

PRODUÇÃO BRASILEIRA DE PELLETS DE BIOMASSA AGROFLORESTAL**DORIVAL PINHEIRO GARCIA¹, JOSÉ CLÁUDIO CARASCHI², THIAGO DE PAULA PROTÁSIO³, RONALDO DA SILVA VIANA⁴, MÁRIO VANOLI SCATOLINO⁵**

¹ Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva (FAIT), Rod. Francisco Alves Negrão km 285, B. Pilão D'água, 18412-000, Itapeva, São Paulo, Brasil. dorival.pinheiro.garcia@gmail.com

² Departamento de Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciências e Engenharia (UNESP), Rua Geraldo Alckmin, 519 Vila N. Sr^a. de Fátima, 18409-010, Itapeva, São Paulo, Brasil. j.caraschi@unesp.br

³ Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Bairro Cidade Nova, 68.515-000, Caixa Postal 3017, Parauapebas, Pará, Brasil. thiago.protasio@ufra.edu.br

⁴ Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (UNESP), Rod. Cmte João Ribeiro de Barros, km 651, Bairro das Antas, 18700-000, Dracena, São Paulo, Brasil. ronaldo.viana@unesp.br

⁵ Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Rua Francisco Mota 572, Bairro Pres. Costa e Silva, 59625-900, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. mario_paraiso@hotmail.com

RESUMO: A demanda mundial por *pellets* cresce exponencialmente. Isso ocorre porque são recursos energéticos associados à economia de baixo carbono e são utilizados por países que precisam reduzir suas emissões de gases do efeito estufa e atender aos acordos climáticos. Para explorar as oportunidades desse negócio é preciso oferecer informações ao mercado a respeito da capacidade de produção, quantidade de indústrias produtoras e quais materiais lignocelulósicos estão sendo compactados no formato de *pellets*. Esta pesquisa elaborou um mapa *on-line* dos produtores de *pellets* brasileiros, identificou os tipos de biomassas utilizadas como matérias-primas, verificou quem são os principais consumidores e apurou quanto foi produzido em 2020. Uma pesquisa com os produtores foi realizada, com aplicação de um formulário *on-line* do *Google Forms*, que obteve 100% de índice de resposta. Com esses dados foi elaborado um Mapa dos Produtores de *Pellets*. Os resultados revelaram cerca de 30 indústrias ativas, distribuídas em seis estados, que produziram cerca de 820 mil toneladas em 2020, fabricados com pinus, eucaliptos, acácia-negra, bagaço de cana-de-açúcar, casca de amendoim e casca de café. Os dados demonstram o crescimento do setor de *pellets* em diversas regiões brasileiras e a contribuição efetiva do país nas exportações desses biocombustíveis sólidos renováveis.

Palavras-chave: energia renovável, transição energética, COP26, agropellets, energia limpa.

BRAZILIAN PRODUCTION OF AGROFORESTRY BIOMASS PELLETS

ABSTRACT: The world demand for *pellets* grows exponentially. This is because they are energy resources associated with the low carbon economy and, in addition, they are used by countries that need to reduce their greenhouse gas emissions and comply with climate agreements. In order to explore the opportunities of this business, it is necessary to offer information to the market regarding the production capacity, number of producing industries and which lignocellulosic materials are being compacted in the form of *pellets*. This research produced an online map of Brazilian pellet producers, identified the types of biomass used as raw materials, verified who the main consumers are and found how much was produced in 2020. A survey with producers was carried out, with application of a Google Forms online form, which obtained a 100% response rate. Based on these data, a Map of Brazilian Pellet Producers was constructed. The results revealed about 30 active pelletizing industries, distributed in six states, which produced about 820 thousand tons of the product in 2020, made with pine, eucalyptus, black wattle, sugarcane bagasse, peanut husks and coffee husks. The data demonstrate the growth of the pellet sector in several regions of Brazil and the effective contribution of the country in the exports of these renewable solid biofuels.

Keywords: renewable energy, energy transition, COP26, agripellets, clean energy.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um gigante global em termos de produtividade de biomassas agroflorestais que podem ser utilizadas como matérias-primas para biocombustíveis (SIYAL *et al.*, 2021). Por conta de suas características edafoclimáticas propícias para a produção em escala dessas biomassas vegetais, o Brasil possui potencial para aproveitar esses recursos energéticos, especialmente nas questões ligadas à produção de *pellets* (SCATOLINO *et al.*, 2018). Este mercado é considerado como uma promissora oportunidade comercial com os países europeus que precisam reduzir suas emissões de gases do efeito estufa e atender aos acordos firmados desde a Conferência do Clima (França, COP21) em 2015 (GARCIA *et al.*, 2018a).

Essa forte demanda por combustíveis renováveis no mercado global de *pellets* de biomassa segue em crescente expansão, com estimativa de chegar, no ano de 2030, com produção anual global de 60 milhões de toneladas (MOREIRA *et al.*, 2021). No entanto, com o consumo desse biocombustível sólido crescendo geometricamente em todo o mundo, esses autores preveem a escassez de resíduos lignocelulósicos utilizados pelas indústrias peletizadoras. Por isso, aproveitar melhor os resíduos agroflorestais e compactá-los na forma de *pellets* pode ser uma forma de valorização energética dessas biomassas vegetais.

Relatórios de especialistas internacionais no assunto apontam que a produção de *pellets* na América do Sul apresentou crescimento surpreendente, especialmente no Brasil e no Chile, onde aumentou mais de 385% no ano de 2017 (CALDERÓN; GAUTHIER; JOSSART, 2018). De fato, a produção de *pellets* no Brasil aumentou nos últimos anos. De 2015 para 2018, passou de 75 para 507 mil toneladas do produto (GARCIA, 2018; GARCIA *et al.*, 2018b), portanto, nesse período o crescimento foi de 676%. Esses autores relataram que o Brasil sempre é apontado como um dos principais atores neste segmento de biomassa agroindustrial para energia, e por isso, a necessidade de dados estatísticos confiáveis desse segmento de mercado de energia

renovável e atender a nova demanda da economia de baixo carbono.

Assim, esse estudo é importante para explorar as oportunidades desse negócio (produção e comercialização). Além disso, a pesquisa visa oferecer informações ao mercado a respeito da produção, quantidades de indústrias, mercados consumidores e materiais lignocelulósicos que estão sendo utilizados para a produção dos *pellets*. Com a intensa procura por energia de baixo carbono, fortalecidas na COP26 (Glasgow, Escócia), e baseado nas informações georreferenciadas desse artigo, empresários, desenvolvedores de equipamentos e consumidores de *pellets* terão mais confiança no mercado para investir nesse biocombustível sólido.

Portanto, a intenção é fornecer um mapa dos produtores de *pellets* brasileiros, identificar as matérias-primas, os principais consumidores e calcular a produção brasileira desse biocombustível sólido nos anos de 2019 e 2020.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Formulários da pesquisa

Para obter informações dos produtores de *pellets* aplicou-se um questionário, desenvolvido por meio do recurso de formulários *on-line* do *Google Forms*. Optou-se por utilizar este recurso por sua facilidade de distribuição, preenchimento e apuração dos dados. Além disso, essa forma de coleta de dados apresenta outros benefícios: baixo custo (porque é gratuito), facilidade de uso (porque não requer conhecimentos específicos) e interface de fácil utilização (porque são semelhantes aos aplicativos usuais).

Um convite com o link do formulário com as perguntas foi enviado, via e-mail, a todos os produtores de *pellets* do Brasil. Para impedir que o formulário fosse modificado, apagado ou compartilhado inadvertidamente, sua edição só era permitida ao usuário que o criou. Todas as perguntas exigiam respostas obrigatórias, de modo que o formulário só poderia retornar com todas as respostas. As perguntas foram elaboradas de dois tipos diferentes: (a) tipo texto, para questões dissertativas abertas; (b) múltipla escolha, para

selecionar somente uma das opções apresentadas.

A pesquisa de campo foi realizada entre os meses de fevereiro e abril de 2020 e iniciou-se com o envio de um link do formulário para as empresas produtoras de *pellets* do Brasil. O formulário apresenta três perguntas sobre o mercado de *pellets* no Brasil: (1) solicita informações básicas das empresas; (2) pergunta qual a produção de *pellets* no ano de 2019 e 2020; (3) pergunta qual a matéria-prima utilizada na produção dos *pellets*.

2.2 Uso da ferramenta do Google Maps

Para a criação do Mapa dos Produtores Brasileiros de *Pellets* 2020, utilizou-se a plataforma gratuita do *Google Maps*. Trata-se de um serviço, lançado em 2005, que permite a criação de mapas personalizados e diversificados, com posterior possibilidade de compartilhamento com outros usuários. A interface do programa é simples e fornece livre acesso às informações de mapas e satélites, permitindo o conceito de localização espacial e distância entre os lugares. A escolha deste aplicativo se deu por ser uma plataforma livre, gratuita, altamente integrada aos *smartphones* e não precisar de nenhum programa para executá-lo, pois tudo é construído por meio do aplicativo *on-line*.

2.3 Análise dos dados

A análise dos dados foi elaborada por meio de estatística descritiva simples, usando o software Excel® da Microsoft Office 365. A comparação, dos dados obtidos com as informações anteriores da literatura, permitiu o alcance dos objetivos propostos, com inferências estatísticas das indústrias de *pellets* pesquisadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Das trinta empresas cadastradas como fabricantes do biocombustível sólido, somente uma não respondeu às perguntas, mas suas principais informações foram obtidas, posteriormente, via telefone celular e aplicativo WhatsApp®. Assim, dado o método de

aplicação do questionário e a dispersão das indústrias pelas diversas regiões do Brasil, obteve-se satisfatório índice de resposta de 100%, ou seja, foram coletados dados básicos de produção de todas as indústrias.

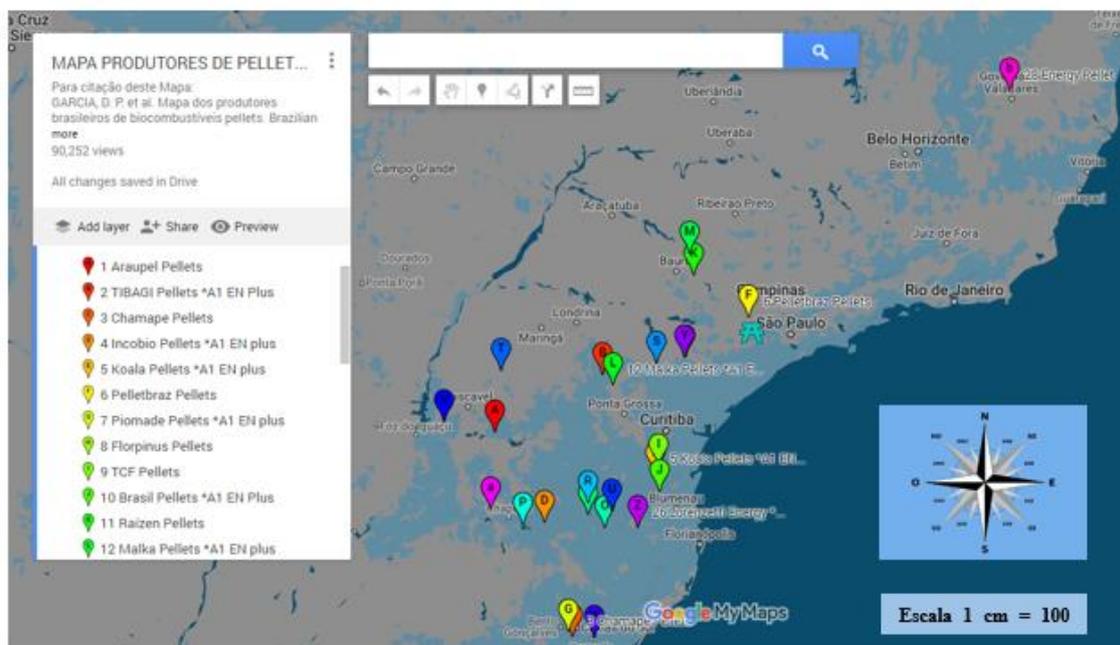
Com base nas análises das respostas dos formulários, pode-se fazer inferências de interesse sobre a produção e o mercado de *pellets* no Brasil e alcançar os objetivos delineados para este estudo. As informações básicas das empresas, solicitadas no formulário, serviram de base para a criação do Mapa dos Produtores Brasileiros de *Pellets*, indicado na Figura 1. Usando os recursos interativos do *Google Maps*, localizou-se o endereço da empresa e um marcador colorido foi adicionado junto ao seu nome de fantasia, com endereço físico, telefone e e-mail. Essa ação objetiva facilitou o contato dos consumidores com os produtores dos biocombustíveis sólidos e estimulou o uso desse biocombustível renovável e limpo.

A ideia da criação do mapa *on-line* foi facilitar a aquisição dos *pellets* por consumidores de todo o Brasil, uma vez que ele poderá localizar a fábrica mais próxima para a compra do produto. Além disso, o mapa contribui para ampliar o consumo interno e favorece o conhecimento das vantagens da utilização dos *pellets*, impulsionando a demanda por esses biocombustíveis sólidos. O baixo consumo e o desconhecimento das características do produto são problemas mercadológicos apontados como os mais relevantes para o lento desenvolvimento do mercado interno dos *pellets* no país (GARCIA *et al.*, 2018a; GARCIA; CARASCHI; VENTORIM, 2017).

O Mapa dos Produtores Brasileiro de *pellets*, atualizado em 1 de novembro de 2021, está disponível *on-line* (encurtador.com.br/qMRZ8), pode ser acessado via *smartphones* e sua interatividade se dá por meio das rotas que podem ser criadas para descobrir a que distância está a fábrica de *pellets* mais próxima. É uma ferramenta que contribui com o desenvolvimento do mercado interno porque apresenta todos os produtores do biocombustível aos consumidores e desenvolvedores de equipamentos movidos a *pellets*. Isso garantirá, aos clientes, o

fornecimento contínuo do produto em várias regiões do país por vários fornecedores.

Figura 1. Mapa dos Produtores de *Pellets* [Atualizado 1/11/2021].

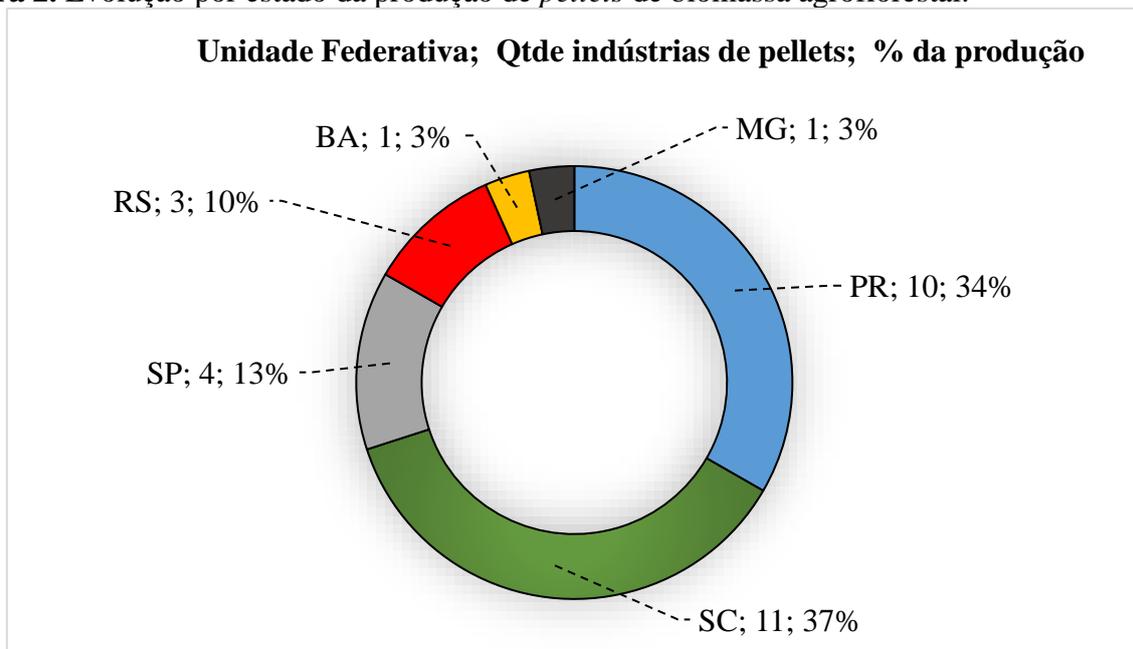


Fonte: Garcia et al. (2018a).

Uma evidência de sua utilidade para o mercado de *pellets* está no número de visualização desde que foi criada. Já alcançou mais de 90 mil visualizações (observado no canto esquerdo superior da Figura 1) desde que foi levada ao ar pela primeira vez, em janeiro de 2015.

Com base nos dados de pesquisa, o Brasil possui 30 indústrias de *pellets* de biomassa agroflorestal (Figura 2), distribuídas pelas Regiões Sul, Sudeste e Nordeste, sendo a maior parte delas instaladas no estado de Santa Catarina, em virtude da grande disponibilidade de matéria-prima residual das indústrias madeireiras da região (GARCIA; CARASCHI;

VENTORIM, 2017). Esses dados são maiores do que o relatado por esses autores que apontaram a existência de cerca de 13 empresas fabricantes no país em 2016. Portanto, houve um expressivo aumento no número de fabricantes de *pellets* nesse período. Esses autores relatam que a expansão deste mercado, tanto no Brasil quanto no mundo, é explicada pela crescente demanda por fontes de energia de baixo carbono que sejam substitutas das fontes fósseis (petróleo, carvão mineral e gás natural), pois estes emitem gases do efeito estufa que contribuem para o aquecimento global.

Figura 2. Evolução por estado da produção de *pellets* de biomassa agroflorestal.

Fonte: Dados da pesquisa

Além disso, na Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas de 2021 (COP26), mais uma vez se destacou a tão necessária transição energética, e os *pellets* de madeira atendem bem essa necessidade mundial por energia limpa e renovável, substituindo o gás natural (das indústrias) e o carvão mineral (das termoelétricas). Portanto, com os compromissos firmados para a redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, é possível que aumente a procura por *pellets* para energia (SIYAL *et al.*, 2021).

Quanto à produção dos *pellets* de biomassa agroflorestal no Brasil, é possível concluir que aumentou cerca de 11 vezes de 2016 para 2020, conforme pode-se observar na Tabela 1. Esse crescimento acentuado da produção é justificado pelo maior volume de *pellets* de madeira destinados à exportação. Em 2016, 51,71% da produção foi fornecido ao mercado externo, sobretudo no continente

européu para uso em aquecimento residencial. Já em 2020, cerca de 88% da produção brasileira de *pellets* foi destinado ao mercado externo, principalmente para consumo de grandes usinas termoelétricas no Reino Unido e Japão, mas também consumidores residenciais da Europa, que os utilizam para aquecimento interno. Esse aumento nas exportações de *pellets* foi favorecido pela taxa cambial. No Brasil, a pequena fatia da produção consumida no mercado interno (12%) é direcionada à geração de energia térmica nas áreas comerciais e industriais, sobretudo para o aquecimento de aviários, hotéis, hospitais, pizzarias e padarias (GARCIA; CARASCHI; VENTORIM, 2017).

No entanto, apesar do crescimento da produção, a participação do Brasil no mercado internacional é pouco significativa e representa menos de 2,0% do total produzido no mundo, segundo Garcia *et al.* (2018a).

Tabela 1. Evolução da produção de *pellets* de biomassa lignocelulósica no Brasil.

Ano	Produção (t por ano)	Fonte (Revista)	Referências Bibliográficas
2015	75.000	Ciência da Madeira	Garcia et al. (2017)
2016	135.350	O Papel	Garcia (2017)
2017	470.000	Biosystems Engineering	Garcia et al. (2018a)
2018	507.000	B. Forest	Garcia (2018)
2019	700.000		
2020	820.000		Este trabalho

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com as informações obtidas dos formulários *on-line* (Tabela 2), 25 unidades de produção de *pellets* utilizam os resíduos de pinus das indústrias madeireiras como principal matéria-prima do processo de peletização. Uma empresa de Jaú/SP relatou usar o bagaço de cana-de-açúcar, outra indústria de Rio Grande/RS disse utilizar a madeira da acácia-negra (*Acacia mearnsii*). Por outro lado, um fabricante de Varginha/MG confirmou que produz *pellets* com a casca do café e um produtor de São Carlos/SP utiliza a casca de amendoim para produzir *pellets* tanto para gerar energia quanto volumoso para alimentação de gado de corte.

A escolha da matéria-prima para a produção dos *pellets* está relacionada à disponibilidade de biomassa agroflorestal residual próximo à planta industrial. Os resíduos do desdobro do pinus, utilizado por mais de 83% dos produtores brasileiros, são subprodutos das indústrias madeireiras da região onde as fábricas estão localizadas. A baixa densidade à granel e a alta umidade desses materiais lignocelulósicos se traduzem em elevado custo de transporte, inviabilizando o projeto se o material estiver a mais de 200 km de raio da indústria peletizadora (GARCIA *et al.*, 2018b).

Tabela 2. Quantidade de indústrias e produção de *pellets* no Brasil, em 2020.

Biomassa Agroflorestal	Quantidade de Indústrias	Produção (t/ano)	% da Produção brasileira
Madeira de pinus	25	463.452	56,52
Madeira da Acácia-negra	1	250.000	30,49
Bagaço-de-cana	1	80.000	9,76
Madeira de eucalipto	1	25.000	3,05
Casca-de-amendoim	1	1.048	0,13
Casca-de-café	1	500	0,06
TOTAL	30	820.000	100,00

Fonte: Dados da pesquisa

Embora se reconheça a enorme quantidade de resíduos de eucaliptos gerados pelas indústrias madeireiras, eles não são os preferidos dos produtores para a produção de *pellets* porque essa biomassa florestal é mais densa e tem maior dureza do que o pinus, causando excessivos desgastes nas matrizes de

peletização e elevando os custos de produção (GARCIA *et al.*, 2017).

O Brasil possui amplas variedades de fontes de biomassa vegetal, que podem ser compactadas na forma de *pellets*, para fins energéticos. Há relatos na literatura de *pellets* de ponteira de eucalipto (PINTO *et al.*, 2015),

pellets de biomassa residual do processo de obtenção de bioetanol de 2ª geração do bagaço de cana-de-açúcar (MOREIRA *et al.*, 2020), *pellets* de resíduos do processamento dos grãos de soja (SCATOLINO *et al.*, 2018), *pellets* de resíduos da cafeicultura (FARIA *et al.*, 2016), *pellets* de bambu (SETTE JÚNIOR *et al.*, 2016), *pellets* de capim-elefante (GARCIA *et al.*, 2019) e até misturas de materiais lignocelulósicos, que tem o objetivo de facilitar o processo de densificação e minimizar os desgastes mecânicos na matriz perfurada de peletização (GARCIA *et al.*, 2017; SANTANA *et al.*, 2021). No entanto, são estudos laboratoriais que buscam conhecer as características mais relevantes dessas matérias-primas para uso energético, mas, ainda, não se trata de produção em escala industrial.

Como se observa na Tabela 2, cerca de 90% da produção brasileira de *pellets* utiliza biomassa florestal (madeira). Embora o Brasil produza, anualmente, mais de 100 milhões de toneladas de resíduos agroflorestais, das mais variadas espécies (BONASSA *et al.*, 2018), com potencial para serem compactadas na forma de *pellets* e briquetes (bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz, casca de amendoim e palha de milho, por exemplo), em geral, a maioria delas possuem elevados teores de cinzas (FARIA *et al.*, 2016; GARCIA *et al.*, 2018b). Essa quantidade de elementos minerais residuais da combustão é uma característica importante que deve ser avaliada nos *pellets* para energia, especialmente para obtenção de selo de certificação e atendimento aos padrões internacionais de comercialização.

Como perspectivas futuras desse mercado, destaca-se (1) o provável crescimento de produção e exportação para atendimento das demandas por energia de baixo carbono (ratificadas na COP26), (2) a superação das limitações setoriais relacionadas às questões logísticas e (3) a utilização das recém-criadas normas brasileiras de qualidade dos *pellets*, NBR 13013-1 (ABNT, 2022), por todos os fabricantes nacionais bem como a ampliação normativa para outras biomassas como o bagaço de cana-de-açúcar, a casca de café e de amendoim.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho de pesquisa centrou-se na quantificação da produção brasileira de biocombustíveis na forma *pellets*. A partir das análises das respostas dos produtores, concluiu-se que:

- O Brasil possui 30 indústrias ativas na produção de *pellets* de biomassa agroflorestal;
- Seis tipos de matéria-prima são utilizados pelos produtores brasileiros de *pellets*: pinus, eucaliptos, acácia-negra, bagaço de cana-de-açúcar, casca de café e casca de amendoim;
- Em 2020, o Brasil produziu 820 mil toneladas de biocombustíveis *pellets*, sendo a maior parte (90%) de serragem de pinus;
- O mercado externo “tipo exportação” é o destino de 88% da produção brasileira de *pellets*;
- Os maiores consumidores de *pellets* produzidos no Brasil são as termelétricas no Reino Unido e no Japão.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus sinceros agradecimentos ao CNPq e CAPES pela concessão de bolsas de estudo que, por sua vez, são fundamentais para o fomento da pesquisa no Brasil.

6 REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR ABNT 13013-1: Pellets**- Requisitos e classificação: Parte 1 – madeira de pinus. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 5 p.
- BONASSA, G.; SCHNEIDER, L. T.; CANEVER, V. B.; CREMONEZ, P. A.; FRIGO, E. P.; DIETER, J.; TELEKEN, J. G.; Scenarios and prospects of solid biofuel use in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Belfast, v. 82, n. 3, p. 2365-2378, 2018.
- CALDERÓN, C.; GAUTHIER, G.; JOSSART, J. M. **Bioenergy Europe Statistical Report**. Brussels: Full Report, 2018. 201 p.

FARIA, W. S.; PROTÁSIO, T. P.; TRUGILHO, P. F.; PEREIRA, B. L. C.; CARNEIRO, A. C. O.; ANDRADE, C. R.; GUIMARÃES, J. B. Transformation of lignocellulosic waste of coffee into *pellets* for Thermal Power generation. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 137-147, 2016.

GARCIA, D. P. Cresce a produção de *pellets* no Brasil. **Revista O Papel**, São Paulo, v. 78, n. 9, p. 83-84, 2017.

GARCIA, D. P. Mercado de *pellets* no Brasil continua a crescer. **B. Forest**, Curitiba, v. 14, n. 48, p. 78-79, 2018.

GARCIA, D. P.; CARASCHI, J. C.; VENTORIM, G. O setor de *pellets* de madeira no Brasil. **Revista Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 8, n. 1, p. 21-28, 2017.

GARCIA, D. P.; CARASCHI, J. C.; DAL BEM, E. A.; FERREIRA, J. P.; SOUZA, F. M. L.; VIEIRA, F. H. A.; DIAS, R. R. Mapa dos produtores brasileiros de biocombustíveis *pellets*. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Tupã, v. 12, n. 4, p. 333-339, 2018a.

GARCIA, D. P.; CARASCHI, J. C.; VENTORIM, G.; PRATES, G. A.; PROTÁSIO, T. P. Qualidade dos *pellets* de biomassas brasileiras para aquecimento residencial : padrões da norma ISO 17225. **Revista Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 45-53, 2018b.

GARCIA, D. P.; CARASCHI, J. C.; VENTORIM, G.; VIEIRA, F. H. A.; PROTÁSIO, T. P. Assessment of plant biomass for pellet production using multivariate statistics (PCA and HCA). **Renewable Energy**, Cyprus, v. 139, n. 1, p. 796-805, 2019.

MOREIRA, B. R. D. A.; VIANA, R. S.; CRUZ, V. H.; LOPES, P. R. M.; MIASAKI, C. T.; MAGALHÃES, A. C.; FIGUEIREDO, P. A. M. D.; LISBOA, L. A. M.; RAMOS, S. B.; MAY, A.; CARASCHI, J. C. Anti-Thermal Shock Binding of Liquid-State Food Waste to

Non-Wood *Pellets*. **Energies**, Roma, v. 13, n. 12, p. 3280, 2020.

MOREIRA, B. R. A.; CRUZ, V. H.; OLIVEIRA, M. L. C.; VIANA, R. S. Full-scale production of high-quality wood *pellets* assisted by multivariate statistical process control. **Biomass and Bioenergy**, Birmingham, v. 151, n. 1, p. 106159, 2021.

PINTO, A. A. S.; PEREIRA, B. L. C.; CÂNDIDO, W. L.; OLIVEIRA, A. C.; CARNEIRO, A. C. O.; CARVALHO, A. M. M. L. Caracterização de *pellets* de ponteira de eucalipto. **Revista Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 6, n. 3, p. 232-236, 2015.

SANTANA, D. A. R.; SCATOLINO, M. V.; LIMA, M. D. R.; BARROS JUNIOR, U. O.; GARCIA, D. P.; ANDRADE, C. R.; CARNEIRO, A. C. O.; TRUGILHO, P. F.; PROTÁSIO, T. P. Pelletizing of lignocellulosic wastes as an environmentally friendly solution for the energy supply: insights on the properties of *pellets* from Brazilian biomasses. **Environmental Science and Pollution Research**, Bordeaux, v. 28, n. 9, p. 11598-11617, 2021.

SCATOLINO, M. V.; CABRAL NETO, L. F.; PROTÁSIO, T. P.; CARNEIRO, A. C. O.; ANDRADE, C. R.; GUIMARÃES JÚNIOR, J. B.; MENDES, L. M. Options for generation of sustainable energy: production of *pellets* based on combinations between lignocellulosic biomasses. **Waste and Biomass Valorization**, Toulouse, v. 9, n. 1, p. 479-489, 2018.

SETTE JÚNIOR, C. R.; FREITAS, P. C.; FREITAS, V. P.; YAMAJI, F. M.; ALMEIDA, R. A. Production and characterization of bamboo *pellets*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 32, n. 4, p. 922-930, 2016.

SIYAL, A. A.; MAO, X.; LIU, Y.; AO, W.;
JIANG, Z.; WAHAB, N.; RAN, C.; ZHANG,
R.; LIU, G. Pellet production from furfural
residue and sawdust: Evaluating the

characteristics and quality of *pellets* and their
dependency on process parameters. **Biomass
and Bioenergy**, Birmingham, v. 149, n. 11, p.
106087, 2021.