Categoria III: Normas técnicas
Eixo temático: Ensaios Físicos e Metalúrgicos

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Metodologia para determinação do teor de bentonita em coating de bauxita via método de sedimentação

Samarco Mineração

Leandro Sutil Vieira;
Sanderson Battestin Bernardes;
Thaynara Santos Xavier Dias;
Fernanda Souza Pasolini;
Aliny Raider Machado Fonseca



PRÊMIO
BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Metodologia para determinação do teor de bentonita em *coating* de bauxita via método de sedimentação

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

1 IMPORTÂNCIA DO COATING

O *coating* forma uma camada protetora sobre a pelota e contribui para o bom desempenho no forno Midrex.

PRINCIPAIS BENEFÍCIOS

- Melhora da permeabilidade do leito
- Maior estabilidade operacional
- Melhor desempenho metalúrgico



2 DESAFIO

CONTROLE DA BAUXITA

Os parâmetros tradicionais de controle da bauxita não eram suficientes para avaliar adequadamente o desempenho do *coating*.

PRINCIPAL CONSEQUÊNCIA

Dificuldade para identifficar variações no teor de bentonita entre os lotes.



3 SOLUÇÃO

NOVA METODOLOGIA

Foi desenvolvida uma metodologia baseada em sedimentação para determinar o teor de bentonita presente na bauxita.

PRINCIPAIS GANHOS

- Maior controle da matéria-prima
- Identificação de variações entre lotes
- Suporte à tomada de decisão
- Redução de riscos no desempenho do coating



MAIOR CONTROLE DA MATÉRIA-PRIMA → MELHOR DESEMPENHO DO PROCESSO

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE BENTONITA

em coating de bauxita via método de sedimentação



PELOTAS
MAIS FORTES
PARA UM FUTURO
MAIS SUSTENTÁVEL

PRÊMIO
BOAS PRÁTICAS
NA MINERAÇÃO
DO BRASIL 2026

1 OBJETIVO

Determinar o teor de **bentonita** no coating de bauxita por meio da altura sedimentada (H).

2 MATERIAIS



Bauxita | Bentonita

3 PROPORÇÕES DAS MISTURAS



0%	2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%
100% Bauxita	98% Bauxita 2% Bentonita	96% Bauxita 4% Bentonita	94% Bauxita 6% Bentonita	92% Bauxita 8% Bentonita	90% Bauxita 10% Bentonita	88% Bauxita 12% Bentonita	86% Bauxita 14% Bentonita	84% Bauxita 16% Bentonita	82% Bauxita 18% Bentonita	80% Bauxita 20% Bentonita

4 FAIXAS DE SUPERFÍCIE ESPECÍFICA (SE) UTILIZADAS NOS TESTES



SE < 6.500 cm²/g



6.500 ≤ SE ≤ 7.500 cm²/g



SE > 7.500 cm²/g

5 PROCEDIMENTO

5.1 PESAGEM



Pesar 100 g da amostra de coating (bauxita + bentonita).

5.2 DISPERSÃO



Dispersar a amostra em 900 mL e agitar por 15 minutos.

5.3 TRANSFERÊNCIA



Transferir toda a suspensão para uma proveta de 1.000 mL.

5.4 REPOUSO



Manter a proveta em repouso por 16 horas, em bancada livre de vibrações.

5.5 MEDIÇÃO



Medir a altura da camada de sólidos sedimentada (H), em milímetros.

SAMARCO



MINERAÇÃO QUE CONECTA PESSOAS, TERRITÓRIOS E UM FUTURO MELHOR.

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE SEDIMENTAÇÃO

SE ≤ 6.500 cm²/g

Descrição	% de bentonita na mistura										
	0%	2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%
	Altura sedimentada (mL)										
Teste 01	121	130	140	150	158	167	174	186	192	201	210
Teste 02	121	130	141	151	157	165	176	186	192	200	209
Teste 03	120	130	144	149	157	166	175	188	192	200	210
Teste 04	120	132	141	150	156	166	175	184	190	202	211
Teste 05	120	130	140	150	157	166	176	185	192	201	210
Média	**120**	**130**	**140**	**150**	**157**	**166**	**175**	**185**	**192**	**201**	**210**

6.500 ≤ SE ≤ 7.500 cm²/g

Descrição	% de bentonita na mistura										
	0%	2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%
	Altura sedimentada (mL)										
Teste 01	121	132	146	155	165	174	185	201	209	220	230
Teste 02	121	132	144	155	165	176	186	200	210	221	230
Teste 03	122	132	144	155	165	175	185	200	210	220	230
Teste 04	120	132	145	156	166	175	184	201	211	220	230
Teste 05	120	132	144	155	165	175	185	200	210	220	230
Média	**120**	**132**	**144**	**155**	**165**	**175**	**185**	**200**	**210**	**220**	**230**

SE > 7.500 cm²/g

Descrição	% de bentonita na mistura										
	0%	2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%
	Altura sedimentada (mL)										
Teste 01	121	137	151	165	180	191	204	215	230	245	258
Teste 02	121	137	150	165	179	190	203	215	230	245	260
Teste 03	121	137	150	166	180	190	203	216	230	245	259
Teste 04	120	136	150	165	180	190	204	216	230	245	261
Teste 05	120	136	150	165	180	191	203	215	230	245	260
Média	**120**	**136**	**150**	**165**	**180**	**191**	**203**	**215**	**230**	**245**	**260**

EQUAÇÕES DE CALIBRAÇÃO UTILIZADAS

SE ≤ 6.500 cm²/g	6.500 < SE ≤ 7.500 cm²/g	SE > 7.500 cm²/g
$P = (H_{sólidos} \times 0{,}22) - 26{,}4$	$P = (H_{sólidos} \times 0{,}18) - 21{,}6$	$P = (H_{sólidos} \times 0{,}14) - 16{,}8$

GRÁFICO DOS ENSAIOS DE SEDIMENTAÇÃO (VALORES MÉDIOS)



PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Validação do Método de Sedimentação e aplicação industrial

DA SEDIMENTAÇÃO À TOMADA DE DECISÃO: QUANTIFICANDO BENTONITA PARA GARANTIR A EFICIÊNCIA DO COATING.

PESSOAS
INOVAÇÃO
SEGURANÇA
MEIO AMBIENTE
RESULTADOS

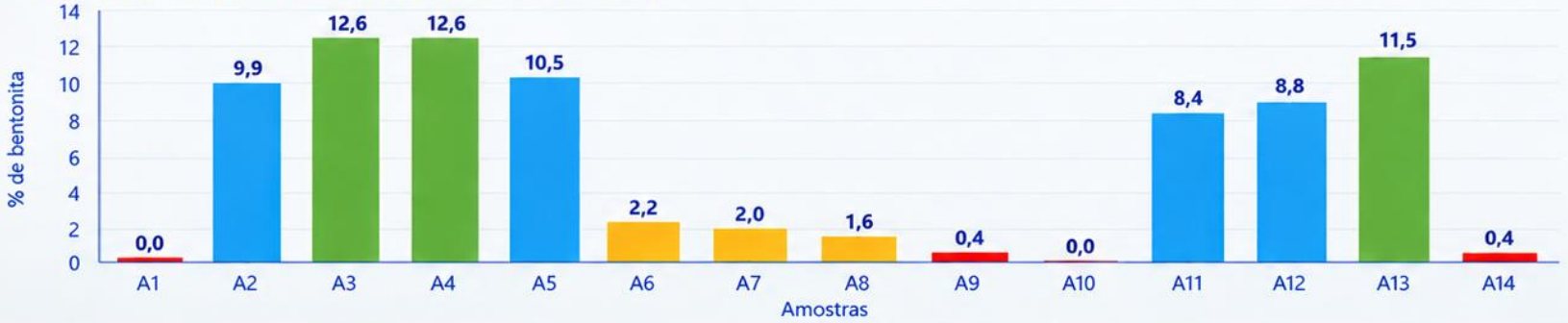
SAMARCO
MINERAÇÃO
QUE TRANSFORMA

MAIS QUE MINERAÇÃO. UM FUTURO MAIS SUSTENTÁVEL.

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

RESULTADOS DOS TESTES EM LOTES INDUSTRIAIS

Percentual de bentonita nas 14 amostras de lotes recebidos.



PRINCIPAIS INDICADORES

- **14** lotes avaliados
- Maior teor: **12,6%** (Amostras 3 e 4)
- Menor teor: **0,0%** (Amostras 1 e 10)
- Amplitude observada: **0,0% a 12,6%**

MODELO AUTOMATIZADO

Cálculo do percentual de bentonita em função da altura sedimentada e da Superfície Específica (SE).

$$P = SE\ (S.E <= 6500;\ (H_{sólidos} \times 0{,}22) - 26{,}4;$$
$$SE\ (S.E <= 7500;\ (H_{sólidos} \times 0{,}18) - 21{,}6;\ (H_{sólidos} \times 0{,}14) - 16{,}8))$$

Onde:

P = percentual de bentonita (%)

$H_{sólidos}$ = altura sedimentada (mL)

SE = Superfície Específica (cm^2/g)

APLICAÇÃO E AUTOMAÇÃO DO CÁLCULO

Ferramenta prática para uso rotineiro no laboratório, integrando a altura sedimentada ($H_{sólidos}$) e Superfície Específica (SE) em uma única lógica de cálculo.



4 Tomada de decisão

- Aprovar lote
- Ajustar dosagem de coating
- Rejeitar lote

Importância na aplicação industrial

- Controle da qualidade da matéria-prima
- Ajuste da dosagem de bentonita no coating
- Maior estabilidade operacional
- Melhor desempenho metalúrgico das pelotas

PRINCIPAIS CONCLUSÕES

- A metodologia permite quantificar o teor de bentonita de forma prática e confiável.
- A ferramenta automatizada torna a análise mais ágil, aplicável na rotina laboratorial.
- Contribui para a eficiência do coating e reduz o risco de clustering no processo Midrex.
- Suporte à tomada de decisão, com maior previsibilidade e estabilidade operacional.

SAMARCO | MINERAÇÃO QUE TRANSFORMA

MATÉRIA-PRIMA DE QUALIDADE:
PELOTAS MAIS EFICIENTES. UM FUTURO MAIS SUSTENTÁVEL.

Juntos por um futuro mais sustentável.

IMPACTO DO PERCENTUAL DE BENTONITA NO ÍNDICE DE CLUSTERING (CLI)

Validação metalúrgica do método por ensaios Midrex a 950°C

MAIS CONTROLE NA MATÉRIA-PRIMA. MAIS EFICIÊNCIA NO COATING. MAIOR ESTABILIDADE NO PROCESSO.

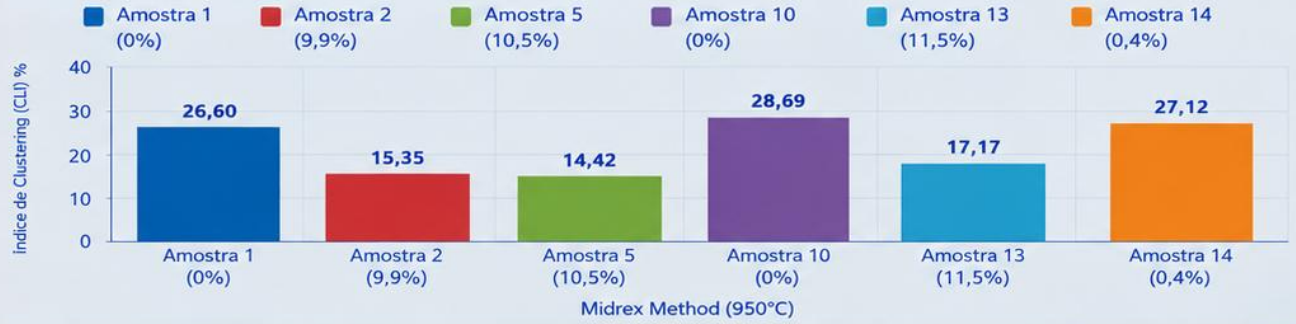
PESSOAS
INOVAÇÃO
SEGURANÇA
MEIO AMBIENTE
RESULTADOS

SAMARCO
MINERAÇÃO
QUE TRANSFORMA

PRÊMIO
BOAS PRÁTICAS
NA MINERAÇÃO
DO BRASIL 2026

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CLUSTERING (CLI) – MIDREX 950°C

Índice de clustering (CLI) para diferentes teores de bentonita nas amostras analisadas.



CORRELAÇÃO BENTONITA x CLI

O aumento do percentual de bentonita promove redução significativa do índice de clustering.



COMPARAÇÃO DO RECOBRIMENTO E FORMAÇÃO DE CLUSTER

BAIXO TEOR DE BENTONITA (ex.: 0% a 0,4%)



- Coating irregular
- Falhas de cobertura
- Maior formação de cluster
- Maior índice de CLI

Ex.: CLI = 26,60% (Amostra 1)

TEOR ADEQUADO DE BENTONITA (ex.: 9,9% a 11,5%)



- Coating uniforme
- Melhor aderência
- Menor formação de cluster
- Menor índice de CLI

Ex.: CLI = 14,40% (Amostra 5)

PRINCIPAIS BENEFÍCIOS

- Controle efetivo da qualidade da bauxita
- Identificação rápida de desvios
- Redução do risco de clustering
- Maior permeabilidade do leito
- Melhor desempenho metalúrgico

Coating mais eficiente. Processo mais estável. Um futuro mais sustentável.

SAMARCO
MINERAÇÃO
QUE CONECTA
PESSOAS, TERRITÓRIOS
E UM FUTURO MELHOR.

CONCLUSÃO

DA ANÁLISE À DECISÃO, MAIS ESTABILIDADE PARA O PROCESSO.

Uma metodologia simples, um grande impacto para o coating e para o futuro.

SAMARCO
MINERAÇÃO
QUE TRANSFORMA

PRÊMIO
BOAS PRÁTICAS
NA MINERAÇÃO
DO BRASIL 2026

O **método** proposto consolida-se como uma **ferramenta estratégica** para o **controle de qualidade** e a **tomada de decisão**, permitindo **identificar desvios** nos lotes recebidos, **antecipar impactos** no desempenho do coating e contribuir para **maior estabilidade e eficiência** do processo de recobrimento.

Simplicidade
Utiliza equipamentos já disponíveis em laboratorio.

Baixo custo
Não requer novos investimentos ou equipamentos sofisticados.

Rapidez
Permite avaliação objetiva dos lotes recebidos.

Confiabilidade
Converte observações visuais em informações quantitativas.

Aplicabilidade
Impacto direto na operação industrial e no desempenho metalúrgico.

Mais que resultados, um legado para o futuro.

IBRAM
MINERAÇÃO DO BRASIL
50 ANOS

OBRIGADO!

SAMARCO
APRENDER PARA EVOLUIR E TRANSFORMAR

ibram.org.br