Categoria III – Normas Técnicas
Eixo temático: Amostragem

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Aplicação da norma ISO 12744 na estimativa de precisão das etapas de preparação e análise de amostras de minério como ferramenta complementar de QA/QC

Vale Base Metals – Salobo Metais S.A.

Daniela Sedraz Silva de Freitas
Cleive Maria Monteiro Ribeiro
Igor Carneiro Abreu
Nonato Hugo Campelo da Silva
Rogério Adriano de Souza Vieira

Salobo

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026



Vale Base Metals;

Localiza-se no Sudeste do **Pará**;

Maior reserva mineral **de Cu** do Brasil;

Produz concentrado de **Cu** além de **Au** e **Ag** como subprodutos.

Abertura

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026



Resultados analíticos

CONFIABILIDADE

- Padronização
- Validação métodos
- Controles
- Interlaboratorial
- Ensaio Proficiência

OPORTUNIDADE

- Estimar precisão
- Indicador de desempenho

Desenvolvimento

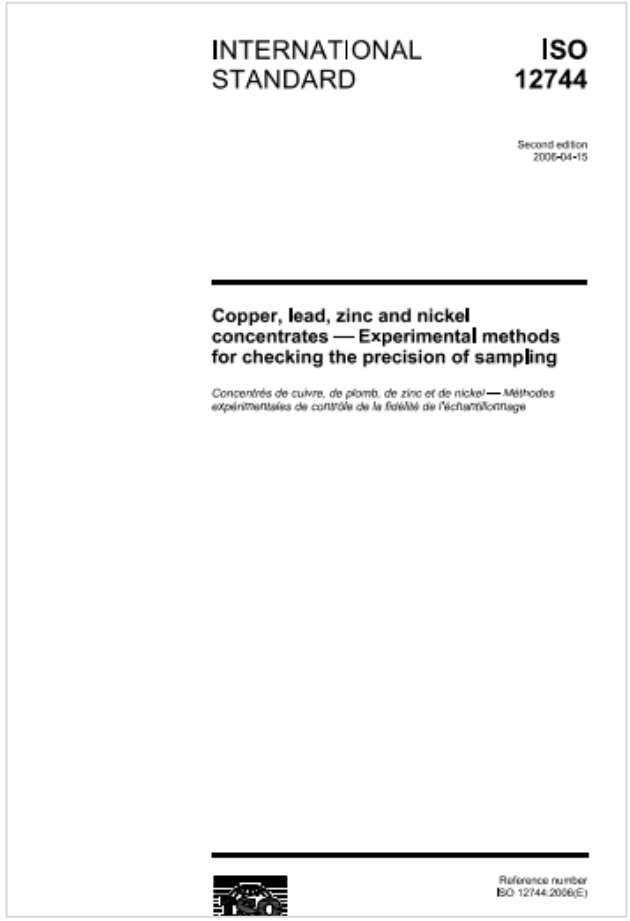
PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Recebimento

Preparação física

Preparação/análise química

Figura 1 – Fluxo amostra de minério


INTERNATIONAL STANDARD

ISO 12744

Second edition
2006-04-15

Copper, lead, zinc and nickel concentrates — Experimental methods for checking the precision of sampling

Concentrés de cuivre, de plomb, de zinc et de nickel — Méthodes expérimentales de contrôle de la fidélité de l'échantillonnage

Reference number
ISO 12744:2006(E)

Figura 2 – Norma ISO 12744:2025

Desenvolvimento

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

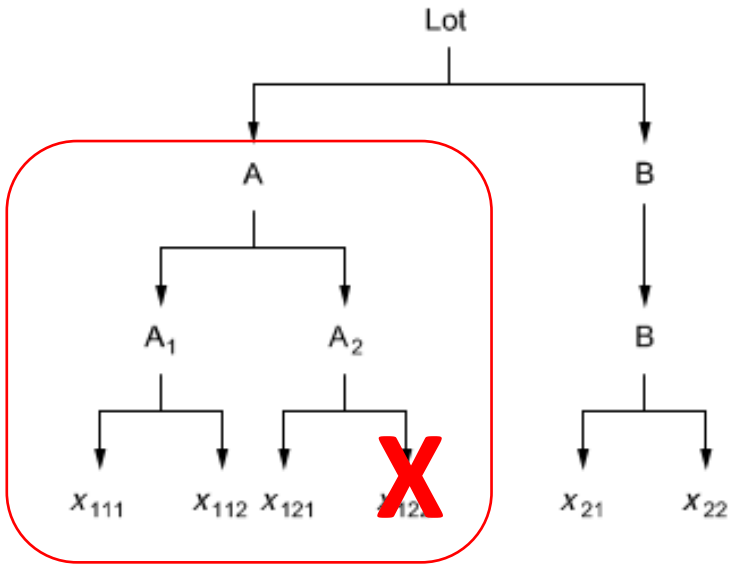


Figura 3 – Método 2 da norma ISO 12744:2025

Tabela 1 – Resultados de cobre, expressos em %

Id Lot	x_{111}	x_{112}	x_{121}	R_1	$\bar{X}$	R_2	$\bar{\bar{X}}$
1	2,758	2,686	2,721	0,072	2,722	0,001	2,722
2	0,570	0,571	0,563	0,001	0,571	0,008	0,568
3	0,985	0,990	0,990	0,005	0,988	0,002	0,988
4	0,298	0,308	0,307	0,010	0,303	0,004	0,304
5	0,787	0,794	0,805	0,007	0,791	0,015	0,795
6	0,363	0,365	0,366	0,002	0,364	0,002	0,365
7	0,954	0,974	0,981	0,020	0,964	0,017	0,970
8	0,113	0,114	0,116	0,001	0,114	0,003	0,114
9	1,070	1,065	1,083	0,005	1,068	0,016	1,073
10	0,317	0,316	0,316	0,001	0,317	0,001	0,316
11	0,781	0,790	0,788	0,009	0,786	0,002	0,786
12	0,359	0,361	0,365	0,002	0,360	0,005	0,362
13	0,048	0,049	0,047	0,001	0,049	0,002	0,048
14	0,406	0,415	0,409	0,009	0,411	0,002	0,410
15	0,993	0,976	0,981	0,017	0,985	0,003	0,983
16	0,598	0,604	0,618	0,006	0,601	0,017	0,607
17	0,304	0,303	0,303	0,001	0,304	0,001	0,303
18	0,135	0,136	0,135	0,001	0,136	0,001	0,135
19	0,127	0,128	0,129	0,001	0,128	0,002	0,128
20	0,125	0,128	0,142	0,003	0,127	0,016	0,132

Tabela 2 – Resumo estatística

Estatística	
$\bar{R}_1$	0,003
$\bar{R}_2$	0,006
$\bar{\bar{X}}$	0,605
σ^2_1	0,000
σ^2_2	0,000
βm	0,002
βp	0,011
βpm	0,011

Desenvolvimento

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

$$Indicador\ (\%) = \frac{Precisão\ da\ etapa\ desejada}{Teor\ médio\ do\ período}\ x\ 100$$

Tabela 3 – Indicador de precisão relativo ao teor de cobre em %

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Teor médio	**0,386**	**0,518**	**0,484**	**0,485**	**0,643**	**0,542**	**0,503**
βm relativo ao teor (%)	0,48%	0,52%	0,29%	0,51%	0,34%	0,39%	0,34%
βp relativo ao teor (%)	4,18%	4,49%	3,10%	3,48%	2,53%	4,47%	2,53%
βpm relativo ao teor (%)	4,22%	4,53%	3,12%	3,54%	2,57%	4,50%	2,57%

Conclusão

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

ISO 12744:2025 é uma opção para **minério de cobre**;

O **indicador** de precisão relativo ao teor pode ser consolidado por **período** ou por **fase da mina**/mina;

Insumo para avaliação dos indicadores de **reconciliação** planejamento mina x operação mina e operação mina x planta;

Expandir a prática para o QAQC da mina;

Complementar o estudo incluindo a **teoria da amostragem**.

OBRIGADA!

Daniela Sedraz Silva de Freitas
Engenheira Química
daniela.sedraz@vale.com
(94) 9 9969-2274