

ESTUDO FÍSICO DE RESÍDUO DE MADEIRA PARA REAPROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL

Edielson Silva de Vilhena – edielson284@gmail.com

Léo César de Oliveira Pereira - leocesaroliveira@hotmail.com

Edil Silva De Vilhena - edilsilva8@hotmail.com

Antônio Bruno da Silva Oliveira - brunosilva5aa@gmail.com

Roberto Tetsuo Fujiyama - fujiyama.ufpa@gmail.com

Instituto de Tecnologia - ITEC, Faculdade de Engenharia Mecânica – FEM

Rua Augusto Corrêa – n. 01 – Guamá – CEP. 66075-110 – Belém – Pará

Resumo: Dentro de um contexto atual com a ideia de desenvolvimento sustentável a busca por novos materiais vem aumentando, e uma das vertentes para solucionar esta temática é a utilização de resíduos de madeira como material para a engenharia. Este trabalho faz parte de uma pesquisa desenvolvida pelo Grupo de Estudos em Materiais Compósitos da Universidade Federal do Pará, no qual foram avaliadas resíduos de Angelim-pedra, umas das madeiras mais utilizadas para confecções de móveis na região metropolitana de Belém, onde são geradas grandes quantidades de rejeitos que são abandonadas a céu aberto ou incineradas. A etapa apresentada neste artigo foi desenvolvido por um aluno de graduação de atua na qualidade de pesquisador de Iniciação Científica. O material foi caracterizado quanto à granulometria, teor de umidade e massa específica. Observou-se que esta madeira demonstrou eficientes características para ser aplicada em materiais compósitos, baseado em processos de fabricação preliminar.

Palavras-chave: Resíduo de madeira. Angelim pedra. Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A produção de resíduos na indústria madeireira vem chamando a atenção de pesquisadores e indústrias de confecção de painéis para desenvolvimento de formas de reutilização do resíduo. Dessa forma, proporciona retorno econômico para a empresa, que perde boa parte do volume de madeira em resíduos, e também minimiza o descarte de resíduos no meio ambiente. Reduzindo o desperdício e a maior demanda por matéria prima virgem (ZOCH, 2013).

A atividade industrial madeireira no Brasil é altamente geradora de resíduos de madeira. Adicionalmente, o reprocessamento e a utilização da madeira no meio urbano, através da construção civil, acabam gerando um volume expressivo de resíduos de madeira dos pequenos nos grandes centros urbanos do país (WIECHETECK, 2009).

Yamaji (2014), cita que no setor madeireiro, a grande quantidade de resíduos gerados sempre foi motivo de preocupações. Dentre esses, a serragem ou farinha de madeira, um resíduo lignocelulósico, que merece especial atenção por ser um material de baixa densidade, exigindo maior espaço para a estocagem.

Em função da destinação inadequada de seus resíduos, ocasionando desconforto, além de diversas consequências negativas, tanto social (prejudiciais a saúde), como ambiental (impacto ao meio ambiente devido ao acúmulo de resíduo), se enquadrando na constituição como fonte poluidora. Os impactos causados por esses resíduos provenientes de serrarias ao

meio ambiente estão diretamente ligados à exploração madeireira e na quantidade de serragem desperdiçada ou queimada (DUTRA, 2005).

Souza (2010), diz que os resíduos florestais como aqueles gerados e deixados na floresta devido às atividades da colheita de madeira. Este conceito engloba todo o material resultante da exploração da madeira e que permanece sem utilização definida. São considerados resíduos florestais os seguintes materiais: casca, galhos, copas e árvores com diâmetro inferior ao mínimo comercial ou árvores doentes e mortas, tocos e raízes.

Segundo Yamaji (2004), esses resíduos vêm despertando o interesse dos pesquisadores e empresários, principalmente no que tange verificação das possibilidades de reutilização desses materiais. E uma das formas para diminuir o desperdício e valorizar a matéria-prima é justamente a reutilização destes resíduos. Talgatti et al. (2017) cita que a obtenção de produtos ecologicamente corretos reduz custos com descarte e aumenta os lucros à medida que o resíduo se torna um produto comercial para as indústrias.

O Yamaji (2004), também cita que uma das alternativas para o reaproveitamento desses resíduos provenientes da indústria madeireira é a produção de compósito plástico-madeira. Segundo Maciel et al. (2004), os compósitos termoplásticos, ou compósitos madeira-plástico (CMP), são produtos obtidos a partir de uma matriz de resina termoplástica reforçada com partículas de madeira, combinando as melhores qualidades de cada constituinte.

O angelim pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke) pertence à família Leguminosae, conhecido também por outros nomes comuns como, angelim, angelim amarelo, angelim da mata, angelim do Pará, angelim macho, mirarema. Árvores de até 50 metros de altura e diâmetro de até 2 metros, com cascas caindo em lâminas que se acumulam ao redor do tronco. Sua ocorrência é na Amazônia: Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará e Rondônia (SALES, 2017). Segundo Oliveira (2011), o Angelim pedra é uma árvore de grande porte, podendo chegar a 55 m de altura e 2 m de largura com tronco reto e cilíndrico e densidade de 0,95-1,00 g/cm³.

Oliveira (2011), ainda cita que na indústria madeireira é utilizada para construção por sua alta durabilidade natural e resistência ao ataque de cupins, fungos e outros parasitas de madeira. O pó da madeira é também utilizado na medicina popular na cura de úlceras. Segundo Lorenzi (2008), essa espécie é bastante utilizada na construção civil e naval, marcenaria, dormentes, estacas, tacos de assoalhos, vigamentos, esteios, carpintaria.

2 MATERIAIS

Para base dos estudos foi utilizado o pó da madeira Angelim pedra bastante empregada em confecções de móveis (Figura 1). Tais resíduos foram colhidos em uma indústria madeireira (serraria) na cidade de Ananindeua-PA, onde se trabalha apenas com este tipo de madeira. De tal forma a obter a integridade e homogeneidade dos resíduos.

Figura 1 – Pó de madeira Angelim pedra.



Fonte: Autoria Própria

3 METODOLOGIA

Uma das principais etapas a serem analisadas é a caracterização do material a ser utilizado. Neste contexto, os resíduos foram caracterizados quanto à sua granulometria que identifica a dimensão das partículas do resíduo, teor de umidade que pode implicar diretamente na propriedade mecânica final do compósito e, por fim, os resíduos de Angelim Pedra foram caracterizados quanto à sua massa específica.

3.1 Granulometria

Para a determinação da granulometria do material foram realizados os experimentos de acordo com a norma ASTM D 1921:2001. Os resíduos in natura foram submetidos a peneiramento em um conjunto de peneiras padronizado como mostrado na Figura 2, equipado com peneiras de Mesh's 16, 30, 50, 100 e por fim a bandeja coletora, também conhecida como bandeja cega, a qual, neste trabalho, será identificada com a sigla BC. A amostra foi submetida a peneiramento manual por 35 minutos.

Figura 2 – Conjunto de peneiras padronizado.



Fonte: Autoria Própria

3.2 Teor de Umidade

A umidade foi estipulada de acordo com os procedimentos descritos na norma ASTM D 3030:1995. A metodologia consiste em submeter à amostra a uma temperatura de 105°C até a sua massa se manter constante durante um período de 24h. Para isto, a massa da amostra foi medida em um intervalo de tempo pré-determinado. Os intervalos da medição foram de 5 minutos durante 2 horas, de 10 minutos de 2 à 4 horas, de 15 minutos das 4 às 6 horas e em seguinte foi medido apenas a massa da amostra após as 24 horas.

3.3 Massa específica

Neste trabalho a massa específica aparente foi determinada seguindo o procedimento descrito em YAMAJI; BONDUELLE (2004), que basicamente consiste na determinação da densidade aparente por meio da relação massa/volume utilizando-se um picnômetro contendo uma quantidade de material de massa conhecida.

4 RESULTADOS

A granulometria é usada neste trabalho para avaliar as diferentes propriedades mecânicas dos compósitos reforçados com resíduos de Angelim Pedra quando relacionados com a dimensão ou tamanho das partículas a serem estudadas. Deste modo a Tabela 1 mostra a

distribuição granulométrica dos resíduos identificando as frações de massa retida em relação a cada peneira utilizada.

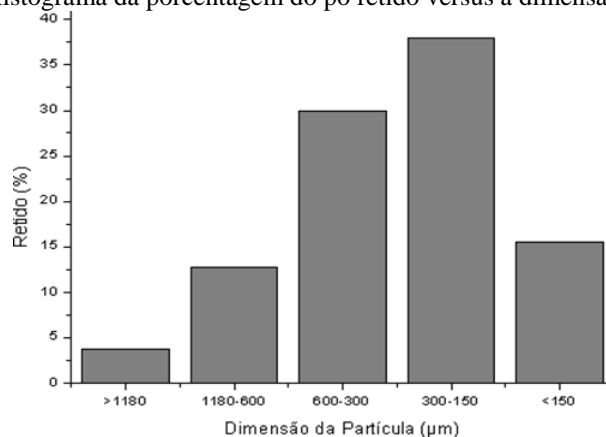
Tabela 1 - Distribuição granulométrica dos resíduos de madeira.

Peneira (Mesh)	Peneira Abertura (μm)	Retido (%)
16	1180	3,76
30	600	12,77
50	300	30,01
100	150	38,01
Bandeja Coletora (BC)	0	15,50

Fonte: Autoria Própria

Os resultados obtidos revelam que apesar de as frações mássicas retidas serem distintas, revelando a heterogeneidade do material, observa-se que a maior parte do resíduo de Angelim-pedra ficou retida nas peneiras de Mesh's 50 e 100, totalizando 68,02%. O que indica que os resíduos trabalhados são, em geral, de pequenas dimensões. A Figura 3 mostra o histograma do material retido em cada peneira versus a dimensão da partícula.

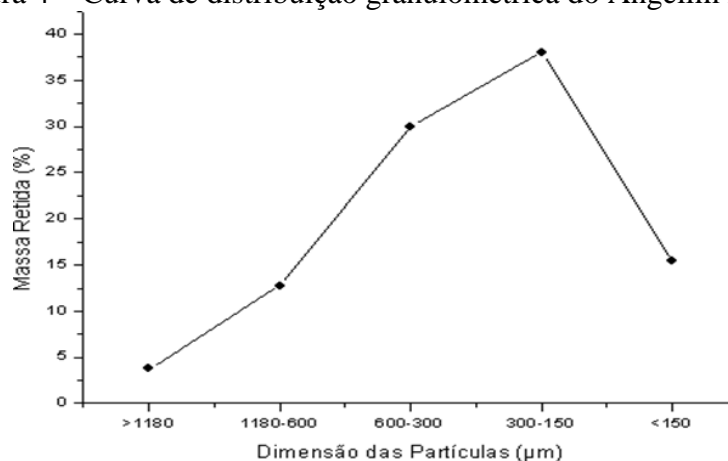
Figura 3 – Histograma da porcentagem do pó retido versus a dimensão da partícula.



Fonte: Autoria Própria

A Figura 4 ilustra a curva de distribuição granulométrica dos resíduos de madeira. É notável a presença maior das partículas de dimensão entre 600 e 150 μm .

Figura 4 – Curva de distribuição granulométrica do Angelim Pedra.



Fonte: Autoria Própria

O teor de umidade do resíduo de Angelim Pedra foi obtido utilizando 3 amostras com massa de 3 gramas cada, a 105°C e durante um período de 24hs. A média dos resultados está demonstrada na Tabela 2.

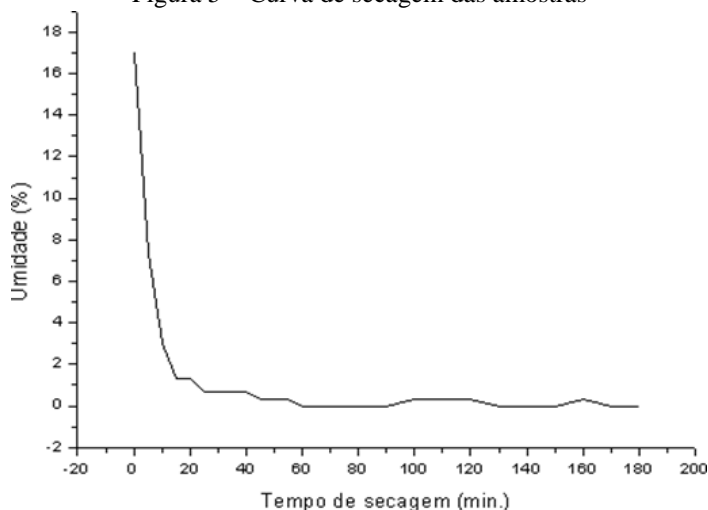
Tabela 2 – Resultado do teor de umidade e massa específica com os seus respectivos desvios padrões

Amostra	Massa específica (g/cm ³)	Teor de Umidade (%)
Angelim - Pedra	0,315±0,135	16,3±0,7

Fonte: Autoria Própria

Adicionalmente para melhor visualização foi feito a curva de secagem das amostras durante o período de tempo descrito na Figura 5 onde a partir deste período as massas das amostras se permaneceram constante.

Figura 5 – Curva de secagem das amostras



Fonte: Autoria Própria

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de madeira no Brasil e principalmente na região da Amazônia deixa lacunas para a reutilização de resíduos. Os resultados descritos neste trabalho apontam uma vertente para o reaproveitamento dos mesmos quando inseridos em temáticas como materiais compósitos.

A caracterização física do material é de grande relevância, em vista de que compreende as propriedades do rejeito e os seus benefícios ou malefícios que o material pode promover sendo reutilizado em uso sustentável.

Assim, nota-se nos resultados que o rejeito de Angelim pedra possui baixa granulometria e, sendo assim, materiais particulados desta natureza podem favorecer uma maior área de contato com matrizes em aplicação a materiais compósitos.

Ademais, é um material que possui baixo tempo de secagem, logo, em pouco tempo pode-se reduzir drasticamente o teor de umidade, além de possuir uma baixa massa específica, ou seja, o resíduo de madeira se demonstrou uma possibilidade de reaproveitamento de forma sustentável e uma boa aplicabilidade à área de materiais compósitos. Pois, apresenta característica de leveza e uma alta interação entre resíduo e matriz.

Dessa forma, o estudo pode trazer grandes benefícios para a sociedade, no sentido de que a caracterização de um rejeito que possivelmente seria descartado de forma imprópria no meio ambiente, além de determinar uma aplicabilidade que se trata do desenvolvimento de

materiais compósitos, de baixo custo e que pode fornecer propriedades promissoras para substituir materiais usualmente utilizados e/ou até mesmo materiais que agredem o meio ambiente.

Agradecimentos

Presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores agradecem também ao CNPq e Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 1921**: Test Methods For Particle Size (Sieve Analysis) Of Plastic Materials. Annual Book of ASTM Standard. West Conshohocken, United States, 2001.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 3030**: Test Method For Volatile Matter (Including Water) Of Vinyl Chloride Resins. Annual Book of ASTM Standard. West Conshohocken, United States, 1995.

DUTRA, R. I. J. P.; NASCIMENTO, S. M. Resíduos de indústria madeireira: caracterização, consequências sobre o meio ambiente e opções de uso. **Revista científica eletrônica de engenharia**, 5ª edição, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, 5. ed. vol.2, Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2008.

MACIEL, A. S.; VITAL, B. R.; LÚCIA, R. M. D.; PIMENTA, A. S. Painéis de partículas aglomeradas de madeira de pinus elliottii engelm., poliestireno (ps) e polietileno tereftalato (PET). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.2, p.257-266, 2004.

OLIVEIRA, L. S. **Estudo químico e biológico da madeira de lei Hymenolobium petraeum (Angelim pedra)**. 2012. 152 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Química Fundamental, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

SALES, R. B. B. **Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos de três espécies tropicais; Itaúba (mezilaurus itauba), Angelim pedra (hymenolobium petraeum ducke) e Cupiúba (goupia glabra)**. 2017. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Centro de Estudos de Itacoatiara, Universidade do Estado do Amazonas, Itacoatiara, 2017.

SOUZA M. M. de, **Caracterização e viabilidade econômica do uso energético de resíduos da colheita e do processamento de Pinus Taeda L.** 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

TALGATTI, M.; BALDIN, T.; SILVEIRA, A. G.; SANTINI, E. J.; BIBIANA REGINA VIDRANO, B. R. A. Compósito madeira-plástico a partir de resíduos de três espécies florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira. Colombo**, v. 37, n. 91, p. 277-283, jul./set. 2017.

WIECHETECK, M. Aproveitamento De Resíduos E Subprodutos Florestais, Alternativas Tecnológicas E Propostas De Políticas Ao Uso De Resíduos Florestais Para Fins Energéticos. **Projeto PNUD BRA 00/20 - Apoio às Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental. Ministério do Meio Ambiente, 2009.**

YAMAJI, F. M.; BONDUELLE, A. Utilização da serragem na produção de compósitos plástico-madeira. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 1, p. 59-66, jan./abr. 2004. Nota técnica.

ZOCH, V. P. **Produção e Propriedades de Compósitos Madeira-Plástico Utilizando Resíduos Minimamente Processados.** Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

PHYSICAL STUDY OF WOOD WASTE FOR SUSTAINABLE REAPPROVEMENT

Abstract: *Within a current context with the idea of sustainable development the search for new materials is increasing, and one of the strands to solve this theme is the use of wood waste as a material for engineering. This work is part of a research developed by the Composite Materials Study Group of the Federal University of Pará, in which Angelim-pedra residues were evaluated, one of the most used woods for furniture making in the metropolitan area of Belém, where large quantities of tailings that are left open or incinerated. The step presented in this article was developed by a student of undergraduate work as researcher of Scientific Initiation. The material was characterized for granulometry, moisture content and specific mass. It was observed that this wood showed efficient characteristics to be applied in composite materials, based on preliminary manufacturing processes.*

Key-words: Wood residue. Angelim pedra. Sustainability.