



MINING
Mineração Sustentável



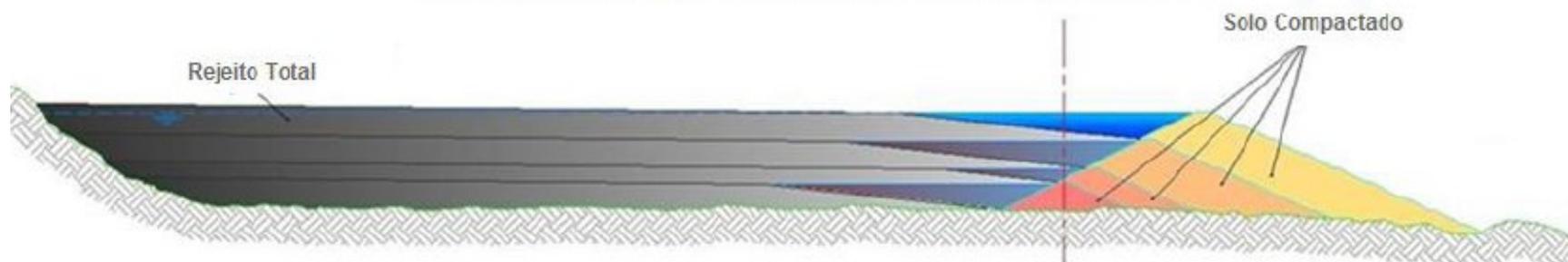
Inovação e Mineração Sustentável

Outubro/2020

Alexandre Passos

Alteamento de Barragens

Método de Alteamento a Jusante e Convencional



Método de Alteamento por Linha de Centro



Método de Alteamento a Montante



ODS-ONU - 2030

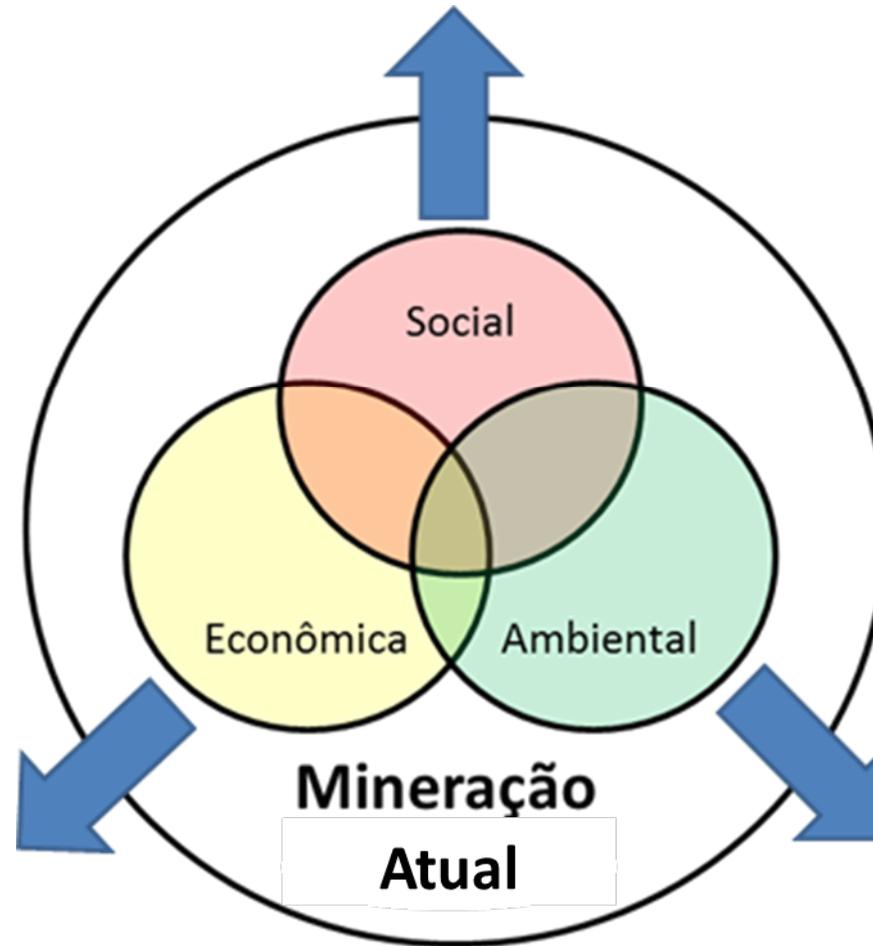


ninguém seja deixado para trás

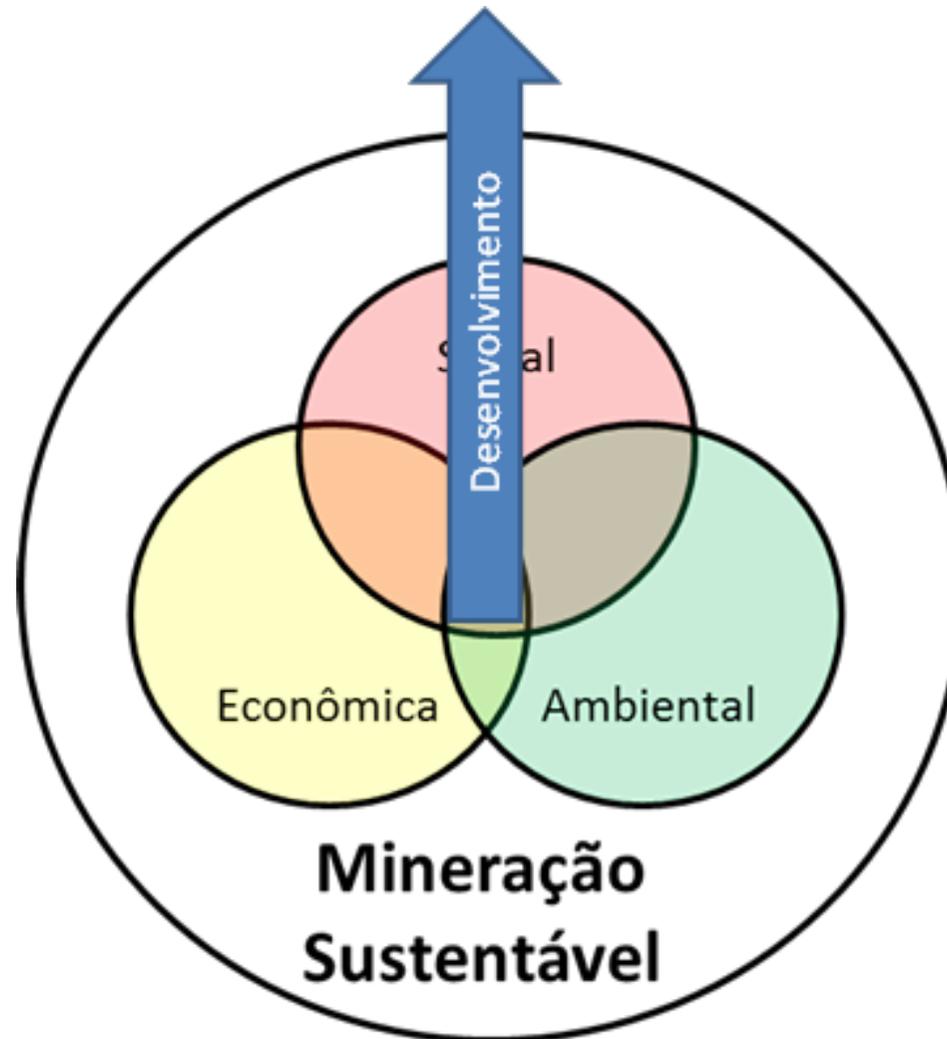
Áreas para mineração e os ODS



Polarização de Forças e a Mineração Sustentável



Alinhamento de Forças para a Mineração Sustentável





VISÃO GERAL

- **Licença social**
- **Atividade meio x fim**
- **Relevo melhorado x Área degradada**
- **Fomento desenvolvimento regional**
- **Resíduo zero**
- **Eficiência energética**
- **Otimização do patrimônio mineral**
- **Mineração sustentável**



Nova Mineração Brasileira

1. Mariana e Brumadinho foram o 11 de setembro da mineração brasileira
2. Oportunidade de rever a mineração no Brasil
3. Busca da mineração sustentável
4. Contribuir para o desenvolvimento socioambiental e econômico

SUSTENTABILIDADE

COMPETITIVIDADE

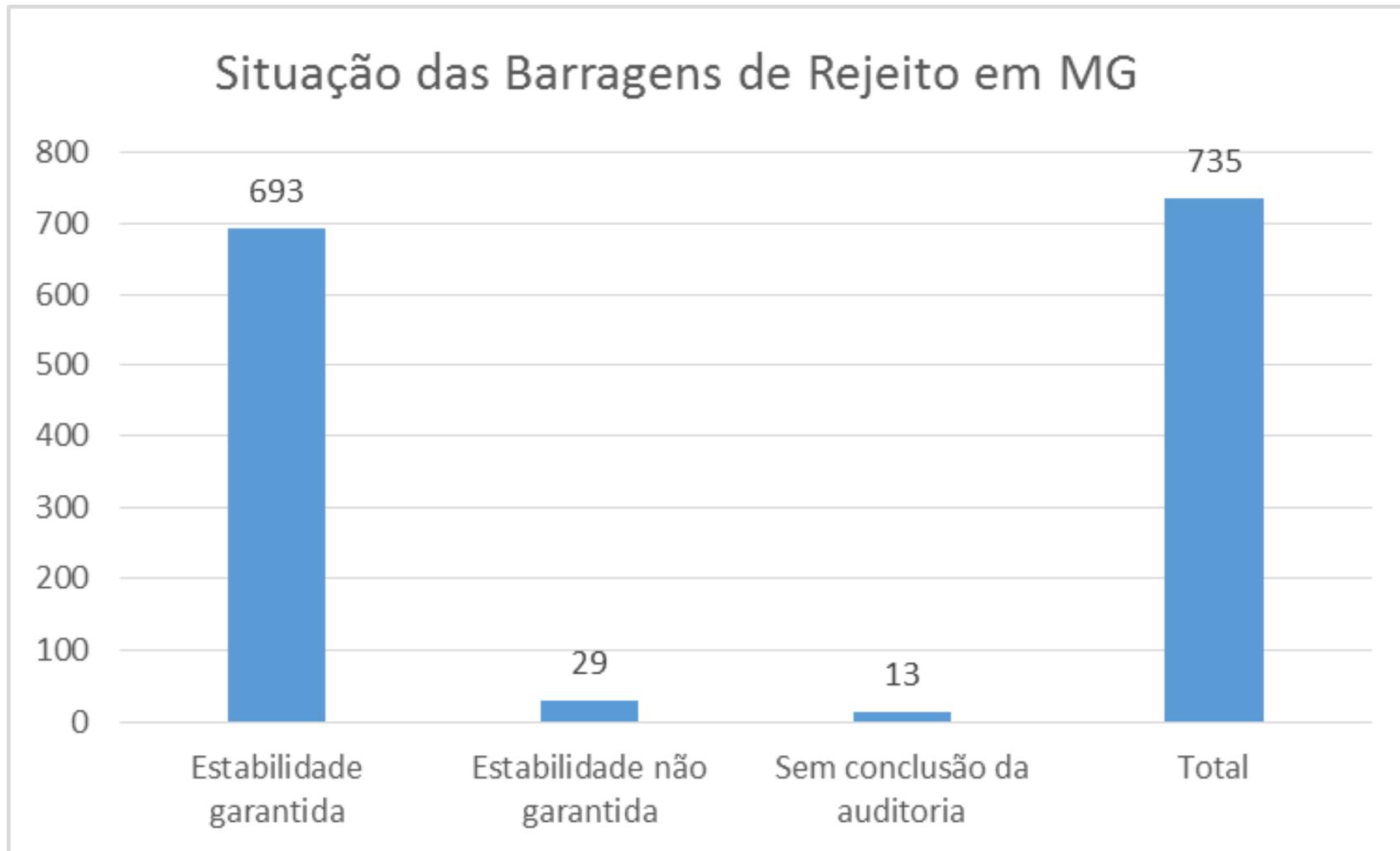
INOVAÇÃO



Desafio para Licença Social

Mineração de Ferro no Estado de Minas Gerais

RISCO EM MINAS GERAIS



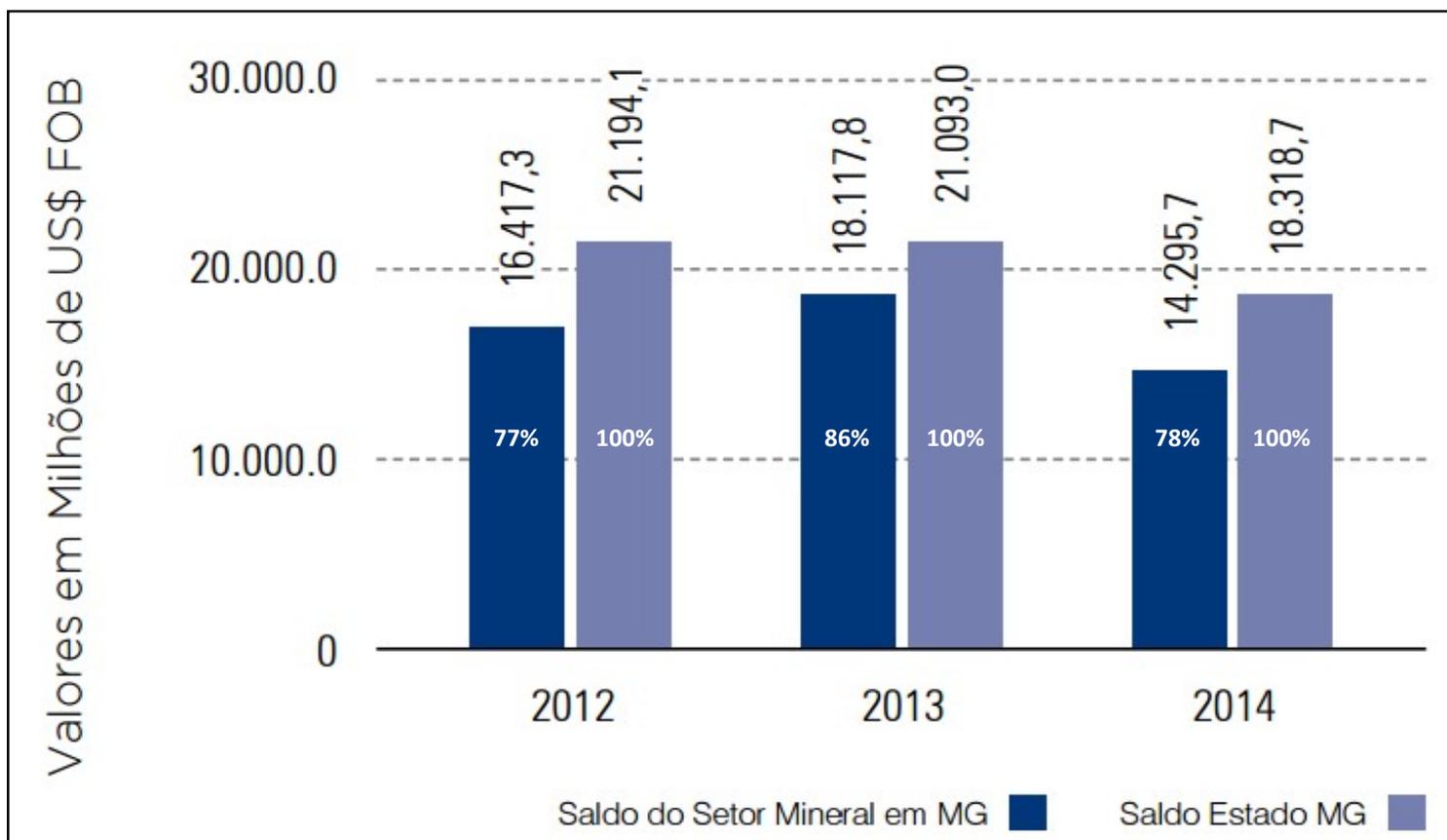
Fonte:

<http://www.hojeemdia.com.br/horizontes/feam-admite-que-29-barragens-de-rejeitos-est-o-em-risco-em-minas-1.357944>



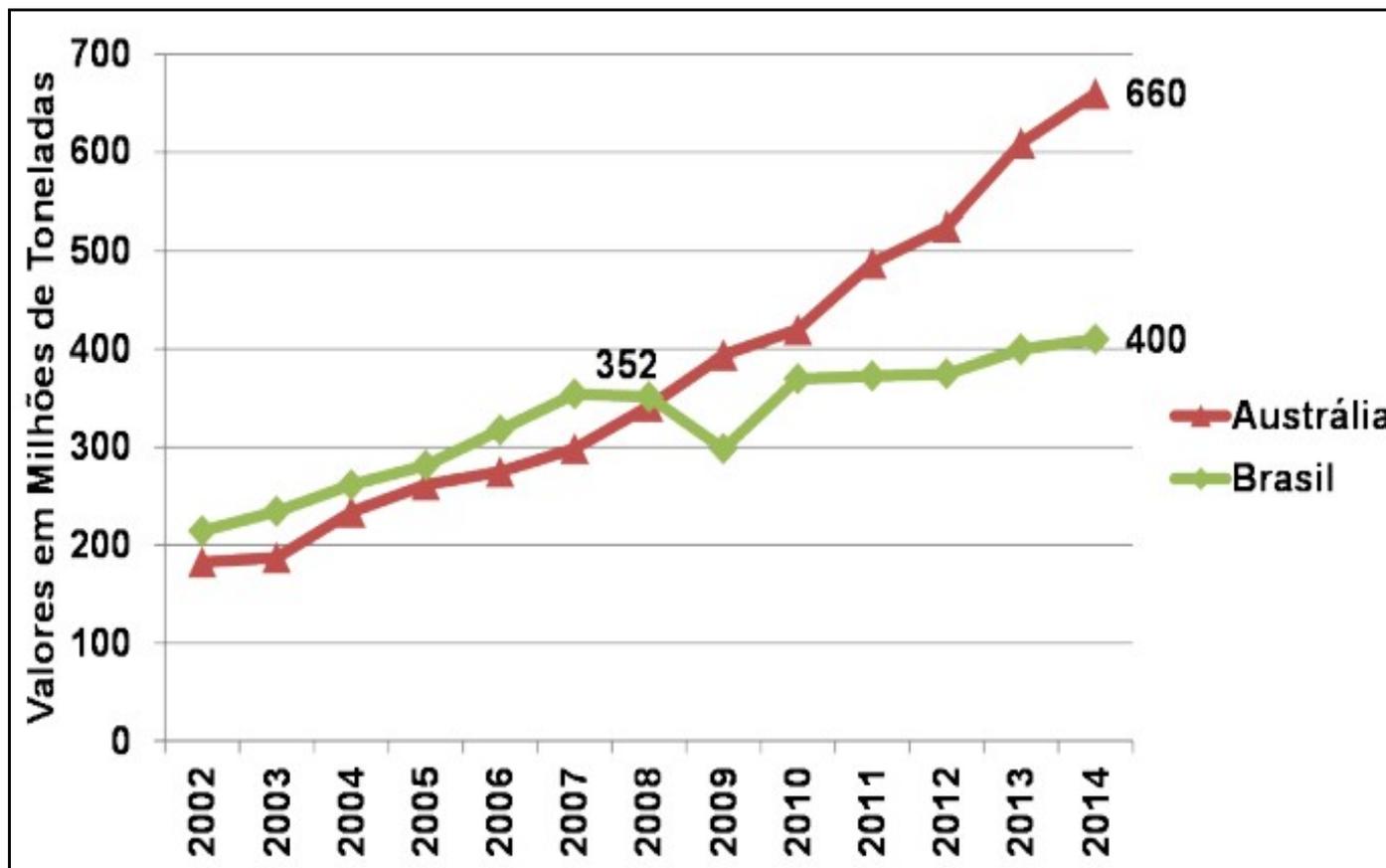
Saldos da Balança Comercial em MG

Setor Mineral x Estado

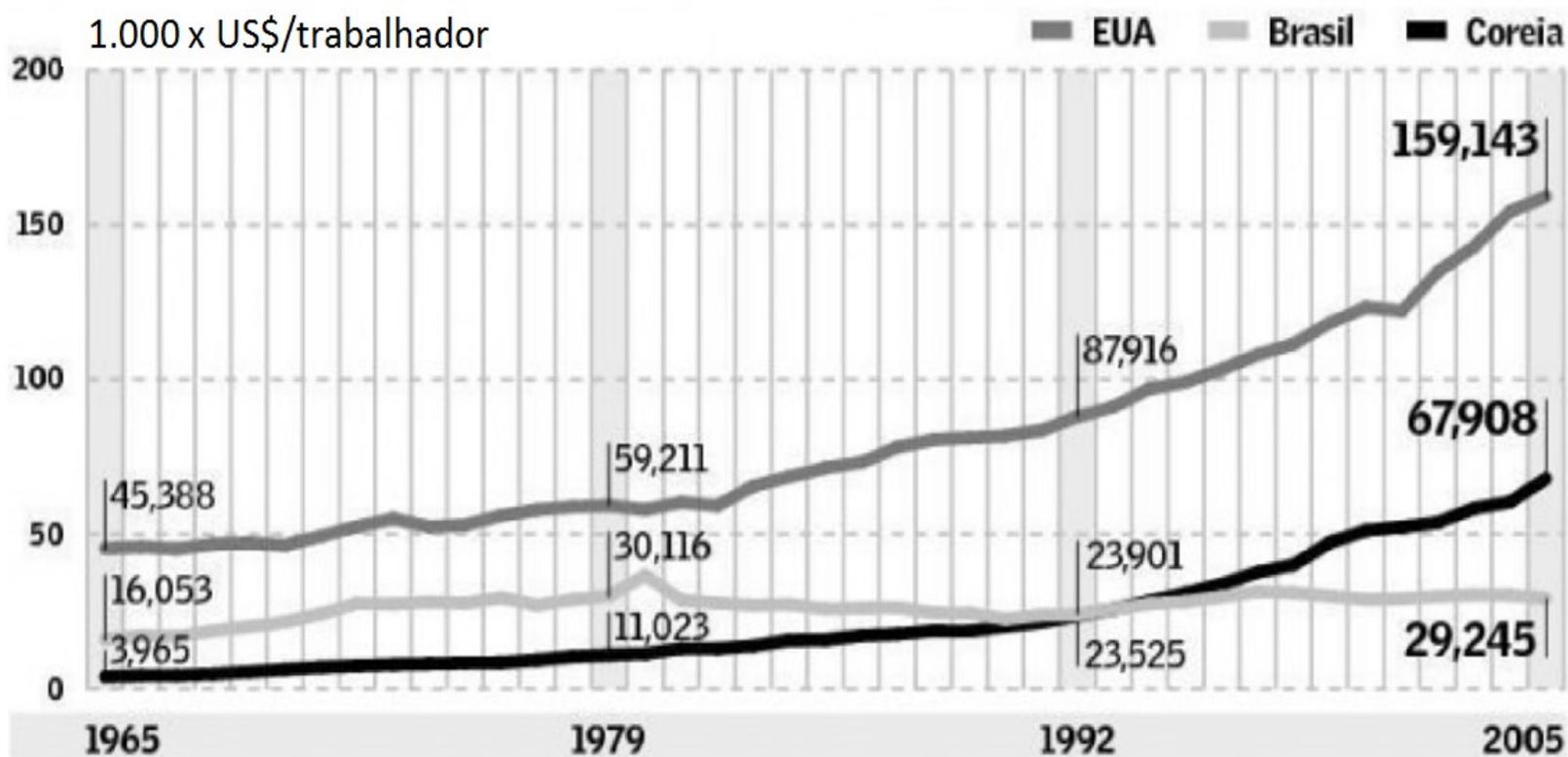




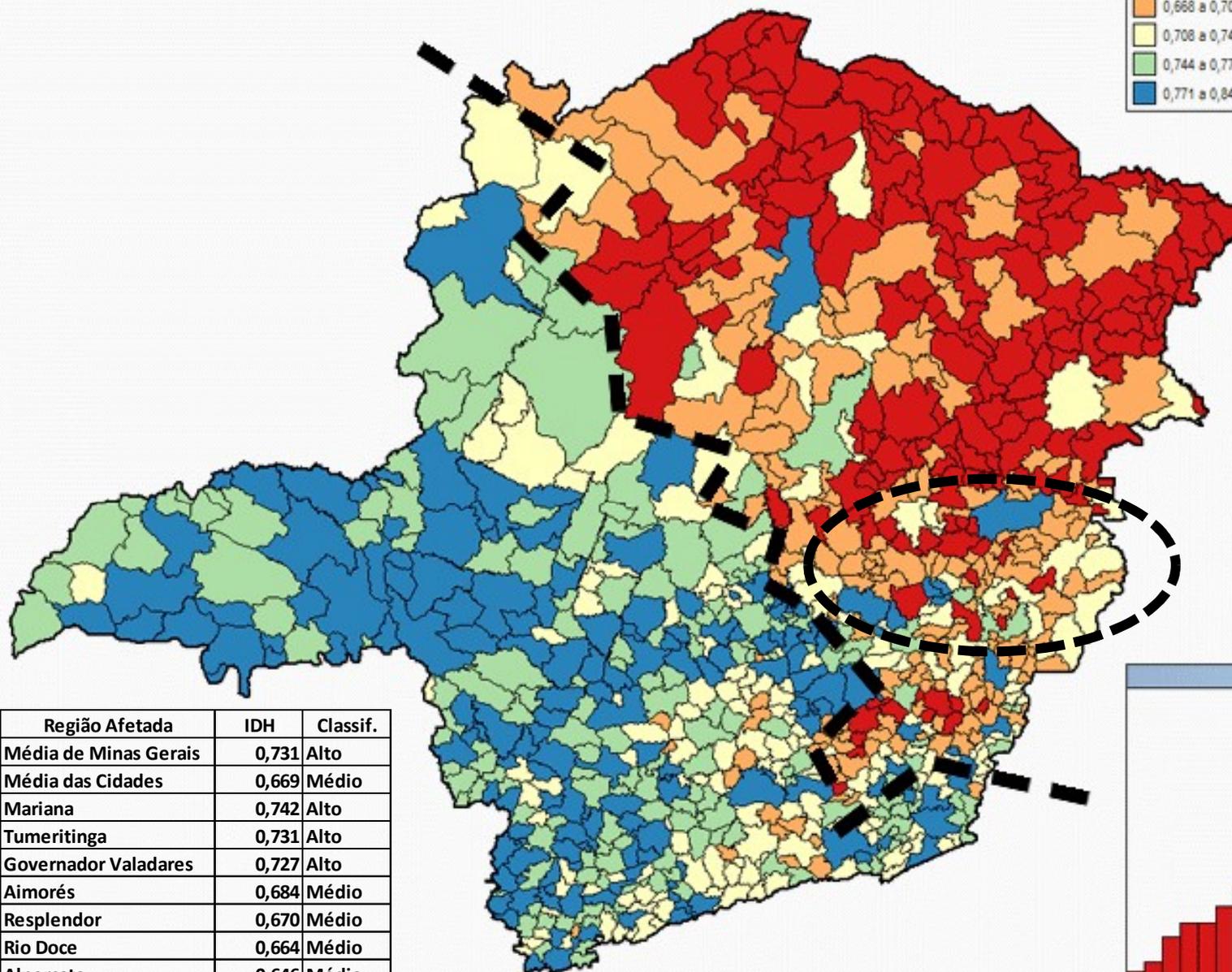
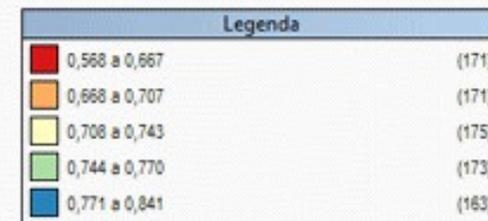
Exportações de Minério de Ferro Brasil x Austrália



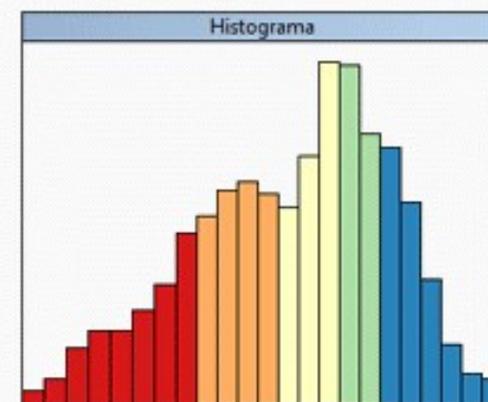
Evolução da Produtividade da Indústria de Transformação Brasileira



Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
Municípios do Estado de Minas Gerais

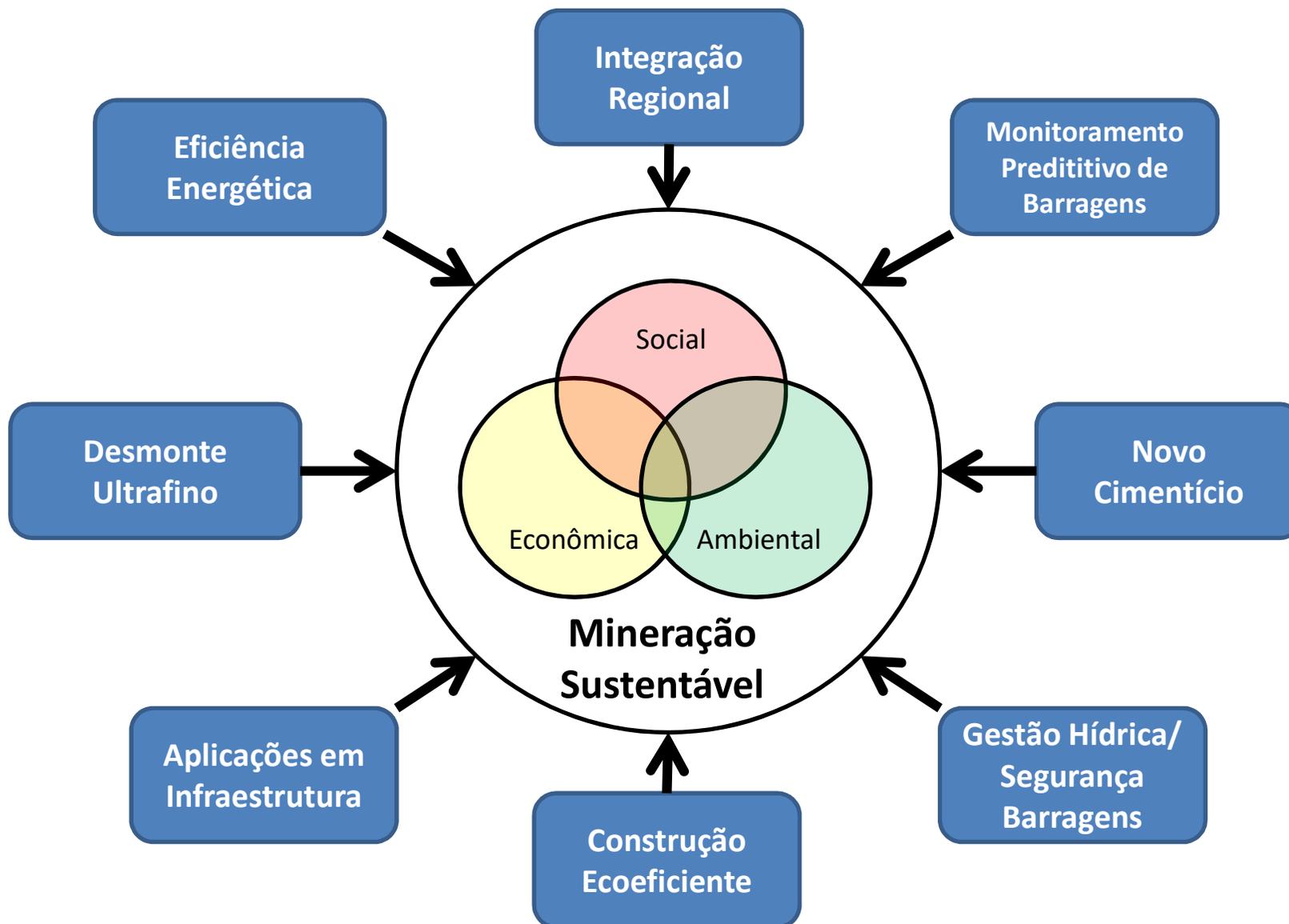


Região Afetada	IDH	Classif.
Média de Minas Gerais	0,731	Alto
Média das Cidades	0,669	Médio
Mariana	0,742	Alto
Tumeritinga	0,731	Alto
Governador Valadares	0,727	Alto
Aimorés	0,684	Médio
Resplendor	0,670	Médio
Rio Doce	0,664	Médio
Alpercata	0,646	Médio
Santa Cruz do Escalvado	0,625	Médio
Barra Longa	0,624	Médio
Pedra Corrida	0,573	Baixo



Fonte: <http://www.inclusaodigital.mg.gov.br/polos/>

Exemplos de Inovação





MINING
Mineração Sustentável



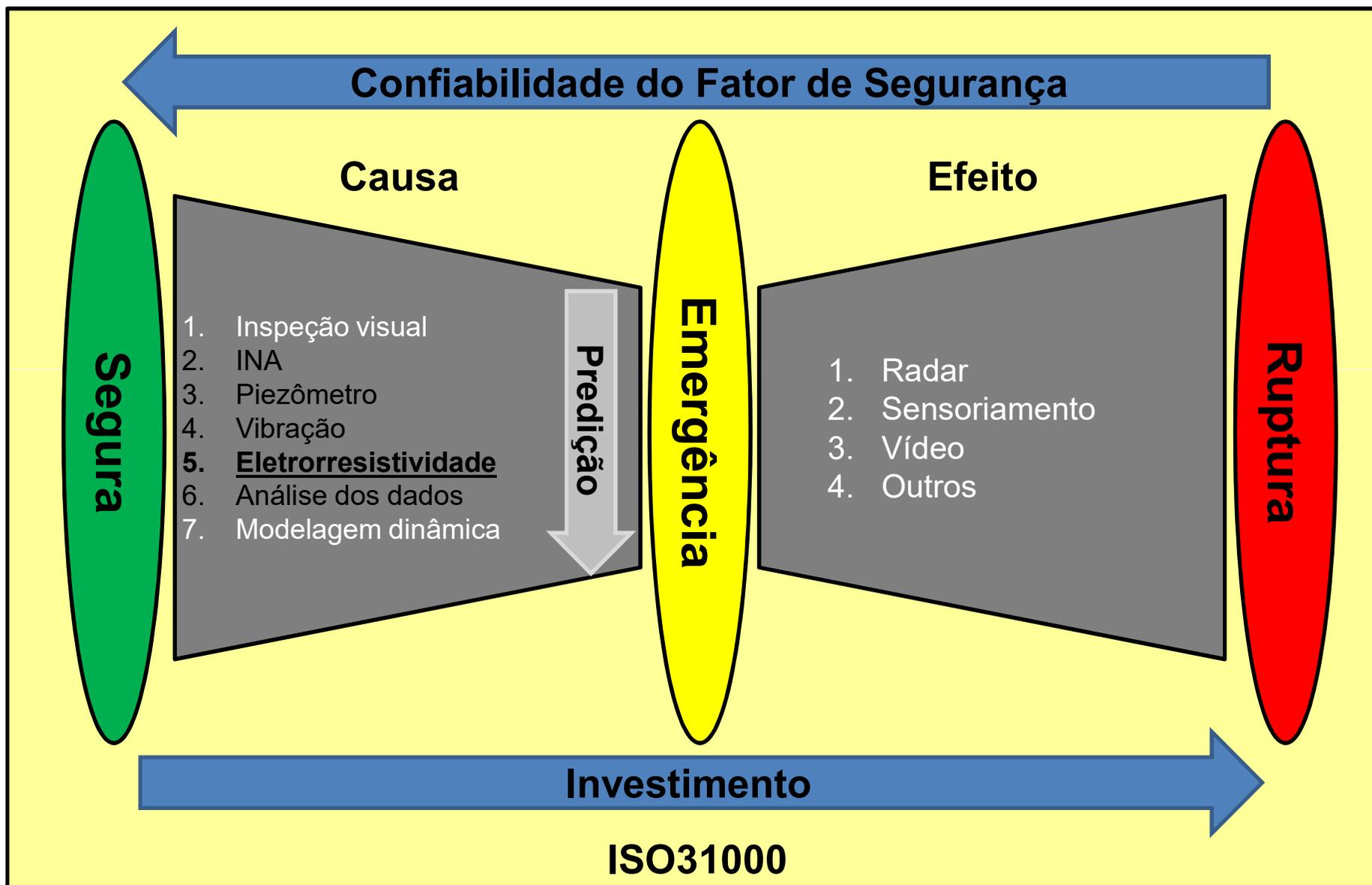
ArcelorMittal

mining
hub.

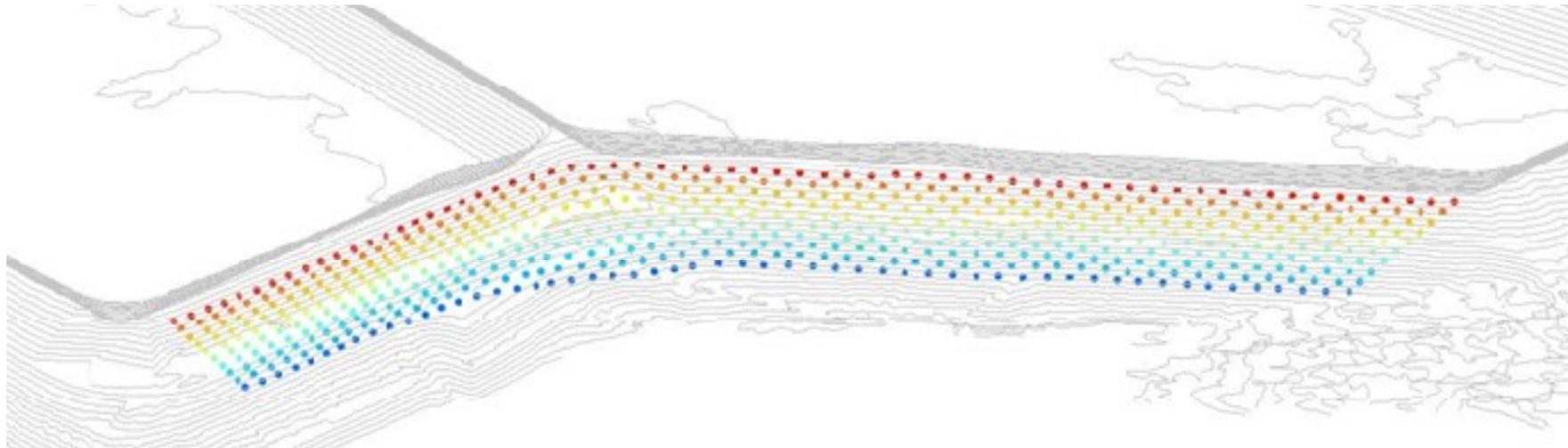
Sistema Preditivo de Monitoramento de Barragens

Setembro/2019

Bow-tie Monitoramento Barragem

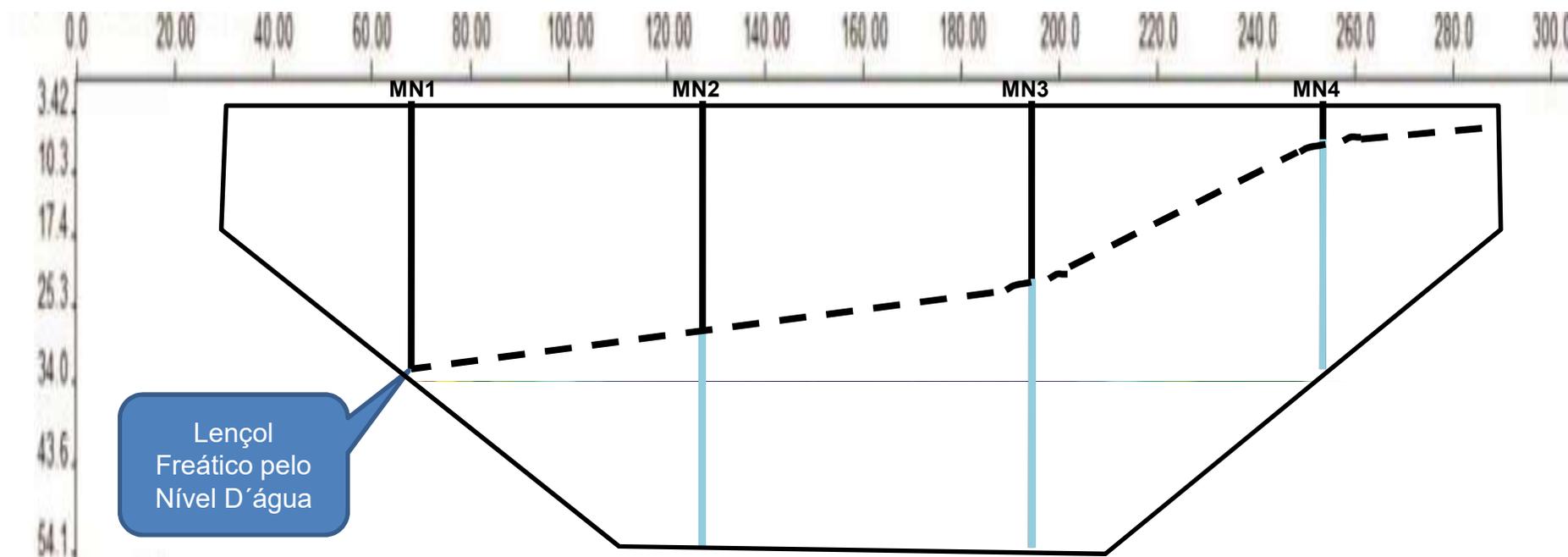


Automação do Levantamento da Eletrorresistividade Aparente

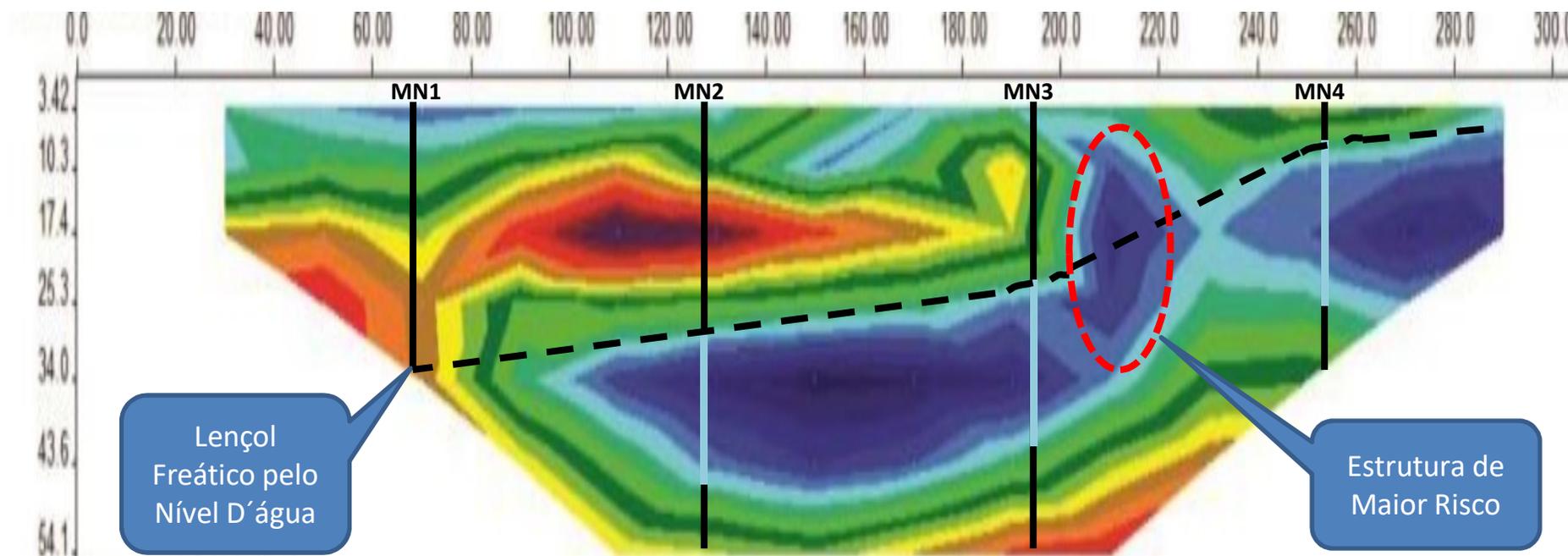


- Prática consagrada;
- A inovação é a automação do processo.

Monitoramento Nível D'água



Eletrorresistividade e Qualidade da Informação



- Modelagem mais consistente (mais uma camada de controle);
- Melhora a confiabilidade do fator de segurança;
- Maior a assertividade nas ações preventivas reduzindo os custos associados.

Sistema Final Eletroresistividade



Impactos Esperados

1. Melhoria do monitoramento (ISO31000):
 - Melhoria na confiabilidade do fator de segurança
 - Melhoria na modelagem da barragem
 - Melhoria da previsão
 - Maior confiabilidade operacional
 - Menor risco de furto
 - Redundância entre os instrumentos
 - Maior cobertura no monitoramento das vibrações
 - Monitoramento da água subterrânea



Outros Impactos

1. Independência dos dados
2. Melhoria na gestão de risco da barragem:
 - Decisões mais consistentes
 - Maior segurança
 - Melhor utilização dos recursos
 - Melhoria de imagem



MINING
Mineração Sustentável



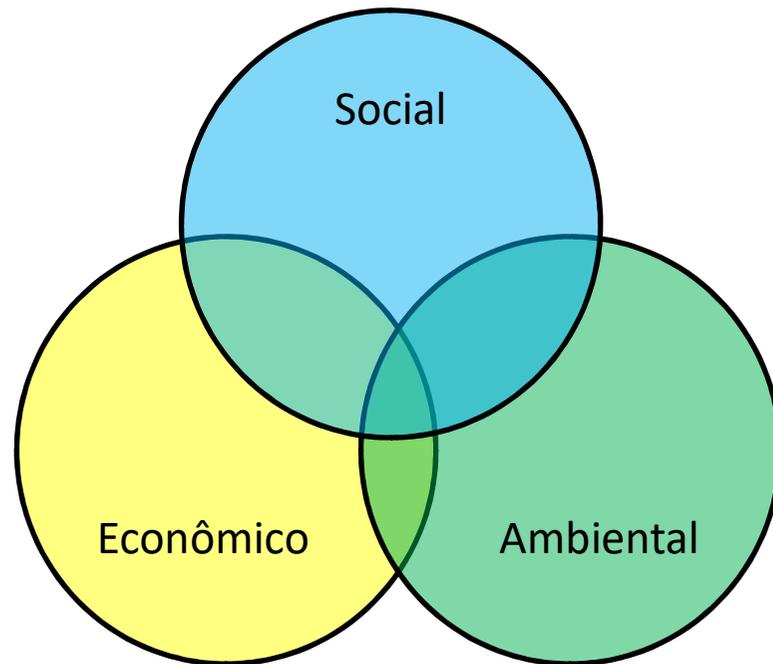
mining
hub.

Terceiro Ciclo Mining Hub

ALTERNATIVAS PARA O REJEITO FILTRADO

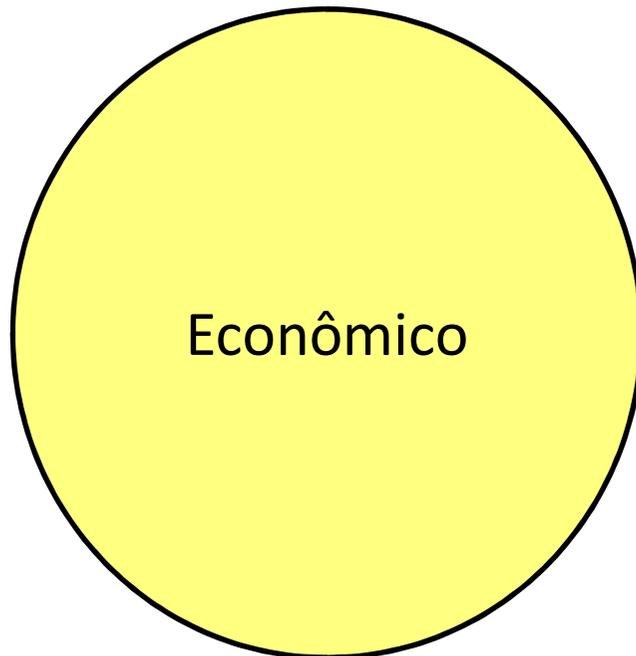


Proposta de Valor



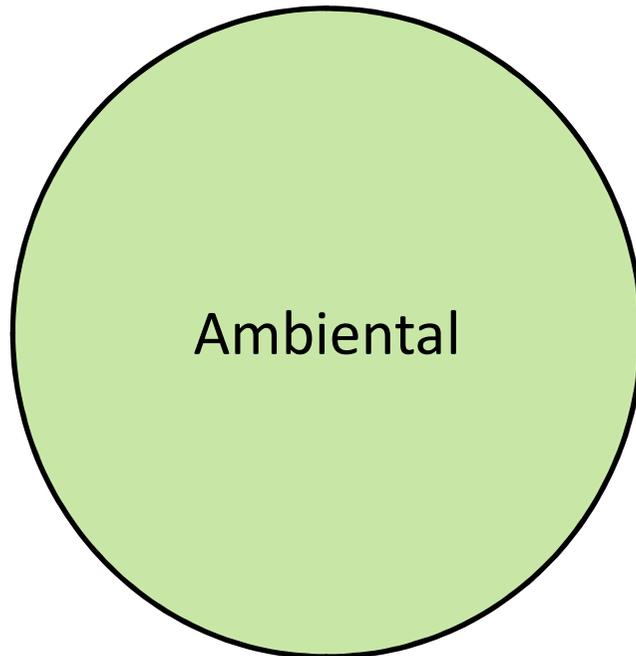
Aproveitar 100% dos
rejeitos da Mineração Casa
de Pedra tornando-a
sustentável

Proposta de Valor



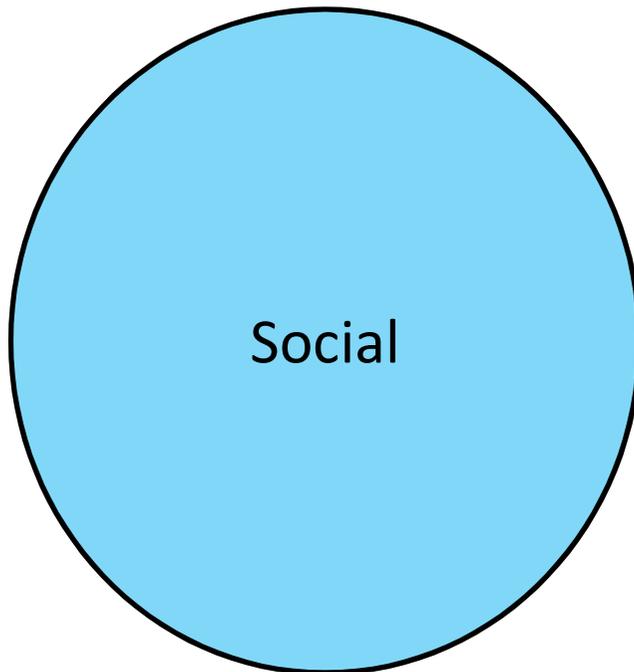
- Transforma 100% do rejeito em coprodutos
 - **Concentrado de ferro (fino e seco)**
 - Teor Fe > 62% pode ser **incorporado ao produto e viabilizar o investimento**
 - **Cimentício e areia**
 - Empilhamento estruturado de rejeitos
 - Construção ecoeficiente
- Reduz o **risco** para **investidores** e de **restrições de produção** em função da **disposição de rejeitos**

Proposta de Valor



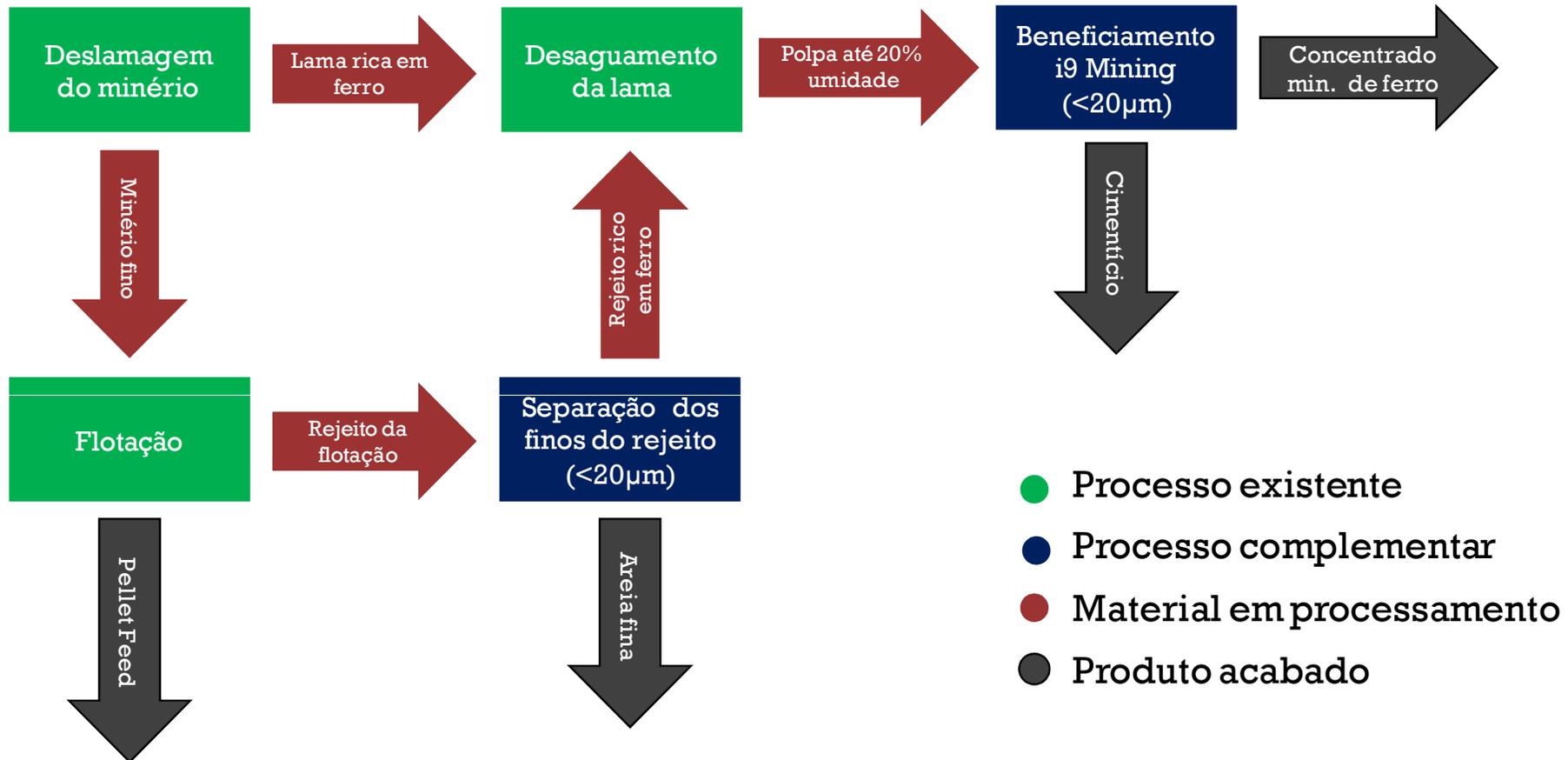
- Elimina **barragens** e **pilhas de areia**
- Melhora o aproveitamento do **patrimônio mineral**
- Reduz o volume de rejeitos
- Facilita o **licenciamento ambiental**

Proposta de Valor



- **Reduz riscos para a sociedade**
- **Contribui para o desenvolvimento regional**
 - **Moradia**
 - **Melhoria de infraestrutura**
- **Gera emprego e renda**

Proposta Beneficiamento



Teste de Moagem NEA



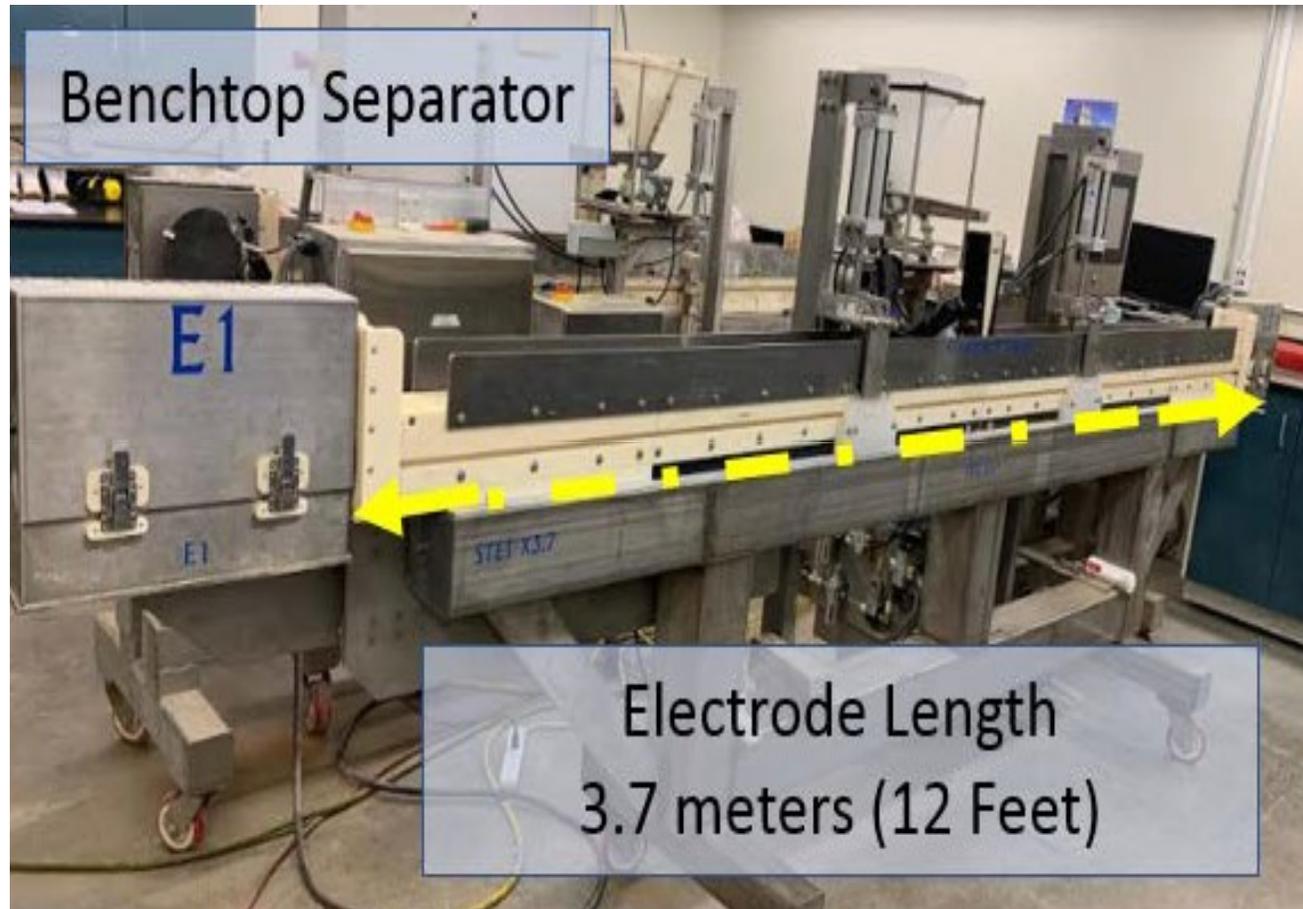
Saída do teste: P98 = 20 μ m e umidade = 6,8%

Calcinação 100, 450 e 750°C



Amostra	Perda de Massa
100°C	6,73%
450°C	7,80%
750°C	12,64%

Separação Triboeletrostática



Separação Triboeletrostática

Identificação	P98 (µm)	Fe*	Fe2O3	SiO2	Al2O3	CaO	MgO	P2O5	LOI
Amostra Teste 1	51	48,5	69,4	15,5	7,9	1,2	0,5	0,4	3,4
Amostra Teste 2	71	42,8	61,1	31,2	5,6	0,2	0,2	0,3	0,4

Teste 2

First pass:	Massa	Chemical Composition							
	%	Fe	Fe2O3	SiO2	Al2O3	P2O5	CaO	LOI	
Alimentação		45,1	64,4	28,2	5,7	0,3	0,1	0,3	
P1 Não Condutor (E1)	52%	31,8	45,5	46,4	6,3	0,2	0,1	0,5	
P1 Condutor (E2)	48%	55,8	79,8	11,3	5,9	0,4	0,2	0,9	
Second pass (on E1):	Massa	Chemical Composition							
	%	Fe	Fe2O3	SiO2	Al2O3	P2O5	CaO	LOI	
Alimentação (P1 Não Condutor)	52%	32,1	45,8	45,9	6,5	0,3	0,2	0,4	
P2 Pobre Não Condutor	68%	22,1	31,5	61,3	5,8	0,2	0,1	0,4	
P2 Pobre Condutor	32%	49,3	70,5	15,5	9,7	0,5	0,4	1,6	
Second pass (on E2):	Massa	Chemical Composition							
	%	Fe	Fe2O3	SiO2	Al2O3	P2O5	CaO	LOI	
Alimentação (P1 Condutor)	48%	55,8	79,8	11,3	6,3	0,4	0,2	0,7	
P2 Rico Não Condutor	37%	53,5	76,5	10,9	8,8	0,5	0,2	1,4	
P2 Rico Condutor	63%	57,8	82,7	7,5	6,3	0,5	0,3	1,3	
Concentrado de ferro	64,8%	54,4%	77,8%	10,5%	7,9%	0,5%	0,3%	1,4%	

Separação Triboeletrostática

Distribuição Mineralógica por Cálculo Estequiométrico

Mineral	Fórmula	Lama	Concentrado de Ferro	Cimentício
Participação em massa		100,0%	64,8%	35,2%
Caulinita	$Al_2 Si_2 O_5 (OH)_4$	14,16	19,91	14,67
Hematita	Fe_2O_3	61,19	77,59	31,60
Goetita	$Fe^{+3}O(OH)$	0,00	0,50	0,00
Sílica	SiO_2	24,61	1,26	54,48
Dolomita	$CaMgCO_3$	0,50	0,74	0,25

O processo é eficiente para separar a sílica dos minerais de ferro, porém o mesmo não acontece com a caulinita.

Solução Proposta

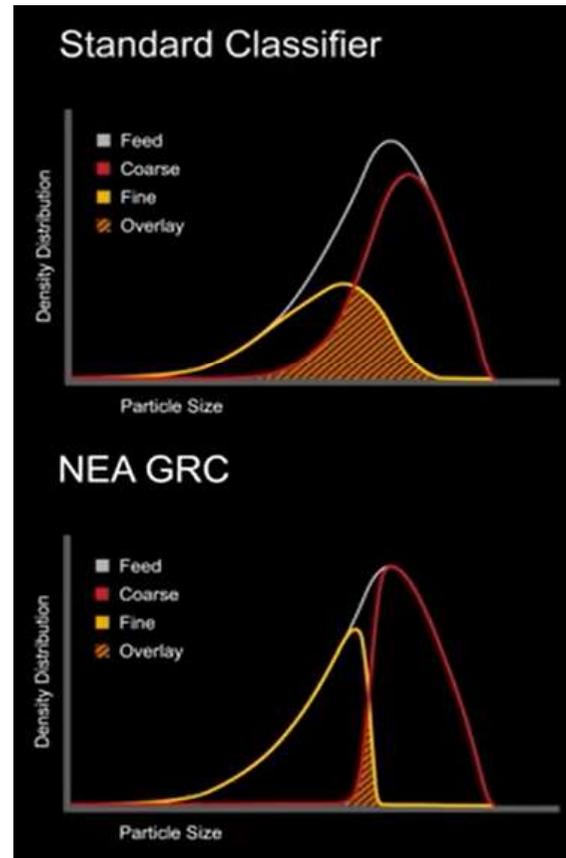
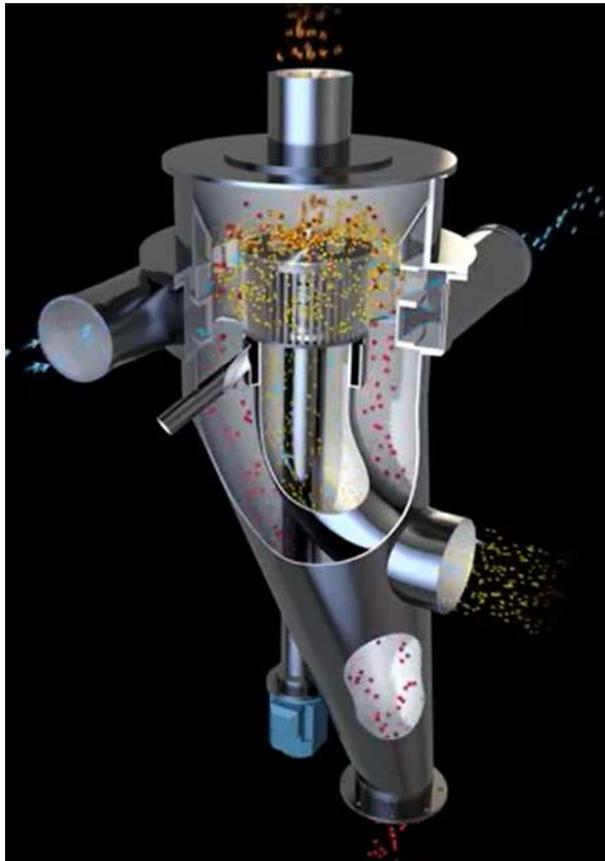
Moinho Calcinador: ICD



Concentração: Separação Triboeletrostática



Avaliar a Separação Pneumática

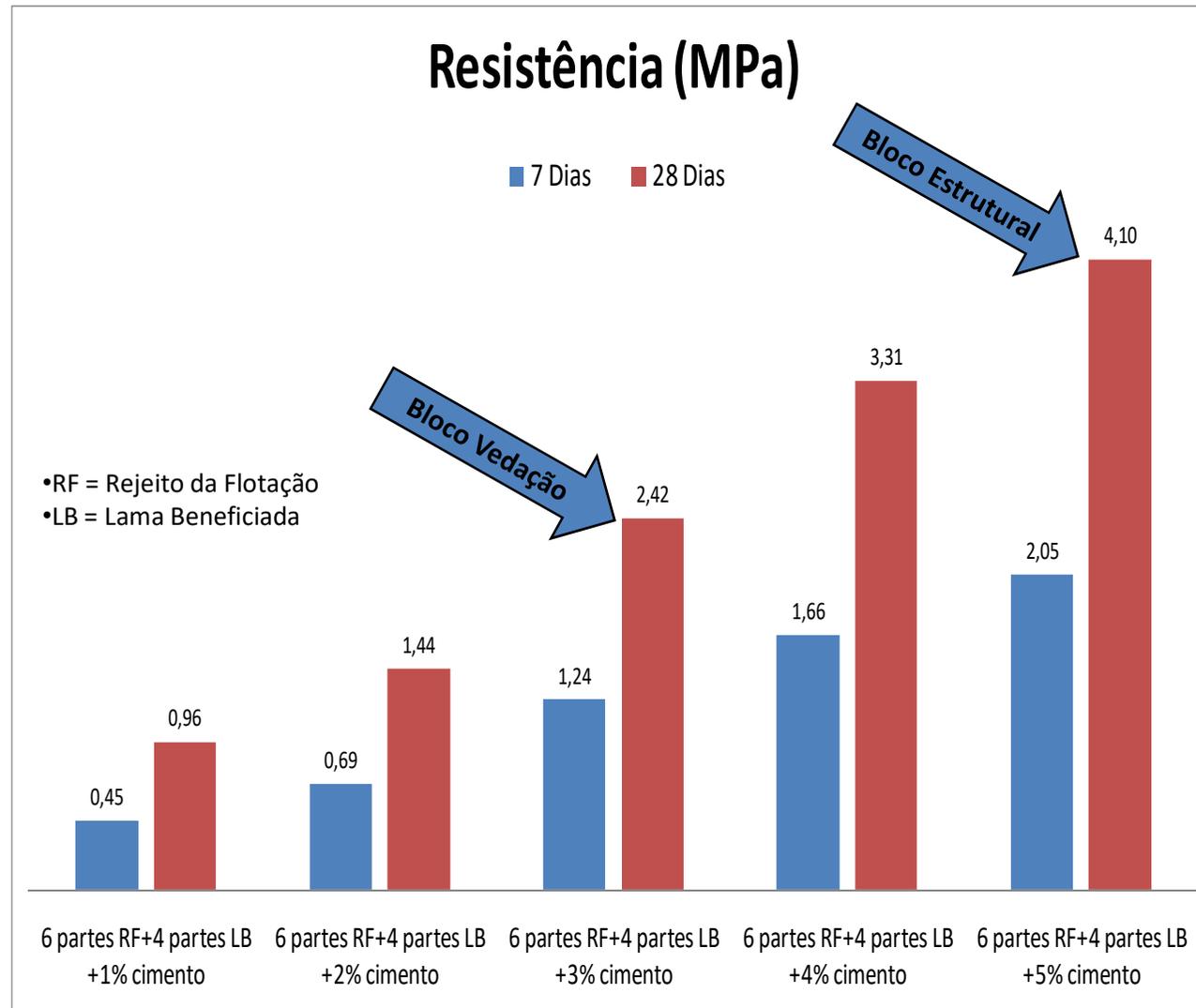


Faixas:

1. $<2,0\mu\text{m}$
2. Entre $2,0$ e $12,0\mu\text{m}$
3. $>12,0\mu\text{m}$

Alternativa para separar os minerais de ferro da caulinita, porém o primeiro passo é a caracterização mineralógica por faixa granulométrica ($1,0\mu\text{m}$).

Coprodutos



Uso dos Coprodutos

Face Inferior



Face Superior



Construção Ecoeficiente

Em andamento (final de outubro)
produção dos blocos



Empilhamento Estruturado



Modelo Empilhamento Estruturado



Replicação

- Operações embargadas ou com restrições
- 40 milhões t/ano de lama com 50% de Fe
- Barragens para recuperar nos próximos anos
- Minas que não processam os finos
- Rejeitos finos secos (inclusive NewSteel)
- Cada mina é um projeto em função de:
 - Características do rejeito
 - Condições de contorno



Muito Obrigado