

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

IRISMAR FARIAS DE FIGUEIREDO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E ENERGÉTICAS DA
Poecilanthe grandiflora Benth.

**RECIFE-PE
2019**

IRISMAR FARIAS DE FIGUEIREDO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E ENERGÉTICAS DE
Poecilanthe grandiflora Benth.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Expedito Baracho Junior

RECIFE-PE
2019

IRISMAR FARIAS DE FIGUEIREDO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E ENERGÉTICAS DE
Poecilanthe grandiflora Benth.

Aprovado em: 21/01/2019

BANCA EXAMINADORA

Dr. Rafael Leite Braz
(Universidade Federal de Pernambuco)

Dr. Marcelo Nogueira
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Dr. Expedito Baracho Júnior
(Orientador - Universidade Federal Rural de Pernambuco)

RECIFE-PE
2019

Dedico este trabalho

Ao Curso de Engenharia Florestal da
UFRPE, às pessoas com quem
convivi nestes espaços, longo
desses anos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, por ter me proporcionado um ambiente de conhecimento e de vivência.

A Deus, por ter me concedido força, saúde e disposição para vencer na vida pessoal e profissional.

Ao meu orientador e amigo Prof. Expedito Baracho Jr, que não mediu esforços para que este trabalho se realizasse da melhor forma possível, atuando com bastante comprometimento e responsabilidade.

A minha mãe, Maria Auxiliadora de Figueiredo, que esteve sempre intercedendo por mim e que sempre me estimulou na vida.

Ao meu pai, Felizardo Trindade de Figueiredo (*in memoriam*).

Aos professores do Departamento de Ciência Florestal pelos conhecimentos fornecidos, tão importantes na minha vida acadêmica.

Aos meus amigos de turma que cruzaram meu caminho e sempre acreditaram em mim.

õA vida é fruto da decisão de cada momento. Talvez seja por isso, que a ideia de plantio seja tão reveladora sobre a arte de viver.

Viver é plantar. É atitude de constante sementeira, de deixar cair na terra de nossa existência as mais diversas formas de sementes.

(Padre Fabio de Melo, Hoje é tempo de ser feliz)

RESUMO

O conhecimento das propriedades físicas e mecânicas da madeira permite que se aumente o estudo em relação ao seu potencial e utilização, então objetivou-se neste trabalho determinar algumas propriedades físicas e químicas da madeira de *Poecilanthe grandiflora* Benth, Sítio João Bento de Batalha ó Paraíba, proveniente do município Salgadinho. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Tecnologia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, e no Laboratório de Produtos Florestais, do Ministério do Meio Ambiente-MMA, com o intuito de avaliar os resultados obtidos. Foram seccionados discos ao longo do tronco para confecção dos cavacos, apresentando dimensões 50 x 20 x 2,5 mm. O processo de Carbonização foi realizado em um forno adaptado do tipo mufla digital, no tempo total de 3 horas e 30 minutos, atingindo uma temperatura máxima de 450° C, tendo como taxa de aquecimento 1,4°C por minuto. A norma utilizada para análise imediata foi a NBR 8112. Para a madeira de *Poecilanthe grandiflora* Benth foram encontrados através da análise imediata do Carvão, os teores de cinzas e de materiais voláteis, correspondentes a 2,10% e 46,20%, respectivamente. Para as propriedades físicas, foram obtidos 12,80% de umidade e 0,80g/cm³ de densidade básica. Já no Laboratório do Ministério de Meio Ambiente, foram encontrados Teores de cinzas e de Extrativos 1,79% e 14,94%, respectivamente. Para densidade básica e aparente, obtiveram-se de 0,84 g/cm³ e 0,99g/cm³. Pode-se concluir que a madeira apresentou rendimento para geração de energia, comotambém apresentou características tecnológicas, sendo classificada como madeira de alta densidade (classe).

Palavras Chave: Carbonização, Teores, Rendimento.

ABSTRACTS

The objective of this work was to determine some physical and chemical properties of the wood of *Poecilanthe grandiflora* Benth, from Salgadozinho municipality, João Bento Site of Batalha - Paraíba. The tests were carried out at the Forest Technology Laboratory of the Federal Rural University of Pernambuco - UFRPE, and at the Forest Products Laboratory of the Ministry of the Environment - MMA, in order to evaluate the results obtained. Disks were sectioned along the trunk to make the chips, presenting dimensions 50 x 20 x 2.5 mm. The carbonization process was carried out in a furnace adapted of the digital muffle type, in the total time of 3 hours and 30 minutes, reaching a maximum temperature of 450 ° C, having a heating rate of 1.4 ° C per minute. The standard used for immediate analysis was NBR 8112. For the wood of *Poecilanthe grandiflora* Benth, the ash and volatile materials, corresponding to 2.10% and 46.20%, respectively, were found through the immediate analysis of Coal. For the physical properties, 12.80% of moisture and 0.80 g / cm³ of basic density were obtained. In the Laboratory of the Ministry of the Environment, Ash and Extractive Content were found 1.79% and 14.94%, respectively. For basic and apparent density, 0.84 g / cm³ and 0.99 g / cm³ were obtained. It can be concluded that the wood presented good yield for energy generation, but also presented good technological characteristics, being classified as high density wood (class).

Key words: Carbonization, Feeds, Yield.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Extensão do Bioma Caatinga ao longo do Brasil.....	15
Figura 2	Espécie estudada, localizada no Sítio São Bento Batalha	17
Figura 3	Representação dos componentes químico da madeira.....	21
Figura 4	Localização do Município de Salgadinho -Paraíba.....,,	23
Figura 5	Amostras em estufa a $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ para determinação de umidade.....	25
Figura 6	.Imersão dos corpos de Prova em água para pesagem. B. Medição do corpo de prova com paquímetro.....	27
Figura 7	Forno do tipo mufla modelo 0910 da marca MAGNUS utilizado no processo de carbonização	27
Figura 8	Balança de precisão de 0,1 mg.....	28
Figura 9	Processo de carbonização em mufla.....	28
Figura 10	Metodologia aplicada para extração do Teor de Cinzas.....	29
Figura 11	Peneiramento do carvão vegetal.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores médios da caracterização física e química da <i>Poecilanthe grandiflora</i> Benth.....	31
Tabela 2	Densidade básica e aparente (g/cm ³) da madeira estudada.....	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	14
2.1 GERAL.....	14
2.2 ESPECÍFICOS.....	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 BIOMA CAATINGA.....	15
3.2 CARACTERIZAÇÃO DENDROLÓGICA DE <i>Poecilanthe grandiflora</i> Benth.....	16
3.3 PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA.....	17
3.3.1 Teor de Umidade	18
3.3.2 Densidade	19
3.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA.....	20
3.5 CARBONIZAÇÃO E ANÁLISE IMEDIATA DO CARVÃO VEGETAL.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 ÁREA DE COLETA.....	23
4.2 MATERIAL DE ESTUDO.....	24
4.3 METODOLOGIA EMPREGADA NO LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA FLORESTAL: UFRPE.....	24
4.3.1 PREPARO DAS AMOSTRAS.....	24
4.3.2 TEOR DE UMIDADE.....	25
4.3.3 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA.....	26
4.3.4 PROCEDIMENTO DE CARBONIZAÇÃO.....	27
4.3.5 ANÁLISE IMEDIATA DO CARVÃO VEGETAL.....	28
4.3.6 TEOR DE CINZAS.....	29
4.3.7 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE EXTRATIVOS.....	30
4.3.8 DETERMINAÇÃO DE MATERIAIS VOLÁTEIS.....	30
4.4. LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS, DO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE 6DISTRITO FEDERAL.....	31
4.4.1 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE EXTRATIVOS.....	31
4.4.2 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CINZAS.....	32
4.4.3 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA E APARENTE.....	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DA MADEIRA DE <i>Poecilanth egrandiflora</i> Benth.....	33
5.2 DENSIDADE BÁSICA E APARENTE.....	35

6. CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

A caatinga representa a região fitogeográfica de maior extensão e mais distinta, abrangendo cerca de 11% do território brasileiro. Além disso, esse bioma é responsável por colaborar com a economia da Região Nordeste, utilizando, principalmente, duas vertentes: produção de produtos não-madeireiros e fornecimento de energia (FORZZA et al., 2012).

A degradação ambiental, através do uso intenso dos recursos naturais, é bastante evidente no Brasil. Os problemas gerados possibilitam grandes efeitos que vão, desde a realidade local até a nível global, trazendo consigo consequências avassaladora para o meio ambiente. Nesse contexto está inserida a Caatinga, por ser um bioma muito ameaçado, sobretudo, devido ao desmatamento e queimadas ilegais, extração de madeira sem planejamento ó para uso energético, etambém, atividades agropastoris, sem o mínimo de organização (OGBORU; ANGA, 2015).

Por isso, é importante compreender, através de pesquisas, as espécies da Caatinga em relação à sua dinâmica e estrutura. Uma forma de entender isso é estudar as propriedades físicas e químicas da madeira para conhecer o arranjo dos elementos ali inseridos para formação do lenho afim de determinar sua origem, filogenia e conteúdo. Para Cunha (2012) é fundamental obter o conhecimento em relação às características da madeira, principalmente, para interpretar seu potencial e uso.

Para compreender melhor o processo de carbonização, é importante conhecer o comportamento dos três principais componentes da madeira que são: (a) Celulose (b), Hemiceluloses, (c) Lignina (OLIVEIRA et al., (1982).

A *Poecilanthe grandiflora* Benth. é uma espécie lenhosa de porte florestal, nativa, encontrada principalmente na Paraíba, Rio de Janeiro e São Paulo. Pertence à família das Fabaceae, porém não há na literatura informações a respeito das características da madeira, considerando suas propriedades (física, química e mecânica), como também, sua aptidão e uso.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

A proposta desse estudo foi determinar algumas propriedades físicas e químicas da madeira de *Poecilanthe grandiflora* Benth, provenientes do município Salgadinho, Sítio João Bento de Batalha ó Paraíba.

2.2 ESPECÍFICOS

- Comparar a metodologia empregada tanto no Laboratório de Tecnologia Florestal da UFRPE quanto no Laboratório dos Produtos Florestais do Ministério de Meio Ambiente.
- Quantificar para a madeira estudada os valores de Extrativos; Compostos minerais (cinzas); Voláteis; Densidade Básica e Aparente; Teor de Umidade.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 BIOMA CAATINGA

A Caatinga acomoda um grande patrimônio biológico que se dispõe de maneira que o sistema biológico sirva estabelecendo uma infinidade de serviços à atividade humana. Além disso, apresenta atributos peculiares possibilitando, assim, uma melhor interação com o ecossistema (COQUEIRO, 2012).

De acordo com Drummond et al. (2012), o nome Caatinga tem origem do Tupi, sendo segregada pelas palavras caa(mata) etinga (branca), isto é, mata branca. É o único bioma exclusivamente brasileiro, não podendo ser encontrado em nenhum outro lugar. Pela característica da paisagem esbranquiçada, esse nome decorre do fato que durante a estação seca, a maioria das plantas perde folhas e os fustes apresentam esbranquiçados e secos.

Por ser um bioma exclusivamente brasileiro (Figura 1), o principal da Região Nordeste, ocupando aproximadamente 11% do país, com 845.000 km², abriga 28 milhões de habitantes. Compreende os estados do Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco, Sergipe, Bahia, Alagoas, como também, a porção norte de Minas Gerais (MMA, 2016).

Figura 1. Extensão do Bioma Caatinga ao longo do Brasil



Fonte: IBGE (2004)

Vários pesquisadores consideram a Caatinga como a vegetação mais heterogênea do país, por apresentar diversas variáveis em sua estrutura, principalmente em relação à densidade do povoamento e à altura das árvores, possuindo,

predominantemente, as seguintes formas: arbórea-arbustiva aberta, arbórea-arbustiva fechada e arbórea fechada. Apresentam-se com características de árvores e arbustos bastante encontrados na presença de espinhos, além de suculentos, o que ajuda na adaptação em época de secas. A localização da região que compreende a Caatinga está delimitada na linha do Equador e no Trópico de Capricórnio; com isso, a luminosidade dos raios é muito grande, fazendo com que a seca se instale ao longo do ano, abrangendo uma temperatura entre 25° C e 30° C (SAMPAIO, 2003).

A fauna e flora dessa região se caracterizam, principalmente, por sua diversidade e endemismo. É revelada a ocorrência de 45 espécies de serpentes, 4 de quelônios, 44 de anfíbios anuros e 40 de lagartos. Já na vegetação, chama atenção a composição e fisionomia das espécies, sendo basicamente 5.400 espécies de fanerógamos; destes, cerca de 65% são endêmicas (LOIOLA et al., 2012).

No entanto, apresenta uma grande alteração provocada, principalmente, pelo desmatamento, o que o leva a ser o terceiro bioma mais degradado do nosso país, perdendo para floresta Amazônica e Cerrado (MYERS et al, 2000). As áreas de degradação são de intensidade severa, onde se estima mais de 20 milhões nesse processo, tendo como causa aquelas originadas pelo homem e suas principais ações são: as explorações dos recursos de forma inadequada que deriva do superpastejo da Caatinga, sistemas de cultivo espoliativos e extrativismo predatório (HOLANDA JÚNIOR, 2006).

As espécies da Caatinga são utilizadas, principalmente, na construção, medicamentos e combustível. Existe também uma parte mínima que é destinada para pastagem nativa. Uma das mais promissoras atividades é a utilização da lenha para energia, principalmente, para ser fonte para as indústrias, comércios e casas; bem como o carvão vegetal, gerando 9.000 empregos diretos e indiretos (PAREYN, 2010).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DENDROLÓGICA DE *Poecilanthe grandiflora* Benth.

De acordo com Meirelles (2015), a espécie caracteriza como planta arbórea com CA 5 m de altura, possui caule cilíndrico, cinza, inerte, difuso, copa fechada, ramo cilíndrico, inerte, glabro. Estípula 2, caduca. Filotaxia alterna, espiralada. Folha imparipinadas, 5-7 folíolos, alternos, ovados, oblongos, ápice brevemente cuspidado, margem inteira, base hemicordiforme, faces adaxial e abaxial glabras, adaxialmente

brilhosa, discolores, coriácea, raque menor que o pecíolo. Inflorescência terminal, panícula, congesta; bráctea lanceolada, caduca; flor subséssil, grande, monoica; cálice campanulado, meio giboso, tomentuloso, rufo, lacínios 5, 2 unidos até 1/9, demais lanceolados; corola papilionácea, pétala 5, unguiculada, lilás esbranquiçada; estandarte orbicular, ápice retuso, reflexo; alas livres, obovadas, quilha adnata, falcada, androceu monadelfo, estames 10; gineceu 1, ovário súpero, oligovulado. Fruto legume típico, brevemente estipitado, oligosseminado, valva lignosa. Semente orbicular, testa lisa, castanha, hilo subcentral.

Suas principais utilizações são para construção, carvão e resina, como também existem alguns nomes populares da espécie (Figura 2), tais como chorão e faveira.

Figura 2. Espécie estudada, localizada no Sítio São Bento Batalha



Fonte: Autor, 2019

3.3 PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA

O conhecimento das propriedades físicas e mecânicas da madeira permite que se aumente o estudo em relação ao seu potencial e utilização, isso se evidencia pelas características particulares e por ser um material de origem biológica, heterogêneo e sua complexidade. Por isso, há diferenças, tanto nas propriedades entre espécies, como também, entre indivíduos de mesma espécie e até mesmo entre diferentes regiões de um único indivíduo, outra importância do entendimento de suas propriedades é o fato de

influenciar significativamente no desempenho e resistência, para fins estruturais (BURGER; RICHTER, 1991).

As características físicas englobam as condicionantes gerais (características sensoriais), tais como cheiro, cor, odor, textura, etc. Ademais, Teor de Umidade, densidade, propriedades térmicas e acústicas, estabilidade dimensional e condutividade elétrica.

As propriedades são influenciadas, principalmente, pela densidade básica, largura e espessura dos anéis de crescimento, porcentagem de madeira juvenil, teor de extrativos e de umidade, inclinação da grã, como também, do ataque de insetos (EVANS et al., 2000).

3.3.1 Teor de Umidade

A umidade é uma característica que influencia principalmente a trabalhabilidade, e sua aplicação para os mais diversos fins, em especial, no processo de carbonização. Por isso, é de suma importância a realização do controle da umidade porque, para alcançar um material com características desejáveis, é necessário entender a concentração de água na madeira (BATISTA et al., 2011).

Desde o final dos anos 90, conceitua-se o ponto de saturação das fibras (PSF) como o teor de umidade correspondente ao máximo de água impregnada e o mínimo de água livre (CALIL, 1999).

A nova versão da norma brasileira, NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeira, da ABNT (1997), baseada no método probabilista dos estados limites, a exemplo da maioria das normas internacionais, adota a umidade de referência de 12%. Uma espécie, ou peça, é dita mais resistente que outra, a uma determinada solicitação, se sua resistência, ao teor de umidade de referência de 12%, for superior.

A norma NBR 14929 traz como objetivo as informações em relação à distribuição da umidade da madeira, sendo intitulado como método tradicional, por ser realizado através da diferença de amostras antes e depois da secagem em estufas com temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até peso constante. Uma desvantagem desse processo é a demora do procedimento e as dificuldades de operação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMASTÉCNICAS, 2003). Também existe o método que é realizado por

medidores elétricos, que indicam a resposta de forma imediata, porém a exatidão é contestada por muitos autores (CALONEGO et al., 2006).

3.3.2 Densidade

De acordo com Bowyer et al (2007), densidade básica é a razão entre a massa seca e o volume verde de uma unidade amostral. Vale salientar que massa e volume, em relação às propriedades físicas da madeira, são parâmetros mais simples de serem interpretados, revelando, assim, uma importante característica ao longo de vida das espécies arbóreas (WIEMANN, 2011).

As propriedades da madeira variam conforme o crescimento da árvore, com uma observação que a porção da madeira correspondente aos primeiros anéis formados indica uma menor massa específica e fibras mais curtas. Verificaram que há aumento da massa específica, bem como, da espessura da parede celular em anéis sucessivos, a partir do centro para a periferia do tronco da árvore, no sentido medula/casca. Também foi observado que a densidade aumenta conforme a idade, isso é explicado pelo aumento da espessura da parede celular e diminuição da largura das células (LATORRACA et al., 2000).

A densidade básica da madeira é determinada através da relação (razão) entre a massa seca e o volume saturado; Para cálculo, admite-se que a densidade real é constante, $1,53 \text{ g cm}^{-3}$ (FOELKEL et al., 1971).

A NBR 7190/97 aborda duas definições a serem utilizadas em qualquer projeto de estrutura de madeira: a densidade básica e a densidade aparente. A densidade básica da madeira é um parâmetro bastante utilizado devido principalmente sua facilidade de determinação, sendo avaliado através dos setores do contingente florestal (MAURI et al., 2015).

Já a densidade aparente é estabelecida através de uma unidade padrão de referência de 12%. É admissível estimar a resistência e rigidez da madeira utilizando como base a densidade aparente (DIAS, 2000).

É uma propriedade essencial para caracterizar as madeiras para os mais diversos fins porque é de fácil determinação, baixo custo e se correlaciona com as características físicas e mecânicas da madeira (GARCIA, 2015).

3.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

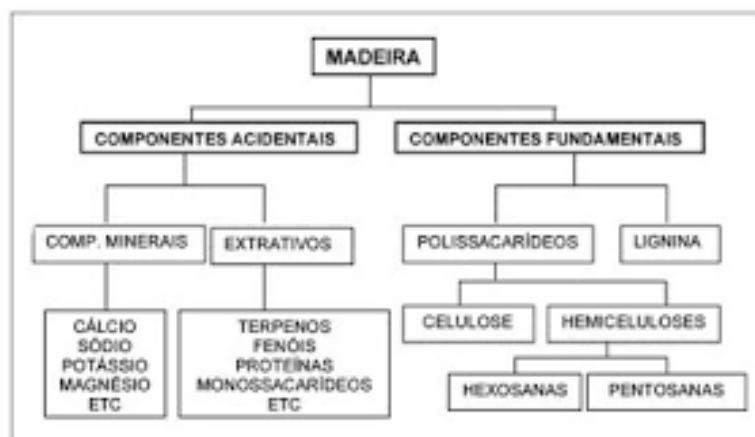
O estudo da composição química da madeira é importante por estabelecer determinados parâmetros que contribuem para o processo de produção, entendendo assim o rendimento volumétrico e a formação dos produtos florestais madeireiros e não madeireiros.

Em relação à sua composição, os principais elementos são: Hidrogênio, Nitrogênio (em pequenas quantidades) e o Carbono. Em matéria de classificação existem dois grupos: substância de baixo peso molecular e as macromoleculares. Tem como maior destaque as macromoleculares, a partir de onde se subdivide em: componentes fundamentais da madeira e os componentes acidentais (KLOCK et al., 2013).

Os componentes fundamentais (figura 3) são aqueles que possuem um grau elevado de peso molecular, celulose, hemicelulose e lignina; são os encarregados pela morfologia e pela estruturação da madeira. A celulose é a porção com maior abundância, em torno de 40%, integra a parede celular e possui atuação em consórcio com as hemiceluloses. Já a lignina, desempenha a função de transporte e condução de água, nutrientes e metabólicos, conferindo resistência mecânica; outro importante papel é o fato de proteger o tecido contra patógenos (KLOCK et al., 2013).

Formando o outro grupo, estão os componentes acidentais. São substâncias de baixo peso molecular, extrativos (natureza orgânica) e cinzas (substâncias inorgânicas). A maior parte dos componentes acidentais é solúvel em solventes orgânicos ou água; esses são denominados extrativos. A classe de extrativos da madeira é rica em substâncias orgânicas de baixa massa molecular pertencente a vários grupos funcionais, como os terpenos, terpenóides, flavanóides, quinonas, ligninas, taninos, estilbenos, fenóis simples, óleos, gorduras e ceras (PRATES et al., 2009).

Figura 3: Componentes químicos da madeira



Fonte: Dicaf (2011)

Para produção de papel e celulose, o teor de extrativos é considerado um indicador importante. Isso deve ao fato que alguns compostos derivam da formação dos extrativos, tais como os ácidos graxos, ácidos resínicos, esteróis, esteróis esterificados e gliceróis, onde a presença destes confere um problema. Vale salientar que as características sensoriais como cheiro e sabor e propriedades abrasivas estão relacionadas aos extrativos (GHOFRANI et al., 2016).

As cinzas podem ser compreendidas como resíduos minerais oriundos do lenho e da casca. Os principais componentes são: Cálcio, Magnésio, Fosforo e Silício e Carbono fixo. A quantidade desses elementos varia conforme a espécie, a exigência nutricional, disponibilidade com que fica retido no solo e a época do ano (KLOCK, 2005).

3.5 CARBONIZAÇÃO E ANÁLISE IMEDIATA DO CARVÃO VEGETAL

A carbonização da madeira é um processo conhecido há pelo menos 10.000 anos, evoluindo muito pouco durante todo este tempo, sendo assim a produção do carvão vegetal no Brasil responde por cerca de 1/3 da produção mundial, aqui utilizada em sua quase totalidade para a siderurgia, mas produzida ainda, em sua grande maioria, como há um século, sem as preocupações básicas com a preservação do meio ambiente e com as condições de trabalho inadequadas (PINHEIRO et al., 2006).

O carvão vegetal é feito através da queima da madeira ou pirólise, por material orgânico ocorrido em um ambiente onde a temperatura e a entrada de ar são controladas, para ser maior a retirada dos compostos voláteis. (BARROSO, 2007).

Uma forma de garantir a qualidade dos dados de carvões analisados é realizar testes com um padrão de referência com valor certificado. Entretanto, os padrões mais utilizados no Brasil, possuem baixos teores de cinzas, por esse motivo não são considerados ideais para comparação (INÁCIO et al., 2010).

Com isso, Soares (2011) define a carbonização como uma transformação térmica da madeira que possui oxigênio no início do processo e visa à produção de carvão vegetal, enquanto a pirólise é o processo térmico ao qual o material é submetido a altas temperaturas em atmosfera isenta de oxigênio.

A teoria de carbonização é evidenciada com o aumento de temperatura. Até 200 °C sairá da retorta quase que exclusivamente vapor d'água. É o período de secagem da água de embebição. No intervalo entre 270 e 300° C, dá-se a reação química de carbonização, que é exotérmica e se caracteriza por forte desprendimento de gases, na maior parte de ácido acético, álcool metílico e frações leves de alcatrão, bem como gases combustíveis. Nesta fase exotérmica há a liberação de cerca de 210 calorias por quilo de madeira. No intervalo de 300 e 600 ° C, à medida que a temperatura for subindo, diminuirão os grandes volumes de gases que serão agora compostos na sua maior parte de frações médias e pesadas de alcatrão.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos, portanto foi seguido essa sequência cronológica:

- Produção da Revisão de Literatura da Tecnologia e estrutura da madeira em geral, levando-se em conta os aspectos das propriedades físicas e químicas.
- Confeção e preparação dos corpos de prova da madeira de *Poecilanthe grandiflora* Benth.
- Realização dos ensaios físicos e análises químicas;
- Análise e Discussão dos Resultados obtidos;
- Escrita do Trabalho de Conclusão de Curso;

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE COLETA

As madeiras de *Poecilanthe grandiflora* Benth. foram provenientes de uma área de bioma da Caatinga situada no município de Salgadinho (Figura 4), Sítio João Bento de Batalha - Paraíba. Com coordenadas geográficas de Longitude: 7° 48' 0" Sul, 36° 34' 60" Oeste e altitude de 500m, distando 280 km da capital da Paraíba.

O clima da região é tropical com estação seca (Classificação climática de Köppen-Geiger: As) com temperaturas médias de 25°C, apresentando aproximadamente uma precipitação média anual de 600 mm (IBGE, 2015).

Figura 4. Localização do Município de Salgadinho -Paraíba



Fonte: Souza (2017)

4.2 MATERIAL DE ESTUDO

Depois do preparo do material de coleta, foram confeccionados 3 corpos de prova para cada ensaio, provenientes de três indivíduos diferentes. As propriedades determinadas foram em conformidade com a NBR 7190 (1997): projeto de estrutura de madeira.

Foram descritas as seguintes propriedades, realizadas no laboratório de Tecnologia Florestal da UFRPE- Sede:

- Teor de Extrativos da Madeira;
- Teor de Cinzas;
- Densidade Básica;
- Voláteis;
- Teor de Umidade;

Como forma de comparar os resultados obtidos, também foram realizados, no Laboratório de Produtos Florestais, do Ministério do Meio Ambiente ó Distrito Federal, utilizando as Normas TAPPI 204, TAPPI 211, CONPAT 461 e ASTM D-143:

- Teor de Extrativos da Madeira;
- Teor de Cinzas;
- Materiais Voláteis;
- Densidade Básica;
- Densidade Aparente;

4.3 METODOLOGIA EMPREGADA NO LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA FLORESTAL: UFRPE

4.3.1 PREPARO DAS AMOSTRAS

Foram seccionados os discos na altura de 1,30 m do solo para obtenção de cavacos, com dimensões de 50 x 20 x 2,5 mm, sendo os mesmos homogeneizados, em seguida foram levados para o Laboratório de Tecnologia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, a fim de serem destinados a carbonização.

4.3.2 TEOR DE UMIDADE

Foram utilizadas três amostras da espécie de *Poecilanthe grandiflora* Benth. Com o auxílio da balança de precisão essas amostras foram pesadas e também medidas com o paquímetro, sendo secas em estufa a $105^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ (Figura 4) até atingir uma massa constante (A massa foi considerada constante quando a diferença entre duas pesagens consecutivas, com diferença de 24 horas, foi inferior a 1%), a qual serviria para base de Cálculo. A equação 1 calcula o teor de umidade, levando em consideração a massa inicial e final da amostra:

$$TU(\%) = \frac{m_u - m_s}{m_s} * 100 \quad (1)$$

Em que:

TU(%): Teor de Umidade em Porcentagem;

m_u : Massa úmida da Amostra (g);

m_s : Massa seca da Amostra (g);

Figura 5. Amostras em estufa a $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ para determinação de umidade.



Fonte: Autor, 2018

4.3.3 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

Foram confeccionados corpos de provas com dimensões de 2,0 x 5,0 x 10,0 cm orientados nos sentidos radial, tangencial e longitudinal com o intuito de estabelecer a massa e o volume da madeira.

Pelo método estereométrico, que consiste na obtenção das três medidas (Comprimento, largura e altura) do corpo de provas, no qual foram medidas as faces, com paquímetro digital de precisão 0,01 mm, com o intuito de obter o volume da amostra. Em seguida, o corpo de prova foi submerso em água, até atingir o peso constante (Figura 6), sendo colhidas novamente suas medidas para efeito de cálculo.

Para volume, a fórmula abaixo foi descrita:

$$V = b * h * l \quad (2)$$

Em que:

V = volume (cm³);

b = largura da amostra (cm);

h = espessura da amostra (cm);

l = comprimento longitudinal da amostra (cm).

Por fim, para obtenção da massa, o material foi colocado em estufa, na temperatura de 103 ± 2°C e quando atingiu o peso constante foi pesado na balança de precisão de 0,1 mg. A equação da densidade é a seguinte:

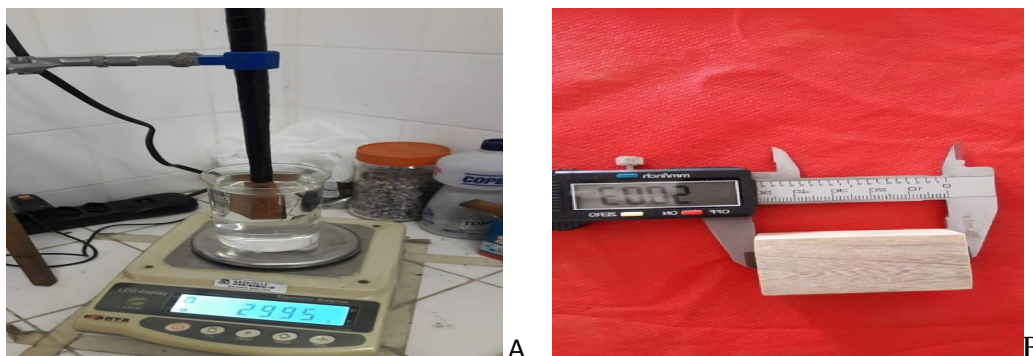
$$\rho_b = \frac{M_s}{V_s} \quad (3)$$

ρ_b = Densidade básica (g/cm³)

M_s = Massa seca (g);

V_s = volume saturado do corpo de prova (cm³);

Figura 6. A. Imersão dos corpos de Prova em água para pesagem. B. Medição do corpo de prova com paquímetro



Fonte: Autor 2018

4.3.4 PROCEDIMENTO DE CARBONIZAÇÃO

Todo o processo de Carbonização foi realizado em um forno do tipo mufla digital adaptado (figura 7), modelo 0910 da marca MAGNUS; esse tipo de mufla atinge uma temperatura máxima de 1200°C.

Foram pesados 100g da amostra reduzidos a cavacos, em uma balança com precisão de 0,1 mg (figura 8). O tempo necessário para esse procedimento foi de 3 horas e 30 minutos, tendo como taxa de aquecimento 1,4°C por minuto, com temperatura mínima de 150°C e máxima de 450 °C. Após essa etapa, a amostra permaneceu estabilizada por um período de 60 minutos. A partir daí foram colocadas as amostras dentro de uma caixa de aço inoxidável com 13 cm x 5 cm x 8 cm.

Figura 7: Forno do tipo mufla modelo 0910 da marca MAGNUS utilizado no processo de carbonização.



Fonte: Autor 2018

Figura 8: Balança de precisão de 0,1 mg



Fonte: Autor 2018

4.3.5 ANÁLISE IMEDIATA DO CARVÃO VEGETAL

Para determinar o teor de Umidade, Cinzas e voláteis, a fim de ser caracterizada seu potencial energético da espécie estudada. Nesse sentido, uma amostra de carvão vegetal (Figura 9) foi macerada em almofariz, peneirada e classificada na peneira de 60 e 100 mesh.

Figura 9. Processo de carbonização em mufla.



Fonte: Autor 2018

4.3.6 TEOR DE CINZAS

Para determinação do teor de Cinzas contido na amostra foram realizados os procedimentos genéricos que é a realização do peneiramento, como também, a maceração nas peneiras de 60 e 100 mesh. A partir daí pesou-se em torno de 1,0 g. de carvão que ficou contido na peneira de 100 mesh, posteriormente a isso colocado no cadinho, de onde sairia para a mufla preliminarmente aquecida na temperatura de 700°C (Figura 10), tendo como período de tempo necessário para este procedimento de 2 horas. Em seguida, foi transferido para um dessecador, onde permaneceu por durante 1 hora para posterior pesagem. O teor de Cinzas foi calculado através da equação a seguir:

$$TCZ = \frac{m_1 - m_0}{m}$$

Sendo:

TCZ = Teor de Cinzas

m_0 = massa do cadinho, em g.

m_1 = massa do cadinho + resíduo, em g

m = massa da amostra, em g.

Figura 10. Metodologia aplicada para extração do Teor de Cinzas.



Fonte: Autor 2018

4.3.7 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE EXTRATIVOS

A amostra da madeira para realização desse ensaio foi moída em moinho do tipo Wiley; e para identificar o quantitativo de extrativos desta madeira foram realizadas sob a ação de solvente hexano. Pesou-se em torno de 2,0 g. utilizando, a balança de precisão de 0,1 mg passando pelo extrator de soxhlet durante aproximadamente duas horas.

Por fim, os extrativos foram colocados no balão volumétrico para haver a pesagem e assim colocar na equação abaixo:

$$\text{TE}(\%) = \frac{\text{Pf}}{\text{Pi}} * 100$$

Em que:

TE (%) = Teor de extrativos (%);

Pf = Peso final da amostra (g)

Pi = Peso inicial da amostra (g)

4.3.8 DETERMINAÇÃO DE MATERIAIS VOLÁTEIS

Seguindo a norma NBR 8112, as amostras carbonizadas foram maceradas (Figura 9) com peneira de 60 e 100 mesh (figura 11), foi pesado 1,0 g. da amostra; a partir disso foi colocado nos cadinhos o material e previamente levado à mufla aquecida a 900°C ($\pm 10^\circ\text{C}$). O tempo obedecido para esse procedimento era de 3 minutos na porta da mufla e 7 minutos no interior com o compartimento fechado. Depois dessa sequência, o cadinho foi retirado, colocado no dessecador para resfriamento (cerca de 60 minutos) e em seguida pesado. A equação abaixo sintetiza a parte dos cálculos.

$$\text{MV}(\%) = \frac{m_2 - m_3}{m} * 100$$

Em que:

MV(%): Teor de materiais voláteis;

m: massa da amostra do carvão;

m₂: massa inicial do cadinho + amostra;

m₃: massa final do cadinho + amostra;

Figura 11. Peneiramento do carvão vegetal



Fonte: Autor 2018

Com o objetivo de comparar os resultados obtidos, o material de coleta também foi enviado para o laboratório de Produtos Florestais, do Ministério do Meio Ambiente óDistrito Federal para ser analisado para determinação do teor de Extrativos, de Cinzas, Voláteis e ensaios de Densidade Básica e Aparente.

4.4. LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS, DO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE óDISTRITO FEDERAL

4.4.1 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE EXTRATIVOS

Os extrativos foram realizados em triplicata em mistura de Etanol: Tolueno, na proporção em volume de (1:2) respectivamente, conforme estabelece o Método TAPPI 2046 (Solvent Extractives of wood and Pulp).

As amostras foram moídas em moinho de facas e classificadas como passantes em peneira de malha 40 (0,420 mm) e retidas em peneira de malha 60 (0,250mm) e separadas em três replicatas de 5,00000 g.

Materiais/Equipamentos utilizados: moedor de facas do Tipo Willeu, peneiras de 40 e 60 ASTM, agitador eletromagnético, cartuchos de celulose (30 x 80 mm), algodão, Etanol P.A. (99,8%), Tolueno P.A. (99,5%), Balão de fundo chato, Tubo Extrator

Soxhlet, bateria de placa de aquecimento elétrico, balança analítica (precisão 0,1 mg), estufa de aquecimento com circulação de ar forçada.

4.4.2 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CINZAS

As análises foram realizadas em triplicata, conforme estabelece o Método TAPPI δ T 211ö (Ash in Wood, Pulp, Paper and Paperboard: Combustion at 525°C).

As amostras foram moídas em moinho de facas e classificadas como passantes em peneira de malha 40 (0,420 mm) e retidas em peneira de malha 60 (0,250mm) e separadas em três replicatas de 2,00000 g.

Materiais/Equipamentos Utilizados: moedor de facas do Tipo Willeu, peneiras de 40 e 60 ASTM, agitador eletromagnético, mufla elétrica, cadinhos de cerâmica, dessecador de vidro, balança analítica (precisão 0,1 mg), estufa de aquecimento com circulação de ar forçada.

4.4.3 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA E APARENTE

Para fins de análise, foi realizado o ensaio em uma amostra de galho e em uma amostra de madeira com presença de Cerne e Alburno. Para cálculo da densidade do galho, a amostra recebida foi seccionada em quatro subamostras; já para a análise das densidades da madeira, utilizou-se apenas uma amostra de cerne, após a eliminação do alburno adjacente.

Para determinação da massa das amostras foi utilizada uma balança digital com precisão de duas casas decimais e para determinação do volume utilizou-se a técnica de imersão, conforme normas CONPAT 461 e ASTM D-143.

As densidades foram calculadas para as situações: Aparente, Verde (Saturada), Seca (0% de Umidade) e básica (Massa seca (0%)/Volume verde (saturado)).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DA MADEIRA DE *Poecilante grandiflora* Benth.

Os valores obtidos na caracterização química e física da madeira *Poecilante grandiflora* Benth podem ser observados na tabela 1.

Tabela 1. Valores médios da caracterização física e química da *Poecilante grandiflora* Benth.

Análise	Instituição	Teor Médio ¹	D.P. ²	C.V% ²
Teor de Extrativos	Laboratório Produtos Florestais ó Distrito Federal	14,94	0,65	4,35
Teor de Cinzas		1,79	0,14	7,82
Teor de Extrativos		16,20	0,60	4,40
Teor de Cinzas	Laboratório de Tecnologia Florestal: UFRPE - Sede	2,10	0,15	7,60
Teor de Umidade		12,80	0,50	3,45
Teor de Voláteis		46,20	0,21	2,20

¹ Teor médio das 3 (Três) replicatas, valores em %

² Desvio-Padrão, Valores em %

³ Coeficiente de Variação, valores em %

Em conformidade com os dados, o Teor de extrativos não teve uma ampla diferença de resultado segundo as duas metodologias empregadas no presente estudo, em que o primeiro utilizou Etanol Tolueno e o segundo Hexano como solvente para remoção de compostos orgânicos, tais como terpenos, flavonóides e aromáticos.

O Comitê de Propriedades Químicas da Divisão de Processos e Qualidade de Produtos recomenda a mistura de Etanol:Tolueno (1:2) para uma melhor determinação na quantidade de material solúvel existente (SOLVENT EXTRACTIVES OF WOOD AND PULP, 1996).

A importância dos extrativos é evidenciada por Alencar (2002), onde se tem influência no rendimento da deslignificação, impactando de forma direta no consumo do álcali. Isto implica na queda de viscosidade e na resistência física da polpa, contribuindo assim para uma queda na produção industrial.

Os valores obtidos encontram-se dentro do parâmetro dos valores descritos na literatura, em madeiras da Caatinga, como foi no caso do estudo de Medeiros Neto et al. (2014), com madeiras de catingueira (*Poincianella pyramidalis*) e de pau-d'arco (*Handroanthus impertiginosus*) provenientes do município de São Mamede, Estado da Paraíba, nos quais foram obtidos 11,81 % e 6,88 % respectivamente.

Quanto ao teor de cinzas, também apresentou resultados semelhantes em ambas as metodologias (1,79% e 2,10%). Para uma melhor eficiência energética é desejável menores teores de cinzas, pois é um material inerte na combustão, influenciando no poder calorífico da madeira. Isso explica a influência da lignina com o teor de cinzas, no sentido de que um maior rendimento em cinzas está relacionado a um menor teor de lignina (OLIVEIRA, 2003).

Estudo realizado por Gonçalves (2014) com *Mimosa caesalpiniae folia* Benth e *Cupania racemose* (Vell.) Radlk, oriundos de um sítio localizado em Chã Grande ó Pernambuco, tendo como teores médios de cinzas 1,74% e 0,25% respectivamente, mostrou-se que a *Cupania racemose* (Vell.) Radlk possui um elevado potencial energético, podendo ser comparada, em termos percentuais, à nossa madeira em estudo.

Segundo Friederichs et al (2006), o teor de umidade interfere de forma direta no poder calorífico da mesma, conferindo, assim, potencial para carvão vegetal. O ideal é que exista uma quantidade mínima de água para que o poder calorífico se destaque, tendo vista o tempo que água leva para evaporar.

Alguns estudos tentam explicar essa relação. Friederichs et al (2006) estudou a influência do teor de umidade da madeira de Bracatinga (*Mimosa scabrella*) no uso energético. Já Lima et al. (2008) analisou variação do poder calorífico superior em função da umidade na madeira; e Ferreira (2018), estudou as espécies florestais da caatinga para a construção civil, em que foi discutida a ação da umidade influenciando as demais propriedades físicas e mecânicas.

Um ponto a destacar desse trabalho de Ferreira (2018) é a discussão em relação à durabilidade da madeira, propriedades mecânicas de resistência e rigidez, na qual a umidade é um dos principais fatores que determina se a madeira terá ou não uma boa

resistência; O Angico e o Pereiro apresentaram boas características de durabilidade nesse estudo.

Não foram encontrados outros trabalhos para comparação dos dados com a espécie estudada, *Poecilanthe grandiflora* Benth.

Em relação ao teor de materiais voláteis, foi encontrado o valor médio de 46,20%, ou seja, é a porcentagem de material que se queima no estado gasoso. Algumas características são necessárias para que o carvão vegetal seja de boa qualidade, como: baixo teor de voláteis, baixa umidade, alto poder calorífico, baixo teor de cinzas (RIBEIRO; VALE, 2006).

Havendo a queima da biomassa, a mesma volatiliza fazendo que o tempo de residência do combustível diminua, onde se atesta uma eficiência energética, na qual é facilmente visualizada.

Admite-se que para carvão uma faixa desejável seria entre 20% a 25% paravoláteis. Níveis acima destes, produzem bastante fumaça, perdendo em eficiência energética (PAES, 2012).

Santana Filho (2018) encontrou para as espécies *A. colubrina*, *M. tenuiflora* e *P. bracteosa*, provenientes do município de Floresta (PE), os materiais voláteis de 33,88%, 32,45% e 34,93% respectivamente.

5.2 DENSIDADE BÁSICA E APARENTE

A densidade é um relevante parâmetro físico a fim de se observar a qualidade da madeira. Na tabela 3, é apresentada a densidade básica aplicada tanto na metodologia do Laboratório do Distrito Federal, quanto na da UFRPE. Já para o aparente apenas foi realizada no laboratório de produtos florestais, Brasília.

Os resultados apontam que para densidade básica, ambos os valores deram próximos, ressaltando, assim, um melhor controle e observação das respostas obtidas. Existe uma classificação bastante aceita da Forest Product Laboratory (2010), em que a madeira de *Poecilanthe grandiflora* Benth pode ser descrita de alta densidade.

As espécies de alta densidade possuem o comportamento fisiológico que é específico de locais com baixa qualidade de recursos, porém essas árvores detêm uma excelente estrutura mecânica capaz de resistir a possíveis quebras do caule, diminuindo assim a força das intempéries que agem sobre esse vegetal (DONOVAN et al, 2011).

Tabela 2. Densidade básica e aparente (g/cm³) da madeira estudada

Densidades	Instituição	Aparente*	Verde	Seca(0%)	Básica
Galho (g/cm ³)	Laboratório Produtos	0,89	1,18	0,84	0,60
Madeira (g/cm ³)	Florestais ó Distrito Federal	0,99	1,18	0,89	0,84
Madeira	Laboratório de Tecnologia Florestal: UFRPE - Sede	**	1,14	0,85	0,80

* ao teor de umidade recebido

** não realizado

Outra relação bastante discutida é a relação da umidade e a densidade, madeiras com alta densidade possuem menores espaços vazios, conferindo assim menor preenchimento de água livre ou capilar.

A densidade aparente, levando-se em consideração os galhos e a madeira propriamente dita, também receberam valores altos 0,89 e 0,99 g/cm³ respectivamente. Em que se faz necessário a obtenção desse parâmetro para qualificar melhor o material de estudo.

Existem diversos trabalhos que levaram em consideração a densidade aparente como importante propriedade na tentativa de se entender o comportamento das espécies. Cruz et al. (2003) estudou as variações físicas e mecânicas, concluindo a importância do conhecimento da densidade na classificação da madeira serrada. Já Dias et al. (2002) analisou a densidade aparente como estimador de propriedades de resistência e rigidez da madeira de 40 espécies florestais.

A densidade é uma propriedade bastante notável, devido à sua funcionalidade e combinação com a parte química da madeira e os elementos anatômicos. Esta análise é importante na tentativa de se obter um material com características desejáveis a sua utilização, trazendo homogeneidade (BROWNING, 1967).

6. CONCLUSÕES

Existem na literatura poucos dados em relação a madeira de *Poecilanthe grandiflora* Benth, no que diz respeito ao seu uso potencial. Portanto, há necessidade de conhecer suas características físicas e químicas. Com este estudo a espécie apresentou rendimento satisfatório tendo como finalidade a geração de energia a partir do processo de carbonização.

Apresentou também boas características tecnológicas, sendo classificada como madeira de alta densidade, para a qual se recomenda ainda análise de durabilidade e para ratificar seu potencial tecnológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, G. **Estudo da qualidade da Madeira para produção de celulose relacionada à precocidade na seleção de híbrido E. grandis x E. urophylla**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo, Piracicaba, 145 p. 2002.

American Society for testing and Materials ó ASTM ó D 143: 1994 (Reapproved 2000). Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber.

Ash in Wood, Pulp, Paper and Paperboard: Combustion at 525°C ó T211 om-93 ó Test Methods Standard Practices ó TAPPI, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14929**: madeira: determinação da umidade da madeira. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190; **Projeto de Estruturas de Madeira**: Rio de Janeiro, Campus Irati, s. ed., 9 p., 2009. bitstream/doc/528796/1/AACAgroecologiaesistemas.pdf, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1997). NBR 7190 - **Projeto de Estruturas de Madeiras**. Rio de Janeiro.

BARROSO, R. C. **Redução do teor de cinzas dos finos de carvão por concentração gravítica a seco**. 2007. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e Minas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

BOWYER, J.L.; SHMULSKY, R.; HAYGREEN, J.G. 2007. **Forest products and wood science: an introduction**. 5th ed. Blackwell Publishing, Iowa, 2007.

BRASIL, IBGE. Censo Demográfico: Salgadinho-Pb, 2015. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 10 de dez. 2015

BROWNING, B. L. *Methods of wood chemistry*. V.2 New York. A Division of John Wiley e Sons. 1967.

CALONEGO, F. W.; BATISTA, W. R.; SEVERO, E. T. D.; SANTOS, J. E. G. dos; RIBAS, C. Avaliação do teor de umidade da madeira de *Eucalyptus grandis* por medidores elétricos resistivos. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 18, n. único, p. 71-78, 2006.

Comisión Panamericana de Normas Técnicas ó COPANT -461:1972. Maderas: Método de Determinación del Peso Específico Aparente.

COUQUEIRO, J. da R. O semiárido brasileiro: lugar de vida do/a camponês/a. **Rev. Eletrônica de Culturas e Educação**, v.1, n.6, p. 47-60, ano III, Caderno Temático IV, 2012.

CRUZ, C. R.; LIMA, J. T.; MUNIZ, G. I. B. Variações dentro das árvores e entre clones das propriedades físicas e mecânicas de híbridos de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, n.64, p.33-47, 2003.

DIAS, F. M. **A densidade aparente como estimador de propriedades de resistência e rigidez da madeira**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 145 P. 2000.

DIAS, F. M.; LARH, F. A. A densidade aparente como estimador de propriedades de resistência e rigidez da madeira. **Madeira: arquitetura e engenharia**, ano 3, n.8, 2002. [documnts/fplgtr/fpl_gtr190.pdf](#)>.

DONOVAN, L.A. The evolution of the Worldwide leaf economics spectrum. **Trends ecology and Evolution**, 2011

Eletrônica de Culturas e Educação, Bahia, v. 1, n. 6, p.47-60, 2012.

EVANS, J.L.W.; SENFT, J. F.; GREEN, D. W. Juvenile wood effect in red alder: analysis of physical and mechanical data to delineate juvenile and mature wood zones.

Forest Products Journal, v.50, n.7/8, p.75-87, 2000.

FERREIRA, V.V.O. **Caracterização de espécies florestais da Caatinga para a construção civil**. 2018. 202f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood Handbook: Wood as an Engineering Material**. USDA: Madison, 2010. 508f. Disponível em: <<https://www.fpl.fs.fed.us/>

FORZZA, R.C. et al. New Brazilian Floristic List Highlights Conservation Challenges. **Bio Science**, v.62, n. 1, Jan. 2012

FRIEDERICHS, G.; BRAND, M. A.; Rech, T.D. CARVALHO, A. F. de; KUSTER, L.C. Influência do teor de umidade da madeira de Bracatinga (*Mimosa scabrella*) no uso energético. Rede Sul Florestal, 2006.

GHOFRANI M. et al. **Effects of extractives removal on the performance of clear varnish coatings on boards**. **Journal of Composite Materials**, 2016.

HOLANDA JUNIOR, E. V. Agroecologia e sistemas de produção orgânica para pequenos ruminantes. **Disponível em:** <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>. Acesso em: 10/10/2018.

KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I.; ANZALDO, J. H.; ANDRADE, A. S. **Química da madeira - 3 ED. (material didático)**. Curitiba: Fupef do Paraná, 2005.

KLOCK, U.; ANDRADE, A. S. de. **Química da madeira**. 4ª edição revisada. 87p. Curitiba, 2013.

LATORRACA, J.V.; ALBUQUERQUE, C.E.C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. *Revista Floresta e Ambiente*, **Seropédica**, v.7, n.1, p.279-291, 2000.

LIMA, E. A. de; ABDALA, M.; WENZEL, A. Influência da umidade no poder Calorífico superior da madeira. **Embrapa Florestas**, Colombo. 3p. 2008.

MEDEIROS NETO, P.N.; OLIVEIRA E.; PAES, J.B. Relações entre as Características da Madeira e do Carvão Vegetal de duas Espécies da Caatinga. **Revista Floresta e Ambiente** 2014; 21(4):484-493.

MEIRELES, J.E. Poecilanthe: Lista de espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Acesso em:** 26 de outubro de 2018.

MYERS, N; MITTERMEIER, R. A; MITTERMEIER, C. G; FONSECA, G. A. B; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, n 403, p.853-859, 2000.

OGBORU, I.; ANGA, R. A. Environmental degradation and sustainable economic development in Nigeria: a theoretical approach. **Research journals Journal of Economics**, Bauchi, v. 3, n. 6, p. 1-13, dez. 2015.

OLIVEIRA, E. **Características anatômicas, químicas e térmicas da madeira de três Espécies de maior ocorrência no semi-árido nordestino**. 2003.122 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa,2003.

PAES, J. B.; LIMA, C. R.; OLIVEIRA, E.; SANTOS, H. C. M. Rendimento e caracterização do carvão vegetal de três espécies de ocorrência no semiárido brasileiro. **Revista Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 3, n. 1, p.1-10, maio, 2012.

PEINHOPH, C; HILLIG, E.; MACHADO, G. O. **Extração de substâncias corantes de Serragem de madeira de ocotea-imbuia (ocotea porosa)**. VII Semana de Engenharia Ambiental - Campus Irati, s. ed., 9 p.

PINHEIRO, P.C.C.; VIANA, E.; REZENDE, M.E.A.; SAMPAIO, R.S. **A produção de carvão vegetal**. Belo Horizonte, 2006. 103p.

PRATES, G. F.; CARMO A. L. M.; PRATES, E.; VERUSSA, A. A.; DALGALLO, B.;

Propriedades da madeira. **Revista Floresta e Ambiente**, v.7, n.1, p.279-291, 2000.

Química da madeira. 4 ed., revisada. Curitiba: UFPR, 2013. 85 p

RIBEIRO, P. G.; VALE, A. T. Qualidade do carvão vegetal de resíduos de serraria para o uso doméstico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 58. 2006, Florianópolis, **Anais...** São Paulo: SBPC/UFSC. 2006.

SAMPAIO, E. V.S. **Caracterização da Caatinga e fatores ambientais que afetam a ecologia das plantas lenhosas**. In: Sales V.C. Org. **Ecosistemas brasileiros: Manejo e Conservação**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora. P- 129-243, 2003.

SANTANA FILHO, U. O. **Rendimento gravimétrico e análise imediata do carvão vegetal de espécies da Caatinga**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) ó UFRPE. Recife, p.40. 2018.

SANTOS, R. C. **Parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto**. 2010. 159 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira) ó Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

SOARES, Vássia Carvalho. **Comportamento térmico, químico e físico da madeira e do carvão de Eucalyptus urophylla X Eucalyptus grandis em diferentes idades**. 109 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

Solvent Extractives of wood and Pulps ó T 204 om-88 ó Test Methods Standard Practices ó TAPPI, 1996.

WIEMANN, M.C. Geographic variation in wood specific gravity: effects of latitude, temperature, and precipitation. **Wood and Fiber Science**, 34: 96-107. 2011.