



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
CAMPUS PATOS - PB
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL**

CARLOS MAGNO PEREIRA DE SOUZA JUNIOR

**AVALIAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS MERCADOLÓGICAS E QUALIDADE
ENERGÉTICA DO CARVÃO VEGETAL COMERCIALIZADO PARA FINS
DOMÉSTICOS NO CENTRO DO MUNICÍPIO DE PATOS-PB**

**PATOS - PB
2019**

CARLOS MAGNO PEREIRA DE SOUZA JUNIOR

**AVALIAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS MERCADOLÓGICAS E QUALIDADE
ENERGÉTICA DO CARVÃO VEGETAL COMERCIALIZADO PARA FINS
DOMÉSTICOS NO CENTRO DO MUNICÍPIO DE PATOS-PB**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, como um dos requisitos para obtenção do Grau de Engenheiro Florestal, nível graduação.

Orientador: Prof. DSc. Pedro Nicó de Medeiros Neto

**PATOS - PB
2019**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSTR

S729a Souza Junior, Carlos Magno Pereira de

Avaliações das características mercadológicas e qualidade energética do carvão vegetal comercializado para fins domésticos no centro do município de Patos-PB / Carlos Magno Pereira de Souza Junior. – Patos, 2019.

33f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) –
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural.

“Orientação: Prof. DSc. Pedro Nicó de Medeiros Neto ”.

Referências.

1. Prosopis juliflora. 2. Cocção de alimentos. 3. Fonte de Energia.
I. Título.

CDU 674

CARLOS MAGNO PEREIRA DE SOUZA JUNIOR

**AVALIAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS MERCADOLÓGICAS E QUALIDADE
ENERGÉTICA DO CARVÃO VEGETAL COMERCIALIZADO PARA FINS
DOMÉSTICOS NO CENTRO DO MUNICÍPIO DE PATOS-PB**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, como um dos requisitos para obtenção do Grau de Engenheiro Florestal, nível graduação.

APRESENTADA EM: 17/06/2019

Prof.. Dr. Pedro Nicó de Medeiros Neto. (UAEF/UFCG)

Orientador

Prof. Dr.^a Elisabeth de Oliveira (UAEF/UFCG)

Examinadora I

Prof. Dr. Leandro Calegari (UAEF/UFCG)

Examinador II

Dedico este trabalho, aos meus pais Eliete dos Santos e Carlos Magno e a toda minha família por sempre me apoiarem e estarem presentes em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por me permitir saúde e sabedoria para a conclusão de mais uma etapa em minha vida.

Aos meus pais Eliete dos Santos Souza e Carlos Magno Pereira de Souza, por todo o incentivo, apoio e paciência.

A minha amada irmã Bruna Vieira, pelo carinho e principalmente por estar sempre ao meu lado, acreditando em mim e lutando junto comigo.

Aos meus avós paternos Rosalvo Ferreira e Clarisse Pereira (*in memoriam*) que presentes aqui na terra me mostraram o caminho do bem, sempre me apoiaram em cada decisão da minha vida.

A minha namorada, Francisca Amanda, por toda paciência, amizade e compreensão que tem me dedicado diariamente, estando sempre ao meu lado me apoiando em cada decisão. E a minha cunhada Alyne Lucena que com o seu jeito de ser me incentivou na conclusão do curso.

Meu sogro Romero Malheiro e a minha sogra Maria de Fátima, minha eterna gratidão pelo acolhimento e carinho que sempre tiveram comigo.

Aos meus tios e primos que sempre torceram por mim. Aos meus amigos, em especial Adilio, Aurimar, Carlos Murilo, Josivaldo, Rafael e Jessyca Layse que mesmo distantes sempre mandando energias positivas.

Aos meus colegas que tive o prazer de conhecê-los durante o meu percurso acadêmico.

Ao professor e orientador Dr. Pedro Nicó por todo apoio, dedicando seu tempo e sua paciência para me orientar nesse trabalho, meu carinho e toda admiração.

A todos os professores do curso de Engenharia Florestal e funcionários da UFCG Campus Patos, que de forma direta e indireta contribuíram para minha formação.

Obrigado a todos de coração, mesmo aqueles que não foram citados, mas que tenho um grande carinho. Que Deus esteja presente na vida de todos.

RESUMO

A utilização do carvão vegetal em domicílios é geralmente para cocção de alimentos. Diante da importância deste uso, o objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade do carvão vegetal comercializado no município de Patos-PB, destinado ao consumo doméstico. O carvão vegetal foi obtido por meio de um processo de amostragem aleatório, nos estabelecimentos comerciais, divididos nas três seguintes categorias: supermercado (S), frigorífico e/ou casa de carne (F), e minibox (C). Foram avaliadas as características mercadológicas, assim como as características físicas e energéticas do carvão vegetal. Quanto à quantidade de carvão vegetal presente nas embalagens de 05 e 03 kg avaliadas, se observou que todas apresentaram uma massa de carvão superior à exposta na embalagem, provavelmente, em virtude da absorção de umidade no local de comercialização. Foi observado que a marca R2 apresentou uma maior variação no preço (28,33%) comercializado entre os estabelecimentos avaliados, não constando na embalagem a autorização da produção pelos órgãos ambientais fiscalizadores. Os valores médios de umidade do carvão vegetal foram inferiores a 5%, em relação ao valor indicado para o consumo doméstico do carvão vegetal. O poder calorífico do carvão vegetal com o maior valor foi encontrado na marca R1 (8160,45 kcal kg⁻¹) e se observou uma elevada variação entre as marcas dentro dos próprios estabelecimentos comerciais, indicando uma grande heterogeneidade do material avaliado.

Palavras-chave: *Prosopis juliflora*. Cocção de alimento. Fonte de energia.

ABSTRACT

The use of charcoal in households is usually for cooking food. Given the importance of this use, the aim of this study was to analyze the quality of charcoal sold in the municipality of Patos-PB, destined for domestic consumption. Charcoal was obtained through a random sampling process in commercial establishments, divided into the following three categories: supermarket (S), refrigerator and / or meat house (F), and minibox (C). The market characteristics were evaluated, as well as the physical and energetic characteristics of charcoal. Regarding the amount of charcoal present in the packages of 05 and 03 kg evaluated, it was observed that all had a mass of charcoal higher than that exposed in the package, probably due to the absorption of moisture at the marketing site. It was observed that the R2 a greater variation in the price (28.33%) commercialized among the evaluated establishments, not including in the packaging the authorization of the production by the environmental inspection agencies. The average moisture content of charcoal was less than 5%, in relation to the value indicated for the domestic consumption of charcoal. The calorific value of charcoal with the highest value was found at brand R1 (8160.45 kcal kg⁻¹) and there was a high variation between the brands within the commercial establishments themselves, indicating a great heterogeneity of the evaluated material.

Keywords: *Prosopis juliflora*. Food cooking. Energy source.

LISTA DE TABELA

- Tabela 1 — Local de venda, preço por quilograma, variação de preço e massa da embalagem das amostras de carvão vegetal.....22
- Tabela 2 — Descrição do local de venda, estado de fabricação, origem florestal e registro do órgão ambiental na embalagem.....23
- Tabela 3 — Valores médios do peso descrito nas embalagens (VDE), massa líquida (ML), massa das embalagens (ME) e massa de materiais indesejáveis (MMI) das duas amostras do carvão vegetal estudadas.....25
- Tabela 4 — Valores médios da massa específica aparente (MEA) do teor de umidade (TU) e cinzas das amostras de carvão vegetal avaliado.....26
- Tabela 5 — Valores médios do poder calorífico superior (PCS), inferior (PCI), líquido (PCL) e densidade energética (DE) do carvão vegetal comercializado no município de Patos-PB.....28.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivos específicos	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 Uso e produção de carvão vegetal no Brasil	14
3.2 A importância da matéria-prima na qualidade do carvão vegetal	15
3.3 Parâmetros de qualidade do carvão vegetal para uso doméstico	16
4 METODOLOGIA.....	19
4.1 Amostragem do carvão vegetal	19
4.2 Avaliação da qualidade do carvão vegetal	20
4.3 Análise dos dados	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5.1 Amostragem do carvão vegetal	22
5.2 Avaliação da qualidade do carvão vegetal	25
CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 INTRODUÇÃO

O uso do fogo é considerada uma das mais antigas fontes energéticas utilizadas pela humanidade, com seu uso primordial para a cocção de alimentos, fonte de luz e confecções de armas e utensílios, principalmente com o uso da madeira para geração de energia. Esta utilização energética de produtos de origem madeireira vem, nos últimos anos, tornando-se uma alternativa ao uso de combustíveis fósseis, principalmente os originados do petróleo, por ser uma fonte de energia renovável e reduzindo, desta forma, a dependência por produtos de origem não renovável.

Quanto ao uso doméstico, a madeira é normalmente utilizada na forma *in natura*, seja como na queima da lenha em fogões ou como fonte de energia para o aquecimento das casas. Além disso, sua conversão em carvão vegetal é utilizada geralmente para cocção de alimentos. O uso da lenha na região Nordeste é principalmente para a geração de energia, seja na utilização direta da madeira ou a conversão em carvão vegetal. O uso da madeira carbonizada possui a vantagem de facilidade de transporte, maior eficiência energética, produção de pouca fumaça e inexistência de chamas intensas.

Esta conversão de madeira em carvão vegetal é resultante, do aquecimento da mesma em temperaturas variando de 350°C à 500°C, na presença ou ausência controlada de oxigênio, em um processo conhecido como carbonização ou pirólise lenta, que produz variações em seus componentes químicos, com o intuito de aumentar o teor de carbono e, conseqüentemente, o potencial energético.

Assim, torna-se extremamente importante a obtenção de um carvão vegetal que atenda as exigências do mercado consumidor, e que sua produção tenha um padrão de qualidade desde a escolha da espécie madeireira até o controle total do processo de produção de carbonização. A qualidade do carvão vegetal é influenciada pela matéria-prima e pelo método de carbonização utilizado; sendo avaliado por meio das suas características físico-químicas, energéticas e mecânicas.

Diante disto, Costa et al. (2017) destacaram a existência de norma na União Europeia (UE) e traduzida pela França (*Association Française de*

Normalisation – AFNOR) com a finalidade de descreve os parâmetros de qualidade para carvão vegetal e briquetes utilizados no uso doméstico, principalmente para a cocção de alimentos.

Os estudos com a qualidade do carvão vegetal estão principalmente direcionados para o setor siderúrgico, em virtude, da importância econômica deste material nesta cadeia de produção. Desta forma, torna-se poucos estudos direcionados para a análise de carvão vegetal para fins domésticos (DIAS JUNIOR et al., 2015a).

Então, com esta necessidade do controle de qualidade do carvão vegetal, devido a relevância do seu uso para fins domésticos, que culmina com sua utilização como fonte energética em fogões, churrasqueiras, padarias, docerias, dentre outros, seria de suma importância, assim como acontece no estado de São Paulo, que criou um Selo Premium que descreve parâmetros de qualidade do carvão vegetal para uso doméstico, outros estados brasileiros, como a Paraíba, deveriam ter a mesma iniciativa que garantem uma produção de carvão de qualidade e segurança para os consumidores, uma vez que, este produto é comercializado em diversos estabelecimentos comerciais, sem o devido controle dos parâmetros de sua eficiência energética para tal finalidade.

Desta forma, o seguinte problema de pesquisa foi avaliado: Existe variabilidade no preço, nas informações mercadológicas e qualidade energética do carvão vegetal comercializado no município de Patos -PB?

Este tipo de pesquisa, permite aferir os parâmetros mínimos de qualidade do produto energético, como alto poder calorífico e baixos teores de umidade e cinzas que está sendo disponibilizado para o consumidor, agregando valor ao carvão vegetal, o diferenciando na cadeia produtiva.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar as características mercadológicas e a qualidade do carvão vegetal comercializado no município de Patos-PB, destinado ao consumo doméstico.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar a embalagem que o carvão vegetal é armazenado, por meio, da pesagem e a massa de materiais indesejáveis (atiços, resíduos de casca, pedra e torrões de solo);

Determinar as características físicas e energéticas do carvão vegetal comercializado no bairro centro.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Uso e produção de carvão vegetal no Brasil

No Brasil, seu uso está relacionado principalmente nas indústrias de aço e ferro gusa. O carvão vegetal é um combustível comumente utilizado para uso doméstico, para cozimento de alimentos e fonte de aquecimento em certas partes do mundo, especialmente África e o Sudeste Asiático (PENNISE et al., 2001). No Brasil, seu uso está relacionado principalmente nas indústrias de aço e ferro gusa.

O Brasil destaca-se por ser o maior produtor e consumidor de carvão vegetal em escala mundial com 1,1 de hectares de florestas plantadas no território brasileiro, com produção de 4,5 milhões de toneladas produzidas (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES -IBÁ, 2018), praticamente destinada sua produção para abastecer o segmento da siderurgia para fabricação de ferro gusa.

Segundo Dias Junior et al. (2015a), mesmo que a maior parte da matéria-prima para produção de carvão vegetal seja destinada ao setor industrial, como observado no parágrafo anterior, os mesmos autores citaram os trabalhos de Arantes (2009) e Cintra (2009), que destacaram o consumo de 8% deste insumo energético no setor residencial e ainda, realçaram que países em desenvolvimento como o Haiti, ainda utilizam o carvão vegetal como principal fonte energética para cocção de gêneros alimentícios.

No ano de 2018, foi observada para o Brasil, uma oferta interna de energia em torno de 23.424×10^6 toneladas equivalente de petróleo (Tep), proveniente do carvão e lenha vegetal, correspondendo a 8% da energia renovável no País (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME, 2018).

Ainda de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016), a produção de carvão vegetal no Brasil foi de 544.488 toneladas de extração vegetal, um decréscimo de 31,7% quando comparado ao ano de 2015. Ao avaliar a extração vegetal para produção de carvão vegetal no Nordeste produziu 354.810 toneladas e o estado da Paraíba 799 toneladas, gerando um valor de R\$ 767.000 no estado, ocupando a quinta posição entre

os estados produtores de carvão vegetal na região Nordeste. Quando observado, sua produção no município de Patos - PB, este produziu 81 toneladas, totalizando um valor de R\$ 82.000 na economia do município.

Neste sentido, ressalta-se destacar que o uso da biomassa florestal como fonte energética renovável, seja como lenha ou carvão vegetal, se torna uma alternativa na substituição as fontes não renováveis, principalmente, aos combustíveis fósseis, que ocasionam altas taxas de emissões de gases de efeito estufa para o meio ambiente (PROTÁSIO et al., 2013).

3.2 A importância da matéria-prima na qualidade do carvão vegetal

Nos últimos anos, a produção vegetal era proveniente principalmente de florestas nativas. Entretanto, nos dias atuais, a madeira para conversão em carvão vegetal vêm sendo provenientes de florestas plantadas, o que permite reduzir a supressão da vegetação nativa, obtenção de uma matéria-prima homogênea e material genético de maior valor agregado para o processo de carbonização da madeira (BASSO, 2017). Tal cenário, pode ser comprovado com os dados disponibilizados pela IBÁ (2017), em que, a madeira oriunda de florestas plantadas representaram 84% da matéria-prima utilizada na produção de carvão consumido no Brasil, em 2016.

Entretanto, a qualidade do carvão vegetal para fins energéticos, tais como, elevado rendimento gravimétrico, alta eficiência energética e baixo custo, estão diretamente relacionadas às propriedades físico-químicas e energéticas da matéria-prima de origem (madeira), tais como as destacadas por Basso (2017), como a densidade básica, a constituição química, o poder calorífico e a umidade, principais critérios de seleção da matéria-prima. Protásio et al. (2015) ainda destacam a influência das características mecânicas e anatômicas da madeira na qualidade e rendimento final do carvão vegetal.

No Brasil, a produção de carvão vegetal para fins domésticos é proveniente da atividade de pequenos produtores, que geralmente utilizam técnicas empíricas na conversão da madeira para carvão vegetal, matéria-prima com características físico-químicas e energéticas de baixo valores,

produzindo um material final de baixa qualidade, sendo disponibilizado para o comércio de diversas cidades brasileiras (COSTA, 2017).

Neste sentido, Dias Junior et al. (2015b) enfatizaram que a obtenção de um carvão vegetal com elevado valor agregado depende das relações entre as características da madeira, dos processos de produção e os recursos disponibilizados durante a conversão da madeira em carvão vegetal, ao considerar ao mesmo tempo, as necessidades reais dos consumidores desta fonte energética, para converter tais necessidades em mecanismos a serem incrementados para a qualidade do carvão vegetal.

3.3 Parâmetros de qualidade do carvão vegetal para uso doméstico

Para avaliar a qualidade do carvão vegetal para o consumo doméstico, as principais características desejáveis são elevada massa específica, alto teor de carbono fixo, alto poder calorífico, baixo teor de umidade, baixo teor de materiais voláteis e cinzas (RIBEIRO; VALE, 2006; ROSA et al., 2012; DIAS JUNIOR et al., 2015b).

Outro parâmetro avaliado na qualidade do carvão vegetal para uso doméstico, está relacionado ao seu poder calorífico, em virtude deste está correlacionado com a quantidade de energia liberada pela madeira durante a sua combustão, sendo essencial para discriminar a capacidade energética de determinada espécie florestal (CARNEIRO et al., 2014).

A qualidade do carvão vegetal para o uso doméstico gera incertezas, em virtude, da deficiência de controle do processo de carbonização na maioria dos fornos, resultando em um produto heterogêneo, com características distintas quanto, a sua densidade, composição química, umidade, friabilidade, resistência mecânica, reatividade e higroscopicidade (ROSA et al., 2012; BRAND et al., 2015).

Porém, apesar da necessidade de avaliar tais critérios de qualidade, as normas regulamentadoras utilizadas para análises das características físico-químicas do carvão vegetal expressam somente as diretrizes para a realização dos ensaios, não expondo parâmetros básicos para o uso do carvão vegetal no consumo doméstico. Desta forma, destaca-se o selo São Paulo - Carvão

Premium, promulgado pela resolução n°. 40 (SÃO PAULO, 2015) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo (SAA), que representa o único mecanismo no Brasil que expressa mecanismos para o controle de qualidade de carvão para cocção de alimentos, originada a partir da Resolução SAA n°. 10 de 2003, de adesão voluntária no Estado.

Esta resolução incluem indicadores de qualidade, além das características físico-químicas do carvão vegetal (umidade, teor de carbono fixo, teor de materiais voláteis, teor de cinzas, granulometria) como a força de trabalho utilizada, dentre outros aspectos na produção do carvão vegetal (SÃO PAULO, 2015). No entanto, a voluntariedade da resolução não garante seu efetivo cumprimento.

Além disso, deve-se ressaltar outras funções inerentes a qualificação do carvão vegetal para o uso doméstico, tais como, as embalagens que são comercializadas o material, o tamanho da mesma, tipo (plástico ou papel), presença de acendedores combustíveis, presença de alça e informações disponibilizadas nas embalagens, como a autorização da produção pelos órgãos ambientais fiscalizadores, origem da madeira, pois além de atender a satisfação do consumidor final, devem estar intimamente relacionadas as questões ambientais e sociais (DIAS JÚNIOR et al., 2015b).

Apesar disso, Basso (2017) destaca que, independente da inexistência de legislação para o controle da qualidade do carvão vegetal para uso doméstico no Brasil, os parâmetros de sua eficiência para tal finalidade são semelhantes aos utilizados para o carvão utilizado no setor industrial, como densidade, poder calorífico e elevado teor de carbono, associado a ausência de legislação, o desconhecimento por parte dos produtores diante o processo de carbonização, estão constantemente presente nesta atividade comercial.

A densidade é uma das principais características de qualidade do carvão vegetal, pois reflete diretamente nos demais atributos de eficiência energética do produto, como a umidade, a resistência mecânica e a friabilidade, que estão relacionadas com as condições de transporte, em que, a umidade contribui para o aumento da massa transportada de carvão vegetal, sendo o conjunto das três anteriormente citadas, afetam diretamente o local de

armazenamento e rotatividade nos estabelecimentos que comercializam este insumo energético (ROSA et al., 2012, DIAS JUNIOR et al., 2015b).

O emprego de carvão vegetal com elevada umidade pode gerar mudanças na qualidade física do carvão, elevando a geração de finos, semelhante ao que ocorre quando do rápido desprendimento dos materiais voláteis (BRITO, 1993). As cinzas correlacionam-se com a constituição química da madeira (COELHO JUNIOR et al., 2006), o carvão vegetal geralmente apresenta baixo teor de cinzas, comparado ao carvão mineral, com maior proporção também no carvão vegetal oriundo de espécies nativas, em decorrência da maior variedade dessas espécies vegetais.

A avaliação do poder calorífico pode ser obtido de três maneiras distintas, ou seja, o poder calorífico superior, inferior e líquido. O primeiro está relacionado a quantidade de calor liberada durante a queima do material e a água formada durante o processo é condensada, determinado pelo método calorimétrico. Já o inferior é calculado quando desconta-se o calor latente do vapor d'água durante a queima. Em relação ao líquido, este representa a quantidade de energia térmica a ser perdida em virtude da queima do material (BRAND, 2010).

Assim, a escolha do carvão vegetal de elevada eficiência energética para uso comercial e residencial, deve-se priorizar um produto com menores teores de umidade, maior densidade energética e menor emissão de fumaça (OLIVEIRA et al., 2019).

O uso doméstico de um carvão vegetal de baixa qualidade pode acarretar em prejuízos financeiros aos consumidores e até mesmo, problemas de saúde para a população que utiliza tal produto energético em suas residências (ANATER, 2017).

4 METODOLOGIA

4.1 Amostragem do carvão vegetal

A pesquisa é classificada como descritiva e explicativa, ao tentar identificar os fatores que afetam a qualidade do carvão vegetal comercializado para uso doméstico. O material foi obtido junto ao comércio de Patos, PB, sendo realizado um processo de amostragem aleatório, com os estabelecimentos comerciais divididos nas três seguintes categorias: supermercados (S), frigoríficos e/ou casa de carnes (F), e minibox (B), totalizando cinco estabelecimentos: 01 supermercado, 02 frigoríficos e 02 minibox que comercializam carvão vegetal.

O material foi adquirido em suas embalagens originais, sendo obtidas embalagens de 03 e 05 quilogramas, de marcas distintas utilizadas na comercialização de carvão vegetal, ao considera a disponibilidade do produto no momento da visita ao local de venda selecionado. Foram obtidas duas embalagens por local de venda de uma mesma marca, uma da parte superior e outra da região inferior, onde as mesmas encontravam-se disponíveis para comercialização. As coletas ocorreram no mês de Outubro de 2018.

Durante a obtenção das amostras, foi analisado se as mesmas estavam dispostas em suportes, em contato direto com o piso do estabelecimento, próximas a ambientes refrigerados, divisórias entre as mesmas e facilidade de encontra as embalagens de carvão vegetal no local de venda. A quantidade de amostras obtidas, foram necessárias para assegurar a aleatoriedade das amostras e a massa necessária para a realização dos estudos da qualidade do carvão vegetal.

As amostras foram identificadas e transportadas para o Laboratório de Energia da Madeira do Setor de Tecnologia de Produtos Florestais (STPF) da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal (UAEF), pertencente a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *Campus* de Patos, PB, onde foram realizadas as análises físicas e energéticas do carvão vegetal.

Posteriormente, foi avaliado o tipo de embalagens comercializado (plástico ou papel), o peso da mesma (2, 3, 5 ou 10 kg), presença ou ausência

de alça, acendedores, informações disponibilizadas nas embalagens, como a autorização da produção pelos órgãos ambientais fiscalizadores e contato e endereço da empresa responsável pela produção, assim como o preço de venda nos estabelecimentos.

Também foi realizada a pesagem das embalagens (carvão vegetal + embalagem sem carvão vegetal), em balança analítica de 0,1g de precisão, para aferir se a massa das mesmas (03 e 05 kg) condiziam com a disponível pela empresa fornecedora do carvão vegetal expressa nas amostras selecionadas.

Todas as amostras coletadas tinham como fonte de matéria-prima para a produção do carvão vegetal, destacada na embalagem comercializada, a madeira de algaroba (*Prosopis juliflora*).

4.2 Avaliação da qualidade do carvão vegetal

Após a pesagem das embalagens foi realizado manualmente a remoção de materiais indesejáveis (resíduos de casca, pedra, torrões de terra e atíços) presentes nas amostras de carvão vegetal. Posteriormente foi realizado a homogeneização do carvão vegetal, e procederam-se as análises físico-químicas do material.

De cada embalagem foi obtida uma amostra de um quilograma para avaliar suas características físicas e energéticas, por meio da densidade relativa aparente do carvão vegetal, densidade energética, umidade base seca, teor de cinzas e poder calorífico superior, inferior e líquido. Para realização das três últimas as amostras foram trituradas e classificadas em peneiras, sendo utilizada a fração que passou pela peneira de 40 *mesh* e ficou retida na malha de 60 *mesh*. Todas as análises foram realizadas em duplicatas.

A determinação da densidade relativa aparente teve como base, o método da balança hidrostática, descrito por Vital (1984), determinado pela razão entre a massa e o volume do carvão vegetal. A determinação da massa absolutamente seca e umidade das amostras foram realizadas de acordo com a *Technical Association of the Pulp and Paper Industry-TAPPI-T 264 om - 88* (1996), dispostas em estufa à temperatura de 103 ± 2 °C, até atingirem massa

constante e pesadas em balanças de 0,01g de precisão. A avaliação do teor de cinzas ou minerais do carvão vegetal, foi efetuada segundo a *American Society for Testing and Materials* ASTM D-1102 (2013).

O poder calorífico superior foi determinado pelo emprego de um calorímetro adiabático localizado no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural - CSTR/UFCG. Foi seguido o pressuposto na Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 8633 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1983), e o poder calorífico inferior foi estimado mediante a Equação 1 (SILVA, 2016), uma vez que não foi possível a obtenção do valor do teor de hidrogênio do material,

$$PCI = PCS - 324 \quad (\text{Equação 1})$$

em que:

PCI: poder calorífico inferior (kcal kg^{-1}); PCS: poder calorífico superior (kcal kg^{-1}).

Para a determinação do poder calorífico líquido, este foi estimado com base na Equação 2 (SILVA, 2016).

$$PCL = [(PCI - (6 * U)) / (100 + U)] * 100 \quad (\text{Equação 2})$$

em que:

PCL: poder calorífico líquido (kcal kg^{-1}); PCI: poder calorífico inferior (kcal kg^{-1}); U: umidade (%).

A densidade energética foi obtida pela multiplicação da densidade relativa aparente do carvão vegetal (DRA) pelo seu poder calorífico superior (PCS), expressa em Gcal m^{-3} .

4.3 Análise dos dados

Os dados das características mercadológicas (massa das embalagens, massa líquida das embalagens e a massa de materiais indesejáveis) e dos parâmetros de qualidade do carvão vegetal foram avaliados por meio da estatística descritiva (média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características mercadológicas do carvão vegetal

Foi verificado que as embalagens utilizadas para armazenamento e comercialização do carvão vegetal nos estabelecimento anteriormente selecionados, são todas provenientes de polietileno.

Foram obtidos dois tipos de marcas (Tabela 1), e quanto ao peso das embalagens para comercialização do carvão vegetal foi verificado dois valores de 03 e 05 quilogramas, sendo que as com 05 kg foi obtida em três estabelecimentos: supermercado (S), frigorífico (F), e minibox (B), e as com 03 kg obtidas em dois estabelecimentos, frigorífico (F) e minibox (B). O preço do carvão vegetal variaram entre 11,00 e 28,33%, com maior variação para a marca R2.

Tabela 1 - Local de venda, marca, preço por quilograma, variação de preço e massa da embalagem das amostras de carvão vegetal.

Estabelecimento comercial	Marca	Preço (R\$ Kg ⁻¹)	Variação Preço (%)	Massa da embalagem (kg)
Supermercado	R1	1,78		5,00
Frigorífico 01	R1	2,00	11,00	5,00
Minibox 01	R1	2,00		5,00
Frigorífico 02	R2	1,67	28,33	3,00
Minibox 02	R2	2,33		3,00

Fonte: o autor

Alguns aspectos podem interferir nesta variação de preço, como o preço de aquisição do carvão vegetal pelo comércio, custo com transporte e oferta de matéria-prima e, conseqüentemente de carvão vegetal (DIAS JUNIOR, 2018).

Considera como embalagem todo o conjunto de alça e recipiente, o material da mesma deve ser de origem reciclável, preferencialmente de plástico, papel e papelão, com resistência ao manuseio.

Todas as embalagens não possuíam alças e acendedores, importantes para o transporte das mesmas e facilitar a ignição do carvão vegetal, respectivamente. Segundo Brand et al. (2015), este item poderá ser utilizado como indicativo na qualidade do produto ofertado para o consumidor, em virtude, da facilidade no processo inicial da combustão do carvão vegetal.

Estas informações foram obtidas exclusivamente nas descrições presentes nas embalagens comercializadas do carvão vegetal, disponibilizadas nos estabelecimentos avaliados. As informações que constavam nas embalagens de 05 kg (marca R1), destacavam-se, entre estas, a autorização da produção pelos órgãos ambientais fiscalizadores, o peso da embalagem, origem da matéria prima (nativa ou exótica), contato e endereço da empresa responsável pela produção do carvão vegetal com nome e razão social, endereço da empresa empacotadora e o Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ), número de registro no órgão ambiental competente, peso do conteúdo e essência do carvão vegetal (plantado ou nativo).

Já as informações nas embalagens com 03 kg (marca R2) exibiam o nome da marca, matéria-prima utilizada e o peso do material, não constando na embalagem a autorização da produção pelos órgãos ambientais fiscalizadores, e contato e endereço da empresa responsável pela produção (Tabela 2), informações essenciais para o conhecimento da procedência da matéria prima.

Tabela 2 - Descrição do estabelecimento comercial, marca, estado da produção, origem florestal e registro do órgão ambiental na embalagem.

Estabelecimento comercial	Marca	Estado da produção	Matéria-prima	Registro
Supermercado	R1	RN*	Algaroba	Sim
Frigorífico 01	R1	RN	Algaroba	Sim
Minibox 01	R1	RN	Algaroba	Sim
Frigorífico 02	R2	Não consta	Algaroba	Não
Minibox 02	R2	Não consta	Algaroba	Não

* RN: Rio Grande do Norte
Fonte: o autor

Uma das principais características desejáveis pelos consumidores na comercialização do carvão vegetal, destacadas por Dias Junior et al. (2015b), ao avaliarem a qualidade do carvão vegetal utilizado para cocção de alimentos, foi a qualidade da embalagem. Destacam-se as mesmas devem possuir alças e sistema de abertura que facilitam o transporte e a abertura, respectivamente, além da inexistências de orifícios que ocasionaram posteriormente o aumento da umidade no carvão vegetal. Entretanto, no presente estudo nenhuma marca avaliada possuía tais atributos de qualidade para comercialização do carvão vegetal.

Outra informação relevante está relacionada as marcas encontradas nos estabelecimentos comerciais. Nota-se que apenas os estabelecimentos comerciais denominados de frigoríficos e minibox comercializavam as marcas R1 e R2. No supermercado, apenas estavam expostos uma única marca. Isso provavelmente, foi resultante do período das visitas para coleta do material para análise, ocorrido no mês de outubro. Em meses que tradicionalmente sejam considerados de épocas de confraternizações, os estabelecimentos oferecem uma maior quantidade de marcas para a venda ao consumidor por haver uma maior demanda pelo carvão vegetal.

Observa-se, com base na Tabela 3, que os valores médios do peso descrito nas embalagens (VDE) foram de 05 kg e 03 kg, marca R1 e R2, respectivamente. Para os valores obtidos da massa líquida (ML) foram superiores aos valores do VDE, sendo o maior valor de 5,14 Kg encontrado no supermercado para a marca R1 e 3,47 kg encontrada no frigorífico para a marca R2.

Os valores para o massa das embalagens (ME) praticamente foram de 0,07 kg (marca R1) e 0,04 kg (marca R2). Em relação os valores da massa de materiais indesejáveis (MMI) foram os maiores valores com 0,66 kg e 0,25 kg para a (marca R1), sendo supermercado e frigorífico respectivamente, os maiores valores para a marca R2 são de 0,20 kg e 0,18 kg sendo encontrado em frigorífico e minibox. Estes valores discrepantes pode ser observado no coeficiente de variação (99,60%).

Quanto a quantidade de carvão vegetal presente nas embalagens (05 e 03 kg), observou que todas apresentaram uma massa de carvão superior ao

exposto na embalagem, provavelmente, em virtude da absorção de umidade no local de comercialização. Em alguns estabelecimentos foi constatado que as embalagens ficavam próximas em áreas com refrigeração, e a presença de orifícios nas mesmas, facilita a absorção de umidade pelo carvão vegetal.

Tabela 3. Valores médios do peso descrito nas embalagens (VDE), massa líquida (ML), massa das embalagens (ME) e massa de materiais indesejáveis (MMI) das amostras do carvão vegetal.

Estabelecimento comercial	Marca	Amostra	VDE (Kg)	ML (Kg)	ME (Kg)	MMI (Kg)
Supermercado	R1	01	5,00	5,05	0,08	0,66
		02	5,00	5,14	0,07	0,06
Frigorífico 01	R1	01	5,00	5,10	0,07	0,08
		02	5,00	5,05	0,07	0,25
Minibox 01	R1	01	5,00	5,08	0,07	0,08
		02	5,00	5,06	0,07	0,10
Frigorífico 02	R2	01	3,00	3,47	0,03	0,20
		02	3,00	3,06	0,04	0,06
Minibox 02	R2	01	3,00	3,13	0,04	0,18
		02	3,00	3,21	0,04	0,14
Média				4,33	0,06	0,18
Desvio padrão				0,97	0,018	0,18
CV (%)				22,32	31,27	99,60

em que: CV=coeficiente de variação

Fonte: o autor

5.2 Avaliação da qualidade do carvão vegetal

Observa-se, como descrito na Tabela 4, os maiores valores encontrados para a massa específica aparente (MEA) foram de $0,57 \text{ g cm}^{-3}$ para a marca R1 e $0,532 \text{ g cm}^{-3}$ para a marca R2 ambos disponível em minibox 01 2 minibox 02. Os valores obtidos para o teor de umidade (TU) foram de

3,31% encontrado em minibox 01 (marca R1) e 3,73% encontrado no frigorífico 02 (marca R2).

Quanto maior a densidade relativa do carvão vegetal, maior seu poder calorífico, fato observado para algumas marcas avaliadas. Provavelmente, resultante de mais energia armazenada por unidade de massa no carvão vegetal (ROSA et al., 2012).

Os valores médios de umidade do carvão vegetal encontrados foram inferiores a 5% de umidade, sendo considerados indicados para o consumo doméstico do carvão vegetal, atendendo as exigências sugeridas pelo Selo Premium (São Paulo, 2015), que define norma de padrões mínimos de qualidade para Carvão Vegetal, em que, a umidade tem que ser inferior à 5%.

Tabela 4. Valores médios da massa específica aparente (MEA), do teor de umidade (TU) e cinzas (CZ) das amostras de carvão vegetal avaliado.

EC	Marca	Amostra	MEA (g cm ⁻³)	TU (%)	CZ (%)
Supermercado	R1	01	0,517	2,19	3,75
		02	0,469	2,82	3,55
Frigorífico 01	R1	01	0,532	3,24	3,95
		02	0,484	0,20	5,50
Minibox 01	R1	01	0,483	3,31	4,30
		02	0,570	3,03	3,45
Frigorífico 02	R2	01	0,444	3,73	5,55
		02	0,495	2,50	3,80
Minibox 02	R2	01	0,532	2,82	5,00
		02	0,525	0,80	3,35
Média			0,505	2,46	4,22
Desvio padrão			0,04	1,13	0,84
CV (%)			7,31	45,81	19,81

em que: EC: estabelecimento comercial; CV=coeficiente de variação
Fonte: o autor

Este teor de umidade, tem uma relação inversamente a qualidade do carvão vegetal para o consumo doméstico, em virtude, de teores elevados afetarem a eficiência energética do material, por meio de uma necessidade de energia para eliminar a água do carvão e conseqüentemente, reduzir seu poder calorífico (BASSO, 2017).

Brand et al. (2015), ao avaliarem a qualidade do carvão vegetal para consumo doméstico comercializado, na região Serrana Sul de Santa Catarina, proveniente da madeira de acácia-negra (*Acacia mearnsii*) e espécies do gênero *Eucalyptus*, encontraram em média um valor de 7,35% de umidade, superior ao exposto no presente estudo. Altos teores de umidade afetam diretamente na qualidade do carvão vegetal, por ocasionar um maior volume de fumaça, que pode causar redução na qualidade do alimento utilizado na cocção, principalmente no seu sabor, além de aumentar o consumo de energia para remoção da água presente no carvão vegetal, prejudicando sua ignição e combustibilidade (OLIVEIRA et al., 2019).

Já para o teor de cinzas (CZ) os maiores valores foram 5,50% (marca R1) e 5,55% (marca R2) ambos disponível em frigorífico 01 e 02. Quanto maior o teor de cinzas no carvão vegetal, menor será sua qualidade, em virtude, da quantidade de impurezas acumuladas nos fornos, cinzeiros de churrasqueiras, e demais ambientes que utilizam carvão vegetal na cocção de alimentos. Além disso, as cinzas danificam os equipamentos com incrustações ou por meio da oxidação dos produtos de origem metálica, e, conseqüentemente, reduz sua vida útil e proporciona a redução do poder calorífico do carvão vegetal (COSTA et al., 2017).

De acordo com o selo São Paulo - Carvão Premium, promulgado pela resolução nº. 40 (SÃO PAULO, 2015), o teor de cinzas do carvão vegetal tem que ser inferior a 1,5%. Desta forma, nenhuma amostra avaliada no presente trabalho atendeu este critério de qualidade.

Com relação ao poder calorífico do carvão vegetal, observa-se na Tabela 5, que o maior valor para o poder calorífico superior foi de 8160,45 kcal kg⁻¹, encontrada no frigorífico 01 (marca R1). O menor valor (7092,09 kcal kg⁻¹) foi para essa mesma marca e, conseqüentemente, a mesma tendência para o poder calorífico inferior e o poder calorífico líquido. Isto pode estar relacionado

com a idade, condições edafoclimáticas e condições do processo de carbonização da matéria-prima de origem.

Fonsêca (2011) ao avaliar o carvão vegetal da madeira de *Prosopis juliflora*, constatou um poder calorífico superior médio de 5.650 kcal kg⁻¹, valor inferior aos encontrados no presente estudo, provavelmente resultante da origem distintas dos materiais avaliados.

Costa et al. (2017), ao avaliarem a qualidade do carvão vegetal proveniente de madeira de espécies nativas, para a cocção de alimentos comercializados em Cuiabá-MT, obteve resultados de PCS inferiores ao encontrados neste estudo, com médias menores que 8000 kcal kg⁻¹.

Tabela 5. Valores médios do poder calorífico superior (PCS), inferior (PCI), líquido (PCL) e densidade energética (DE) do carvão vegetal comercializado no município de Patos-PB.

EC	M	A	PCS (kcal kg ⁻¹)	PCI (kcal kg ⁻¹)	PCL (kcal kg ⁻¹)	DE (Gcal m ⁻³)
Supermercado	R1	01	7092,09	6768,09	6610,19	3,66
		02	7521,99	7197,99	6984,12	3,53
Frigorífico	R1	01	8160,45	7836,45	7571,69	4,34
		02	8033,02	7709,02	7626,75	3,89
Minibox	R1	01	7845,00	7521,00	7260,81	3,79
		02	7395,09	7071,09	6845,50	4,21
Frigorífico	R2	01	7543,67	7219,67	6938,49	3,35
		02	7986,02	7662,01	7460,50	3,95
Minibox	R2	01	7603,99	7279,99	7063,87	4,05
		02	7342,61	7018,61	6943,17	3,85
Média			7652,39	7328,39	7130,51	3,86
Desvio padrão			342,97	342,97	336,08	0,30
CV (%)			4,48	4,68	4,71	7,78

em que: EC: estabelecimento comercial; M = marca; A = amostra; CV=coeficiente de variação
Fonte: o autor

Rosa et al. (2012), ao analisar a qualidade do carvão vegetal para o uso doméstico, constataram valores entre 7400 e 7800 kcal kg⁻¹ para poder calorífico superior. Outros autores, como Brand et al. (2015) e França (2015), encontraram 7086 e 7968 kcal kg⁻¹, respectivamente. Estes valores são semelhantes aos encontrados em algumas amostras das marcas observadas, assim como os valores obtidos por Oliveira et al. (2015) ao examinar a qualidade do carvão vegetal provenientes de espécies exóticas e de reflorestamento comercializados no Paraná, onde a maior média obtida foi 7443,9 kcal.kg⁻¹.

Para o poder calorífico inferior, o maior valor constatado neste trabalho foi 7836,45 kcal kg⁻¹, e o menor valor encontrado foi 6768,09 kcal kg⁻¹. Nota-se que esses valores foram encontrados na mesma marca (R1). Estes valores são superiores quando comparados a Souza et al. (2012) e Silva et al. (2015), que encontraram médias de 4602 e 4379,1 kcal kg⁻¹, respectivamente.

Costa et al. (2017) alega que o poder calorífico líquido (PCL) retrata a quantidade efetiva de energia cedida pela massa do combustível, visto que reduz a energia necessária para a evaporação da água que está contida no material. O maior valor obtido neste trabalho para o PCL foi 7626,75 kcal kg⁻¹. Dias Junior et al. (2018), ao estudar o carvão vegetal oriundas de madeira de eucalipto e outras espécies provindas das regiões de Minas Gerais e Paraná, para cocção de alimentos em Piracicaba-SP, constatou valores superiores a 8000 kcal kg⁻¹ para PCL, superando os resultados deste trabalho. Já a maioria das médias encontradas por Costa et al. (2017) são inferiores quando comparadas aos valores observados nesse trabalho.

Quanto a densidade energética do carvão vegetal, os maiores resultados foram obtidos para a marca R1. Protásio et al. (2013) ao avaliarem clones da madeira de *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus grandis*, encontraram valores médios de 2,38 Gcal m⁻³.

CONCLUSÃO

Foi observado que a marca R1 apresentou uma menor variação no preço do carvão vegetal comercializado entre os estabelecimentos avaliados. Consta ainda na embalagem, autorização da produção pelos órgãos ambientais fiscalizadores. As embalagens foram de material plástico para ambos as marcas.

Um baixo teor de umidade do carvão vegetal, indica que o material avaliado possui uma eficiência energética adequada para uso doméstico, resultante da inexistência de tempo e energia para secagem do material até que seja utilizado pelo consumidor final, fato comprovado para valores inferiores a 5% em todas as amostradas da presente pesquisa.

Para o poder calorífico do carvão vegetal foi observado que o maior valor foi encontrada na marca R1 e observa-se uma elevada variação entre as marcas e dentro do próprio estabelecimento comercial, indicando uma grande heterogeneidade do material avaliado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-1102**: standard test method for ash in wood. Annual Book of ASTM Standard, West Conshohocken, 2013. 2p.

ANATER, M. J. N. **Qualidade do carvão vegetal para uso doméstico comercializado em Curitiba**. 2017. 74 f. (Mestrado em Bioenergia) - Universidade Federal do Paraná, Paraná.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8633**: carvão vegetal - determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro: 1983. 13p.

BASSO, S. **Análise do carvão vegetal para uso doméstico**. 42p. Trabalho de conclusão de curso. (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

BRAND, M. A. **Energia de biomassa florestal**. Editora Interciência, 2010. 114 p.

BRAND, M. A.; RODRIGUES, A. A.; OLIVEIRA, A.; MACHADO, M. S.; ZEN, L. N. Qualidade do carvão vegetal para o consumo doméstico comercializado na região serrana sul de Santa Catarina. **Revista Árvore**, v. 39, n. 6, p. 1165-1173, 2015.

BRITO, J. O. Reflexões sobre a qualidade do carvão vegetal para uso siderúrgico. Piracicaba: IPEF, 1993. 6p. (Circular Técnica, 181).

CARNEIRO, A. C. O.; CASTRO, A. F. N. M.; CASTRO R. V. O.; SANTOS, R. C.; FERREIRA, L. P.; DAMÁSIO R. A. P.; VITAL, B. R. Potencial energético da madeira de *Eucalyptus* sp. em função da idade e de diferentes materiais genéticos. **Revista Árvore**, v. 38, n.2, p. 375-381, 2014.

COELHO JUNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P.; SÁFADI, T.; CALEGARIO, N. Análise temporal do preço do carvão vegetal oriundo de floresta nativa e de floresta plantada. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 70. p. 39-48, 2006.

COSTA, A. C. P. R. **Classificação de carvão comercial para uso doméstico por espectroscopia no infravermelho próximo**. 2017. 61p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade de Lavras, Lavras.

COSTA, A. C. S.; OLIVEIRA, A. C., FREITAS, A. J., LEAL, C. S., PEREIRA, B. L. C. Qualidade do carvão vegetal para cocção de alimentos comercializado em Cuiabá – MT. **Nativa**, Sinop, v.5, n.6, p.456-461, 2017.

DIAS JUNIOR, A. F. **Carvão vegetal para cocção de alimentos: aspectos mercadológicos e de qualidade para o consumo**. 2018. 105 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

DIAS JÚNIOR, A. F.; BRITO, J. O.; ANDRADE, C. R. Granulometric influence on the combustion of charcoal for barbecue. **Revista Árvore**, v.39, n.6, p.1127-1133, 2015a.

DIAS JÚNIOR, A. F.; ANDRADE, C. R.; BRITO, J. O. Desdobramento da função qualidade (QFD) na avaliação da qualidade do carvão vegetal utilizado para cocção de alimentos. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.2, p.262-270, 2015b.

FONSÊCA, C. M. B. **Estudo comparativo do potencial energético do juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Martius) e da algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW.) DC.) na produção de carvão no semiárido paraibano**. 2011. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba.

FRANÇA, R. F. **Estrutura anatômica da madeira e do carvão de espécies da caatinga**. 2015. 100f. Dissertação (Mestrado) Engenharia Florestal - Universidade Federal do Paraná.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. 2017. **Anuário estatístico da IBÁ**, ano base 2016. 100p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Ano 2016. Disponível em: <http://https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2016/default_xls.shtm>. Acesso em: 02 maio de 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Balço Energético Nacional 2018: Ano base 2017**. Rio de Janeiro: EPE, 292p.

OLIVEIRA, A. F.; BAVARESCO, A., PESSUTI, A. A. C., MIYASHIRO, C. S., FRANK, J. Análise da qualidade do carvão para consumo doméstico de quatro municípios do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Curitiba, v.4, p. 102- 111, 2015.

OLIVEIRA, R. S.; SILVA, L. F. F.; ANDRADE, F.W.C.; TRUGILHO, P.F.; PROTÁSIO, T.P.; GOULART, S.L. Qualidade do carvão vegetal comercializado no Sudeste Paraense para cocção de alimentos. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, 2019.

PENNISE, D. M.; SMITH, K. R.; KITHINJI, J. P.; REZENDE, M. E.; TULIOJ ARDIM RAAD, T. J.; ZHANG, J.; FAN, C. Emissions of greenhouse gases and other airborne pollutants from charcoal making in Kenya and Brazil. **Journal of Geophysical Research**, v.106, n.20, p. 143-155, 2001.

PROTÁSIO, T. P.; COUTO, A. M.; TRUGILHO, P.F.; REIS, A. A. Seleção de clones de *Eucalyptus* para a produção de carvão vegetal e bioenergia por meio de técnicas univariadas e multivariadas. **Scientia Forestalis**, v.41, n.97, p. 015-028, 2013.

PROTÁSIO, T. P.; COUTO, A. M.; TRUGILHO, P.F.; GUIMARÃES JUNIOR, J. B.; LIMA JUNIOR, P. H.; SILVA, M. M.O. Avaliação tecnológica do carvão vegetal da madeira de clones jovens de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, v.43, n.108, p. 801-816, 2015.

ROSA, R. A.; ARANTES, M. D.C.; PAES, J. B.; ANDRADE, W. S. D. P.; MOULIN, J. C. Qualidade do carvão vegetal para o consumo doméstico. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.3, n.2, p.41-48, 2012.

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Resolução nº 10 SAA, de 11 de julho de 2003. **Diário Oficial do Poder Executivo**, São Paulo, SP (2003 jul.).

SÃO PAULO: Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Resolução nº 40 SAA, de 14 de dezembro de 2015. **Diário Oficial do Poder Executivo**, São Paulo, SP (2015 dez).

SILVA, D. A.; MÜLLER, B. V., KUIASKI, E. C., ELOY, E.; BEHLING, A., COLAÇO, C. M. Propriedades da madeira do *Eucalyptus benthamii* para produção de energia. **Pesquisa Floresta Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 84, p. 481-485, 2015.

SILVA, S. B. **Caracterização de pellets de diferentes biomassas para fins energéticos**. 2016. 46f. Mestrado (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro.

SOUZA, M. M.; SILVA, D. A., ROCHADELLI, R., SANTOS, R. C. Estimativa de poder calorífico e caracterização para uso energético de resíduos da colheita e do processamento de *Pinus Taeda*. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 42, n. 2, p. 325 - 334, 2012.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa: SIF; 1984 (Boletim Técnico, 1).