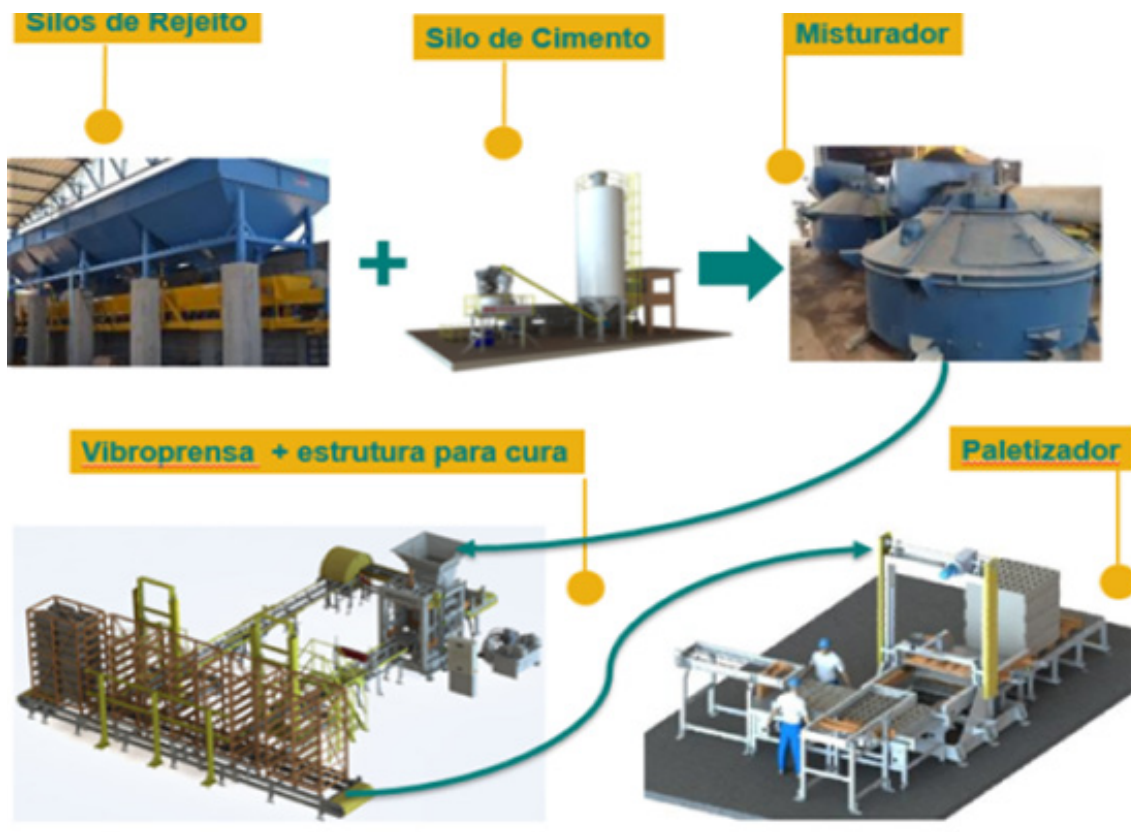


Figura 3: Equipe envolvida no projeto a Fábrica de Blocos da Mina do Pico



**Figura 4-** Pré-moldados na etapa de cubagem da Fábrica de Blocos da Mina do Pico



**Figura 5-** Equipe de Operação e Pesquisa atuando em conjunto na Fábrica de Blocos da Mina do Pico





## Título do Projeto

- PAVIMENTAÇÃO

### \* Instituições Parceiras

- UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá (Campus Itabira)

### \* Fase do Projeto:

- Em andamento
- Concluído

### \* Modelo de Negócio

- Pesquisas/bancada
- Pesquisa em escala piloto
- Terceirização
- B2B
- Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno

### \* Bem mineral produzido

- Areia

### \* Tipo do Rejeito/estéril

- Quartzo e hematita

### \* Volume Reaproveitado

- 200 mil toneladas (Dados de 2021)
- Potencial:
  - Pavimento Rodoviário: 7 mil toneladas/Km
  - Pavimento Vicinal: 2,5 mil toneladas/Km

### \* Novos produtos gerados

- **Pré-moldados de concreto** (pisos intertravados, blocos de alvenaria e vedação, pré-fabricados de meio fio)

### \* Investimento

- R\$ 20 milhões

## Descrição do processo

### PAVIMENTAÇÃO RODOVIÁRIA

O Projeto de Reaproveitamento de Rejeitos e das areias provenientes do tratamento deles em Pavimentação é uma parceria entre a Vale e a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e pode ser dividido em 2 etapas: testes laboratoriais e pista experimental. Na primeira etapa, foram feitas análises químicas, mineralógicas, granulométricas e mecânicas do rejeito arenoso para atestar seu potencial de aplicação em todas as camadas de um pavimento flexível para fluxo rodoviário pesado. Na segunda etapa, os resultados dos testes de laboratório serão aplicados nos pavimentos rodoviários internos. A primeira estrada experimental, construída em 2018, aplicou 1200 toneladas de rejeitos de minério de ferro nas camadas de base e sub-base em um trecho de aproximadamente 600 metros. Devido às características granulométricas deste rejeito, foi necessário realizar uma estabilização granulométrica, isto é, uma correção da faixa granulométrica em que esse material se encontra, de forma a misturá-lo com agregados de tamanhos maiores.

Uma segunda pista experimental finalizou-se sua construção em 2022 dentro da Mina de Cauê, no complexo Itabira. Essa réplica de rodovia foi dividida em 4 trechos diferentes, nos quais foram testadas diferentes misturas contendo a areia, proveniente do tratamento do rejeito, em todas as camadas do pavimento (revestimento, base, sub-base e reforço do subleito). Além disso, foram instalados entre as camadas sensores que identificarão as deformidades e anomalias do pavimento, as quais serão monitoradas durante dois anos. Além disso, haverá um acompanhamento ambiental, nesse mesmo intervalo de tempo, para avaliar o desempenho das areias a longo prazo.

De acordo com os resultados técnicos, avaliou-se o comportamento de misturas de solo com a areia proveniente da Mina de Cauê nas proporções 25%, 50% e 75% em massa, visando-se a aplicação dessas misturas em camadas de subleito, reforço de subleito e em sub-base. Verificou-se que houve um aumento nos valores do ISC (Índice de Suporte Califórnia) do solo com adição do rejeito de minério de ferro, e a diminuição da expansão, evidenciando o potencial do coproduto do beneficiamento do minério de ferro como material de reforço de subleito, sub-base e base, a depender da magnitude do tráfego. Outro resultado desse projeto mostrou que a adição da areia Vale proporcionou redução do consumo de ligante asfáltico, com teores de projeto mais baixos do que em misturas convencionais, além de possibilitar ganho de resistência para as propriedades mecânicas atendendo especificações de norma. Houve uma economia de até 6,0% de CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo), o qual é considerado o insumo de maior valor.

**Figura 1:** Pista Experimental de Cauê- Fase de execução



**Figura 2:** Pista Experimental de Cauê- Fase de execução





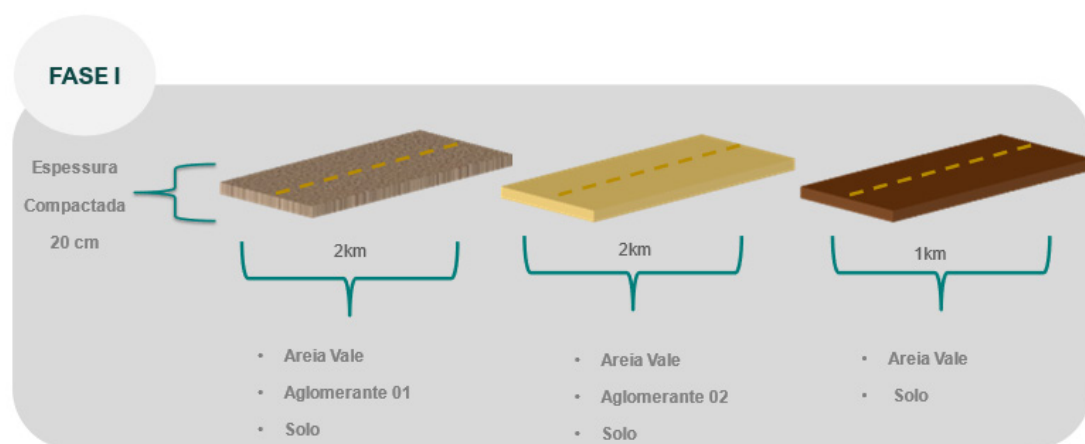
## PAVIMENTAÇÃO VICINAL - CRIANDO CAMINHOS

Em 2020 foi criado um programa de solução de baixo custo para pavimentações vicinais, cujo objetivo será promover a melhoria de infraestrutura das comunidades vizinhas as operações Vale e uma destinação mais sustentável para as areias provenientes do tratamento dos rejeitos. A partir de uma parceria entre Vale, associações de municípios, prefeituras, Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e comunidades está sendo feita a pavimentação de estradas rurais com uma mistura contendo a areia tipo O2, aglomerante e solo. Para analisar o desempenho da solução sustentável estão sendo feitas análises laboratoriais, testes experimentais em campo e monitoramento dos trechos experimentais. Essa iniciativa faz parte da primeira etapa do Programa Social de Pavimentação Vicinal com Rejeito, Criando Caminhos. Para avaliar o desempenho in loco, as misturas definidas nos testes laboratoriais estão sendo aplicadas em um trecho municipal vicinal de até 5 Km de extensão e com 7 a 10 m de largura. O trecho tem a sua construção acompanhada e o seu desempenho monitorado ao longo de 6 meses.

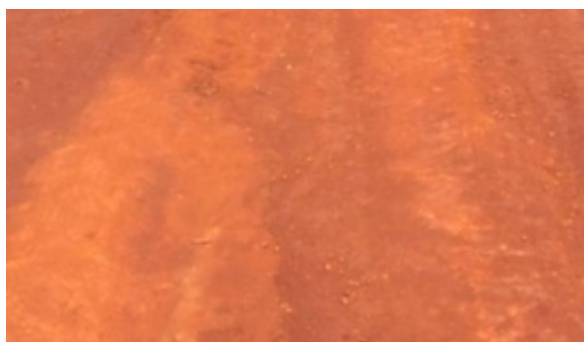
O Criando Caminhos está em sua fase experimental, sendo que somente em 2021 foram construídos cerca de 5 Km em 3 municípios diferentes do Quadrilátero Ferrífero. Em 2022, alguns trechos ainda estão em processo de construção e monitoramento. Os resultados preliminares apontaram uma redução da emissão de particulados, melhoria na trafegabilidade e aumento da resistência se comparado as soluções convencionais. Nesse programa, a Vale é responsável por doar a areia e o aglomerante, além da capacitação técnica. Já as prefeituras signatárias do Criando Caminhos são responsáveis por disponibilizar equipamentos e pessoas para execução dos trechos.

Figura 1: Trechos experimentais em teste

## Experimento



**Figura 2:** Textura de um dos trechos experimentais após o período de chuvas contendo uma das soluções em teste com a areia Vale.



## PAVIMENTO RÍGIDO- PARCERIA COM CONTRACTOR

Em 2020 a Vale em conjunto com a empresa Contractor formalizaram uma parceria para avaliar o potencial da Areia Vale. Em 2021 foram aplicadas cerca de 80 mil toneladas de areia proveniente do beneficiamento do rejeito arenoso de Brucutu de forma experimental na da rodovia Contorno Mestre Álvaro (BR101/ES).

- Aplicação: Rodovia BR-101/ES- Contorno Mestre Álvaro
- Extensão: 19 Km
- Tipo de pavimento: Pavimento Rígido
- Densidade da mistura: 1,6 t/m<sup>3</sup>
- Largura: 28 m
- Espessura: 60 cm (camada final do aterro)
- Mistura com 40% de areia Vale tipo O1

Os resultados apontaram que a areia Vale aumentou a capacidade de suporte, reduziu a expansão do solo, aumentou a compactação

**Figura 1:** Obra da rodovia Contorno Mestre Álvaro com Areia Vale



# PROJETOS

The logo for Nexa, featuring the word "nexa" in a bold, lowercase, sans-serif font. The letters "n", "e", and "x" are dark grey, while the letters "a" and "a" are orange. A thin green horizontal line is positioned above the logo.

- ZINCAL

- AGREGADO DE AMBRÓSIA

- CONCENTRADO DE FERRO

A decorative graphic in the bottom right corner consisting of overlapping geometric shapes in teal, light green, and yellow.





## Título do Projeto

- ZINCAL

### \* Instituições Parceiras

- Distribuidoras comerciais: Calcário Noroeste, Calcário Marathg.
- Laboratório certificado: Laboratório CAMPO.

### \* Fase do Projeto:

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

### \* Modelo de Negócio

- ( ) Pesquisas/bancada
- (  ) **Terceirização**
- ( ) B2B
- (  ) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno

### \* Bem mineral produzido

- O processo consiste em mudança realizada na planta de beneficiamento para garantir os contaminantes dentro das especificações para o rejeito de dolomita da usina ser classificado como calcário agrícola. Esse calcário é vendido com o auxílio dois distribuidores parceiros para o mercado agrícola no entorno da unidade.

- Dolomita depositado na Barragem de Morro Agudo. Com especificações abaixo protocoladas no MAPA.

### \* Tipo do Rejeito/estéril

Discriminação	Garantia	Unid. de medida
• CaO	26.0000	%
• MgO	16.0000	%
• Peneira 2,00 mm (ABNT nº10)	100.0000	%
• Peneira 0,84 mm (ABNT nº20)	85.0000	%
• Peneira 0,30 mm (ABNT nº50)	82.0000	%
• PRNT	73.7000	%
• SOMA CaO + MgO	42.0000	%
• PN	85.0000	%

### \* Volume Reaproveitado

- Atualmente a alimentação da usina está em torno de 1Mt/ano. Nos últimos 2 anos foram comercializados 1,3Mt/ano finalizando o estoque antigo do processo depositados em pátios.

## Título do Projeto

- ZINCAL

### \* Novos produtos gerados

- Corretivo de acidez de solo para fins agrícolas.

### \* Investimento

- Os equipamentos usados nesse processo são locados com um opex de aproximadamente R\$14M/ano, incluindo operadores que operam os mesmos, segue abaixo descrição da frota.
  - 7 carregadeiras
  - 8 caminhões pipa
  - 7 caminhões
  - 4 tratores de pneu
  - 1 trator de esteira
  - 4 escavadeira
  - operação motoniveladora

## Descrição do processo

O rejeito da usina, sempre que dentro de especificação é destinado para a Barragem 1 onde é escavado constantemente e enviado para os pátios de calcário da unidade, quando esse pátio atinge a altura máxima permitida o material é quebrado e secado ao sol com uso de tratores de pneu com implementos agrícolas, após seco esse material é remontado com pá carregadeiras e carregado com elas para expedição, após controle de qualidade validado em laboratório externo certificado pelo MAPA.





## Título do Projeto

- AGREGADO DE AMBRÓSIA

### \* Instituições Parceiras

- Calcário Noroeste LTDA

### \* Fase do Projeto:

- Em andamento
- Concluído

### \* Modelo de Negócio

- Pesquisas/bancada
- Terceirização
- B2B
- Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno

### \* Bem mineral produzido

- O processo trata a pedra de cantaria depositada em pilha na unidade de Ambrósia Sul destinando-a para venda como brita após processo de cominuição e classificação.

### \* Tipo do Rejeito/estéril

- Dolomita depositado na unidade de Ambrósia Sul.
- 90% CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 9% SiO<sub>2</sub>; 4% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 3% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 2% ZnS; 2% outros.

### \* Volume Reaproveitado

- 80.000 toneladas por ano (expectativa).
- Em 2021, entre janeiro e abril foram comercializados 18.450 t.

### \* Novos produtos gerados

- Agregado para construção civil.

### \* Investimento

- O investimento para iniciar a operação foi de R\$ 250.000,00
- 1 ano de dedicação de +10 profissionais da empresa.

## Descrição do processo

- **Seleção** (material é selecionado de acordo com as suas características químicas)
- **Planejamento** (é feito um plano de remoção do material)
- **Carregamento** (material sai da unidade de Ambrósia e é transportado para a empresa parceria)
- **Britagem** (material tem granulometria reduzida para ser comercializado como brita)
- **Classificação** (material passa por peneiras para que os tipos de brita sejam separados para direcionamento ao mercado)
- **Venda**







## Título do Projeto

- CONCENTRADO DE FERRO

### \* Instituições Parceiras

- LTM - USP
- Gaustec
- Inbrás

### \* Fase do Projeto:

- Teste Industrial em andamento
- FEL 1 concluído
- FEL 2 em andamento

### \* Modelo de Negócio

- (  ) Pesquisas/bancada
- (  ) Terceirização
- (  ) B2B
- (  ) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno

### \* Bem mineral produzido

- Concentrado de ferro, produto rico em hematita.

### \* Tipo do Rejeito/estéril

- Rejeito obtido do beneficiamento mineral de minério willemítico (zinco) com rocha encaixante dolomítica. Rejeito composto por dolomita, hematita, quartzo, willemita, galena.

### \* Volume Reaproveitado

- 100 toneladas por ano (teste industrial)
- 120 mil toneladas por ano (projeto a ser implementado)

### \* Novos produtos gerados

- O processo em desenvolvimento gera 2 fluxos:
  - ◆ Concentrado de ferro, fração rica em hematita.
  - ◆ Dolomita

### \* Investimento

- 1,5 M R\$ (Etapas de P&D, Teste Industrial, FEL 1 e FEL2)

## 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 adequar a porcentagem de sólidos na polpa, seguido de uma concentração magnética em dois estágios, *Rougher* e *Cleaner*. A fração magnética produzida será desaguada e destinada a venda como concentrado de ferro siderúrgico. A fração não magnética será disposta conforme operação atual.

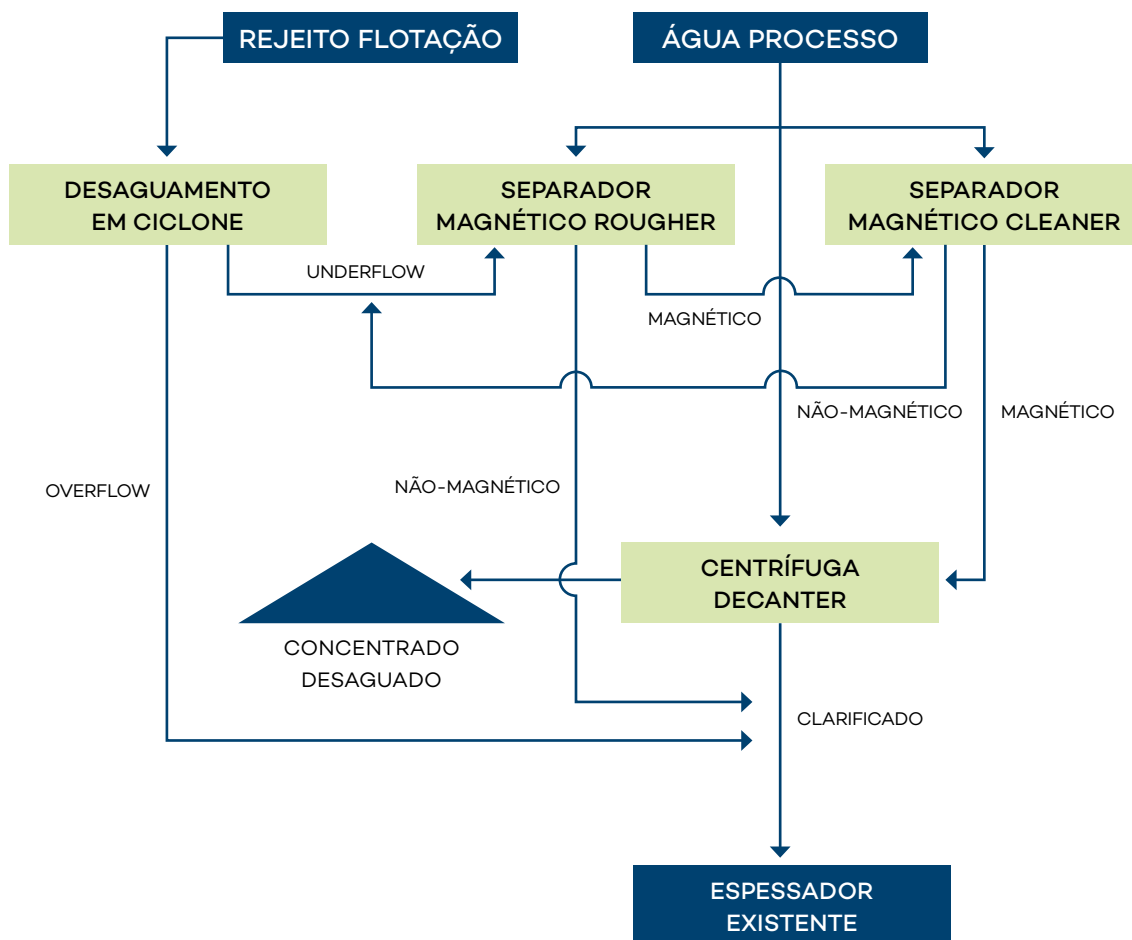


Figura 1: Teste industrial em andamento



Figura 2: Novos produtos gerados



Fração Magnético – Concentrado de Ferro



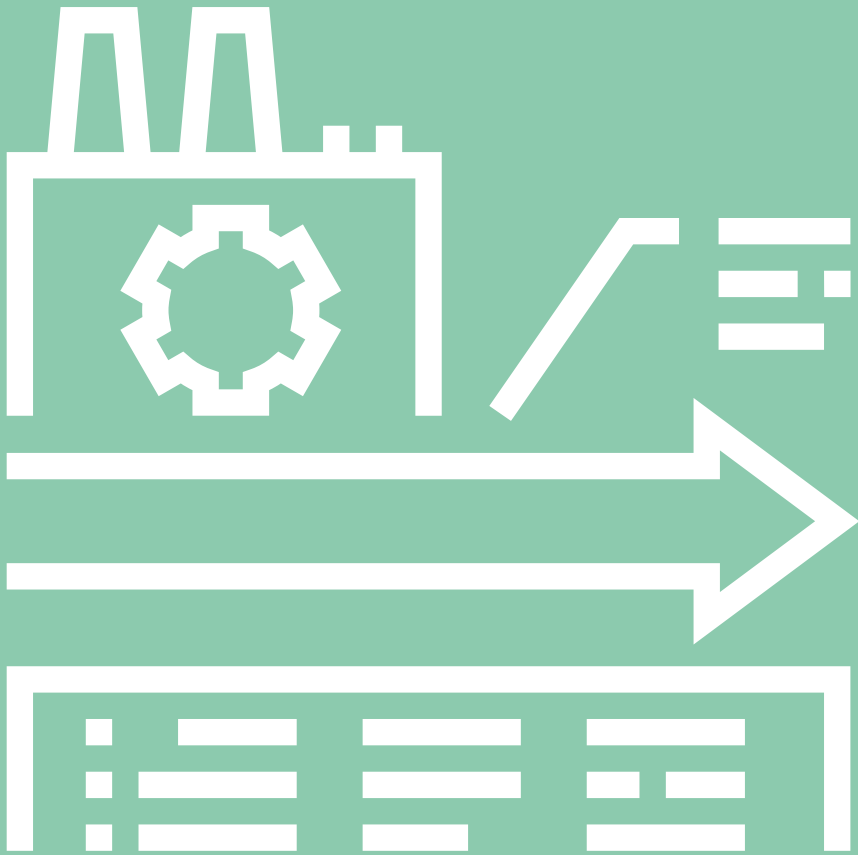
Não Magnético – Dolomita



# PROJETOS



- UTILIZAÇÃO DE LAMA PARA PAVIMENTAÇÃO DE ESTRADAS VICINAIS
- UTILIZAÇÃO DE REJEITO ARENOSO PARA FABRICAÇÃO DE GEOPOLÍMERO
- APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE PAPEL PARA REALIZAÇÃO DE HIDROSSEMEADURA





<b>Título do Projeto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UTILIZAÇÃO DE LAMA PARA PAVIMENTAÇÃO DE ESTRADAS VICINAIS</li> </ul>
<b>* Instituições Parceiras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SAMARCO, ECOMUD, NEO VENTURES, UFOP, UFMG, CDTN, INCT Midas, Escalab, Prefeitura de Mariana.</li> </ul>
<b>* Fase do Projeto:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input checked="" type="checkbox"/> <b>Em andamento</b> Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial, conclusão de PoC em 11km de estradas vicinais</li> <li>• <input type="checkbox"/> Concluído</li> </ul>
<b>* Modelo de Negócio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Terceirização</li> <li>• <input checked="" type="checkbox"/> <b>B2B</b></li> <li>• <input type="checkbox"/> Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno</li> <li>• <input type="checkbox"/> Outros: _____</li> </ul>
<b>* Bem mineral produzido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minério de ferro.</li> </ul>
<b>* Tipo do Rejeito/ estéril</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rejeito ultrafino gerado no processo de deslamagem em usina de concentração de minério de ferro, composto predominantemente por goethita, quartzo e hematita.</li> </ul>
<b>* Volume Reaproveitado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 11.872 toneladas para a realização da PoC de pavimentação das estradas vicinais.</li> </ul>
<b>* Novos produtos gerados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matéria prima composta pelo rejeito ultrafino e utilizada para pavimentação de estradas vicinais.</li> </ul>
<b>* Investimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R\$ 1.305.384,72 (Desafio MinerALL por iniciativa mais os custos da PoC)</li> </ul>

## Descrição do processo

A solução proposta é realizada pela startup ECOMUD, composta por uma equipe que passou pelas fases de aceleração, pré-escalonamento e go to market do Desafio MinerALL - programa iniciado em setembro de 2018, que visava transformar tecnologias de aproveitamento de rejeitos em empreendimentos, realizado pela SAMARCO e NEO VENTURES com apoio da UFOP, UFMG, CDTN, Escalab e INCT Midas.

A ECOMUD realizou um trecho experimental na mina da SAMARCO (200mx15m), com o objetivo de solucionar problemas como a dispersão de poeira em períodos de seca e a formação de lama e atoleiros em períodos chuvosos. Com o sucesso dos testes assegurado, foi realizado uma POC em 11km de estradas vicinais do município de Mariana.

A ECOMUD utiliza o rejeito ultrafino gerado no processo de beneficiamento de minério de ferro juntamente com um aglomerante inorgânico e solo do local para realizar uma mistura que será compactada junto ao solo, conforme patente obtida junto ao INPI em 2021.

Em 2022 está sendo estudada uma rota para desaguamento de parte da lama gerada no processo de beneficiamento, de forma a atender a demanda de fornecimento já mapeada pela ECOMUD e discussão do processo de logística de fornecimento.







<b>Título do Projeto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UTILIZAÇÃO DE REJEITO ARENOSO PARA FABRICAÇÃO DE GEOPOLÍMERO</li> </ul>
<b>* Instituições Parceiras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SAMARCO, GEECO, NEO VENTURES, UFOP, UFMG, CDTN, INCT Midas, Escalab.</li> </ul>
<b>* Fase do Projeto:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> <b>Em andamento</b> Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial, conclusão de PoC na Fazenda modelo da UFMG</li> <li><input type="checkbox"/> Concluído</li> </ul>
<b>* Modelo de Negócio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Terceirização</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> <b>B2B</b></li> <li><input type="checkbox"/> Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno</li> <li><input type="checkbox"/> Outros: _____</li> </ul>
<b>* Bem mineral produzido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minério de ferro.</li> </ul>
<b>* Tipo do Rejeito/estéril</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rejeito arenoso gerado no processo de flotação em usina de concentração de minério de ferro, composto predominantemente por quartzo.</li> </ul>
<b>* Volume Reaproveitado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.800 toneladas para a realização da PoC fabricação de revestimento para piso a partir de geopolímero feito de rejeito arenoso.</li> </ul>
<b>* Novos produtos gerados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matéria prima composta pelo rejeito arenoso filtrado e utilizada para fabricação de geopolímero</li> </ul>
<b>* Investimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R\$ 116.827 (Desafio MinerALL por iniciativa mais os custos da PoC)</li> </ul>

## Descrição do processo

A solução proposta é realizada pela startup GEECO, composta por uma equipe que passou pelas fases de aceleração, pré-escalonamento e go to market do Desafio MinerALL - programa iniciado em setembro de 2018, que visava transformar tecnologias de aproveitamento de rejeitos em empreendimentos, realizado pela SAMARCO e NEO VENTURES com apoio da UFOP, UFMG, CDTN, Escalab e INCT Midas.

A GEECO utiliza o rejeito arenoso gerado no processo de beneficiamento de minério de ferro juntamente com aditivos para produzir um geopolímero, que foi utilizado em uma POC

de 20m<sup>2</sup> de piso com placas de 50 x 50m aplicadas no LGG da UFMG localizado na Fazenda Modelo em Pedro Leopoldo.

Após validação técnica das placas na POC, a GEECO segue desenvolvendo o seu modelo de negócios.





<b>Título do Projeto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE PAPEL PARA REALIZAÇÃO DE HIDROSSEMEADURA</li> </ul>
<b>* Instituições Parceiras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SAMARCO / Gerência de Meio Ambiente</li> </ul>
<b>* Fase do Projeto:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input checked="" type="checkbox"/> <b>Em andamento</b> Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial, utilização de uma pequena quantidade de resíduos de papel no processo de hidrossemeadura internamente na Unidade de Germano para teste</li> <li>• <input type="checkbox"/> Concluído</li> </ul>
<b>* Modelo de Negócio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Terceirização</li> <li>• <input checked="" type="checkbox"/> <b>B2B</b></li> <li>• <input type="checkbox"/> Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno</li> <li>• <input type="checkbox"/> Outros: _____ _____</li> </ul>
<b>* Bem mineral produzido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matéria prima com o papel triturado para substituição de insumos.</li> </ul>
<b>* Tipo do Rejeito/estéril</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resíduos de papel gerados nas unidades administrativas da empresa</li> </ul>
<b>* Volume Reaproveitado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,8 toneladas por mês</li> </ul>
<b>* Novos produtos gerados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matéria prima composta pela trituração do papel para substituição dos insumos utilizados no processo de hidrossemeadura.</li> </ul>
<b>* Investimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R\$ 30.000 (compra da fragmentadora e campanha de educação ambiental)</li> </ul>

## Descrição do processo

A solução proposta é a utilização de papéis gerados nas áreas administrativas no processo de hidrossemeadura, substituindo componentes do processo. A Hidrossemeadura consiste na aplicação hidromecânica de uma massa pastosa composta por fertilizantes, sementes, camada protetora, adesivos e matéria orgânica viva, cujo traço característico é determinado pelas necessidades de correção do solo e de nutrição da vegetação a ser introduzida. Na Figura 01 a seguir apresentam-se os insumos utilizados no processo nas áreas da Samarco.

**Figura 1:** Insumos utilizados no processo de hidrossemeadura

Insumo	Unidade	Quantidade/ha
Calcário Dolomítico	Kg	2.000
Adubo NPK 4-14-8+MICRO	Kg	600
Adubo Orgânico	m <sup>2</sup>	3
Adubo NPK 20-05-20	Kg	300
Fosfato Natural	Kg	600
Crotalaria ( <i>Crotalia spectabilis</i> )	Kg	50
Feijão Guandú ( <i>Cajanus cajan</i> )	Kg	50
Aveia Preta ( <i>Avena strigosa</i> )	Kg	50
Azevem ( <i>Lolium multiflorem</i> )	Kg	50
Nabo forrageiro ( <i>Raphanus sativus</i> )	Kg	50
Braquiária ( <i>Brachiaria decumbens</i> )	Kg	50
Capim gordura ( <i>Melinis minutiflora</i> )	Kg	50
Calcário Dolomítico	Kg	2.000
Adubo NPK 4-14-8+MICRO	Kg	600
Adubo Orgânico	m <sup>2</sup>	3
Adubo NPK 20-05-20	Kg	300
Fosfato Natural	Kg	600
Crotalaria ( <i>Crotalia spectabilis</i> )	Kg	50
Feijão Guandú ( <i>Cajanus cajan</i> )	Kg	50
Aveia Preta ( <i>Avena strigosa</i> )	Kg	50
Azevem ( <i>Lolium multiflorem</i> )	Kg	50
Nabo forrageiro ( <i>Raphanus sativus</i> )	Kg	50
Braquiária ( <i>Brachiaria decumbens</i> )	Kg	50
Capim gordura ( <i>Melinis minutiflora</i> )	Kg	50
Mega Mulch	Kg	4.500
Cola orgânica	L	200

O projeto consiste então na utilização de um resíduo que estaria sendo destinado e inseri-lo no processo de hidrossemeadura, substituindo o mega mulch e a cola orgânica.

Para execução do projeto a gerência de meio ambiente realizou uma campanha de arrecadação de papel ofício das diferentes áreas da Samarco como substituição de matéria prima no processo de hidrossemeadura. A ação tem gerado diferentes ganhos ambientais e financeiros, além do fomento de práticas sustentáveis alinhadas ao propósito da Samarco.

Foi adquirida uma fragmentadora de papel para a trituração do material na granulometria adequada para utilização, conforme apresentado na Figura 02 a seguir.

**Figura 02** : Campanha interna realizada para recolhimento dos papéis

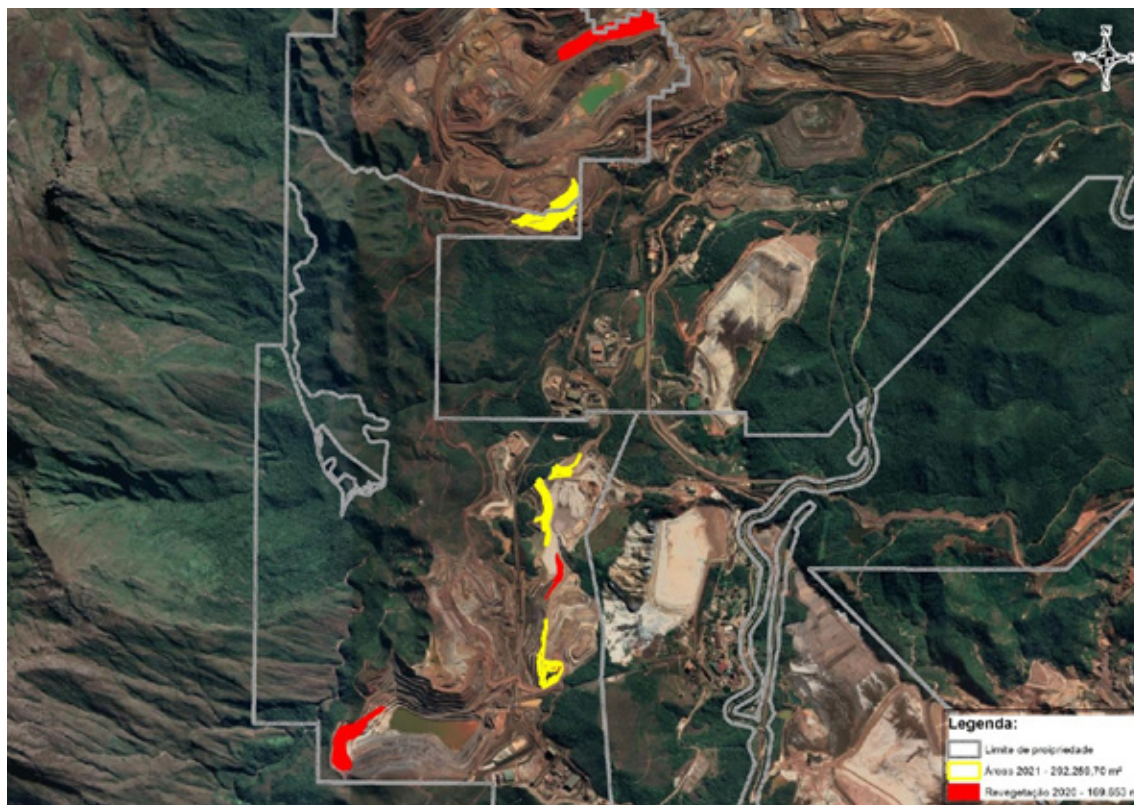


**Figura 03** : Área teste sendo revegetada com a utilização de papéis fragmentados



No ano de 2021 foram revegetadas 461.000 m<sup>2</sup> de áreas. A previsão para 2022 é de 400.000 m<sup>2</sup> de revegetação por meio da hidrossemeadura. O ganho financeiro aproximado com a utilização dos papéis e substituição dos insumos é de R\$ 350.000,00 anual.

**Figura 04:** Áreas da empresa a serem revegetadas com utilização da hidrossemeadura





● REAPROVEITAMENTO DAS ESCÓRIAS DA  
PRODUÇÃO DE LIGAS DE FERRO-NÍQUEL

PROJETOS







## Título do Projeto

- REAPROVEITAMENTO DAS ESCÓRIAS DA PRODUÇÃO DE LIGAS DE FERRO-NÍQUEL

### \* Instituições Parceiras

- Concessionária Ecovias do Araguaia S.A.
- Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

### \* Fase do Projeto:

- **Em andamento**  
Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial
- Concluído

### \* Modelo de Negócio

- Terceirização
- B2B
- Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- **Outros: Termo de Cooperação Técnica e Convênio**

### \* Bem mineral produzido

- Coproduto industrial da produção de ferro-níquel

### \* Tipo do Rejeito/estéril

- Silica, Magnésio, Alumina, Cal
- Material finamente particulados

### \* Volume Reaproveitado

- 10 mil toneladas de escória (Piloto), com potencial de reaproveitamento 17 milhões toneladas, evitando necessidade de novas áreas para disposição de resíduos.

### \* Novos produtos gerados

- Misturas para Ligante Asfáltico como aglomerantes hidráulicos, aditivos melhoradores de solos e agregados para utilização em concretos asfálticos e micro revestimentos asfálticos
- Coprodutos industriais para fins geotécnicos e materiais cimentícios suplementares;
- Corretivo e fertilizante de solos
- Utilização na construção civil na produção de pavimentos e tijolos;
- Utilização em projetos de reabilitação paisagística e infraestrutura de áreas de mineração;

### \* Investimento

- R\$ 4.000.000

## Descrição do processo

A produção do aço e ferro ligas dão origem a vários tipos de resíduos do processo de concentração e beneficiamento, como as escórias de alto-forno que são resíduos do processo de calcinação, que representam cerca de 60% dos resíduos gerados na indústria siderúrgica. Esse coproduto é utilizado na indústria da construção civil, com grande potencial em diversas aplicações. Pesquisas vem sendo realizadas para seu reaproveitamento também para produção fertilizantes, pavimentação asfáltica, melhoramentos dos solos (obras de terraplanagem) e reabilitação paisagística.

Atualmente, o principal aglomerante hidráulico utilizado no mundo é o cimento Portland, Dentre os tipos de cimento Portland, destacam-se os cimentos com adição mineral, sendo que a escória pode substituir o clínquer, matéria prima para a fabricação do cimento, em até 75%, conforme NBR 16697/2018, e o coproduto da produção de ferro-níquel se mostra de alto interesse pela questão ambiental, econômica e o alto potencial desempenho técnico do seu uso, seja em seu estado natural ou de forma beneficiada.

Por fim, a reutilização desse material residual granular é uma oportunidade de se evitar a exploração de recursos naturais e minimizar a necessidade de áreas de estocagem de resíduos da mineração, contribuindo para uma exploração do níquel mais sustentável dentro do conceito de uma economia circular.

**Figura 1:** Depósito de escória atual



**Figura 2:** Novo depósito de escória



**Figura 3:** Depósito de Escória da Produção de Fe-Ni



**Figura 4:** Transporte do coproduto para teste de larga escala pela Ecovias do Araguaia



**Figura 5:** Detalhe da aplicação do coproduto na composição do pavimento asfáltico

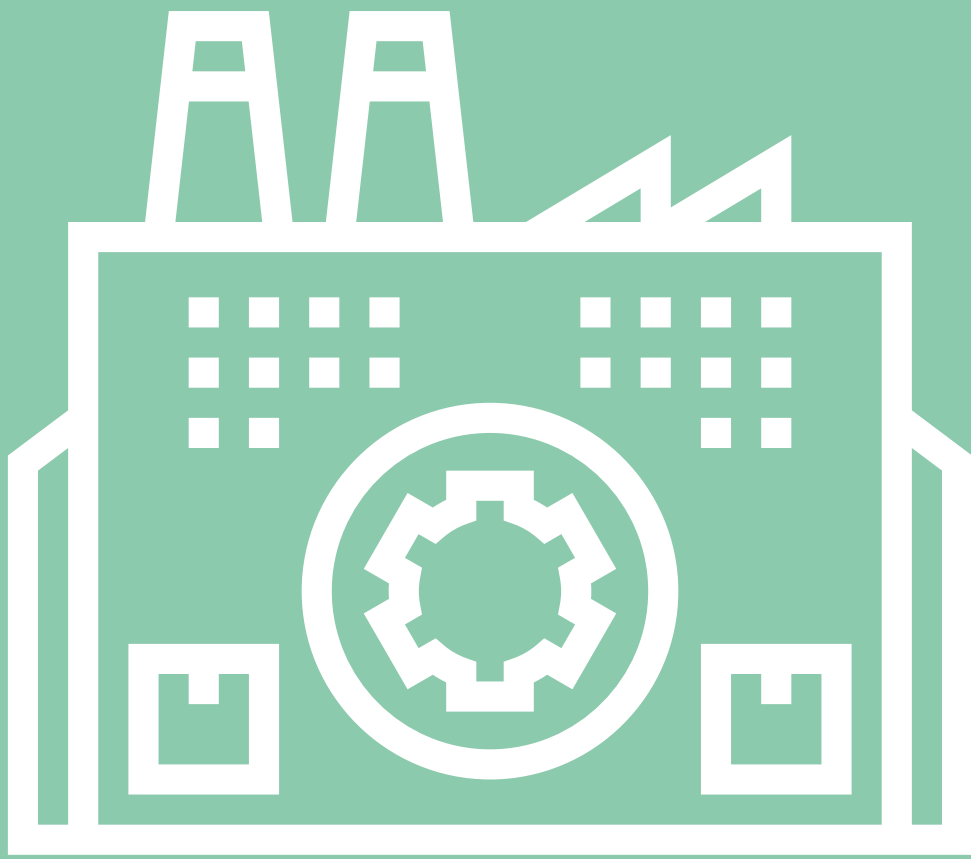


**Figura 6:** Atividades de ampliação da área de pavimentação com utilização da escória às margens da Rodovia da Concessionária

# PROJETOS



- PLANTA DE ESPODUMÊNIO – SP1
- PROJETO PARA REUSO DO EFLUENTE DO LAVADOR DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DA MINERAÇÃO





## Título do Projeto

- PLANTA DE ESPODUMÊNIO – SP1

### \* Instituições Parceiras

- N/A

### \* Fase do Projeto:

- ( ) Em andamento
- Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial
- ( **x** ) **Concluído**

### \* Modelo de Negócio

- ( ) Terceirização
- ( ) B2B
- ( ) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- ( **x** ) **Outros: Processamento do rejeito da Planta de Tântalo e das Barragens VG 01 e VG 02 para produção do concentrado de Espodumênio.**

### \* Bem mineral principal

- Espodumênio

### \* Tipo do Rejeito/estéril

- Rejeitos das Plantas de Tântalo e material das Barragens VG01 e VG02

### \* Volume Reaproveitado

- 90.000 t/ano

### \* Novos produtos gerados

- Concentrado de Espodumênio

### \* Investimento

- R\$ 164 Milhões (Planta de Espodumênio – SP1)

## Descrição do processo

A AMG Brasil é uma empresa que visa a promoção de melhorias e o desenvolvimento das pessoas, economia e meio ambiente, através do conhecimento e reconhecimento das localidades e necessidades onde atua.

Um dos principais focos da AMG, atualmente, são as práticas ESG que, claramente, traduzem o conceito de sustentabilidade. O empreendimento da AMG BRASIL – Mina Volta Grande, desenvolve suas atividades no município de Nazareno e São Tiago, Minas Gerais, e produz concentrados de tântalo/estanho a partir de rocha pegmatítica. Além desses, há a produção de feldspato para a indústria de porcelanato e de vidros. Um exemplo autêntico do empenho com práticas sustentáveis é o objeto proposto para o Guia de Práticas de Economia Circular da Mineração.

Ele se encontra com licenciamento ambiental vigente, LO 068/2018, em operação desde de maio/2018. E que se refere à operação de uma Unidade de Beneficiamento de Minérios – UTM, denominado Projeto Espodumênio – SP1 para reaproveitamento do rejeito que anteriormente era lançado para disposição em nas Barragens VG 01 e VG 02. Esta UTM produz o concentrado de Espodumênio para produção do óxido de lítio.

O principal mineral-minério de tântalo é a Tantalita, que faz parte da série iso-mórfica columbita-tantalita  $(Fe,Mn)(Nb,Ta)2O6$ , em que Nb e Ta, respectivamente, substituem-se em todas as proporções. Além da Tantalita, se obtém tântalo da Microlita  $(Na,Ca)2Ta2O6(O,OH,F)$ . O mineral-minério de estanho é a Cassiterita  $SnO2$ . No caso do feldspato, o minério é o feldspato potássico. O mineral-minério principal do concentrado de lítio é o Espodumênio.

O rejeito gerado na operação é somente proveniente da primeira etapa da separação magnética. Cerca de 21t por hora são enviadas para o sistema de Barragem de Rejeito VG 03. Esta etapa de separação gera rejeitos com pH neutro, pois não há adição de ácidos nesta etapa. A redução da geração de rejeitos estocados em barragem foi de 80%, saindo das 78 t/h para as atuais 21 t/h. A Planta de Espodumênio – SP1 é alimentada pelos seguintes processos:

- Material proveniente dos rejeitos produzidos instantaneamente na Planta 1 e Planta 2 de Tântalo;
- Material proveniente dos rejeitos estocados nas Barragens de Rejeito VG 01 e VG 02.

As Barragens VG 01 e VG 02 foram construídas com utilização de rejeitos pelo método de montante. Atualmente, a Barragem Volta Grande – VG 01 já foi descaracterizada e executada a remoção total do rejeito. Isso foi realizado através do reprocessamento na Planta de Espodumênio – SP1, conforme processo de descaracterização descrito abaixo da Barragem Volta Grande – VG 02. A remoção da Barragem Volta Grande – VG 02 foi iniciada e encontra-se com 50% de avanço.



A Barragem VG 02 não recebe contribuição de águas de chuva, exceto as águas de precipitação direta, visto que é dotada de canal perimetral para desvio das águas oriundas da bacia a montante.

Embora ainda seja chamada de barragem, ela funciona atualmente como um depósito drenado de rejeitos granulares. Os níveis freáticos no interior do reservatório e próximo ao talude são bastante baixos. Os fatores de segurança atuais são substancialmente superiores aos requeridos para condições estáticas, dinâmicas e em relação à liquefação, de forma que são estruturas estáveis.

Com a remoção dos rejeitos para serem reprocessados, as estruturas deixarão de existir, se tratando de um simples processo de descaracterização das estruturas. As atividades de desmonte são realizadas com o objetivo de reprocessar os rejeitos que compõem o próprio corpo das barragens e de seu respectivo reservatório. Para isso, faz-se necessário lavrar os rejeitos e submetê-los a novo beneficiamento na Planta de Espodumênio - SP1.

O escopo do projeto de desmonte e descomissionamento da Barragem VG 02 compreende a definição das etapas de escavação, medidas de drenagem e de estabilização durante o processo de desmonte, monitoramento e readequação da área afetada. Os estudos realizados compreendem: as análises de estabilidade da barragem na sua condição atual e durante o processo de remoção do rejeito; os estudos de drenagem superficial para evitar o acúmulo de água no reservatório; o estudo de risco sísmico; os planos de remoção e monitoramento da barragem de rejeito, assim como o estudo de readequação após a remoção do rejeito.

**Figura 1:** Barragens VG 01 e VG 02



Os resultados dos estudos mostraram que a Barragem VG 02, na condição atual, é estável (com coeficientes de segurança acima dos mínimos exigidos pelas normas e códigos vigentes). Bem como, a estrutura se manterá estável durante as operações de desmonte da barragem e reservatório. Para garantir a estabilidade da barragem, os piezômetros existentes deverão ser monitorados, e os níveis piezométricos mantidos dentro dos níveis de segurança estabelecidos.

Para que a AMG Brasil pudesse atingir seus objetivos de reprocessar os rejeitos, o projeto de descaracterização propõe que fossem realizadas apenas obras na barragem e no reservatório. Com o objetivo de garantir a segurança da barragem e atendimento à legislação pertinente durante o processo de lavra, temos o seguinte:

- Construção de canais perimetrais ao reservatório de rejeitos para conduzir as águas de escoamento superficial oriundas da bacia hidrográfica. Evitando, assim, a submersão dos rejeitos durante o período da lavra. Os canais deverão ser construídos a cada etapa de escavação;
- Remoção dos rejeitos (lavra) em camadas horizontais;
- Rebaixamento sucessivo do vertedor da barragem, concomitantemente ao avanço das escavações, para assegurar a segurança hidráulica da lavra;
- Rebaixamento da altura da barragem, concomitantemente ao avanço da lavra;
- Monitoramento dos piezômetros existente durante o processo de lavra;
- Readequação da área afetada após remoção dos rejeitos.

Durante todo o período de desmonte e descomissionamento, deverão ser atendidas todas as exigências técnicas relativas à segurança da barragem. Após essas atividades, a barragem deixará de existir e poderá ser considerada como desativada. Assim, deverá restar o vale em sua conformação original, tal como existia anteriormente à construção dos depósitos de rejeitos.

**Figura 2:** Barragem VG 02





## Título do Projeto

- PROJETO PARA REUSO DO EFLUENTE DO LAVADOR DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DA MINERAÇÃO

### \* Instituições Parceiras

- TEGA ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

### \* Fase do Projeto:

- **Em andamento**  
Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial
- Concluído

### \* Modelo de Negócio

- Terceirização
- B2B
- Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- **Outros: .Estação de Tratamento de Efluente do Lavador de Máquinas e Equipamento da Mineração para recirculação.**

### \* Bem mineral principal

- Água

### \* Tipo do Rejeito/estéril

- Efluente final do Lavador de Máquinas e Equipamentos da Mineração.

### \* Volume Reaproveitado

- aproximadamente 10.000 m<sup>3</sup>/ano

### \* Novos produtos gerados

- Reuso de 100% do efluente final do lavador, eliminando o lançamento para sumidouro e redução do consumo de água nova

### \* Investimento

- aproximadamente R\$ 800 mil

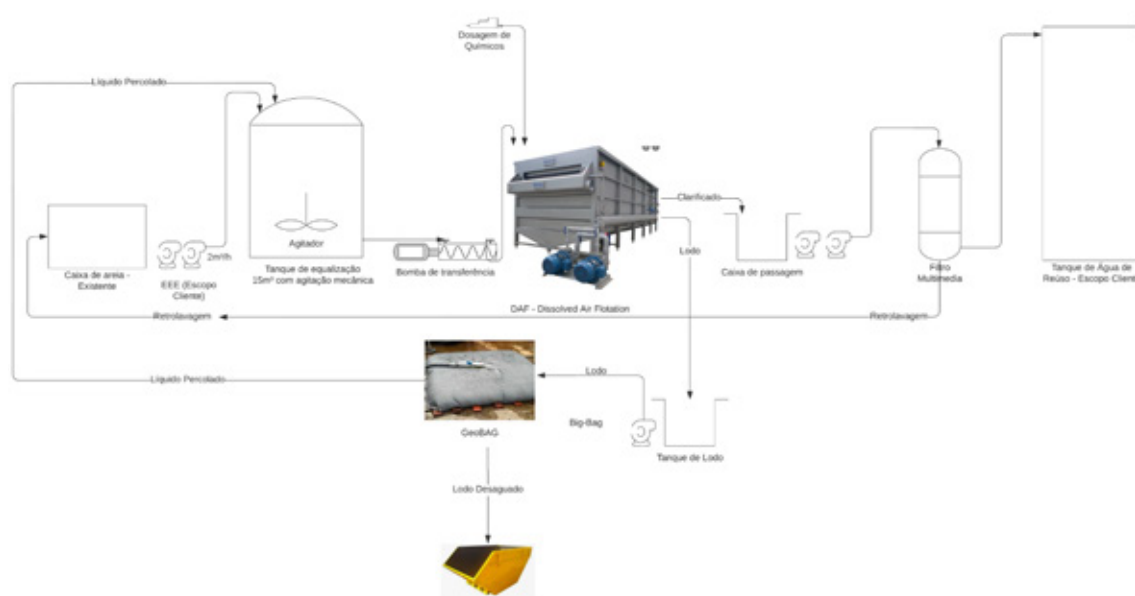
## Descrição do processo

A AMG Brasil é uma empresa que visa a promoção de melhorias e o desenvolvimento das pessoas, economia e meio ambiente, através do conhecimento e reconhecimento das localidades e necessidades onde atua. Um dos principais focos da AMG, atualmente, são as práticas ESG que, claramente, traduzem o conceito de sustentabilidade.

O empreendimento da AMG BRASIL – Mina Volta Grande, desenvolve suas atividades no município de Nazareno e São Tiago, Minas Gerais, e produz concentrados de tântalo/estanho a partir de rocha pegmatítica. Além desses, há a produção de feldspato para a indústria de porcelanato e de vidros. Um exemplo autêntico do empenho com práticas sustentáveis é o objeto proposto para o Guia de Práticas de Economia Circular da Mineração, que trata do aproveitamento do efluente final do Lavador de Máquinas e Equipamentos da Mineração que será apresentado a seguir.

Após decantação primeira do efluente final do lavador, o mesmo é bombeado para o tanque de equalização para mistura através de agitador mecânico, com bombeamento para alimentação do clarificador onde são dosados os reagentes químicos para flotação dos óleos e graxas sobrenadantes com os sólidos totais e outras impurezas. O lodo desse processo é direcionado para um tanque e bombeamento para secagem em GeoBAG, com recirculação do efluente líquido e descarte do lodo em caçamba para posterior destinação final.

O efluente tratado do clarificador é direcionado para uma caixa de passagem, bombeado para filtragem e condicionado em um reservatório para reuso no próprio lavador. Abaixo segue fluxograma ilustrativo da Estação de Tratamento de Efluente do Lavador de Máquinas e Equipamento da Mineração para Recirculação.





ANGLO**GOLD**ASHANTI

- Projeto Reprocessamento e Reaproveitamento de Rejeito
- Desenvolvimento de rota tecnológica para redução das concentrações de sulfatos do efluente da planta metalúrgica.
- FLOTABASE
- Aproveitamento do resíduo industrial para produção de vidro cerâmico e/ou porcelanato.

PROJETOS





## Título do Projeto

- PROJETO REPROCESSAMENTO E REAPROVEITAMENTO DE REJEITO

### \* Instituições Parceiras

- As instituições parceiras são consultoria i9, UFMG e a SGS-GEOSOL

### \* Fase do Projeto:

- **1º fase (exploratório, 2020-2021):** coleta das amostras, caracterização minerometalúrgica, modelagem geoquímica e hidroquímica da barragem, testes exploratórios para recuperação de ouro e outros subprodutos.
- **2º fase (conceitual, 2022-2023):** o projeto Cocuruto encontra-se em fase conceitual onde estão sendo realizados o aprofundamento dos ensaios metalúrgicos com objetivo de aumentar e otimizar a recuperação metalúrgica da rota de pré-concentração via flotação. Também estão sendo realizadas as seguintes atividades: avaliações de rotas de processo, levantamento geral de equipamentos, análises de viabilidade econômica (CAPEX, OPEX e NPV) e refinamento da malha de amostragem para melhor inferir o tamanho de reserva.

### \* Modelo de Negócio

- ( ) Terceirização
  - ( ) B2B
  - (  ) **Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno**
  - ( ) Outros: \_\_\_\_\_
- Obs: O modelo de negócio para esse projeto em fase conceitual é o de desenvolvimento interno, com possibilidades futuras de terceirização em fases mais avançadas de engenharia.

### \* Bem mineral principal

- o bem mineral é o ouro residual contido no material depositado no reservatório da barragem de Cocuruto. Este material é proveniente de antigas rotas de processo que sofreram avanços tecnológicos.

## Título do Projeto

- PROJETO REPROCESSAMENTO E REAPROVEITAMENTO DE REJEITO

### \* Tipo do Rejeito/estéril

- os principais minerais são o quartzo, ankerita, óxidos e hidróxidos de ferro, siderita, clorita, muscovita, calcita e sulfetos subordinados

### \* Volume Reaproveitado

- o volume cubado baseado na modelagem geoquímica a ser reaproveitado do material depositado no reservatório da barragem Cocuruto tem cerca de uma massa total de 3,350 Mt.

### \* Novos produtos gerados

- inicialmente foi mapeado o potencial para utilização do rejeito como agregado para construção civil e fertilizantes além da recuperação do ouro contido.

### \* Investimento

- o investimento previsto é na ordem de 75 a 100 Milhões de Reais.

## Descrição do processo

Dentre várias rotas de processos analisadas, uma das mais plausíveis será a concentração via flotação. O rejeito da flotação é enviado para uma filtragem e o concentrado seguirá para um processo já existente na planta metalúrgica de Queiroz.

As frações finas e grossas do novo rejeito gerado serão avaliadas para a geração de produtos fertilizantes e agregados para construção civil respectivamente.





## Título do Projeto

- DESENVOLVIMENTO DE ROTA TECNOLÓGICA PARA REDUÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE SULFATOS DO EFLUENTE DA PLANTA METALÚRGICA.

### \* Instituições Parceiras

- CIT-SENAI, UFMG e EMBRAPPII

### \* Fase do Projeto:

- **Em andamento**  
Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial
- Concluído

### \* Modelo de Negócio

- Terceirização
- B2B
- **Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno**
- Outros: \_\_\_\_\_

### \* Bem mineral principal

- N/A

### \* Tipo do Rejeito/estéril

- o resíduo não mineral é o íon sulfato.

### \* Volume Reaproveitado

- N/A

### \* Novos produtos gerados

- o enxofre elementar é um produto com potencial de ser produzido pela rota de tratamento do sulfato e o mesmo pode ser reutilizado no processo produtivo de ouro atual.

### \* Investimento

- o investimento inicial é de R\$ 1.000.000

## Descrição do processo

O projeto encontra-se na fase de análise da rota de processo existente com foco na estação de tratamento de efluentes (ETE) para identificação de pontos específicos para a coleta de amostras para testes de bancada na CIT-SENAI. O objetivo é o estudo para o desenvolvimento de rotas de processos sustentáveis para tratamento do sulfato, que por sua vez, pode gerar um subproduto (enxofre elementar) que poderá ser reutilizado no processo produtivo, diminuindo os custos operacionais. O efluente gerado na planta de Queiroz com concentração de sulfato poderá ser tratado em processo biológico.



## Título do Projeto

- FLOTABASE

### \* Instituições Parceiras

- i9, EMPRAP II TECNOGREEN e USP.

### \* Fase do Projeto:

- **Em andamento**  
Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial
- Concluído

### \* Modelo de Negócio

- Terceirização
- B2B
- **Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno**
- Outros: \_\_\_\_\_

### \* Bem mineral principal

- Aproveitamento das frações grossas ricas em quartzo para construção civil e aproveitamento da fração fina que é rico em argilominerais, como por exemplo a muscovita, com potencial uso na indústria de fertilizantes.

### \* Tipo do Rejeito/estéril

- Resíduo não minerais: rejeito de flotação ricos em quartzo, carbonatos e feldspatos.

### \* Volume Reaproveitado

- 180.000 toneladas por ano.

### \* Novos produtos gerados

- Os produtos gerados a partir do rejeito da planta de flotação serão a fração fina, para ser utilizada como base para fertilizantes, e a fração mais grossa, na ausência do mineral muscovita, para ser utilizada como agregado para concreto.

### \* Investimento

- Investimento inicial de R\$4.000.000,00.

## Descrição do processo

Processo de concentração via flotação, separação por tamanho via classificação pneumática e moagem seletiva.



## Título do Projeto

- APROVEITAMENTO DO RESÍDUO INDUSTRIAL PARA PRODUÇÃO DE VIDRO CERÂMICO E/OU PORCELANATO.

### \* Instituições Parceiras

- 1º fase: Dundee Technologies
- 2º fase: a definir

### \* Fase do Projeto:

- Em andamento  
Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial
- Concluído
- Obs: O projeto encontra-se em fase inicial de testes de bancada e pesquisa de novas formas de destinação dos resíduos.

### \* Modelo de Negócio

- Terceirização
- B2B
- Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- Outros: \_\_\_\_\_

### \* Bem mineral principal

- lementos com potencial pozolânico.

### \* Tipo do Rejeito/estéril

- Resíduo não minerais: sulfatos contendo diversos elementos tais como zinco, ferro, cobre e arsênio.

### \* Volume Reaproveitado

- Objetiva-se reaproveitar cerca de 4500 toneladas por ano de resíduo industrial.

### \* Novos produtos gerados

- Materiais vítreos cerâmicos e porcelanato que sejam comercialmente atrativos.

### \* Investimento

- em definição.

## Descrição do processo:

O resíduo industrial é misturado com ingredientes e solução aglutinante em um misturador de pó. O produto do misturador é direcionado para um equipamento que transforma o pó misturado e homogêneo em briquetes. Os briquetes são enviados para um secador que opera em torno de 200°C. O briquetes secos são transportados para fornos para serem transformados em materiais vítreos.



# PROJETOS



- Beneficiamento do Calcário Magnesiano, e produção de calcário calcítico e fosfúcio
- Projeto magnetita
- Expedição de gesso em Uberaba





## Título do Projeto

- BENEFICIAMENTO DO CALCÁRIO MAGNESIANO, E PRODUÇÃO DE CALCÁRIO CALCÍTIPO E FOSFÁLCIO

### \* Instituições Parceiras

- Draw Engenharia

### \* Fase do Projeto:

- **Beneficiamento do Calcário Magnesiano**  
(  ) Em andamento  
Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial  
( ) Concluído
  - Em Execução
    - Projeto Detalhado para concentração do calcário magnesiano está concluído (Figura 1).
    - A planta semi-industrial para beneficiamento do calcário magnesiano está na fase final de implantação (Figura 2).
- **Produção de calcário calcítico**  
( ) Em andamento  
Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial  
(  ) Concluído
- **Produção de foscálcio**  
( ) Em andamento  
Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial  
(  ) Concluído

### \* Modelo de Negócio

- ( ) Terceirização
- ( ) B2B
- ( ) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- (  ) Outros: .Desenvolvimento interno

### \* Bem mineral principal

- Calcita

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

- Presente na rocha fosfática de Cajati (SP), um dos rejeitos gerados é o calcário dolomítico (Dolomita, sílica e calcita)
- O calcário calcítico e o foscálcio, que são oriundos da planta de beneficiamento da apatita

## Título do Projeto

- BENEFICIAMENTO DO CALCÁRIO MAGNESIANO, E PRODUÇÃO DE CALCÁRIO CALCÍTICO E FOSFÁLCIO

### \* Volume Reaproveitado

- Para o projeto de beneficiamento do calcário magnesiano, o volume a ser aproveitado será de 6 m<sup>3</sup>/h de calcário calcítico. Para o calcário calcítico, obtido do beneficiamento de apatita, em 2021 foi expedida 1Mt (Figura 3), enquanto para o foscálcio foi de 161 k/t.

### \* Novos produtos gerados

- Os produtos gerados são apatita e calcita (Figura 4).

### \* Investimento

- O investimento do projeto para beneficiamento do calcário magnesiano foi de 3,5 Milhões.

## Descrição do processo

O projeto de produção de calcário calcítico e foscálcio, busca obter estas especialidades a partir do beneficiamento da apatita, conforme Figura 5.

Enquanto o projeto de beneficiamento do calcário dolomítico contempla beneficiar o rejeito da usina de flotação de Cajati-SP, cujo magnésio é acima de 7% e após duas etapas de flotação obter um calcário calcítico (mineral de interesse calcita). A primeira flotação é possível retirar boa parte da dolomita com uma pequena quantidade de calcita. Já na segunda etapa da flotação obtêm-se uma calcita mais pura (calcário calcítico). Ver Figura Abaixo da Rota (Figura 6).

**Figura 1:** Projeto Detalhado – Beneficiamento de calcário magnesiano (Mosaic Fertilizantes)







**Figura 2:** Planta semi-industrial – Beneficiamento de calcário magnesiano



**Figura 3:** Calcário (Cajati – SP, Mosaic Fertilizantes)



**Figura 4:** Flotação de calcário (Cajati – SP, Mosaic Fertilizantes)

Figura 5: Fluxograma de obtenção de calcário calcítico e magnesiano

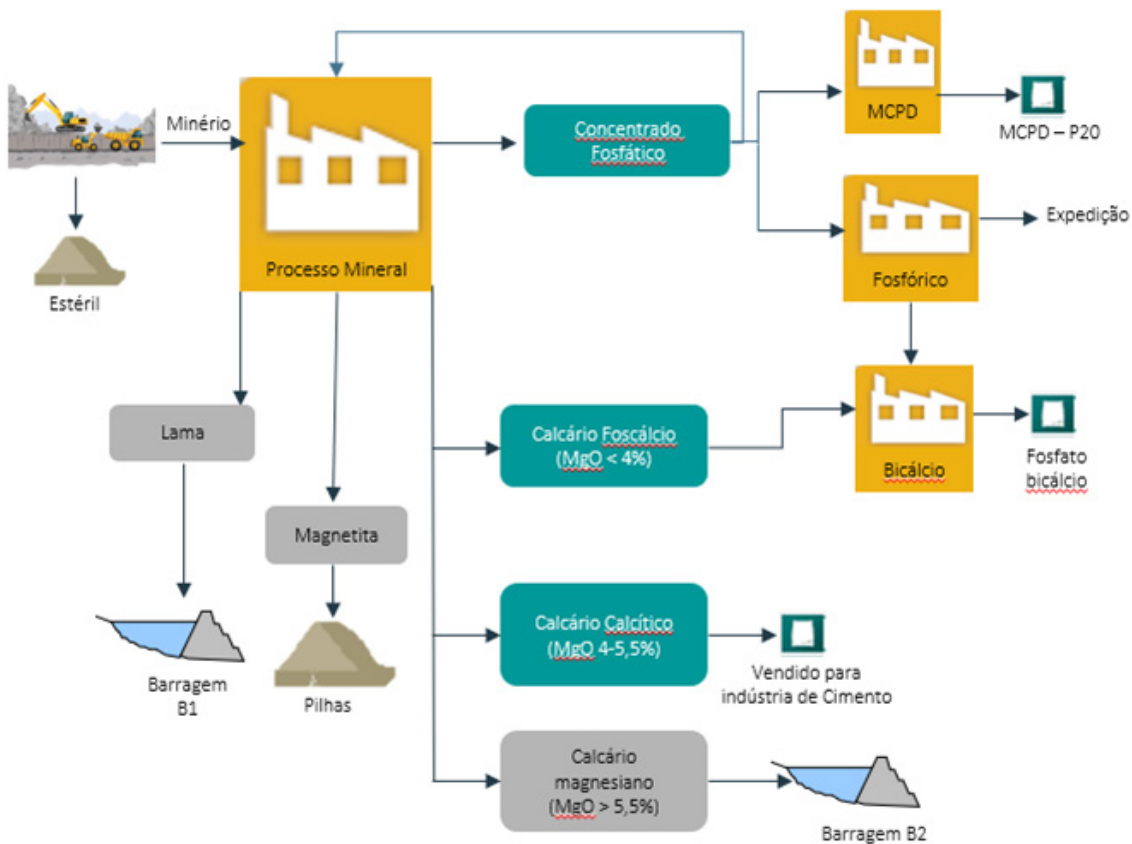
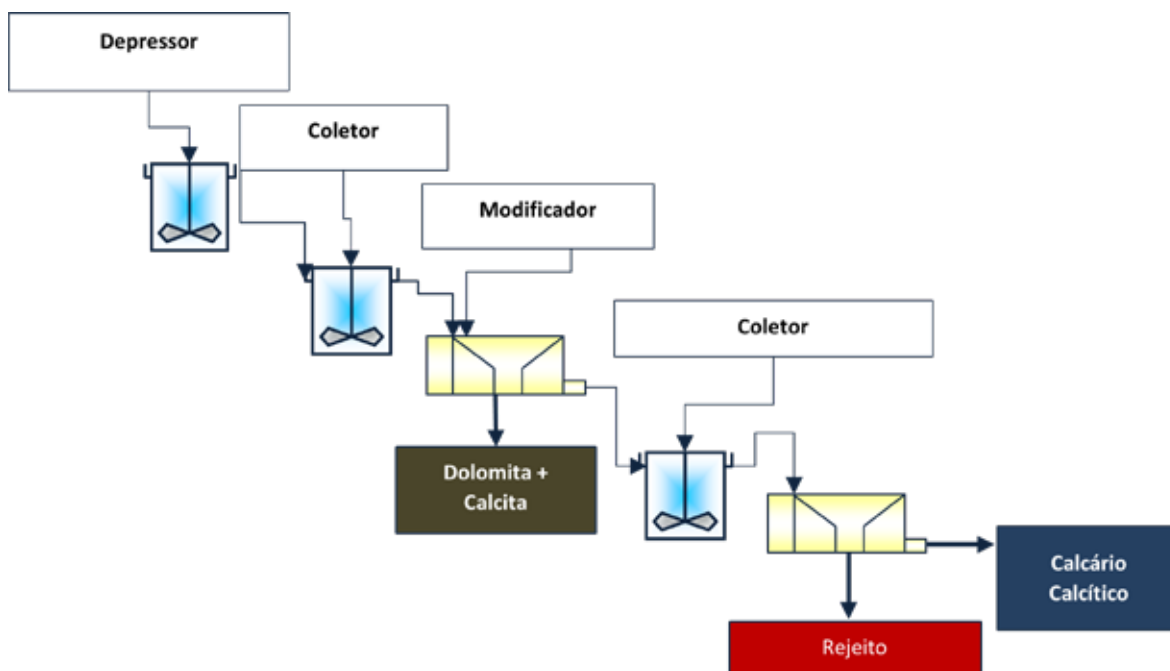


Figura 6: Beneficiamento de calcário magnesiano (Cajati – SP, Mosaic Fertilizantes)





## Título do Projeto

- PROJETO MAGNETITA

### \* Instituições Parceiras

- N/A

### \* Fase do Projeto:

- ( ) Em andamento
- Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial
- (  ) Concluído

### \* Modelo de Negócio

- ( ) Terceirização
- ( ) B2B
- (  ) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- ( ) Outros: \_\_\_\_\_

### \* Bem mineral principal

- Magnetita

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

- Magnetita, removida da etapa de separação magnética de baixo campo, o que tem possibilitado maior aproveitamento da rocha fosfática (Figura 1).

### \* Volume Reaproveitado

- O volume reaproveitado foi de 1,8 Mton, agregando valor à companhia, uma vez que o produto é comercializado, ao invés de ser descartado como rejeito nas barragens. Para isto, são realizados controles da qualidade do material estocado em pilhas (Figura 2).

### \* Novos produtos gerados

- Não há, uma vez que a magnetita é uma das especialidades geradas na rota de concentração da apatita.

### \* Investimento

- R\$ 200.000,00

## Descrição do processo

Venda tal qual é estocado, para indústrias siderúrgicas, como minério de ferro, e cimenteiras, na fabricação de concreto e argamassa.

Figura 1: Separação magnética de baixo campo (Mosaic Fertilizantes)

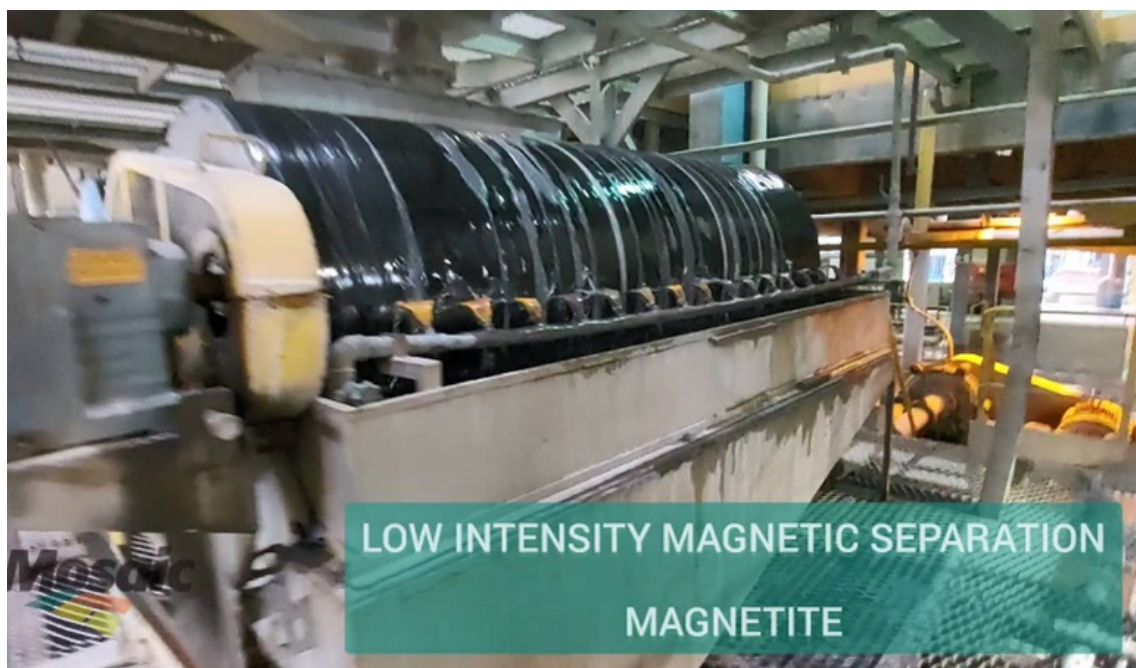


Figura 2: Estoque de magnetita (Mosaic Fertilizantes)





## Título do Projeto

- EXPEDIÇÃO DE GESSO EM UBERABA

### \* Instituições Parceiras

- N/A

### \* Fase do Projeto:

- ( ) Em andamento
- Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial
- (  ) Concluído

### \* Modelo de Negócio

- ( ) Terceirização
- ( ) B2B
- (  ) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- ( ) Outros: \_\_\_\_\_

### \* Bem mineral principal

- Gesso

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

- Resíduo da produção de ácido fosfórico

### \* Volume Reaproveitado

- Capacidade atual de expedição de gesso de 5.500 t/ano.

### \* Novos produtos gerados

- Gesso

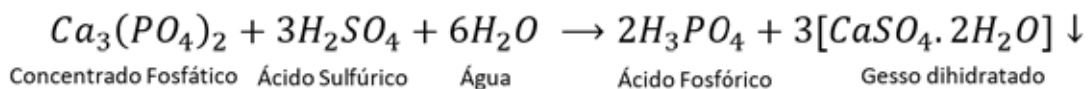
### \* Investimento

- R\$ 46,1 milhões

## Descrição do processo

No Complexo Industrial de Uberaba (CIU), atualmente existem quatro unidades produtoras de ácido fosfórico diluído (U-150, U-160, U-170 e U-180), com capacidade diária de produção total de 2.950 t/dia. O ácido fosfórico é obtido por meio da reação de acidulação do concentrado fosfático (rocha) com Ácido Sulfúrico, os quais são alimentados em reatores agitados.

Nas unidades U-150, U-160 e U-180, de tecnologia Technip, a reação ocorre em reatores monocuba agitados. Já na unidade U-170, da Prayon, a reação ocorre em um reator muti-compartimentado e três digestores. Em ambos os processos, segue-se a rota de produção úmida, onde se obtém o gesso dihidratado, como demonstra a reação principal simplificada:



Conforme demonstrado, o gesso dihidratado é o principal subproduto desse processo, sendo separado do ácido por meio de uma filtração a vácuo. O gesso é retirado dos filtros por roscas sem-fim ou basculado em uma moega e segue para tanques de polpeamento com água ácida (formando polpa com 25% de sólidos) e é então transferido para a estação U-640 ou diretamente para os compartimentos ativos da pilha de gesso, via as respectivas bombas das unidades. A operação dos compartimentos é definida conforme os planos de operação e lavra.

O alinhamento (diretamente do fosfórico ou via U-640), é dinâmico, sendo selecionado conforme a cota de operação na pilha de gesso.

**Figura 1:** Unidade de bombeamento de gesso U-640 (Mosaic Fertilizantes)



**Figura 2:** Vista aérea da pilha de gesso e linhas existentes de bombeamento de gesso (Mosaic Fertilizantes)



A polpa de gesso é descarregada na lagoa existente no topo da pilha para a sedimentação. A água ácida gerada é recuperada para um circuito de lagoas juntamente com as contribuições pluviométricas, sendo reciclada para o processo em sua grande parte. O excedente é direcionado para o sistema de tratamento de efluentes (ETEL).

**Figura 3:** Sedimentação de gesso nas lagoas da pilha (Mosaic Fertilizantes)



**Figura 4:** Operação, lavra e expedição de gesso (Mosaic Fertilizantes)



Com a execução de um segunda portaria em 2022, elevou-se a capacidade de expedição do gesso de 3.800 para 5.500 t/ano, dando ainda mais longevidade e sustentabilidade à iniciativa.



# PROJETOS

**KINROSS**

● ReUse – plataforma online



## Título do Projeto

- REUSE – PLATAFORMA ONLINE

### \* Instituições Parceiras

- Go & Grow

### \* Fase do Projeto:

- ( ) Em andamento  
Pesquisas/bancada/ piloto/Semi-industrial
- (  ) Concluído  
Projeto implantado no sistema interno da Kinross, onde atualmente está em uso pelos funcionários.

### \* Modelo de Negócio

- ( ) Terceirização
- ( ) B2B
- (  ) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno:  
Desenvolvido internamente juntamente com equipe interna da TI e parceria com a Go & Grow.

### \* Bem mineral produzido

- Qualquer resíduos e sucata que não seja Classe I

### \* Tipo do Rejeito/estéril

- N/A

### \* Volume Reaproveitado

- 100 tn aproximado de resíduos reutilizados internamente utilizando o programa Reuse +

### \* Novos produtos gerados

- N/A

### \* Investimento

- R\$ 30.000

## Descrição do processo

O **ReUse +** é uma plataforma on-line, onde se pode cadastrar e consultar materiais que estão disponíveis para reutilização dentro da Kinross.

Materiais como: tubulações, mobiliário, embalagens, borrachas, sucatas, peças, etc.

O objetivo do ReUse + é fomentar a **redução de resíduos dentro da empresa**, incentivando a reutilização de materiais que não possuem mais uso em sua área e que seriam descartados.

Plataforma online para otimizar gestão de resíduos na Kinross Paracatu.

Oferecendo as seguintes oportunidades:

- Informações detalhadas dos resíduos:
  - Condições e tipo de material
  - Localização
  - Contato do responsável
  - Oportunidade financeira
  - Redução de custo com novas aquisições
  - Redução de despesas com a destinação de resíduos
  - Oportunidade de vendas externas
  - Doações
  - 5S
  - Eliminar disposição interna em locais inadequados
  - Eliminar pátios de resíduos e sucatas paralelos

# LARGO

Concentração de Ilmenita  
ou Flotação de Ilmenita

PROJETOS



## Título do Projeto

- CONCENTRAÇÃO DE ILMENITA OU FLOTAÇÃO DE ILMENITA

### \* Instituições Parceiras

- UFBA, USP, Fundação Gorceix, CEPED, CBPM, SGS

### \* Fase do Projeto:

- (  ) Em andamento
  - ◆ Implantação de planta industrial
- ( ) Concluído

### \* Modelo de Negócio

- ( ) Terceirização
- (  ) B2B
- ( ) Incubação de tecnologias e desenvolvimento interno
- ( ) Outros: \_\_\_\_\_

### \* Bem mineral principal

- Ilmenita

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

- Rejeito composto por silicatos, principalmente piroxênios e anfibólios

### \* Volume Reaproveitado

- 23 t a cada 120 t de alimentação (antigo rejeito)

### \* Novos produtos gerados

- Concentrado de ilmenita

### \* Investimento

- 170.000.000,00

## Descrição do processo

A planta da mineradora Largo Vanádio de Maracás S/A – LVMSA está localizada a cerca de 50 km da sede do município de Maracás, na área rural, no Estado da Bahia. A planta de produção de concentrado de Ilmenita ( $\text{FeTiO}_3$ ) a partir de rejeito não magnético, será implantada dentro das instalações industriais da LVMSA (figura 1). A reutilização do rejeito está alinhada com as diretrizes da empresa de

reduzir/reaproveitar o rejeito. Sua capacidade de processamento prevista é de 197.648 toneladas de concentrado de ilmenita por ano.

Não haverá supressão de vegetação ou outros impactos ambientais de grande magnitude, o projeto está localizado dentro das instalações do parque industrial da Largo Vanádio de Maracás (figura 2).

A ilmenita é um mineral composto por ferro e titânio com fórmula  $\text{FeTiO}_3$ . É utilizado basicamente como matéria prima para produção de compostos de titânio, sendo que cerca de 90% da produção mundial de ilmenita é destinada à produção de pigmento de titânio. O mais usual é encontrar ilmenita em depósitos de plácenes, chamadas “Black sands”, que são areias de praia que tem cor preta devido a presença de minerais escuros. Todavia, a ilmenita também pode ser encontrada em depósitos rochosos, como é o caso de Maracás.

Atualmente, na produção de vanádio a maior parte da ilmenita é segregada da magnetita num processo conhecido como separação magnética. A magnetita segue a rota de processo de onde se vai extrair e produzir o vanádio, enquanto a ilmenita é disposta em bacias de rejeitos. Da maneira como é retirada do processo a ilmenita não tem valor comercial pois encontra-se em baixas concentrações e agregada com outros minerais de sílica e ferro.

Os estudos conduzidos pela Largo ao longo dos últimos 5 anos culminaram no desenvolvimento de uma rota de concentração e produção de ilmenita que pode ser usada para depósitos rochosos. Esta rota utiliza a tecnologia de flotação, que apesar de ser bem conhecida em outras indústrias, por exemplo as de produção de minério de ferro, ouro, níquel e talco, é pouco utilizada para produzir ilmenita (figura 3).

Esse desenvolvimento, que envolveu especialistas da Largo e contou com o auxílio de renomados centros de pesquisa brasileiros, foi bem-sucedido, resultando em um projeto de implantação de uma instalação industrial de concentração de ilmenita, previsto para iniciar suas atividades em 2023. Essa nova planta terá capacidade nominal para produzir 145 mil toneladas de ilmenita por ano e criará 55 novos empregos diretos em Maracás.

A produção de ilmenita reduzirá também a geração de rejeito sólido da planta de Maracás em cerca de 8%, o que significa reduzir o impacto ambiental e ao mesmo tempo que gera emprego e renda para a comunidade. A produção de ilmenita da Largo atenderá a demanda interna da própria empresa para produção de pigmento de Titânio ( $\text{TiO}_2$ ), a nova aposta da Largo no Brasil. O Pigmento Branco é um produto de alto valor agregado, indispensável nas indústrias de cerâmica, plásticos e tintas e nossa meta é atender 2/3 do consumo nacional do produto. O projeto da planta de  $\text{TiO}_2$  foi concebido sob a ótica de economia circular e vai produzir também fertilizantes a partir dos rejeitos gerados na nova unidade.

O processo de produção de ilmenita será implementado após a etapa de beneficiamento do minério de vanádio, utilizando a fração não magnética, que não



contêm vanádio, como alimentação da área de concentração de ilmenita. O concentrado gerado por esta planta representará 20% da massa total de material não magnético, que hoje é disposta em bacias de rejeito, em outras palavras, ocorrerá uma redução da massa de rejeito gerada, com conseqüente aumento de vida útil das bacias e portanto, com redução no impacto ambiental do processo de produção (figuras 4 e 5). A planta de produção de ilmenita incluirá uma etapa de deslamagem para retirar aluminossilicatos que possam prejudicar os processos de concentração seguintes, três etapas de flotação direta, na qual a ilmenita é separada dos demais minerais através do ajuste de pH da polpa e uso de reagentes tornam a ilmenita hidrofóbica, uma fase de filtração do concentrado e reaproveitamento da água. O diagrama de blocos abaixo mostra a posição que a planta de produção de ilmenita ocupará no processo atual da planta de produção de vanádio (figuras 4 e 5).

Além dos ganhos econômicos e da redução do impacto ambiental já descritos, este projeto tem também o potencial de aumentar a vida útil do empreendimento mineiro em Maracás, uma vez que a geração de um novo produto agrega valor aos recursos minerais e viabiliza a lavra de zonas que anteriormente seriam consideradas não econômicas. Esta possibilidade estende-se não só ao depósito atual, mas também a depósitos vizinhos que possuem mineralogia semelhante.

Alinhado com o conceito de economia circular, o projeto não se resume apenas em uma nova planta, mas proporciona também a criação de um modelo de negócio verticalmente integrado, que utiliza a sinergia entre processo de produção de pentóxido de vanádio e de concentrado Ilmenita, para apoiar na condução de uma transição do mundo para um futuro de baixo carbono.

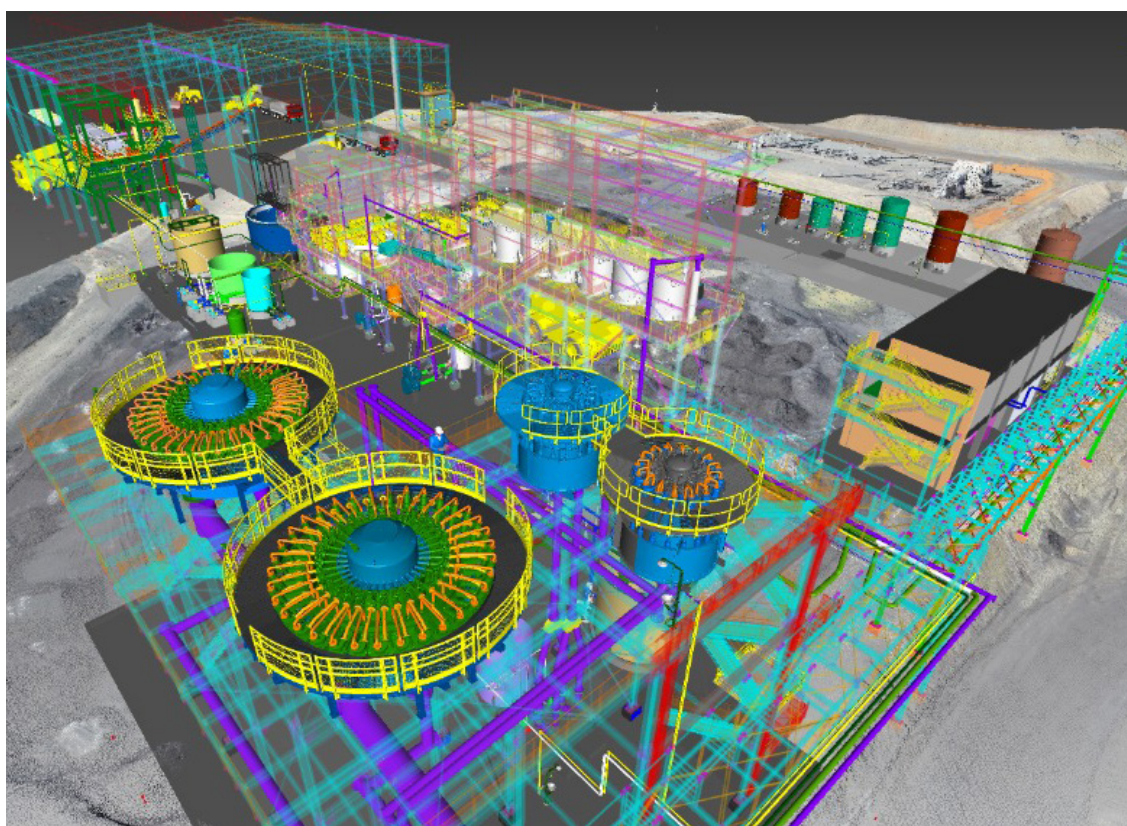
**Figura 1:** Vista aérea da implantação.



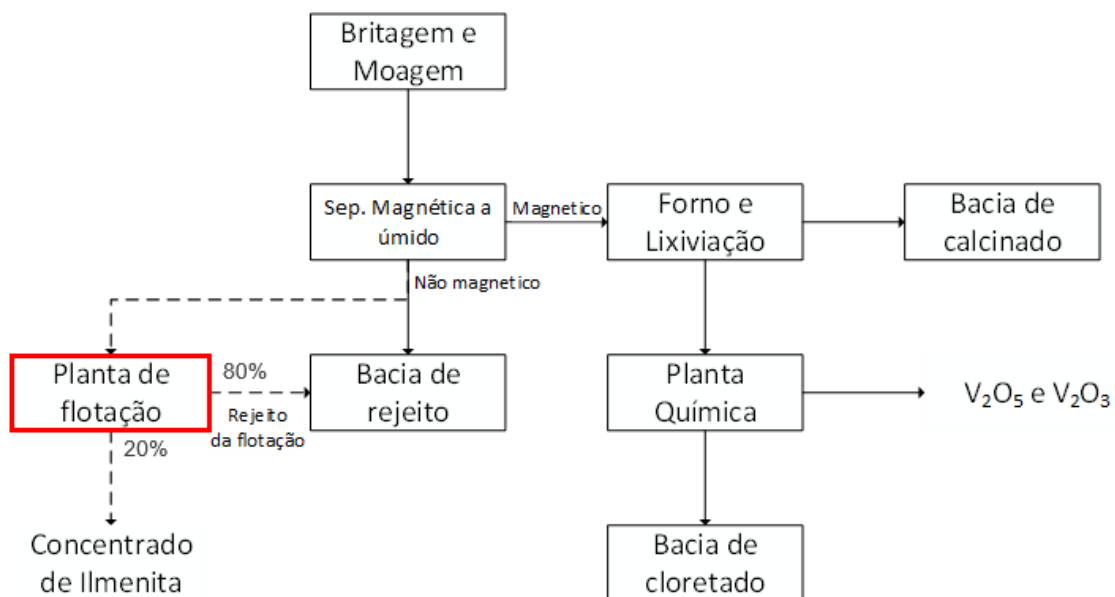
Figura 2: Delimitação do projeto Ilmenita em área industrial da Largo Vanádio de Maracás.



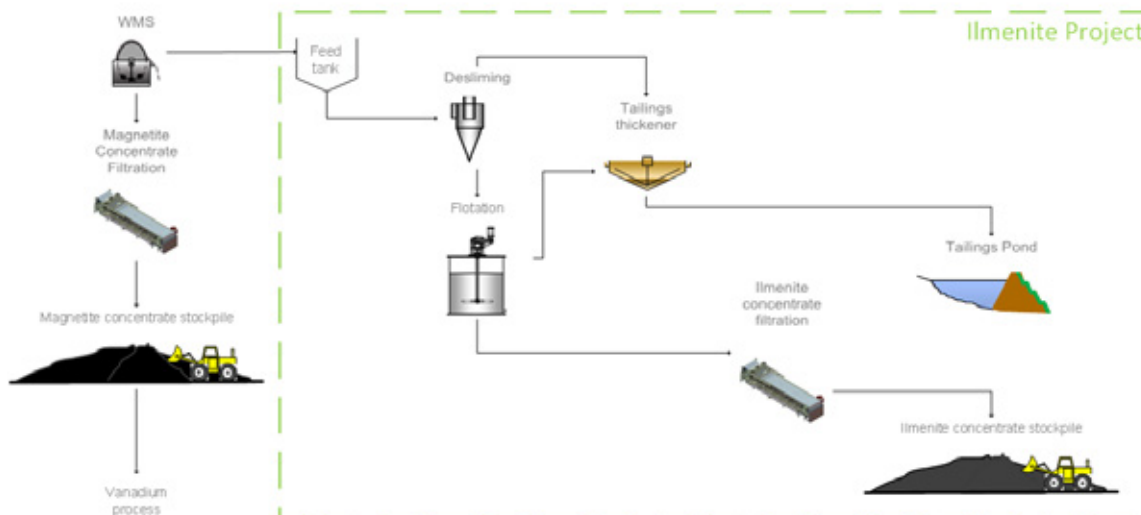
Figura 3: Projeto em perspectiva 3D.



**Figura 4:** Fluxograma simplificado do projeto de reaproveitamento de resíduo não magnético



**Figura 5:** Fluxograma do projeto Ilmenita.



## Referências

CNI 2019. ECONOMIA CIRCULAR: Caminho Estratégico para a Indústria Brasileira. Disponível em: [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/bd/3f/bd3f2589-ed8c-43ad-ab33-b75a370ef66b/economia\\_circular.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/bd/3f/bd3f2589-ed8c-43ad-ab33-b75a370ef66b/economia_circular.pdf). Acesso em: 01 de agosto 2022.

Wealth from Waste, 2017. Australian Opportunities in a Circular Economy for Metals. Findings of the Wealth from Waste Cluster. Disponível em : <https://research.monash.edu/en/publications/australian-opportunities-in-a-circular-economy-for-metals-finding>. Acesso em 01 de agosto de 2022.

IPEA, 2012. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Atividade de Mineração de Substâncias Não Energéticas (2012): Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7702/1/RP\\_Diagn%C3%B3stico\\_2012.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7702/1/RP_Diagn%C3%B3stico_2012.pdf) Acesso em: 01 de agosto 2022.












**IBRAM**  
MINERAÇÃO DO BRASIL



[/InstitutoBrasileirodeMineracao](#) 

[/ibrammineracao](#) 

<https://ibram.org.br> 

[ibram@ibram.org.br](mailto:ibram@ibram.org.br) 