



**abcp**

COPROCESSAMENTO

# ***Métodos de amostragem de combustíveis derivados de resíduos (CDR)***

Imagem de fundo:  
**Coleta dos incrementos**





## **SUMÁRIO**

- 1. INTRODUÇÃO > 4**
- 2. NORMAS E DOCUMENTOS  
COMPLEMENTARES > 4**
- 3. DEFINIÇÕES > 5**
- 4. AMOSTRAGEM > 7**
- 5. MATERIAIS PARA ENSAIO > 9**
- 6. PROCEDIMENTO > 10**
- 7. RESULTADOS ESPERADOS > 12**
- 8. ANEXOS > 13**

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Objetivo

Esse procedimento visa estabelecer um padrão de amostragem e coleta de “CDR -combustíveis derivados de resíduos” para ser aplicado na etapa do recebimento para coprocessamento nas cimenteiras. Não é aplicável a CDR constituídos por líquidos ou lodos, mas se aplica a lodos desidratados.

## 1.2 Aplicação

Este padrão aplica-se às áreas de controle de qualidade, produção e coprocessamento na indústria cimenteira.

## 2. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

### UNE-EN-ISO 21645:2022

Combustibles sólidos recuperados - Métodos de muestreo (ISO 21645:2021).

## 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;

### 3.6. Combustíveis Derivados de Resíduos (CDR)/ Blend de Resíduos Sólidos

Combustível sólido para fins energéticos produzido a partir de resíduos industriais, comerciais e urbanos.

### 3.7. Especificação de CDR

Lista de propriedades que caracterizam os blends de resíduos sólidos, que são acordados previamente entre produtor e consumidor final do combustível;

### 3.8. Homogeneidade

Grau em que uma propriedade ou um tipo de partícula de um combustível derivado de resíduo se distribui uniformemente ao longo de uma quantidade de material;

### 3.9. Heterogeneidade

Grau em que uma propriedade ou um tipo de partícula de um combustível derivado de resíduo não se distribui uniformemente ao longo de uma quantidade de material;

### 3.10. Incremento:

Porção do CDR, extraído de um lote, ou sublote, em uma única operação do dispositivo de amostragem;

## 3. DEFINIÇÕES

### 3.11. Lote

Quantidade definida de combustível, para o qual se deseja determinar a qualidade;

### 3.12. Lote estático

Lote que não está em movimento, durante a amostragem ou transportado por uma correia transportadora ou sistema de transporte alternativo;

### 3.13. Massa de amostra composta

Quantidade de amostra coletada de um lote ou um sublote que consta em todos os incrementos;

### 3.14. 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;

### 3.15. 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;

### 3.16. Preparação da amostra

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

### 3.17. Operador responsável pelo preparo do blend

Organização ou unidade responsável pela produção do combustível derivado de resíduo;

### 3.18. Tamanho nominal mínimo $d^{05}$

Menor tamanho de abertura da peneira usada para determinar a distribuição granulométrica de combustível derivado de resíduo, através da qual passa pelo menos 5% em massa do material;

### 3.19. Tamanho nominal superior $d^{95}$

Maior tamanho de abertura da peneira usada para determinar a distribuição granulométrica de combustível derivado de resíduo, através da qual passa pelo menos 95% em massa do material.

## 4. AMOSTRAGEM

Para efeitos da amostragem, será considerado que, um lote representa uma carga individual recebida em um caminhão, ou seja, trata-se de um lote estático.

De cada lote, segundo item 6.5 UNE-EN ISO 21645:2022, no mínimo deverão ser coletados 24 incrementos, com massa e/ou volume pré-definido. A amostra será a composição desses 24 incrementos. Essa será denominada amostra de campo.

### 4.1. Determinação da massa mínima da amostra

A massa mínima da amostra será o somatório da massa dos 24 incrementos, coletados a partir de um lote estático.

O tamanho do incremento deve ser suficientemente grande para que todas as partículas tenham a mesma probabilidade de fazer parte do todo.

A massa do incremento dos combustível derivado de resíduo será determinada a partir da seguinte equação, de acordo com o Anexo G da UNE-EN ISO 21645:2022:

$$m_m = 2,7 \times 10^{-8} \cdot d_{95}^3 \cdot \lambda_b$$

#### Onde:

- $m_m$  é a massa do incremento, em kg;
- $d^{95}$  é o tamanho nominal superior (uma fração mássica de 95% das partículas menores que  $d^{95}$ ), em mm. Neste caso, consideraremos  $d^{95} = 50$  mm
- $\lambda_b$  é a densidade aparente, em  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

Para facilitar o processo de coleta dos incrementos, pode-se determinar o volume de cada incremento, de forma a ter um recipiente padronizado para a coleta, determinado a partir da equação abaixo:

$$V = \frac{m_m}{\lambda_b \cdot 1000}$$

#### Onde:

- $V$  é o volume de 1 incremento, em L;
- $m_m$  é a massa do incremento, em kg;
- $\lambda_b$  é a densidade do aparente, em  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

## 4. AMOSTRAGEM

### 4.2. Determinação da massa total a ser coletada - amostra de campo

A massa total será o somatório dos 24 incrementos, sendo assim:

$$m_t = m_m * 24$$

#### Onde:

- $m_t$  é a massa total a ser coletada, em kg;
- 24 é o número total de incrementos que devem ser coletados;
- $m_m$  é a massa de 1 incremento, em kg.

### Redução volume de amostra



### Coleta dos incrementos



### 4.3. Redução da amostra - Amostra de laboratório

A amostra de campo, que deve ser coletada para garantir a representatividade, possui um volume grande para transporte e armazenamento, por esse motivo, deve-se fazer a redução para a determinação da massa de laboratório.

O método de redução de amostra utilizado é do quarteamento, de acordo com o item 10.3.8 da UNE EN ISO 21646:2022.

## 5. MATERIAIS PARA ENSAIO

Para a coleta da amostra serão necessários os seguintes equipamentos:

- Vassoura;
- Balde com volume graduado;
- Pá;
- Lona para disposição dos incrementos coletados;
- Saco de coleta, com volume suficiente para armazenamento da amostra de laboratório;
- Etiqueta de identificação da amostra;
- Cinta abraçadeira plástica para fechamento dos sacos de coleta.

### 5.1. Segurança / Meio ambiente

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



## 6. PROCEDIMENTO

### 6.1. Coleta dos incrementos

- Garantir que a área de descarregamento do combustível derivado de resíduo esteja limpa, para não haver contaminação cruzada;
- Realizar uma inspeção visual, para determinar se há algum contaminante (materiais grosseiros, fora de especificação granulométrica, como materiais ferrosos, pedras, concretos, madeiras não trituradas etc.);

#### Exemplos de contaminação



- É recomendado a homogeneização e espalhamento da carga, porém não é imperativo.
- Coletar o volume definido para cada um dos 24 incrementos, dispendo-os na área protegida pela lona;

### 6.2. Redução da amostra

Após a coleta dos 24 incrementos, fazer a homogeneização de todo o conteúdo coletado. Iniciar o procedimento de quarteamento, redução da amostra de campo para a amostra de laboratório. Cada etapa de quarteamento reduz a amostra à metade.

O quarteamento deverá ser realizado conforme item 10.3.8 da ISO 21646:2022, sendo os seguintes passos **(Figura 1)**:

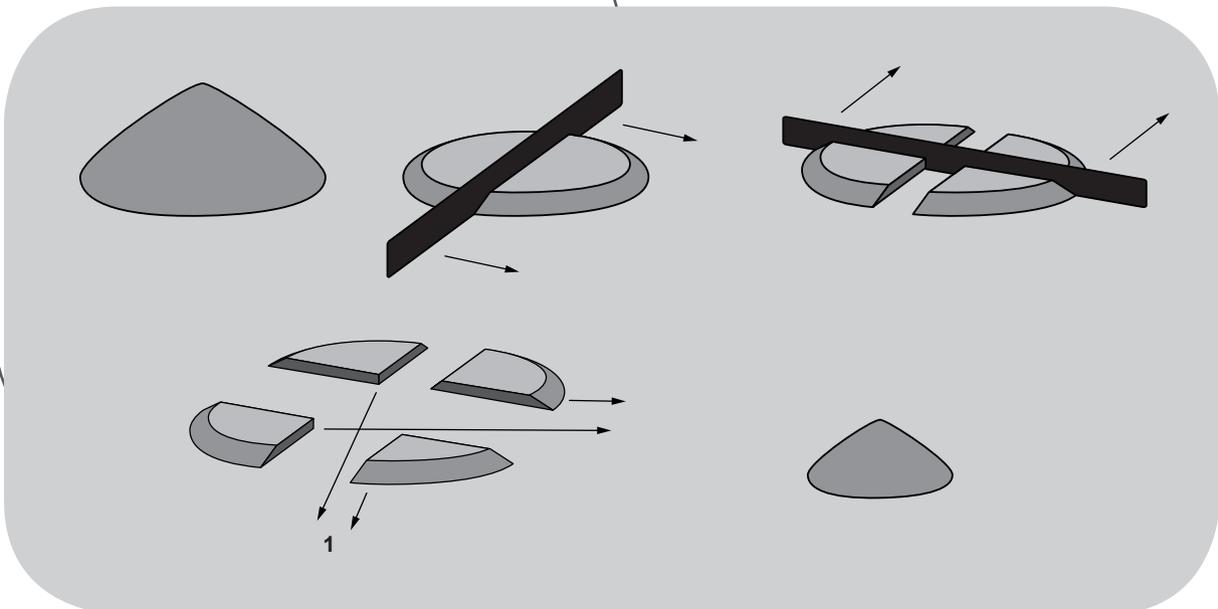
- Dispor toda a amostra composta, homogeneizada, em uma superfície dura e limpa (preferencialmente recoberta com uma lona para evitar contaminações);
- Uniformizar a pilha inserindo a pá e espalhe-a para formar uma pilha plana que tenha uma espessura uniforme não maior que a lâmina da pá;
- Divida a pilha plana ao longo de duas diagonais em ângulo reto, inserindo a pá verticalmente na pilha.

### Redução volume de amostra



- Descartar um duas partes de uma diagonal;
- Repetir a homogeneização e o processo de quartejamento; até obter a massa de sub-amostra requerida. (Ver procedimento de preparação de amostra).
- Ao final do processo de quartejamento, toda a amostra dever ser coletada, embalada e devidamente identificada, com pelo menos: data e hora da descarga, placa do caminhão, fornecedor e tipo de material;
- A amostra deverá ser encaminhada ao laboratório para análise;

**Figura 1:** Quartejamento (ISO 21646:2022 - Solid recovered fuels - sample preparation)



## 7. RESULTADOS ESPERADOS



Com a padronização do procedimento de amostragem espera-se diminuir os desvios em relação aos resultados das análises no produtor/ operador responsável pelo preparo (blendeira) e no coprocessamento (cimenteira).

## 8. ANEXO I

### ETAPAS DO PROCESSO DE AMOSTRAGEM

#### 1. Preparação da área para recebimento dos incrementos



#### 2. Coleta dos incrementos



## 8. ANEXO I

### ETAPAS DO PROCESSO DE AMOSTRAGEM

#### 3. Disposição dos incrementos coletados



#### 4. Quarteamento







---

COPROCESSAMENTO

**[www.coproprocessamento.org.br](http://www.coproprocessamento.org.br)**  
**[www.abcp.org.br](http://www.abcp.org.br)**