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

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Avaliação comparativa entre permeabilímetros manual e automático para análise da superfície específica em minério de ferro.

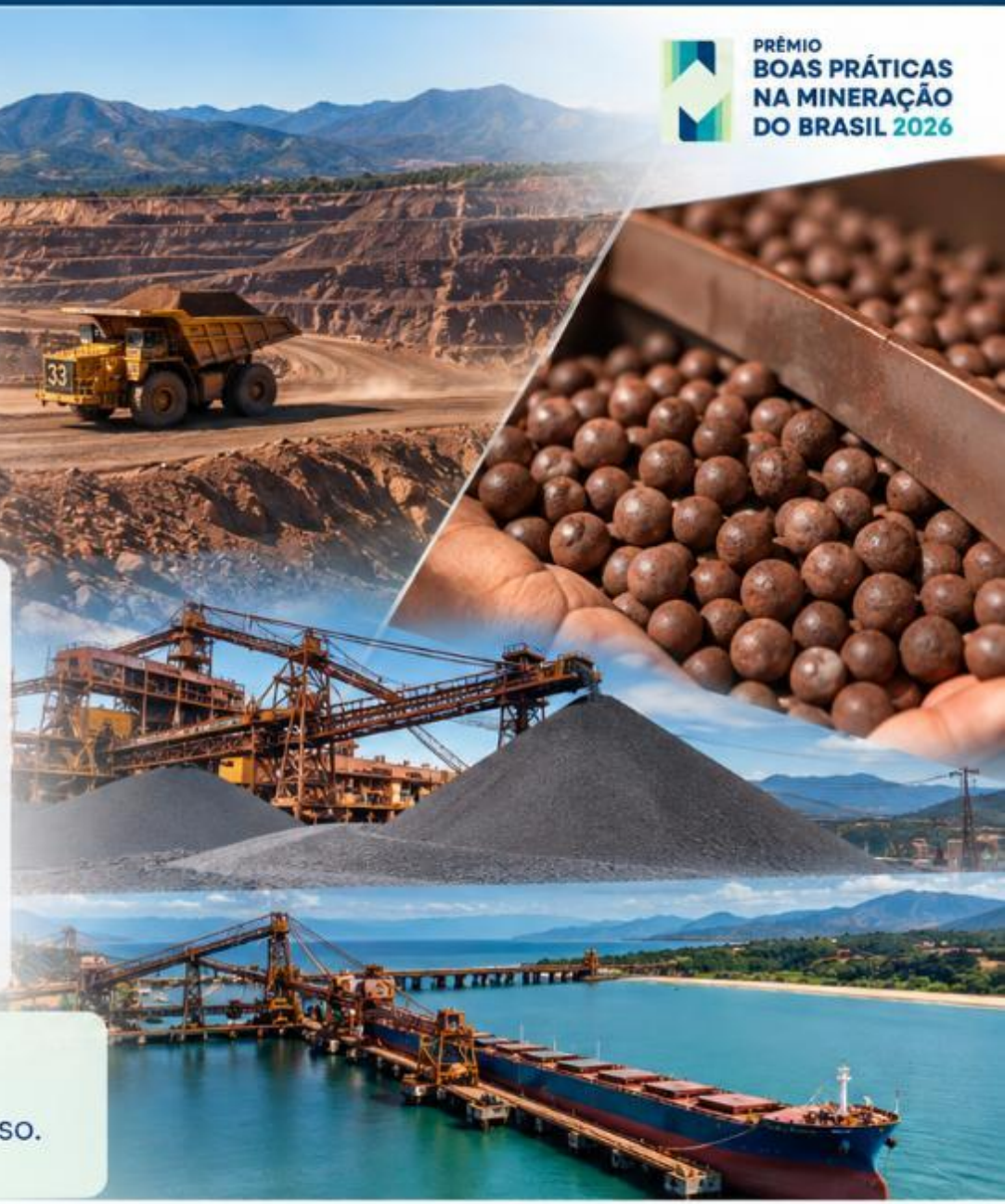
Samarco – Mina de Germano -MG

Edvando Wellington Moreira
Geovani Costa De Souza
Priscila Rodrigues Fraga
Wemerson Carvalho de Souza
Jussara De Souza Teodoro

PRÊMIO
BOAS PRÁTICAS
NA MINERAÇÃO
DO BRASIL 2026

Samarco: mineração, qualidade e inovação

Produzimos pelotas de minério de ferro com segurança, eficiência e inovação, conectando a mineração ao desenvolvimento da sociedade.



OPERAÇÃO INTEGRADA

Da mina ao porto

PELOTAS DE MINÉRIO DE FERRO

Nosso principal produto

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Gerando valor para a sociedade

A **confiabilidade das informações laboratoriais** é essencial para o controle da qualidade e o suporte às decisões do processo.

1. Superfície específica (Blaine) no Pellet Feed

Por que comparar os dois métodos?

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Importância
Para o processo e para o laboratório.

Influência no processo
Relacionada ao desempenho de pelotização.

Padronização
da medição.

Menor intervenção
manual.

Maior aproveitamento
da rotina laboratorial.

Como funciona o método Blaine?





Amostra compactada em um leito → Passagem de ar através do leito → Medição do tempo de passagem (s) → Cálculo da **superfície específica (cm²/g)**

Objetivo do estudo

Comparar e validar a aplicação.

Blaine manual **X** Blaine automático

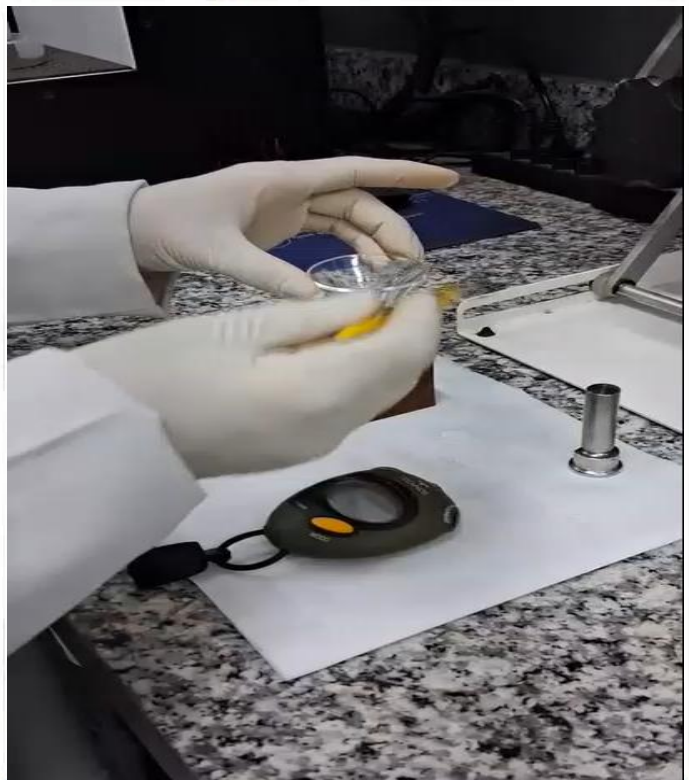
Por que é uma boa prática?

- Minimizar intervenções manuais.
- **Padronizar** a medição.
- Avaliar a aplicabilidade do método automático à rotina laboratorial.

Desenvolvimento experimental

Como a comparação foi conduzida

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026



Permeabilímetro manual

Leitura visual do menisco e cronômetro manual

- ✓ 43 pares de análises;
- ✓ Mesmos técnicos realizando as análises em paralelo (manual e automático);
- ✓ Procedimento baseado na norma ABNT NBR ISO 21283;
- ✓ Secagem das amostras em temperatura de 105 +/- 5 graus;
- ✓ Controle de temperatura da sala de análise;
- ✓ Verificação de balança antes de iniciar as análises (boas práticas);
- ✓ Acompanhamento com material de referência;
- ✓ Avaliação dos resultados e comparação dos métodos.



Blaine automático

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

3. Estratégia estatística

Uma sequência de análises para resultados consistentes

1 Grubbs (Outliers)

Verificar valores discrepantes.

2 Normalidade (Anderson-Darling)

Confirmar distribuição normal dos desvios.

3 t de Student (pareado)

Avaliar a diferença entre as médias dos métodos.

4 Teste F (variâncias)

Comparar a dispersão dos resultados.

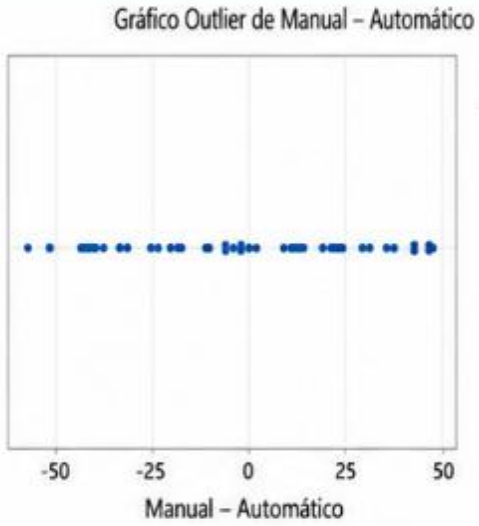
5 Regressão Linear (Associação)

Avaliar a associação entre os resultados.

Grubbs e Anderson-Darling antes da comparação entre os métodos

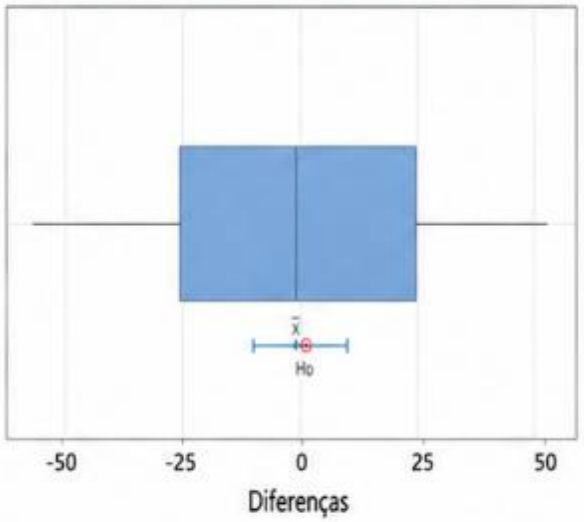
PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

GRUBBS — OUTLIERS



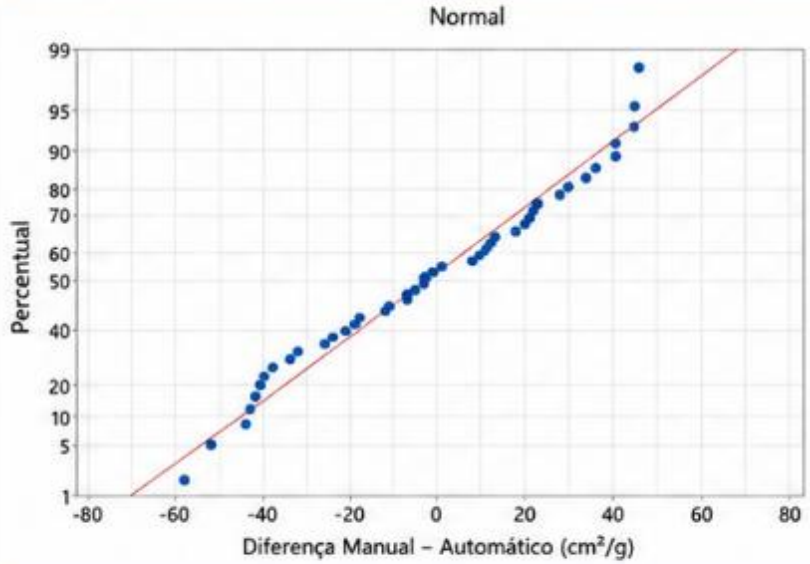
Teste de Grubbs

Mín	Máx	G	P
-58,00	46,00	1,88	1,000



G = 1,88 | p = 1,000 → sem outliers

NORMALIDADE — ANDERSON-DARLING



Média	-1,767
DesvPad	29,93
N	43
AD	0,425
Valor-P	0,303

p = 0,303 | α = 0,05 → normalidade não rejeitada

43 pares de resultados | α = 0,05

Comparação estatística entre os métodos

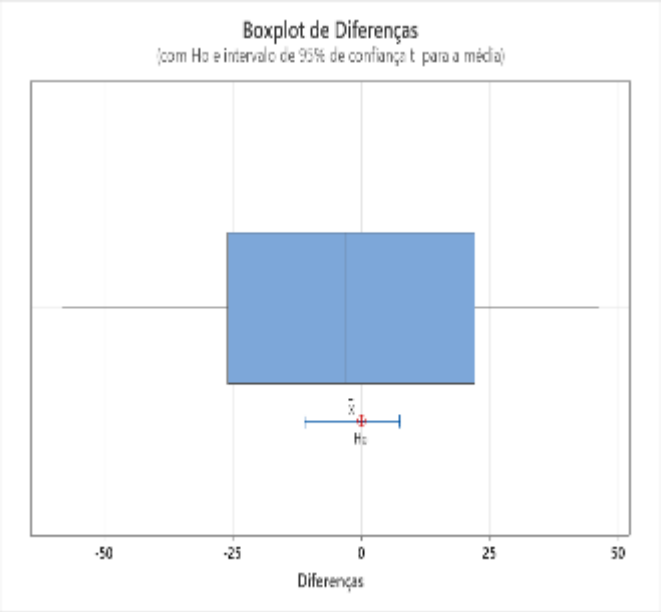
PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Teste t pareado

Avaliação da diferença entre as médias (Manual – Automático)

Tabela 1 – Resultado do teste t pareado

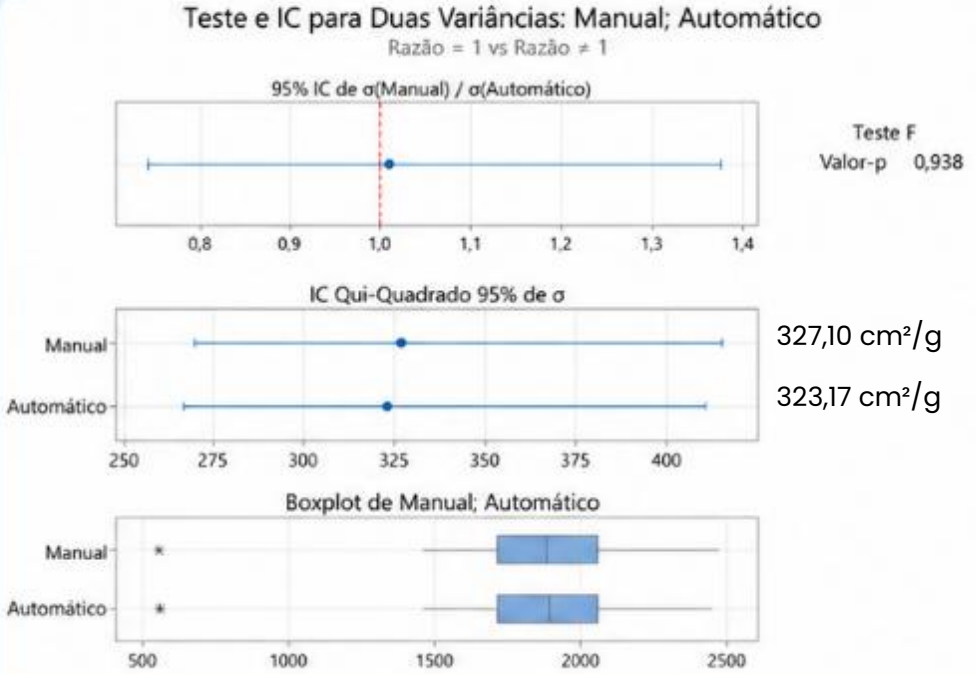
Estatística	Valor
Número de pares	43
Média dos desvios	-1,77 cm²/g
Desvio padrão dos desvios	29,93 cm²/g
IC 95% da diferença média	-10,98 a 7,44 cm²/g
Valor de t	-0,39
Valor-p	0,701



Valor-p = 0,701 (> 0,05) → não houve diferença estatisticamente significativa entre os resultados obtidos pelos métodos. O IC 95% (-10,98 a 7,44 cm²/g) inclui o valor zero, indicando ausência de tendência sistemática.

Teste F

Comparação das dispersões dos resultados



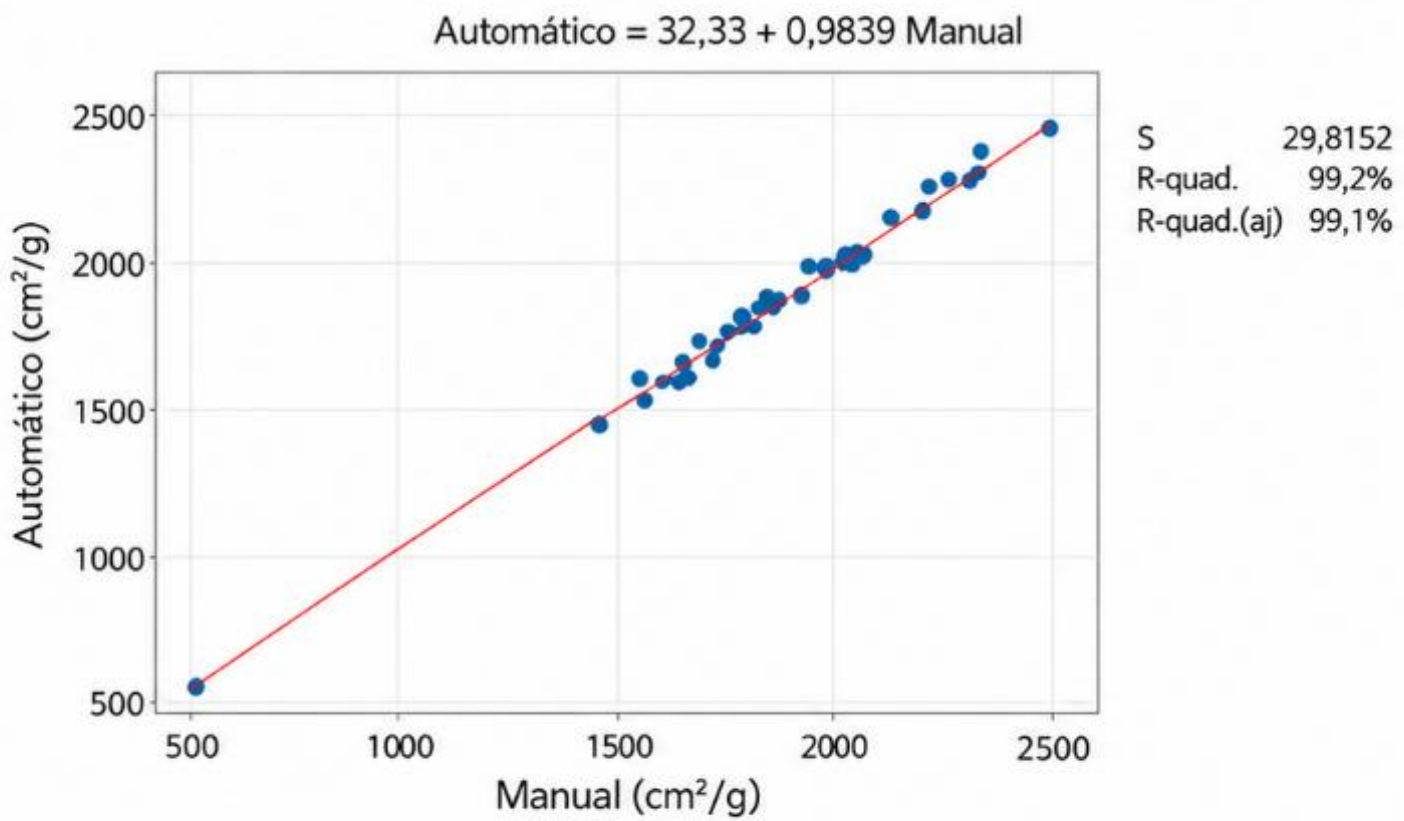
F = 1,02 | valor-p = 0,938 (> 0,05) → não houve diferença estatisticamente significativa entre as dispersões dos resultados.

Conclusão

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

O permeabilímetro automático apresentou **resultados comparáveis ao método manual** para determinação da superficie específica, nas condições avaliadas.

Regressão linear entre os métodos



PRINCIPAIS RESULTADOS

- **Sem diferença significativa entre as médias** (teste t pareado: p = 0,701).
- **Dispersões equivalentes** (teste F: p = 0,938).
- **Forte associação entre os métodos** (R^2 = 99,2%).

GANHOS E BENEFÍCIOS

- **Padronização da medição**
  Elimina variações manuais (leitura do menisco e tempo).
- **Melhor aproveitamento do analista**
  Tempo disponível para realizar outras atividades da rotina laboratorial.

PRÓXIMOS PASSOS

- Estudos de cronometragem para quantificar o ganho de tempo.
- Avaliar a aplicabilidade para diferentes tipos de minérios e expandir o uso na rotina.

43 pares de resultados | α = 0,05

OBRIGADO!

edvando.moreira@samarco
geovani.souza@samarco.com
priscila.fraga@samarco.com
wemerson.souza@samarco.com
jussara.teodoro@samarco.com