

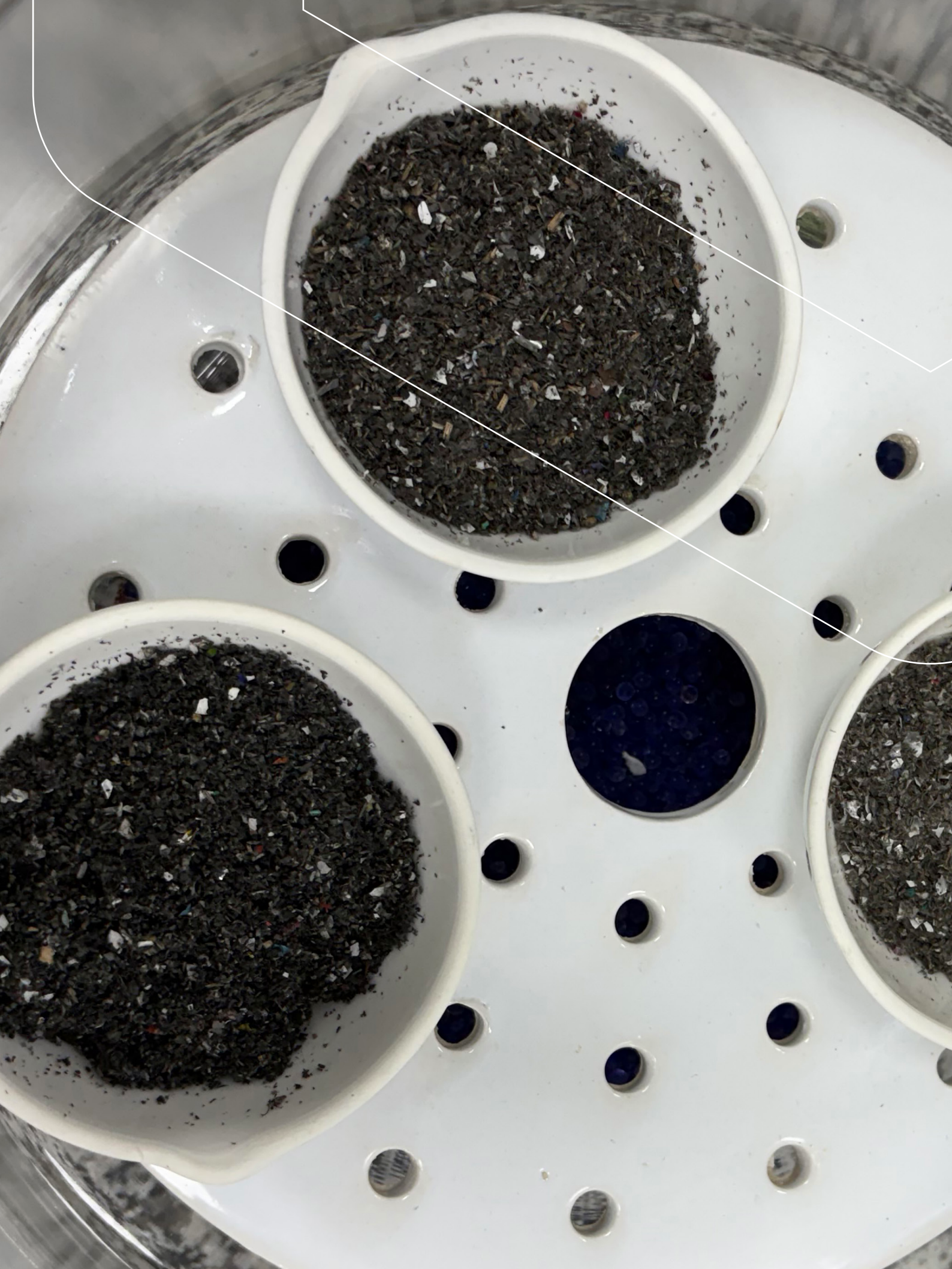


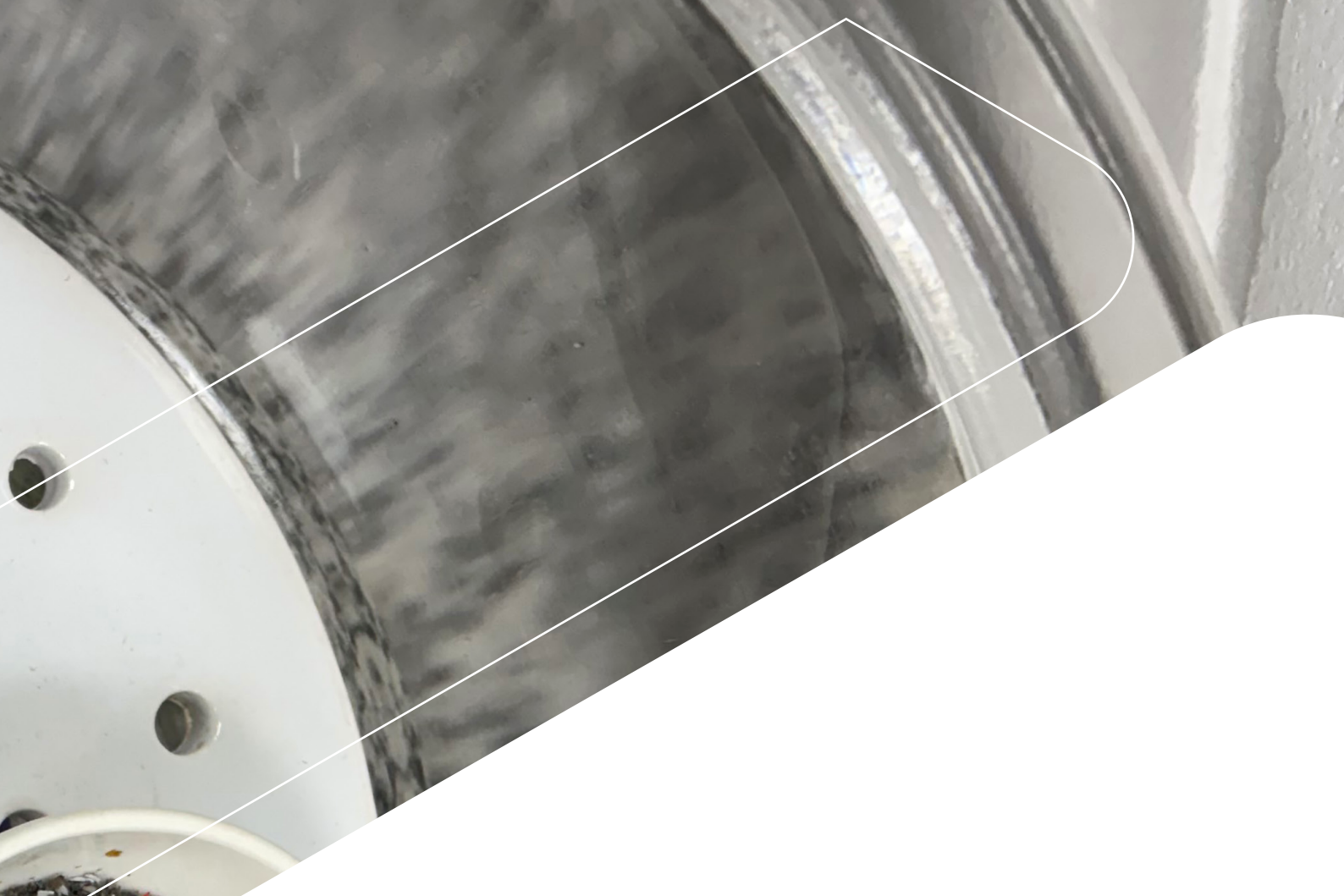
abcp

COPROCESSAMENTO

Determinação de umidade pelo método de secagem em estufa

Imagem de fundo:
Secagem





SUMÁRIO

- 1. INTRODUÇÃO > 4**
- 2. NORMAS E DOCUMENTOS
COMPLEMENTARES > 5**
- 3. DEFINIÇÕES > 6**
- 4. PRINCÍPIO DO MÉTODO > 9**
- 5. MATERIAIS PARA ENSAIO > 10**
- 6. PROCEDIMENTO > 11**
- 7. CÁLCULO DO TEOR
DE UMIDADE > 13**
- 8. RESULTADOS ESPERADOS > 13**
- 9. PRECISÃO > 14**

1. INTRODUÇÃO



1.1. Objetivo

Este procedimento descreve o método para a determinação da umidade de uma amostra de blend de resíduos sólidos e/ou matéria prima alternativa, mediante a secagem em estufa.

1.2 Aplicação

Este padrão aplica-se às áreas de controle de qualidade, produção e coprocessamento na indústria cimenteira e operador responsável pelo preparo (Blendeira).

2. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

UNE-EN-ISO 21637:2021

Combustibles sólidos
recuperados – Vocabulário.

ISO 21646:2022

Solid recovered fuels – sample
preparation

UNE-EN-ISO 21645:2022

Combustibles sólidos
recuperados – Métodos
de muestreo.

UNE-EN-ISO 21660 - 3:2021

Combustibles sólidos recuperados
– Determinación del contenido de
humedad por el método de secado
em estufa. Parte 3: Humedad de la
muestra para análisis general

3. DEFINIÇÕES

3.1. Amostra de campo

Quantidade de material, representativa, de uma quantidade maior, para a qual se deseja determinar a qualidade.

3.2. Amostra de laboratório

Amostra composta recebida pelo laboratório onde se realizarão os procedimentos de preparação de amostra para as análises.

3.3. Amostra duplicada

Duas amostras coletadas em condições comparáveis.

3.4. Amostra representativa

É uma parte selecionada de uma população maior que possui características semelhantes à população como um todo.

3.5. Amostragem

Processo de extração ou constituição de uma amostra.

Dessecador



3.6. Combustíveis Sólidos Recuperados (CDR)/ Blend de resíduos sólidos

Combustível sólido para fins energéticos.

3.7. Dessecador

É um recipiente fechado hermeticamente que contém agente de secagem (dessecante, por exemplo, sílica gel). É utilizado para guardar produtos ou substâncias que necessitam de ambientes com baixo teor de umidade.

3.8. Especificação de combustíveis sólidos recuperados

Lista de propriedades que caracterizam os CDR, que são acordados previamente entre produtor e consumidor final do combustível.

3.9. Heterogeneidade

Grau em que uma propriedade ou um tipo de partícula de um combustível sólido recuperado não se distribui uniformemente ao longo de uma quantidade de material.

3.10. Homogeneidade

Grau em que uma propriedade ou um tipo de partícula de um CDR se distribui uniformemente ao longo de uma quantidade de material.

3.11. Massa mínima da amostra

Massa ou dimensão mínima da amostra, requerida durante o procedimento de amostragem e a preparação de amostras, do ponto de vista da preservação de sua representatividade.

3.12. Massa mínima do incremento

Dimensão ou massa do incremento, que se coleta de um lote em uma única operação do dispositivo de amostragem, do ponto de vista da preservação da representatividade.

3.13 - Matéria-prima alternativa

É um material que substitui a matéria-prima tradicional na fabricação de cimento;

3.14. Matéria seca

Material restante depois da eliminação da umidade em condições específicas.

3.15. Porção de teste

Subamostra de uma amostra de laboratório ou amostra geral de análises consistindo na quantidade de material requerido.

3.16. Pré trituração

Processamento de material sólido em pedaços menores, através de um moinho.

3.17. Preparação da amostra

Ações tomadas para obter amostras de laboratório, ou porções de ensaio, representativas da amostra original que foi recebida.

3.18. Operador responsável pelo preparo

Organização ou unidade responsável pela produção do combustível sólido recuperado.

3. DEFINIÇÕES

3.19. Pulverização

Redução mecânica no tamanho das partículas, exercendo principalmente forças de deformação fortes sobre um material

3.20. Redução do tamanho de partícula

Redução do tamanho nominal superior de uma amostra ou porção de teste.

3.21. Secagem

Processo de remoção de água da amostra. Para a preparação

da amostra de teste, pode ser útil remover apenas a quantidade de água que possa interferir em outros processos envolvidos (por exemplo, durante a pulverização ou moagem). Para minimizar a alteração do combustível sólido durante a preparação da amostra, não é estritamente necessário remover toda a quantidade de água presente.

3.22. Umidade

Água extraível sob condições específicas.



4. PRINCÍPIO DO MÉTODO

A amostra para análise de CDR é seca a uma temperatura de 105°C sob atmosfera de ar ou atmosfera de nitrogênio. A porcentagem de umidade é calculada a partir da perda de massa da amostra.

Podem ser utilizados equipamentos automáticos (por exemplo, analisadores gravimétricos), desde que o equipamento seja validado por medições paralelas ao método de referência. O equipamento automático deve atender a todos

os requisitos relativos ao tamanho da amostra, procedimento de aquecimento, temperatura, atmosfera e precisão de pesagem. Desvios deste aparelho devem ser registrados e justificados.

5. MATERIAIS PARA ENSAIO



Para a preparação da amostra serão necessários os seguintes equipamentos:

- **Estufa de secagem**, capaz de ser controlada a uma temperatura (105 ± 2) °C (ver manual do fabricante) e na qual ocorre uma troca completa de ar entre três e cinco vezes por hora. A velocidade do ar deve ser tal que as partículas da amostra não se separem do prato de pesagem.
- **Cápsula de porcelana / cacinho**, de vidro ou material resistente a

corrosão e a temperatura, com tampa hermética e tamanho tal que a camada de amostra não exceda $0,2 \text{ g/cm}^2$.

- **Balança**, com uma precisão mínima de 0,1 mg.

5.1. Segurança / Meio ambiente

- Utilizar EPI's para a atividade: luva anti-corte e anti-perfuração, óculos de proteção, uniforme completo, calçado fechado.
- Seguir todos os procedimentos de segurança local.

6. PROCEDIMENTO

6.1. Manutenção e manuseio do dessecador

- Recuperar a sílica em estufa entre 100 °C e 110°C, até retornar a cor original ou tempo suficiente para retirar a umidade;
- Lubrificar a tampa com silicone ou vaselina periodicamente, para maior vedação;
- Abrir a válvula do dessecador vagarosamente para expulsão do ar quente;
- Deslizar a tampa ao abrir e fechar devido à pressão gerada pelo calor dos materiais.

Nota 1: A sílica gel apresenta, com aditivo indicador de umidade, coloração azul quando seca, tornando-se rosa após a saturação com água. A recuperação do dessecante (sílica) deve ser periódica e não se deve esperar que a cor se torne rosa para recuperar, pois dependendo das condições do dessecador, ele

perde a sua função de guardar substâncias em atmosfera com baixo teor de umidade.

6.2. Preparação da amostra

A amostra utilizada para a determinação de umidade deve ter um tamanho de aproximadamente 30 mm, preparada de acordo com o Procedimento de Preparação de Amostra (trituração).

Antes de começar a determinação da umidade, deve-se homogeneizar a amostra para análise.

6.3. Determinação da umidade em cápsula de porcelana (massa entre 15 e 50 g)

- A análise deve ser realizada, no mínimo, em duplicata; se houver discrepância entre os resultados ($\pm 5\%$), realizar mais uma análise;
- Secar o prato de pesagem ou cápsula de porcelana, vazio a $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ até que se alcance uma massa constante; deixar esfriar a temperatura ambiente no dessecador;
- Pesar o prato de pesagem, com uma precisão mínima de 0,1 mg (m1);

6. PROCEDIMENTO

Adicionar entre 15 e 50 g da amostra para análise ao prato de pesagem, formando uma camada uniforme, e pesar o prato de pesagem e a amostra com aproximação mínima de 0,1 mg (m2);

O prato de pesagem é colocado junto com a amostra (105 ± 2) °C até atingir uma massa constante.

Massa constante é definida como uma alteração na massa inferior a 1 mg durante um período de aquecimento adicional de 60 min (105 ± 2) °C. A atmosfera utilizada deve ser registrada no relatório de teste. Em geral, o tempo de secagem é entre 2 e 3 horas.

O prato de pesagem e seu conteúdo são transferidos para o dessecador. Deixar esfriar até temperatura ambiente.

Pese o prato de pesagem com a amostra com aproximação de 0,1

mg (m3). Como os combustíveis recuperados com tamanho de partícula pequeno são muito higroscópicos, eles são pesados rapidamente depois que a amostra esfria.

Nota: Como os blends de resíduos sólidos, com tamanho de partícula pequeno são muito higroscópicos, seu teor de umidade pode variar com a mudança de umidade da atmosfera e, portanto, a umidade da amostra de análise é sempre determinada simultaneamente, quando as porções são pesadas para outras determinações analíticas, por exemplo, poder calorífico, carbono, nitrogênio. Por este motivo, a recomendação de cadinho com tampa.

7. CÁLCULO DO TEOR DE UMIDADE

Para cada determinação do conteúdo de umidade, na amostra para análise, tal como se analisa, expresso como um percentual de massa, deve se calcular de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Umidade em \%} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

Onde:

m^1 é a massa do prato de pesagem, vazio - em gramas;

m^2 é a massa do prato de pesagem e a amostra antes da secagem, em gramas;

m^3 é a massa do prato de pesagem e a amostra depois da secagem, em gramas.

O resultado do teste para cada determinação individual deve ser calculado na base analisada com duas casas decimais e para o relatório/ registro de qualidade deve ser calculado o valor médio dos resultados dos testes individuais, arredondado para o 0,1% mais próximo.

8. RESULTADOS ESPERADOS

A padronização do procedimento para determinação de umidade visa a obtenção de resultados confiáveis e reprodutíveis.

9. PRECISÃO



9.1. Repetibilidade

A diferença máxima esperada entre dois resultados de testes independentes de um único laboratório, com nível de confiança de 95%, não excederá o limite de repetibilidade em mais de 5% quando o mesmo mensurando é medido no mesmo meio, usando as mesmas instalações e atendendo a todos os requisitos do método de ensaio (ensaio interlaboratoriais).

9.2. Reprodutibilidade

A diferença máxima esperada entre dois resultados independentes de um mesmo ensaio de laboratórios diferentes, com nível de confiança de 95%, não ultrapassará o limite de reprodutibilidade em mais de 5% quando o mesmo mensurando é medido no mesmo meio, cada laboratório utilizando instalações próprias e atendendo a todos os requisitos do método de ensaio (ensaio interlaboratoriais).





COPROCESSAMENTO

www.coproprocessamento.org.br
www.abcp.org.br