

## AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PELLETS DE MADEIRA PRODUZIDOS NA REGIÃO SUL DO RIO GRANDE DO SUL

MARCO ANTÔNIO MUNIZ FERNANDES<sup>1</sup>; GABRIEL VALIM CARDOSO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [tstmarcofernandes@gmail.com](mailto:tstmarcofernandes@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [gabriel.valim.cardoso@gmail.com](mailto:gabriel.valim.cardoso@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

A Europa vem adotando medidas para reduzir a emissão de gases de efeito estufa através do emprego de fontes renováveis e menos poluentes para a geração de energia. Neste contexto, a utilização de *pellets* de madeira surge como uma excelente alternativa para suprir esta necessidade. Segundo CARVALHO (2011) o continente europeu é o maior consumidor e maior produtor de *pellets* no mundo.

Os *pellets* são pequenos granulados produzidos a partir da compactação da serragem de materiais lignocelulósicos, em geral, resíduos das indústrias de processamento da madeira. Este produto oferece capacidade para queima em caldeiras para aquecimento residencial e comercial, podendo ainda ser utilizado na geração de energia em usinas termelétricas (SERRANO, 2009).

Em razão da alta demanda e da capacidade de produção limitada, a Europa atualmente importa parte dos *pellets* utilizados, principalmente de países como EUA e Canadá. Devido às perspectivas do mercado europeu quanto ao aumento da demanda deste biocombustível, o Brasil pode vir a figurar neste cenário como exportador de *pellets* (LECHNER e NOWAK, 2017). Um exemplo disto pode ser observado na Região Sul do Rio Grande do Sul, onde o Grupo Tanac investiu aproximadamente 150 milhões de reais em uma unidade de produção de *pellets* que exportará, anualmente, 350 mil toneladas ao Reino Unido (QUÉNO, 2015), evidenciando uma evolução em comparação com os dados do ano de 2016, que indicam a produção de apenas 75 mil toneladas em todo Brasil (FAO, 2017).

Entretanto as empresas brasileiras que pretendem exportar o produto para a Europa devem cumprir as exigências de qualidade do mercado. Para isto, a norma europeia ENplus® que representa até 65% dos *pellets* certificados na Europa, surgiu como uma forma de estabelecer uniformemente requisitos de qualidade para *pellets* de madeira em âmbito continental (RAKOS, 2015). Este selo baseia-se no padrão internacional da norma ISO 17225-2 e se divide em três classes, A1, A2 e B, sendo o A1 o de maior qualidade e mais procurado pelos clientes, e o B como o de qualidade inferior. Hoje o Brasil possui apenas 3 empresas com certificação ENplus® (QUÉNO, 2015).

Frente ao potencial de crescimento na exportação brasileira de *pellets* de madeira, este trabalho teve como objetivo analisar as características dos *pellets* de madeira de *Pinus spp.* produzidos na Região Sul do Rio Grande do Sul, quanto as suas propriedades físicas e químicas em comparação com o sistema ENplus®.

### 2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Química da Madeira (LQM) do curso de Engenharia Industrial Madeireira/Ceng/UFPel. Neste estudo foram utilizadas amostras de *pellets* de madeira de *Pinus spp.* produzidas por uma empresa localizada na Região Sul do Estado do Rio Grande do Sul.

As análises químicas foram realizadas em triplicata. Para determinação dos teores de cinzas, lignina e extractivos totais, os *pellets* de madeira foram transformados em serragem através de um moinho de facas tipo Willey. O material obtido foi classificado com base na norma T 257 sp-12 (TAPPI, 2012). A serragem foi armazenada em sacos plásticos hermeticamente fechados, para a posterior determinação da porcentagem de umidade, de acordo com a norma T 264 cm-07 (TAPPI, 2007). O percentual de cinzas na madeira dos *pellets* foi obtido através da calcinação das amostras durante 4 horas em mufla com temperatura de  $525 \pm 25^{\circ}\text{C}$ , seguindo a norma T 211 om-12 (TAPPI, 2012). O teor de extractivos totais foi determinado como a soma dos percentuais de extractivos em etanol/tolueno e água quente. A determinação do teor de extractivos em água quente seguiu as especificações da norma T 207 cm-08 (TAPPI, 2008), através da imersão das amostras em água em ponto de ebulição, aquecida constantemente por 3 horas. O percentual de extractivos em etanol/tolueno (1/2, v/v) foi determinado através da solubilização das amostras em um extrator Soxhlet por 6 horas, conforme a norma T 204 cm-07 (TAPPI, 2007). Para se obter o teor de lignina insolúvel (Klason), utilizaram-se as amostras livres de extractivos remanescentes da solubilização em etanol/tolueno. A lignina insolúvel foi determinada como a fração não dissolvida das amostras em ácido sulfúrico 72%, para este procedimento seguiu-se a norma T 222 om-11 (TAPPI, 2011). Para a caracterização física dos *pellets*, o teor de umidade, as dimensões e densidade aparente (a granel) do material foram analisados. Para a determinação do teor de umidade dos utilizou-se uma adaptação das normas T 264 cm-07 (TAPPI, 2007) e EN 14774-2 (EN, 2009). Foram colocados inicialmente aproximadamente 90 gramas de *pellets* na forma comercial (cilíndrica), sendo o percentual de umidade obtido através da diferença de massa das amostras antes e após a secagem em estufa a  $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . As dimensões dos *pellets* foram determinadas através da adaptação da norma austríaca M 7135 (ÖNORM, 2000), através da medição do comprimento e do diâmetro de 200 unidades escolhidas ao acaso, um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm foi utilizado neste procedimento. A obtenção da densidade aparente foi definida adaptando-se a norma EN 15103 (EN, 2009). Um recipiente cilíndrico de volume conhecido de 1,0 litro foi colocado sobre uma balança com precisão de 0,01 gramas, após tarar a balança o recipiente foi preenchido até a borda para determinação da massa dos *pellets*. A densidade aparente foi calculada como a razão entre a massa de *pellets* necessária para preencher o volume do recipiente.

As propriedades dos *pellets* foram classificadas em comparação com o padrão de qualidade ENplus® apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros de qualidade ENplus®.

Propriedade	Unidade	A1	A2	B
Umidade	%			$\leq 10$
Cinzas	%	0,5	1,2	2
Diâmetro	mm			$6 \pm 1$
Comprimento	mm			$3,15 < L \leq 40$
Densidade aparente	kg/m <sup>3</sup>			$600 \leq DA \leq 750$

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados médios das análises de caracterização química e física dos *pellets* de madeira de *Pinus spp.*

Tabela 2. Propriedades físicas e químicas dos *pellets* de madeira de *Pinus spp.*

Propriedades	Média	DP	CV (%)	Máx.	Mín.
Umidade (%)	7,2	0,07	1,00	-	-
Cinzas (%)	1,4	0,10	6,81	-	-
Lignina (%)	29,0	0,74	2,54	-	-
Extrativos totais (%)	8,2	0,62	7,54	-	-
Diâmetro (mm)	6,05	0,10	1,69	6,96	5,68
Comprimento (mm)	13,47	5,23	38,78	31,46	4,31
Densidade aparente (kg/cm <sup>3</sup> )	702,3	10,16	1,45	-	-

DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação; Máx = máximo; Mín = mínimo.

O resultado de teor de cinzas indica que o material está dentro do padrão requerido pelo sistema ENplus® para a B de menor qualidade, que permite teores de cinzas menores que 2%, contudo este valor pode inviabilizar a exportação.

O teor de lignina insolúvel apresentou resultado semelhante ao obtido por BALLONI (2009) em estudo de caracterização química da madeira de *Pinus spp.*, onde o autor apresentou valor médio de 28,0%. Segundo SANSÍGOLO (1994, apud BALLONI, 2009), a madeira de *Pinus spp.* pode apresentar teores de lignina entre 25 a 30%.

GARCIA (2010) ao estudar a composição química de *pellets* de *Pinus spp.* produzidos por três empresas distintas obteve teores de extrativos totais variando entre 5,58 e 8,38%, o resultado é próximo ao apresentado pelo autor, contudo está um pouco acima da faixa de 5 a 8% estabelecida por KLOCK (2005) para teor de extrativos em madeiras de coníferas.

De acordo BUINALINO et al. (2012) a presença de altos teores de extrativos, confere características vantajosas para a produção de energia a partir de *pellets* de madeira, devido ao elevado poder calorífico deste componente, desta forma, linhas de pesquisas mais avançadas podem ser desenvolvidas nesta área.

Para CARVALHO (2011) o teor de umidade abaixo de 10% proporciona maior eficiência na combustão quando comparado com madeiras convencionais que apresentam valores entre 30 a 60%. Além disto, o teor de umidade do material estudado é inferior a 10%, atendendo assim ao requisito de qualidade exigido pelo sistema ENplus®.

Os *pellets* estudados atendem aos requisitos de dimensões no sistema ENplus®.

A densidade aparente (a granel) encontra-se de acordo a ENplus®, o sistema recomenda que esta propriedade apresente valores superiores a 600 e inferiores a 750 kg/m<sup>3</sup>. Segundo CARVALHO (2011) este parâmetro pode influenciar no comportamento da combustão, transporte e armazenamento do material.

#### 4. CONCLUSÕES

O teor de umidade, as dimensões e a densidade aparente dos estão dentro dos padrões do sistema ENplus®. O teor de cinzas, por se adequar apenas à classe B, pode limitar a comercialização do produto para exportação. O teor de lignina insolúvel está em conformidade com os valores observados na literatura. O teor de extrativos totais está acima de valores de referência e pode influenciar positivamente no poder calorífico, cabendo assim mais pesquisas neste

seguimento. Apesar das boas perspectivas para a exportação, estudos mais aprofundados devem ser realizados para que a qualidade exigida pelo mercado europeu seja atendida.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLONI, C. J. V. **Caracterização física e química da madeira de *Pinus elliottii*.** 2009. 41 f. Trabalho de Graduação do Curso Engenharia Industrial Madeireira. Itapeva, 2009.
- BUFALINO, L. et al. Caracterização química e energética para aproveitamento da madeira de costaneira e desbaste de cedro australiano. **Brazilian Journal of Forestry Research**, Lavras. v. 32, n. 70, p. 129-137. 2012.
- CARVALHO, N. P. R. **Implementação do plano de controlo, inspecção e ensaio na produção de pellets de madeira.** Tese (Mestrado em Tecnologias Ambientais). Instituto Politécnico Viseu. 46 p. 2011.
- EUROPEAN STANDARDS. EN 14774-2. **Solid biofuels - Determination of moisture content - Oven dry method - Part 2: Total moisture - Simplified method.** 2009.
- EUROPEAN STANDARDS. EN 15103. **Solid biofuels - Determination of bulk density.** 2009.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division. Forestry Production and Trade. Available from: <<http://faostat3.fao.org/download/F/FO/E>>. Acesso em: 01/10/2017.
- GARCIA, D.P. **Caracterização química, física e térmica de pellets de madeira produzidos no Brasil.** 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – FEG/UNESP – Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2010.
- KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B.; HERNANDEZ, J. A.; ANDRADE, A. **Química da Madeira**, 3ª Edição revisada, Curitiba, 2005.
- LACHNER, H. NOWAK, J.D. **European wood pellet market potential.** Biomass Magazine. 2017.
- OSTRREICHES NORMUNGS INSTITUT. ONORM M 7135. **Compressed wood or compressed bark in natural state – pellets and briquettes, Requirements and test specifications**, Vienna, 2000.
- QUÉNO, L. R. M. (2015). **Produção de Pellets de Madeira no Brasil: Estratégia, Custo e Risco do Investimento.** Tese de Doutorado em Engenharia Florestal, Publicação PPG EFL. DM-132/09, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 145p.
- RAKOS, C. ARGUS Q et A: European Pellet Council. In: **Argus Biomass Markets, weekly biomass market news and analysis.** Issue 15-002, 2015, 15p.
- SERRANO, D.M.C. **Avaliação do Potencial de Produção e Exportação de Pellets Combustível no Pólo Florestal da Região Sul do Brasil.** 2009. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2009. 96 p.
- TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. **Acid-insoluble lignin in wood and pulp.** Atlanta, 2011. 5p. (T222 om-11).
- . **Ash in wood, pulp, paper and paperboard: combustion at 525 °C.** Atlanta, 2012. 5p. (T211 om-12).
- . **Preparation of wood for chemical analysis.** Atlanta, 2007. 4p. (T264 cm-07).
- . **Sampling and preparing wood for analysis.** Atlanta, 2012. 5p. (T257 sp-12).
- . **Solvent extractives of wood and pulp.** Atlanta, 2007. 4p. (T204 cm-07).
- . **Water solubility of wood and pulp.** Atlanta, 2008. 3p. (T207 cm-08).