

SENAI de Telêmaco Borba - Laboratório de Celulose e Papel

Av. Presidente Kennedy, 66
84261-400 – Telêmaco Borba – PR
Telefone (042) 3271-4726

RELATÓRIO TÉCNICO SN_30018079_2025A – Anexo A
“Serviços Técnicos Especializados”**IBCM - INDUSTRIA DE BIO COMBUSTIVEL DE MADEIRAS LTDA**

CNPJ 04.778.398/0001-42
ROD PR 466, EST GRAMADOS - ZONA RURAL, 0 - PALMEIRINHA
85118-000 – GUARAPUAVA - PR

TELÊMACO BORBA – PARANÁ

Abril de 2025

RSG-012 - RELATÓRIO TÉCNICO SN_30018079_2025A – Anexo A - IBCMAv. Presidente Kennedy, 66 | 84.261-400 | Telêmaco Borba/PR | 42 3271-4726 | senaipr.org.br | senai.telemaco@pr.senai.br

OS RESULTADOS CONTIDOS NESSE RELATÓRIO REFEREM-SE SOMENTE À AMOSTRA ANALISADA. SOMENTE PERMITIDA REPRODUÇÃO INTEGRAL DESSE RELATÓRIO

1. Conceitos

1.1. Determinação do Teor de Umidade

É a quantidade de água contida no produto analisado. Na prática, é a relação da perda de massa do corpo de prova quando seco, de acordo com método de ensaio normalizado, e a sua massa no momento da amostragem. É normalmente expresso em porcentagem.

1.2. Determinação do Teor de Cinzas

Massa do resíduo obtido após incineração, determinada de acordo com método normalizado. Expressa o teor de inorgânicos na amostra.

1.3. Determinação dos Poderes Caloríficos Superior, Inferior e Líquido (PCS, PCI e PCL)

Quantidade de Energia por unidade de massa liberada na combustão do pellet.

1.4. Determinação da Análise Elementar - Carbono, Nitrogênio, Oxigênio, Hidrogênio e Enxofre

O objetivo da análise elementar é determinar os elementos que formam as substâncias e em que proporção eles aparecem.

1.5. Determinação do Teor de Cloro

A cromatografia de troca iônica (CI) opera com base em uma reação química estequiométrica entre íons presentes em uma solução e uma substância, que contém grupos funcionais capazes de fixar íons mediante forças eletrostáticas. Na cromatografia de ânions, esses grupos consistem em amônio quaternário. Em um contexto teórico, íons carregados da mesma forma podem ser trocados de maneira completa e reversível entre as duas fases envolvidas. O processo de troca iônica resulta em um estado de equilíbrio, sendo a fase na qual o equilíbrio se manifesta determinada pela interação entre os íons participantes e os grupos funcionais presentes na fase estacionária. Uma distinção geral é estabelecida entre detectores seletivos e não seletivos. Enquanto um detector seletivo responde diretamente a uma

propriedade específica do analito, os detectores não seletivos reagem a alterações em uma das propriedades físicas do sistema completo de eluição causadas pelo analito. O detector universal mais frequentemente utilizado em cromatografia de íons para detectar cloro é o detector de condutividade. Os resultados são apresentados em cromatogramas ou tabelas, permitindo a quantificação das concentrações dos analitos analisados. Além disso, no caso da detecção de ânions na mesma amostra, é possível identificar e quantificar outros elementos além do cloro, como bromo, enxofre, nitrato, fosfato e fluorato.

1.6. Determinação do Teor de ICP

Técnica analítica que quantifica elementos (metais, semimetais e terras raras) em diversos tipos de amostras. Baseia-se na detecção da radiação eletromagnética emitida por átomos neutros ou íons excitados nas regiões do espectro eletromagnético visível e ultravioleta. O princípio fundamental da espectrometria de emissão atômica consiste na propriedade dos átomos emitirem radiação eletromagnética quando submetidos a determinadas condições. Neste caso, a ionização dos elementos a serem analisados é feita pelo plasma indutivo de argônio. Diferentemente da técnica de absorção atômica, o plasma, que pode ter a temperatura variando entre 7000 K e 10000 K, possui energia suficiente para promover a excitação da maioria dos elementos químicos existentes, possibilitando a quantificação de uma ampla faixa de analitos.

1.7. Determinação de Materiais Voláteis

A matéria volátil é a parte do combustível que se separa em forma gasosa durante o aquecimento dele. É composto de hidrocarbonetos eventualmente presentes na estrutura sólida e outros gases, que são formados num processo de pirólise, tais como o hidrogênio, monóxido de carbono e metano. O teor de voláteis tem influência no comprimento de chama, no acendimento e no volume necessário da fornalha.

1.8. Determinação de Carbono Fixo

É a quantidade de carbono que ficou retida em determinado material após passar por uma análise laboratorial, perdendo todas as substâncias que volatizaram no processo e que não são cinzas.

2. Objetivo

Realizar caracterização de briquetes.

3. Metodologia

A amostra foi recebida em 05/03/2025, inspecionada e estocada em local com umidade e temperatura controladas. A seguir, a amostra foi ensaiada conforme procedimentos técnicos específicos do Quadro 1. A conclusão dos ensaios foi em 11/04/2025.

Os resultados estão no item 5 deste relatório.

Análise	Norma Utilizada
Determinação do Teor de Umidade	ABNT NBR 17030 - Anexo E
Determinação do Teor de Cinzas	ABNT NBR 17030 - Anexo F
Determinação do Poder Calorífico Superior (PCS)	ABNT NBR 17030 - Anexo G
Determinação do Poder Calorífico Inferior (PCI)	ABNT NBR 17030 - Anexo G
Determinação do Poder Calorífico Líquido (PCI)	ABNT NBR 17030 - Anexo G
Determinação da Análise Elementar - Carbono, Nitrogênio, Oxigênio, Hidrogênio e Enxofre	ABNT NBR 17030 - Anexo H e I
Determinação do Teor de Cloro	ABNT NBR 17030 - Anexo I
Determinação do Teor de ICP	ABNT NBR 17030 - Anexo J
Determinação de Materiais Voláteis	Procedimento Interno
Determinação de Carbono Fixo	Procedimento Interno

Quadro 1 – Procedimentos técnicos utilizados.

4. Identificação da Amostra

A amostra foi identificada como:

- Briquete de Madeira de Eucalipto e Pinus Extrusado Redondo com Furo Centralizado.

5. Resultados

5.1. Determinação do Teor de Umidade e Teor de Cinzas

Amostra	Umidade (%)	Desvio Padrão	Cinzas 550 °C (%)	Desvio Padrão
Briquete	7,180	0,109	2,07	0,02

Tabela 1 – Resultados do ensaio de Teor de Umidade e Teor de Cinzas.

5.2. Determinação dos Poderes Caloríficos Superior, Inferior e líquido (PCS, PCI e PCL)

Amostra	Poder Calorífico Superior (Kcal/Kg)	Poder Calorífico Inferior (Kcal/Kg)	Poder Calorífico Líquido (Kcal/Kg)
Briquetes	4409,09	4114,83	3761,10

Tabela 2 – Resultados do ensaio de Determinação de Poder Calorífico.

5.3. Determinação da Análise Elementar - Carbono, Nitrogênio, Oxigênio, Hidrogênio e Enxofre

Elemento	Resultado (%)
Nitrogênio	0,90
Carbono	47,75
Hidrogênio	5,98
Enxofre	0,15
Oxigênio	45,14

Tabela 3 – Resultados do ensaio de Análise de Composição Elementar.

5.4. Determinação do Teor de Cloro

Amostra	Cloro (%)
Briquetes	<0,02

Tabela 4 – Resultados do ensaio de Determinação de Cloro (Cromatografia Iônica).

5.5. Determinação do Teor de ICP

Elemento	Resultado (ppm)
Cádmio	< 0,10
Arsênio	< 0,10
Cromo	< 0,10
Cobre	< 0,10
Chumbo	< 0,10
Níquel	< 0,10
Zinco	< 0,10
Mercúrio	< 0,001

Tabela 5 – Resultados do ensaio de Análise Elementar ICP.

5.6. Determinação de Materiais Voláteis e Carbono Fixo

Amostra	Materiais Voláteis (%)	Desvio Padrão	Carbono Fixo (%)	Desvio Padrão
Briquete	82,261	0,950	17,048	0,383

Tabela 6 – Resultados do ensaio de Determinação de Materiais Voláteis e Carbono Fixo.

6. Equipe de trabalho**Nayara Amany Dobzinski**

Signatário Autorizado

nayara.dobzinski@sistemafiep.org.br

ANEXO A
Informativo - Norma ABNT NBR 17013-1 – Pellets – Requisitos e Classificação.

Parte 1: Madeira de Pinus. Esta Norma especifica os critérios de qualidade para a classificação de pellets produzidos a partir de biomassa oriunda do gênero Pinus. Esta parte da ABNT NBR 17013 se aplica aos seguintes tipos de materiais: a) biomassa lignocelulósica oriunda de plantios florestais para uso múltiplo ou energético; b) biomassa florestal oriunda de resíduos florestais (atividades de silvicultura, manejo e colheita) e resíduos da indústria de processamento florestal (transformação primária, secundária e terciária); c) madeira sem tratamento químico.

Tabela 1 – Parâmetros de Qualidade e Composição Química para Classificação dos Pellets de Madeira de Pinus

CLASSES DOS PELLETS				
Parâmetros	Unidade	A1	A2	B
Umidade (M) ^{(ar), d}	w - %	≤8	≤9	≤10
Cinzas (550°C) ^{c, e}	w - %	≤0,7	≤1,2	≤2,0
Poder Calorífico Inferior (PCI) ^{c, e}	kcal/kg	≥4.458		
Poder Calorífico Líquido (PCL) ^{(ar), e}	kcal/kg	≥ 3.952,2		
Nitrogênio ^{c, e}	w - %	≤0,3	≤0,5	≤1,0
Enxofre ^{c, e}	w - %	≤0,4	≤0,05	
Cloro ^{c, e}	w - %	≤0,02		≤0,03
Arsênio ^{c, e}	mg/kg	≤1		
Cádmio ^{c, e}	mg/kg	≤0,5		
Cromo ^{c, e}	mg/kg	≤10		
Cobre ^{c, e}	mg/kg	≤10		
Chumbo ^{c, e}	mg/kg	≤10		
Mercúrio ^{c, e}	mg/kg	≤0,1		
Níquel ^{c, e}	mg/kg	≤10		
Zinco ^{c, e}	mg/kg	≤100		
a - de 40,1mm até 45 mm, desde que não superior a 1% da massa. b - variação máxima permitida ± 1mm. c - base seca d - ensaios por lote conforme a ABNT NBR 17030 e - ensaios anuais conforme a ABNT NBR 17030				

Fonte: ABNT NBR 17013-1:2012, Pellets – Requisitos e Classificação – Parte 1: Madeira de Pinus.