

Área: Inovação | **Tema:** Inovação, Sustentabilidade e Inclusão Social

Uso de Resíduos de Itaúba na produção de argamassa: Caracterização do resíduo

Use of Itaúba Waste in Mortar Production: Waste Characterization

Jordana Rae Antunes, Daiane Boscardin, Aline Zanchet e Rafael Reinheimer Dos Santos

RESUMO

Diante de um amplo crescimento no campo da construção civil e uma preocupação maior com a sustentabilidade, surge um problema que é a geração de resíduos nos canteiros de obras e indústrias de madeira. Em 2009, o IBAMA estimou cerca de 80 milhões de metros cúbicos de resíduos de madeira no Brasil, a qual seu principal destino de descarte é a queima, e aterros. Visando encontrar uma correta destinação para o resíduo de madeira, o objetivo desse estudo foi caracterizar o resíduo de madeira de espécie de Itaúba. O eixo principal de discussão foi realizar a caracterização pelo tamanho de sua partícula, através da granulometria, utilizando as exigências da norma NBR 7211/2009, e também por ensaio termogravimétrico, para analisar a sua estabilidade térmica. Como resultado, percebeu-se que o resíduo de madeira utilizado é caracterizado por agregado miúdo na sua granulometria, e apresenta uma boa estabilidade térmica, provando significativas propriedades para o uso de produtos envolvendo resíduos de madeira.

Palavras-Chave: Sustentabilidade. Resíduo de madeira. Caracterização.

ABSTRACT

Faced with broad growth in the field of construction and a greater concern with sustainability, a problem arises that is the generation of waste in construction sites and wood industries. In 2009, IBAMA estimated about 80 million cubic meters of wood waste in Brazil, whose main disposal destination is burning, and landfills. In order to find a correct destination for the wood waste, the objective of this study was to characterize the wood waste of Itaúba species. The main focus of the discussion was to characterize the particle size by particle size, using the requirements of NBR 7211/2009, and also by thermogravimetric test, to analyze its thermal stability. As a result, it was noticed that the wood waste used is characterized by fine aggregate in its particle size, and presents a good thermal stability, proving significant properties for the use of products involving wood waste.

Keywords: Sustainability. Wood waste. Description.

Uso de Resíduos de Itaúba na produção de argamassa: Caracterização do resíduo

Jordana Rae Antunes

Mestranda em Engenharia, IMED. E-mail: jordana.rae@hotmail.com

Daiane Boscardin

Graduanda em Engenharia, IMED. E-mail: Daiane_boscardin@outlook.com

Rafael Reinheimer dos Santos

Mestrando em Engenharia, IMED. E-mail: rafael@sigmatm.com.br

Aline Zanchet (Orientadora)

Doutora em Nanociência e Materiais Avançados, IMED. E-mail: aline.zanchet@imed.edu.br

RESUMO

Diante de um amplo crescimento no campo da construção civil e uma preocupação maior com a sustentabilidade, surge um problema que é a geração de resíduos nos canteiros de obras e indústrias de madeira. Em 2009, o IBAMA estimou cerca de 80 milhões de metros cúbicos de resíduos de madeira no Brasil, a qual seu principal destino de descarte é a queima, e aterros. Visando encontrar uma correta destinação para o resíduo de madeira, o objetivo desse estudo foi caracterizar o resíduo de madeira de espécie de Itaúba. O eixo principal de discussão foi realizar a caracterização pelo tamanho de sua partícula, através da granulometria, utilizando as exigências da norma NBR 7211/2009, e também por ensaio termogravimétrico, para analisar a sua estabilidade térmica. Como resultado, percebeu-se que o resíduo de madeira utilizado é caracterizado por agregado miúdo na sua granulometria, e apresenta uma boa estabilidade térmica, provando significativas propriedades para o uso de produtos envolvendo resíduos de madeira.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Resíduo de madeira. Caracterização.

Use of Itaúba Waste in Mortar Production: Waste Characterization

Faced with broad growth in the field of construction and a greater concern with sustainability, a problem arises that is the generation of waste in construction sites and wood industries. In 2009, IBAMA estimated about 80 million cubic meters of wood waste in Brazil, whose main disposal destination is burning, and landfills. In order to find a correct destination for the wood waste, the objective of this study was to characterize the wood waste of Itaúba species. The main focus of the discussion was to characterize the particle size by particle size, using the requirements of NBR 7211/2009, and also by thermogravimetric test, to analyze its thermal stability. As a result, it was noticed that the wood waste used is characterized by fine aggregate in its particle size, and presents a good thermal stability, proving significant properties for the use of products involving wood waste.

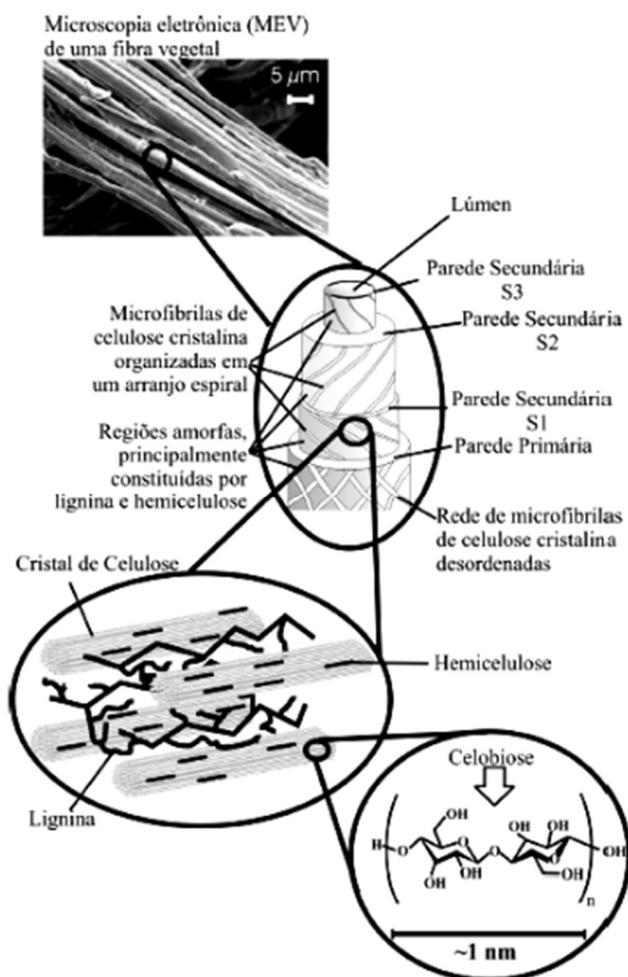
Keywords: Sustainability. Wood waste. Description.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que a madeira é um material natural orgânico renovável de grande resistência, extraída do tronco das árvores, largamente utilizada pela humanidade durante milênios, usada sob várias formas como material de construção civil, naval e também como matéria-prima para fabricação de papel e papelão.

No ponto de vista químico, segundo Lepage (1986) e Bordini *et al.* (2004), a madeira é um biopolímero tridimensional composto de três constituintes principais: celulose, hemicelulose e lignina, responsáveis pela formação da parede celular de seus elementos anatômicos e pela maioria de suas propriedades como é visto na Figura 1.

Figura 1: Estrutura hierárquica de fibra lignocelulósica – MEV da fibra de eucalipto



Fonte: PYSKLO, L.; PAWLOVSKI, P.; PARASIEWICZ (2007).

A madeira contém em menores porções, e em quantidades variáveis, outras substâncias, usualmente citadas como constituintes acidentais, englobando as cinzas minerais e compostos de baixo peso molecular, chamados de extrativos, encontrados notadamente na casca, reunindo os terpenos, óleos, ácidos graxos, compostos aromáticos, corantes além de outros. (SOUZA, 2006).

Tendo como observado ainda por Souza (2006), onde as características e quantidades destes componentes contidos na mesma, e as diferenças em estrutura celular resultam em significantes variações nas propriedades da madeira.

Já ao se falar em longas fibras tubulares que constituem a madeira são compostas por dois carboidratos poliméricos chamados celulose e hemicelulose. Ambas as substâncias são

glicoses complexas. A glicose é um açúcar, o que explica em parte o fato da madeira retardar a pega do cimento (SOUZA, 2006).

Segundo Latorraca (2000), os extrativos são uma mistura complexa de substâncias, responsáveis por determinadas características, como a cor, o cheiro, o desenho, o gosto, resistência natural da madeira ao ataque de organismos destruidores, etc.

Embora em menor percentual em relação aos demais componentes, o teor de extrativos tem efeitos negativos na interação cimento-madeira e é um importante indicador para sua utilização com fins industriais (LATORRACA, 2000).

Além disso Bordini *et al.* (2004), relata que a quantidade de extrativos e a composição relativa dos mesmos, dependem de diversos fatores como a espécie, idade da planta e região de ocorrência, variando este teor entre dicotiledôneas na faixa de 2% a 4% e nas coníferas de 5% a 8%, na madeira seca. Segundo Stancato; Burke e Paulon (2001) o resíduo vegetal denominado pó de serra é constituído de material proveniente de fontes renováveis, que sendo utilizado na substituição parcial da areia contribui para um programa específico de reciclagem, diminuindo a demanda de agregado miúdo para a fabricação de concreto e argamassa, tornando estes compostos mais isolantes termicamente, em função da baixa condutividade térmica da madeira.

O IBAMA estimou que no ano de 2000, a indústria brasileira produziu cerca de 166,31 milhões de metros cúbicos de madeira, tanto nativa como de reflorestamento, e que deste total, cerca de 80 milhões de metros cúbicos foram de resíduos, ou seja, 48,10%.

O Programa da Nações Unidas para o Desenvolvimento (2009) estima que é gerado no Brasil aproximadamente 30 milhões de toneladas de resíduos de madeira anualmente. A principal fonte geradora de resíduos é a indústria madeireira, a qual contribui com 91% dos resíduos de madeira gerados.

e deixados nas florestas como resultado das atividades da extração assim como os resíduos industriais gerados pelo seu beneficiamento.

Os resíduos industriais de madeira são provenientes do processamento mecânico das toras de madeira bruta. No processo de beneficiamento estão envolvidas várias etapas, de acordo com o uso destinado ao material.

Cada etapa gera uma quantidade e tipo de resíduo, que passam a ser descartados e acumulados no meio ambiente, causando não somente problemas de poluição, como caracterizando desperdício da matéria originalmente utilizada (REVISTA REFERÊNCIA, 2003). O resíduo pode apresentar-se sob várias formas e texturas, dependendo da indústria e da espécie beneficiada, que vão desde cascas, costanheiras, destopo, serragem, maravalhas, pó de lixamento, sobras e rejeitos, havendo a necessidade de caracterização para uso.

Da família das Lauraceae, a árvore de Itaúba é conhecida também pelos nomes de itaúba-amarela, itaúba-abacate, itaúba-preta e louro-itaúba, possuem madeiras com características similares (GARGIA *et al.*, 2012).

Ainda segundo Garcia *et al.* (2012), a madeira é muito pesada e dura, densidade de 1,14 g/cm³, com alta resistência mecânica e baixa retratibilidade, elevada resistência natural ao apodrecimento e ao ataque de insetos. É encontrada sempre em solos pobres, silicosos ou argilossilicosos. Sua madeira vem sendo largamente usada em construções externas, como postes, moirões, dormentes, cruzetas e estacas; em partes internas, pode ser utilizada como vigas, caibros, marcos ou batentes de portas e janelas, esquadrias e tacos. Tem uso também em carrocerias e cabos para ferramenta.

As Lauraceae destacam-se entre as demais famílias pela sua importância econômica, pois além da utilização da sua madeira, são espécies aromáticas e produtoras de óleos essenciais, sendo frequentemente utilizadas como matéria-prima nas indústrias. Trata-se de uma madeira considerada de alta resistência ao ataque de organismos xilófagos (fungos apodrecedores, cupins e xilófagos marinhos), com propriedades mecânicas e de durabilidade

natural. A sua madeira (tronco) é geralmente comercializada para construções hidráulicas, pontes, laminações, móveis de alta classe, construções náuticas, etc., e traz grande vantagem para a construção civil pois não apresenta alto risco de deterioração (FEARNSSIDE, 1997).

A árvore de espécie de itaúba pode medir entre 20 a 40 metros, possui uma copa globosa, tronco ereto e cilíndrico, que varia de 60 a 80 cm de diâmetro (Figura 3), a sua casca é rugosa e fissurada de cor avermelhada. Trata-se de uma planta típica da região Amazônica, encontrada principalmente no Pará, porém, altamente comercializada por todo o país (LORENZI, 1998). Na Figura 4, encontra-se o resíduo (serragem) da madeira utilizada para os processos que serão descritos no decorrer deste trabalho.

Figura 3: Árvore espécie Itaúba



Fonte: RW Paisagismo (2014).

Figura 4: Resíduo (serragem) de Itaúba



Fonte: Autoria própria (2019).

2 METODOLOGIA

Abaixo estão descritos os métodos que foram utilizados nesse trabalho

2.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A distribuição do tamanho de partícula do resíduo de madeira de cada espécie foi determinada através de análise granulométrica, de acordo com a norma NBR 7211/2009, utilizando peneiras de 3/8, 1/4, 4, 8, 16, 30, 50, 100, e fundo mm.

2.2 ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA

A análise termogravimétrica foi conduzida para fornecer informações sobre a composição dos resíduos de madeira, bem como sua estabilidade térmica. Através dessa análise foi estudada a estabilidade térmica do resíduo de madeira de espécie Itaúba. As análises foram realizadas na Universidade Unisinos em um equipamento Q500 TGA (TA Instruments, New Castle, DE, EUA). Cerca de 15 mg de cada amostra foram submetidas da temperatura ambiente até 900 °C sob atmosfera de nitrogênio a uma taxa de aquecimento de 10 °C / min. Todas as análises foram feitas em triplicata.

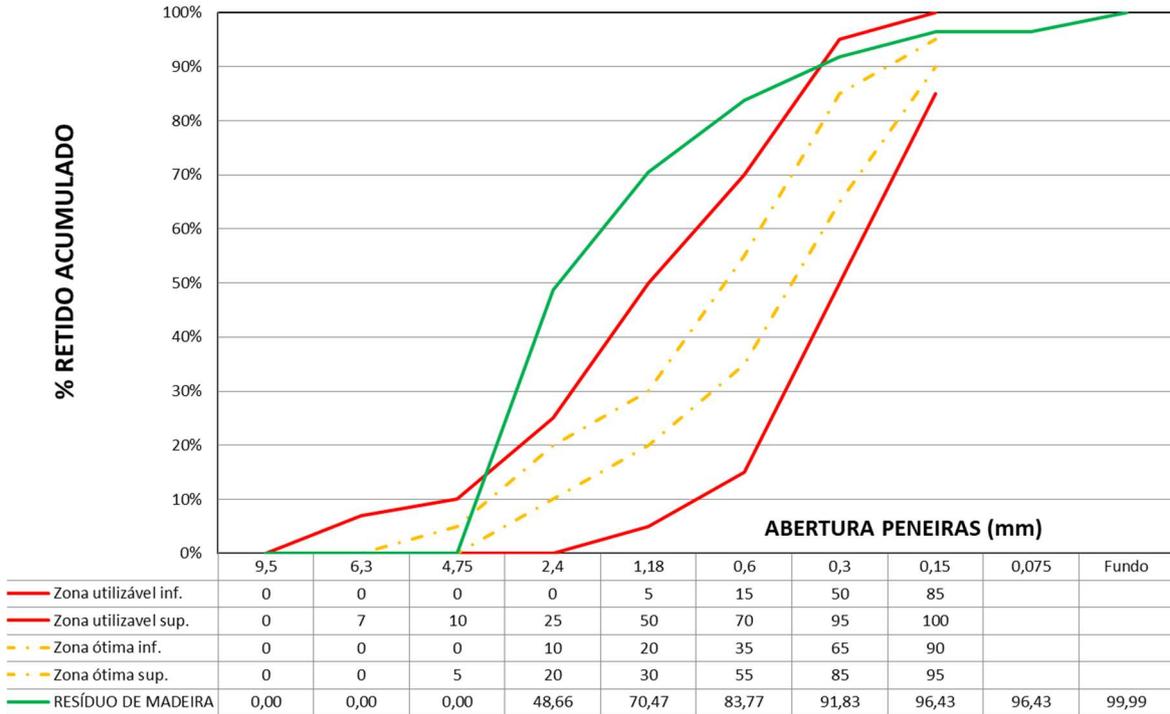
3 RESULTADOS

3.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A curva granulométrica permite analisar de forma efetiva o diâmetro e a desconformidade das partículas. Os enquadramentos dos agregados nas zonas utilizáveis e ótima seguem requisitos exigidos pela norma NBR 7211/2009.

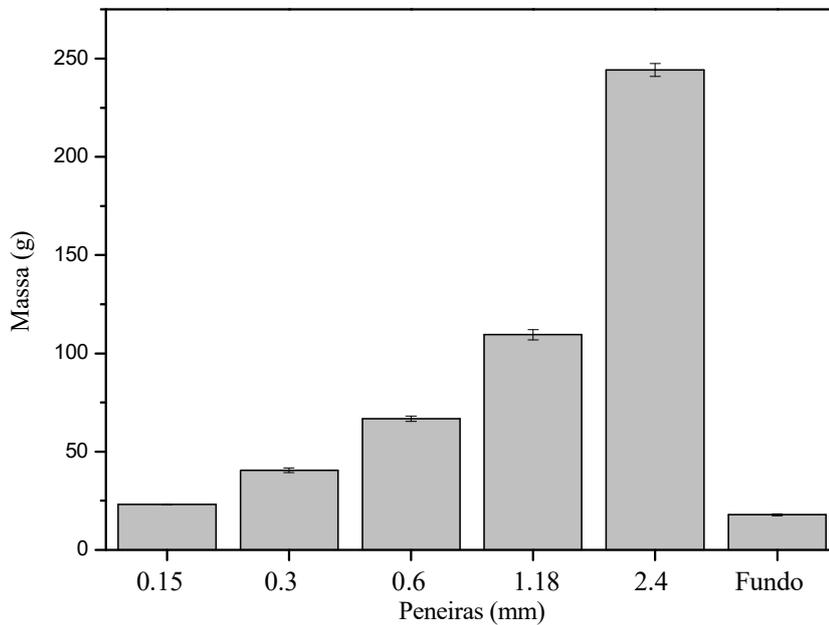
A Figura 5 apresenta a curva granulométrica do resíduo de madeira da espécie Itaúba, encontrando-se fora da zona ótima e utilizável exigidos pela NBR 7211/2009, verificando que na distribuição do tamanho de partícula a maior proporção do resíduo de madeira encontra-se na faixa de 1,18 a 2,4 mm (Figura 6).

Figura 5: Curva granulométrica do resíduo de madeira



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 6: Distribuição do tamanho de partícula do resíduo de madeira



Fonte: Autoria própria (2019).

A norma estabelece a definição de granulometria como agregado miúdo o material que passa pela peneira 4,75 mm e agregado graúdo o material que fica retido na peneira 4,75 mm. Analisando a curva do resíduo de madeira, é possível perceber que a maior parte retida são nas peneiras inferiores a 4,75mm, sendo assim, o material denomina-se agregado miúdo.

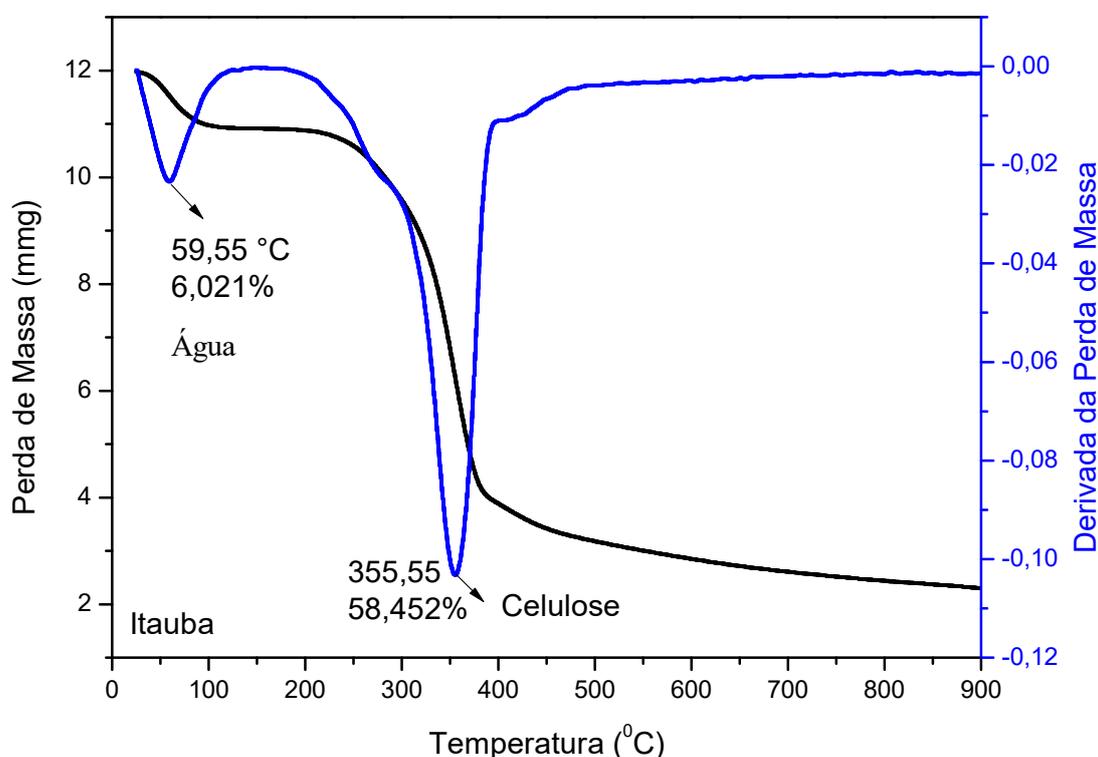
Nas figuras acima, onde observa-se a distribuição granulométrica do resíduo de madeira, apresentam dimensão máxima característica (DMC), igual a 9,5mm e módulo de finura de 5,88, que segundo a NBRNM 248/2003, caracteriza-se um agregado miúdo como muito grosso.

Segundo a literatura de Souza (2006) a fração fina retida (fração granulométrica abaixo da peneira de malha 0,60mm), é inferior a 10%, o que essa fração tem influência significativa na resistência a compressão, desde que o efeito inibidor da partícula não seja acentuado, proporcionando resistências mais elevadas, provavelmente pelo melhor empacotamento da mistura da fibra-matriz.

3.2 ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA

Os resultados da análise termogravimétrica são apresentados na Figura 7, e representam eventos de perda de massa do resíduo de madeira de Itaúba.

Figura 7: Curva de TGA do resíduo de madeira



Fonte: Autoria própria (2019).

De acordo com a figura acima, na análise realizada, dois eventos de perda de massa foram observados. A primeira perda de massa ocorreu aos 59,55 °C, correspondendo à de água intramolecular na amostra (6,021%).

O segundo evento é referente a celulose e possui um máximo de perda de massa na temperatura de 355°C. Ela é resistente termicamente que a hemicelulose devido ao maior número de ligações hidrogênio inter e intramoleculares presentes. Esse elevado número de ligações de hidrogênio é proveniente da maior linearidade da celulose, o que possibilita a formação de uma estrutura cristalina que requer uma maior quantidade de energia para ser rompida (KABIR et al., 2013).

O processo de degradação da celulose envolve a despolimerização, desidratação e decomposição das unidades glicosídicas (SILVÉRIO et al., 2013).

4 CONCLUSÕES

Após a realização das análises acima pode-se caracterizar o resíduo de Itaúba, o qual demonstra uma boa estabilidade térmica, podendo apresentar propriedades significativas junto a produtos da construção civil, tendendo a ter grandes aumentos na resistência térmica.

A utilização do resíduo da madeira traz grandes benefícios ao meio ambiente, pois através do emprego do pó de serra, promove-se a substituição de outras matérias-primas não renováveis.

Diversos são os usos dos resíduos da madeira na construção civil. Para realizar sua aplicação na construção civil, é necessário conhecer as propriedades físicas e mecânicas, para então, proceder corretamente quanto ao seu uso, fazendo aproveitamento de forma mais eficaz.

5 AGRADECIMENTOS

Ao curso de Mestrado de Engenharia Civil da IMED, e ao CNPq.

(G) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. **NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação.** Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro, 2001.

BORDINI, Michelle C. Pegorini; MENDOZA, Zaíra Hurtado; FINGER, Zenezio; LOGSDON, Norman Barros. **Caracterização dendrológica, física e química da Madeira de carvão vermelho, *Diptychandra aurantiaca (mart.) Tul.*** Madeira: arquitetura e engenharia. Revista da Escola de Engenharia de São Carlos/USP, São Carlos, n. 12, jan/abr, 2004. CD-ROM

CONAMA – Resolução 307: “**Dispõe sobre gestão dos resíduos da construção civil**”, 2002. 7 p.

IBAMA, GEO. **Brasil 2002 - Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil.** Organizado por Thereza Christina Carvalho Santos e João Batista Drummond Câmara. - Brasília: Edições. IBAMA, 2002

FEARNSIDE, P.M. 1997. **Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia.** Forest Ecology and Management, 90 (1): 59-87.

GARCIA, F. M.; MANFIO, D. R.; SANSÍGOLO, C. A.; MAGALHÃES, P. A. D. **Rendimento no desdobro de toras de itaúba (*mezilaurus itauba*) e tauari (*couratari guianensis*) segundo a classificação da qualidade da tora.** Revista Floresta e Ambiente 2012 out./dez.

GRANDI, L. A. C. **Placas pré-moldadas de argamassa de cimento e pó de serra.** 1995. 128f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

KABIR, M. M. et al.; **Effects of chemical treatments on hemp fibre structure.** Applied Surface Science, v. 276, p. 13– 23, 2013.

LEPAGE, E. S. In: **MANUAL DE PRESERVAÇÃO DE MADEIRAS.** São Paulo: IPT, 1986, p. 69-97

LORENZI, M. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 2. ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1998.

PYSKLO, L.; PAWLOVSKI, P.; PARASIEWICZ, W. **Study on reduction of zinc oxide level in rubber compounds part I.** KGK-Kautschuk Gummi Kunststoffe, v. 60, n. 10, p. 548- 553, 2007

REFERÊNCIA, Revista do Setor Madeireiro. **Resíduo de Madeira parte 2.** A sobra que vale ouro. Curitiba, Ed. Jota Comunicação, 2003.

RW, Revista de Paisagismo. **Projetos de paisagismo, seleção de espécies, produtos, mobiliário para áreas de lazer.** Disponível em <<http://rwpaisagismo.blogspot.com/2014/01/arvore-itauba.html>> acesso em: março de 2019.

SILVÉRIO, H. A. et al.; **Extraction and characterization of cellulose nanocrystals from corncob for application as reinforcing agent in nanocomposites.** Industrial Crops and Products, v. 44, p. 427– 436, 2013.

SOUZA, A. A. C. e. Utilização de resíduos da indústria madeireira para fabricação de chapas cimento madeira. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2006. 165p.

STANCATO, A.C.; BURKE, A.K. e PAULON, V.A. Estudo das propriedades do concreto com agregado miúdo composto de areia e resíduos vegetais. 43 Congresso Brasileiro do Concreto. Fóz de Iguazu, 2001.

TEIXEIRA, M. G. Aplicação de conceitos da ecologia industrial para a produção de materiais ecológicos: o exemplo do resíduo de madeira. Salvador, 2005. 159p.