

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Estudos (Inter)
Multidisciplinares
nas Engenharias 2

Atena
Editora

Ano 2019

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Estudos (Inter) Multidisciplinares nas
Engenharias
2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos (inter) multidisciplinares nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-701-7 DOI 10.22533/at.ed.017190910</p> <p>1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Helenton Carlos da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Engenharias*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 21 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da (inter) multidisciplinaridade nas engenharias.

O processo de aprendizagem, hoje em dia, é baseado em um dinamismo de ações condizentes com a dinâmica do mundo em que vivemos, pois a rapidez com que o mundo vem evoluindo tem como chave mestra a velocidade de transmissão das informações.

A engenharia praticada nos dias de hoje é formada por conceitos amplos e as situações a que os profissionais são submetidos mostram que esta onda crescente de tecnologia não denota a necessidade apenas dos conceitos técnicos aprendidos nas escolas.

Desta forma, os engenheiros devem, além de possuir um bom domínio técnico da sua área de formação, possuir domínio também dos conhecimentos multidisciplinares, além de serem portadores de uma visão globalizada.

Este perfil é essencial para o engenheiro atual, e deve ser construído na etapa de sua formação com o desafio de melhorar tais características.

Dentro deste contexto podemos destacar que uma equipe multidisciplinar pode ser definida como um conjunto de profissionais de diferentes disciplinas que trabalham para um objetivo comum.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos estudos da (inter) multidisciplinaridade nas engenharias, com destaque mais diversas engenharias e seus temas de estudos.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DO DESEMPENHO DE CONCRETO DESENVOLVIDO A PARTIR DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA CIDADE DE SÃO CARLOS/SP	
Tatiane Caroline Rocha Lemos Eduvaldo Paulo Sichieri Victor José dos Santos Baldan	
DOI 10.22533/at.ed.0171909101	
CAPÍTULO 2	13
ESTUDO DE DOSAGEM DE ARGAMASSA A PARTIR DE RESÍDUO PROVENIENTE DA RECICLAGEM DE PNEUS	
Tatiane Caroline Rocha Lemos Eduvaldo Paulo Sichieri Victor José dos Santos Baldan	
DOI 10.22533/at.ed.0171909102	
CAPÍTULO 3	25
ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICA DA MADEIRA: UMIDADE, DENSIDADE APARENTE E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO PARALELAS ÀS FIBRAS DAS ESPÉCIES COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA-RR	
Weiza Nunes Barbosa Emerson Lopes de Amorim Luiz Gustavo Ayres Barros Kellen de Souza Singh Lucas Matos de Souza José Castro Lima	
DOI 10.22533/at.ed.0171909103	
CAPÍTULO 4	37
ANÁLISE DOS EFEITOS DA VAZÃO MÁSSICA SOBRE A DEPOSIÇÃO DE INCRUSTAÇÕES EM AQUECEDORES DE LEITE DO TIPO PLACAS PLANAS GAXETADAS	
Alex Vazzoler	
DOI 10.22533/at.ed.0171909104	
CAPÍTULO 5	47
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA (<i>Manihot esculenta Crantz</i>) EM COMUNIDADE TRADICIONAL DO MUNICÍPIO DE MACAPÁ-AP E POSSÍVEIS SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS	
Roberto Quaresma Santana Lia Carla de Souza Rodrigues Jorge Emílio Henriques Gomes Marília de Almeida Cavalcante	
DOI 10.22533/at.ed.0171909105	
CAPÍTULO 6	55
AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE MACROTEXTURA E DRENABILIDADE EM DUAS PISTAS DE POUSO NA REGIÃO DO VALE DO ARAGUAIA	
Thamires Ferreira da Silva	

Lucas Jorge Freitas Marinho
Augusto Romanini
Raul Tadeu Lobato Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.0171909106

CAPÍTULO 7 69

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE GELATINAS OBTIDAS A PARTIR DAS PELES DE MAPARÁ (*Hypophthalmidae*) E URITINGA (*Arius Proops*)

Élida Viana de Souza
Jiullie Delany Bastos Monteiro
Nara Helem Brazão da Costa
Leliane da Silveira Barbosa Gomes
Iara Eleni de Souza Pereira

DOI 10.22533/at.ed.0171909107

CAPÍTULO 8 77

CONTROLE ESTRUTURAL DO DEPÓSITO PLACER DE MINERAIS PESADOS NA REGIÃO PRAIAL AO NORTE DA DESEMBOCADURA DA LAGOA DOS PATOS (BUJURU, BRASIL)

Bruno Silva da Fontoura
Adelir José Strieder
Jéssica Stern Behling
Rui Sérgio Saraiva Duarte Junior
Talita Cabelera da Silva
Paulo Mendes
Aureliano Augusto Vieira da Nóbrega
Lauro Julio Calliari

DOI 10.22533/at.ed.0171909108

CAPÍTULO 9 87

ESTRUTURA FÍSICA E PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA A RELUTÂNCIA VARIÁVEL PAUTADO EM PROTÓTIPO 8/6

Marcos José de Moraes Filho
Luciano Coutinho Gomes
Augusto Wohlgemuth Fleury Veloso da Silveira
Darizon Alves de Andrade
Josemar Alves dos Santos Junior
Wanberton Gabriel de Souza

DOI 10.22533/at.ed.0171909109

CAPÍTULO 10 99

VARIAÇÃO DA PERDA DE CARGA NA MANGUEIRA EM FUNÇÃO DE SEU ENROLAMENTO

Diogo Henrique Morato de Moraes
Ricardo Marques da Silva Viegas
Dione Monteiro de Moraes
Matheus Henrique Morato de Moraes
Marcio Mesquita

DOI 10.22533/at.ed.01719091010

CAPÍTULO 11 109

ÍNDICE DE DESEMPENHO DE MISTURAS TERNÁRIAS CONTENDO CIMENTO PORTLAND SÍLICA DE CASCA DE ARROZ E NANOSSÍLICA COLOIDAL

Daniel da Silva Andrade
Josué Régio Damaceno
Laércio Breno Moreira
Aline Alves de Almeida
João Henrique da Silva Rêgo

DOI 10.22533/at.ed.01719091011

CAPÍTULO 12 122

LEVANTAMENTO BIBLIOMÉTRICO E IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE PESQUISAS CIENTÍFICAS NA ÁREA DAS CIÊNCIAS SOCIAIS SOBRE A CANA-DE-AÇÚCAR PARA O SEGMENTO SUCROENERGÉTICO

Manoel Gonçalves Filho
Clóvis Delboni
Reinaldo Gomes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.01719091012

CAPÍTULO 13 135

MELHORIA NO PROCESSO DE MONTAGEM ATRAVÉS DA FERRAMENTA POKA YOKE: UM ESTUDO DE CASO NO MCDONALD'S

Jéssika Alvares Coppi Arruda Gayer
Dayse Mendes
Douglas Soares Agostinho
Felipe Martins Machado
Jennifer Evangelista Cavalcante
Kellen Coelho dos Santos
Marcos Augusto Mendes Marques
Marcos Henrique Morais
Renatha Querubina de Anevam
Rodrigo Ramiro Prior

DOI 10.22533/at.ed.01719091013

CAPÍTULO 14 144

MODELAGEM DA DISPERSÃO DE POLUENTES NA ATMOSFERA UTILIZANDO UMA ABORDAGEM ANALÍTICA

Régis Sperotto de Quadros
Glênio Aguiar Gonçalves
Daniela Buske

DOI 10.22533/at.ed.01719091014

CAPÍTULO 15 153

O ÍNDICE DE CONFIABILIDADE PARABÓLICO

Emmanoel Guasti Ferreira
Marcílio Sousa da Rocha Freitas
José Antônio da Rocha Pinto
Geraldo Rossoni Sisquini

DOI 10.22533/at.ed.01719091015

CAPÍTULO 16	168
RE-EVALUATION OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND TOTAL ACID NUMBER ON NAPHTHENIC CORROSION BY ELECTROCHEMICAL NOISE TECHNIQUE	
Ana Carolina Tedeschi Gomes Abrantes Alysson Nunes Diógenes Haroldo de Araújo Ponte	
DOI 10.22533/at.ed.01719091016	
CAPÍTULO 17	179
SLOW-RELEASE FERTILIZER FROM A ROCK CONTAINING GLAUCONITE BY THERMAL PROCESSING WITH ADDITIVES	
Antonio Clareti Pereira Emily Mayer de Andrade Becheleni Marta Ribeiro dos Santos Gomes Sônia Denise Ferreira Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.01719091017	
CAPÍTULO 18	190
UMA INTRODUÇÃO AO USO DA INTEGRAL DE DUHAMEL EM SISTEMAS DINÂMICOS ESTRUTURAIS	
Natan Sian das Neves	
DOI 10.22533/at.ed.01719091018	
CAPÍTULO 19	202
USO DE PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL NA OTIMIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO PROCESSO DE ADSORÇÃO COM TURFA PARA REMOÇÃO DA TURBIDEZ DE EFLUENTE OLEOSO	
Regina Celia de Oliveira Brasil Delgado Francisco Igor da Costa Freire Andréa Francisca Fernandes Barbosa André Luís Novais Mota Kalyanne Keyly Pereira Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.01719091019	
CAPÍTULO 20	211
UTILIZAÇÃO DE COBERTURA COMESTÍVEL NA CONSERVAÇÃO DE HORTIFRUITI	
Martiliana Mayani Freire Leoclécio Luis de Paiva Laís Barreto Franco Anna Paula Marques Cardoso Gleison Martins Medeiros Raposo Caliane Lília Leite do Nascimento Pedro Fagner Araújo Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.01719091020	
CAPÍTULO 21	218
MAPEAMENTO E AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DE CAIXAS COLETORAS DE DRENAGENS URBANAS NA REGIÃO DO PORTO DE PELOTAS/RS	
Marciano Carneiro Milton Cruz Fernandes	

Angélica Cirolini
Alexandre Felipe Bruch
Lenon Silva de Oliveira
Gabriel da Silva Pontes

DOI 10.22533/at.ed.01719091021

SOBRE O ORGANIZADOR.....	232
ÍNDICE REMISSIVO	233

ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICA DA MADEIRA: UMIDADE, DENSIDADE APARENTE E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO PARALELAS ÀS FIBRAS DAS ESPÉCIES COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA-RR

Weiza Nunes Barbosa

Centro Universitário Estácio da Amazônia - RR

Emerson Lopes de Amorim

Centro Universitário Estácio da Amazônia - RR

Luiz Gustavo Ayres Barros

Centro Universitário Estácio da Amazônia – RR

Kellen de Souza Singh

Centro Universitário Estácio da Amazônia – RR

Lucas Matos de Souza

Centro Universitário Estácio da Amazônia – RR

José Castro Lima

Centro Universitário Estácio da Amazônia – RR

RESUMO: Este artigo se trata de um estudo sobre as propriedades físicas e mecânicas: umidade, densidade e resistência à compressão do uso das madeiras de espécies Angelim-Ferro e Cupiúba comercializadas em Boa Vista-RR. Diante de uma quantidade de espécies trabalhadas no município, iniciou-se um estudo tendo como objetivo específico: realizar o levantamento bibliográfico e coleta de amostras das espécies, realizar os experimentos para obtenção das propriedades físicas e mecânica e verificar quanto os dados obtidos experimentalmente se aproximam da ABNT NBR 7190/1997. A metodologia utilizada abrange pesquisas bibliográficas, coleta de amostras das espécies em estudo e procedimento experimentais realizados em laboratório. Ao

final, os trabalhos realizados atenderam os objetivos propostos e se mostraram satisfatórios diante dos resultados obtidos, mostrando a viabilidade de serem desenvolvidos trabalhos futuros usando os dados obtidos neste trabalho. **PALAVRAS-CHAVE:** Madeira; Angelim-Ferro; Cupiúba; Propriedades Físicas e Propriedade Mecânica.

STUDY OF PHYSICAL PROPERTIES AND WOOD MECHANICS: HUMIDITY, APPARENT DENSITY AND RESISTANCE TO COMPRESSION OF SPECIES MARKETED IN BOA VISTA CITY

ABSTRACT: This article is a study of the physical and mechanical properties: moisture, density and compressive strength of the wood of Angelim-Ferro and Cupiúba species in commercialization in Boa Vista-RR. Before a quantity of species worked in the municipality, began a study with the specific objective: to carry out the bibliographic survey and collection of samples of the species, perform the experiments to obtain the physical and mechanical properties and verify how much the data obtained experimentally approach the ABNT NBR 7190/1997. The methodology used includes bibliographical research, collection of samples of the species under study and experimental procedure carried out in the

laboratory. At the end, the work carried out met the proposed objectives and proved satisfactory to the results obtained, showing the feasibility of future work being done using the data obtained in this work.

KEYWORDS: Wood; Angelim-Ferro; Cupiúba; Physical Properties and Mechanical Property.

INTRODUÇÃO

A madeira é usada como material de construção desde o início das civilizações por ser uma matéria-prima em abundância na natureza. A sua trabalhabilidade é de fácil manuseio contribuindo para o seu uso como material de construção natural. A madeira é encontrada em abundância na região norte sendo exportada para outras regiões do país e usada para uma diversidade de aplicações na engenharia civil. O uso dessa madeira como material de construção depende de suas propriedades físicas e mecânicas. Essas propriedades são importantes no momento de escolher a madeira adequada para usar em obra, a fim de evitar futuros prejuízos e acidentes durante a realização da construção. Em Boa Vista-RR, existe grande comercialização de várias espécies de madeiras e as mais comercializadas pelas madeireiras são angelim-ferro e cupiúba. Neste contexto, o trabalho tem por objetivos específicos realizar o levantamento bibliográfico e coleta de amostras das espécies em estudo, verificar o quanto os dados obtidos experimentalmente se aproximam da ABNT NBR 7190/1997. Por fim, o trabalho tem grande relevância por contribuir com dados para que futuras pesquisas sejam realizadas com o objetivo de buscar o conhecimento sobre a forma de aplicação das madeiras nas obras de construção civil no Estado de Roraima.

REFERENCIAL TEÓRICO

Madeira na construção civil

O emprego da madeira na construção civil remonta desde os primórdios da civilização. Esta se apresenta como material excepcional e como matéria-prima industrial de múltiplo aproveitamento que acompanha e sustenta o desenvolvimento da qualidade de vida do homem (MASCARENHAS, 2008).

De acordo com Agopyan (2011), o uso da madeira ainda é indispensável para muitos arquitetos e engenheiros por ser um diferencial de beleza e sofisticação. Em quase todas as etapas das execuções das obras da construção civil, a madeira se encontra presente sistematicamente em estruturas, escoramentos, esquadrias, pisos, forros, revestimentos até a mobília final.

A madeira é um ótimo material de construção quanto aos aspectos de conforto, plasticidade no projeto, rapidez de montagem e durabilidade. Habitar uma casa de madeira aproxima o homem da natureza, pois, a madeira mantém, em seu estado final de industrialização, características como cores, textura e aromas naturais, que podem ser explorados nas diferentes aplicações das construções habitacionais (MEIRELLES et al. 2007).

Diversas propriedades tornam a madeira um produto muito atraente frente a outros materiais. Dentre essas, são comumente citados o baixo consumo de energia para seu processamento, a alta resistência específica, as boas características de isolamento térmico e elétrico, além de ser um material muito fácil de ser trabalhado manualmente ou por máquinas (ZENID, 2010).

Propriedades Físicas da Madeira

As propriedades da madeira são de suma importância para análise das espécies, em geral, onde segundo ESPÓSITO (2007), a madeira apresenta como resultado da sua origem biológica, em geral, grande variabilidade, verificando-se este fato dentro da mesma espécie, mas sobretudo entre material proveniente de espécies diferentes. As propriedades físicas são subdivididas em teor de umidade, densidade, retratilidade, condutividade térmica, condutividade sonora e resistência ao fogo, no entanto, neste trabalho iremos abordar umidade e densidade.

O estudo da umidade da madeira é importante, pois, ela afeta diversas características do material como trabalhabilidade, estabilidade dimensional, resistência mecânica e durabilidade natural. Nesta linha de raciocínio o autor Silva e Oliveira (2003) aborda que a madeira é altamente higroscópica, possuindo retrações e inchamentos de acordo com o teor de umidade do ambiente.

O estado em que a madeira se encontra em equilíbrio com o meio ambiente é chamado de umidade de equilíbrio. Madeiras devem apresentar uma umidade próxima de equilíbrio quando em uso, pois, uma vez atingida essa condição os problemas relativos à retratilidade serão amenizados (Silva e Oliveira, 2003).

Segundo o autor Silva e Oliveira (2003), conforme o habitat das espécies, elas poderão adquirir um teor de umidade excessivo e prejudicar suas propriedades físicas e mecânicas, contudo, não é possível ser utilizadas para os fins da construção civil, visto que na sua maioria as espécies quando tem uma idade para manejos e comercialização.

Por outro lado, a densidade é um importante fator na determinação das propriedades físicas e mecânicas que caracterizam diferentes espécies de madeiras, diferentes árvores de uma dada espécie e diferentes regiões de uma mesma árvore (FOELKEL, 1971).

A variação na propriedade física, densidade pode ocasionar uma melhor resistência em sua propriedade mecânica, bem como suas densidades aparentes

podem variar de acordo com sua região para que seja melhor definida sua aplicação nas diversas estruturas dentro da construção civil.

Densidade básica é a massa de madeira seca em relação ao seu volume saturado. Por ser de fácil determinação e de apresentar boa correlação com as propriedades mecânicas da madeira, é uma das propriedades físicas mais estudadas no mundo (Panshin e Zeeuw, 1970).

A densidade da madeira, assim como a rigidez, é sensivelmente afetada pelo teor de umidade. Todavia, o efeito da umidade na rigidez é muito mais expressivo do que na densidade (PFEIL, 2003).

Propriedades mecânicas da Madeira

As propriedades mecânicas resistem aos esforços de compressão, flexão, tração, cisalhamento, fendilhamento, dureza e embutimento, o respectivo artigo trata-se apenas de resistência à compressão. O conhecimento das propriedades mecânicas é de grande importância para determinar adequadamente a aplicação da madeira as mais variadas utilizações, principalmente em relação aquelas que requerem uma maior resistência e rigidez (MULLER et al., 2014; CAIXETA, 2003).

Segundo Meirelles e Pala (2010), a resistência da madeira difere segundo os três eixos principais: longitudinal, radial e tangencial, em que a resistência da madeira na direção paralela às fibras é muito grande devido à densidade e a continuidade da fibra na direção longitudinal, enquanto que na direção perpendicular à fibra (tangencial e radial) existem maiores vazios.

Melo (1999) cita que existem alguns fatores que influenciam as propriedades mecânicas da madeira, como o teor de água, a densidade, a velocidade da aplicação da carga, a duração da carga, defeitos intrínsecos à madeira, lenho juvenil e a temperatura. Pinto et al. (2007) relatam que tal número de variáveis permite concluir que a madeira é um material de comportamento extremamente complexo.

No ensaio de compressão paralela às fibras é aplicada uma carga sobre a peça de madeira a fim de se verificar o valor máximo que a espécie suporta sem ser esmagada (PEREIRA, 2013).

De acordo o autor Pereira (2013), o ensaio à compressão visa a buscar o quanto suas fibras resistem em que é aplicada uma determinada força, porém, desde que suas dimensões estejam de formas corretas.

METODOLOGIA

O estudo do ponto de vista da sua natureza é uma pesquisa aplicada com objetivo de gerar conhecimento para aplicação das análises de madeira. Terá abordagem quali-quantitativa cujo objetivo é uma pesquisa explicativa através de procedimentos como: bibliográfico e experimental, com análise da ABNT NBR 7190/1997- Projeto de estruturas de madeira, junto com um estudo das propriedades físicas e mecânica das

madeiras de espécie angelim-ferro e cupiúba.

Equipamentos

Foram utilizados os equipamentos: Balanças analíticas BK 300 e M 6k, com suas respectivas precisões máxima 310g e 6100g, mínimo de 0,02g e 5g, erro 0,01 e 1g, divisão de leitura 0,001 e 0,1g; estufa esterilizada com capacidade de 0 a 300 graus Celsius; paquímetro eletrônico e prensa eletrônica de resistência à compressão com velocidade 0 a 80 kgf/s e com capacidade de até 100tf.

Coleta e Preparo das Amostras

O procedimento de coleta de dados e execução do experimento foi realizado com base na NBR 7190/97.

Foram coletadas as amostras na serraria, localizada no logradouro distrito industrial no município de Boa Vista-RR, retiradas as peças de amostras de angelim-ferro e cupiúba com auxílio de motosserra. As peças possuem comprimento de 30cm e diâmetro médio de 55,8cm conforme ilustrado na Figura 2. Extrai-se uma amostra do lote investigado, com corpos-de-prova distribuídos aleatoriamente ao longo do lote, em que deve haver representativa da totalidade deste. Para isso, não se deve retirar mais de um corpo-de-prova de uma mesma peça. Os corpos-de-prova devem ser isentos de defeitos e retirados de regiões afastadas das extremidades das peças de pelo menos cinco vezes a menor dimensão da seção transversal da peça considerada, mas nunca menor que 30 cm.



Figura 2: Corte das peças

Fonte: Autora (2019)

REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Experimento de Umidade

Para obtenção dos ensaios de umidade das espécies angelim-ferro e cupiúba, foram extraídas 12(doze) amostras de cada espécie subdivididas em dois modelos,

A e B, com finalidade de classificar e ter um parâmetro de porcentagem de umidade conforme a fórmula da norma NBR7190/1997.

$$U (\%) = \frac{m_i - m_s}{m_s} \times 100$$

Onde:

U% é o teor de umidade;

m_i é a massa inicial da madeira, em gramas;

m_s é a massa da madeira seca, em gramas;

Não obstante, o teor de umidade das espécies que foram determinadas, usando os corpos-de-prova de seção transversal retangular com dimensões nominais de 2,0 cm x 3,0 cm e comprimento ao longo das fibras de 5,0 cm. Colocam-se duas amostras de Angelim-ferro e duas de Cupiúba em estufa a uma temperatura de 105°C Celsius de acordo com a NBR 7190/97(B.5.4). A cada 6 horas foram retiradas as amostras e pesadas em uma balança de precisão conforme a Figura 3.

O experimento foi repetido até as amostras alcançarem uma massa menor ou igual a 0,5 % da última massa da amostra coletada, assim com uma duração total de 24 horas.

Após esses procedimentos foram realizados a tabulação dos dados em planilha eletrônica e realizado o cálculo de obtenção do valor da umidade para cada madeira de acordo com a norma NBR 7190/79(B.5.2).



Figura 3: Coleta das amostras.

Fonte: Autora (2019)

Experimento de Densidade

Verificou-se também que para a propriedade física a densidade é dividida em dois cálculos: densidade básica e densidade aparente.

Com os corpos-de-prova submersos em água destilada, foram necessárias apenas duas pesagens para chegar-se no valor constante. Para calcular a densidade

básica, são necessários os dados de umidade, pois precisa-se do valor da massa seca em quilogramas e do volume saturado pelas dimensões finais dos corpos-de-prova, imposto pelo cálculo da norma NBR7190/1997(B.6.2).

$$\rho_{bas} = \frac{ms}{V_{sat}}$$

Onde:

bas é a densidade básica;

ms é a massa seca da madeira, em quilogramas;

Vsat é o volume da madeira saturado, em metros cúbicos.

Segundo a norma ABNT NBR 7190/1997, a densidade aparente é uma massa específica convencional, definida pela razão entre a massa e o volume de corpo-de-prova com teor de umidade de 12%, sendo dada por:

$$\rho_{ap} = \frac{m_{12}}{V_{12}}$$

Onde:

ap é a densidade aparente;

m12 é a massa da madeira a 12% de umidade, em quilogramas;

V12 é o volume da madeira a 12% de umidade, em metros cúbicos.

Ao Avaliar a determinação da densidade, foram extraídos corpos-de-prova com formas prismáticas com seção retangular 2,0x3,0x5,0 cm, em seguida as amostras foram submersas em água destilada para chegar a uma determinada saturação, como mostra na Figura 4. Conforme a NBR 7190/97(B.6.4), as amostras foram retiradas da água cada 6h e pesadas seguindo o mesmo procedimento de cálculo anterior.

Após as duas amostras coletadas, com uma duração de 12 horas chegou a uma variação desejada pela norma brasileira NBR 9170/97. Esses procedimentos foram realizados em seguida em uma planilha eletrônica e realizado o cálculo de densidade básica e densidade aparente para cada madeira de acordo com a norma NBR 7190/79(B.6.2).



Figura 4: Amostra submersa.

Fonte: Autora (2019)

Experimento de resistência à compressão paralela as fibras

Com objetivo de avaliar a eficiência das operações de ensaio, tabulados no anexo E, os níveis de classificação em função do coeficiente de variação dentro do ensaio obtido segundo a metodologia adotada. Esta classificação tem por finalidade a melhoria dos processos de ensaio do laboratório evidenciada pela redução da dispersão. A divulgação da classificação é facultativa, o resultado da resistência à compressão simples deve ser expresso em megapascals, com três algarismos significativos segundo a ABNT NBR 5739/2007.

A resistência à compressão deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$f_{co} = \frac{F_{co,m\acute{a}x.}}{A}$$

Onde:

f_{co} é a resistência à compressão paralela as fibras em megapascals;

$F_{co, máx.}$ é a máxima força de compressão aplicada ao corpo-de-prova durante o ensaio, em newtons;

A é a área inicial da seção transversal comprimida em metros quadrados.

Bem como, a resistência à compressão é dada pela máxima tensão que se podem atuar em corpos-de-prova com seção transversal quadrada 5,0x5,0cm e 15,0 cm de comprimento. Foram extraídas 12 amostras de cada espécie estudada dentro desse trabalho, separas por amostras A e B como ilustrada na Figura 5, conforme a NBR 7190/97(B.8.3).



Figura 5: Amostras das espécies angelim-ferro e cupiúba.

Fonte: Autora (2019)

ANÁLISE DOS RESULTADOS

A classe de umidade tem por finalidade ajustar as propriedades de resistência e de rigidez da madeira em função das condições ambientais onde permaneceram, conforme (Tabela 7- classes de umidade/NBR 7190/1997) ilustrada na Tabela 6. Depois de chegar a massa constante, verificou-se os dados dos modelos A e B de

cada espécie, alcançou-se um valor médio de umidade relativa ambiente de 45% da angelim-ferro e 14,85% da espécie cupiúba de acordo com a Tabela 6 visto que os resultados se encontram em uma classificação de umidade 1 e dentro a umidade de equilíbrio de 12%.

De acordo com Silva e Oliveira (2003), a umidade encontrada nas espécies de angelim-ferro e cupiúba demonstraram características diferentes, contudo não esquecendo que sua classe será classificada de acordo com sua umidade de equilíbrio.

Classes de umidade	Umidade relativa do ambiente U_{amb}	Umidade de equilíbrio da madeira U_{eq}	Angelim-ferro	
			Umidade Amostra A	Umidade Amostra B
1	$\leq 65\%$	12%	Valor Tabelado	$\leq 65\%$
			Valor Médio experimental	42,78% 47,30%
			Erro %	-
			Média das Amostras A, B e margem de erro	45%
2	$65\% < U_{amb} \leq 75\%$	15%	Cupiúba	
			Umidade Amostra A	Umidade Amostra B
3	$75\% < U_{amb} \leq 85\%$	18%	Valor Tabelado	$\leq 65\%$
			Valor Médio experimental	14,31% 14,25%
4	$U_{amb} > 85\%$ durante longos períodos	$\geq 25\%$	Erro %	-
			Média das Amostras A, B e margem de erro	14,85%

Tabela 6: Tabela adaptada

Fonte: ABNT NBR 7190/1997 e Tabela experimental (Autora-2019)

Ao confrontar os resultados obtidos no presente experimentos de densidade com os realizados pela norma NBR7190/1997 (Anexo E), foi obtido um erro estatístico de 11% da espécie angelim-ferro comparativamente com as tabelas exigidas pela norma e um erro de 31,3% na espécie cupiúba de acordo com a Tabela 7.

Segundo o autor Foelkel (1971), a densidade é um dos estudos mais importantes para chegar nas determinações das propriedades analisadas dentro deste experimento.

DENSIDADE APARENTE		
Angelim-ferro	Angelim-ferro Densidade aparente (kg/m^3) Amostra A	Angelim-ferro Densidade aparente (kg/m^3) Amostra B
Valor Tabelado	1170 ¹	1170 ¹
Valor Médio experimental	1275,9	1310,8
Erro %	9	12
Média das Amostras A, B e margem de erro	1299 (kg/m^3) $\pm 11\%$	
Cupiúba	Cupiúba Densidade aparente (kg/m^3) Amostra A	Cupiúba Densidade aparente (kg/m^3) Amostra B
Valor Tabelado	838 ¹	838 ¹
Valor Médio experimental	1087,9	1111,7
Erro %	29,8	32,70
Média das Amostras A, B e margem de erro	1099,8 (kg/m^3) $\pm 31,3\%$	

Tabela 7: Resultados obtidos pelo experimento e fornecidos pela NBR 7190/1997.

Fonte: Autora (2019)

Na Tabela 8 é apresentado os resultados correspondentes aos valores médios tabelados e experimentais de resistência à compressão paralela as fibras. Conforme ilustrado na tabela 8, pode-se analisar que na amostra A da angelim-ferro o valor tabelado e de 79,5 MPa e o valor experimental de 79,1 Mpa. Os valores obtidos pelas espécies distintas têm uma relevância entre si como é possível observar na tabela inserida. Tanto na angelim-ferro e cupiúba, as propriedades tiveram uma margem de erro médio respectivamente de 1,13% e 13,6%, em que ambas tiveram um valor analisado experimentalmente maior que o valor tabelado pela norma ABNT NBR 7190/1997(Anexo E). Nesse sentido, a pesquisa alcançou os objetivos propostos.

Conforme o autor Melo (1999), a resistência mecânica tem influência quando se relacionada com o teor de umidade, a densidade, a velocidade da aplicação da carga, a duração da carga, defeitos naturais da madeira, lenho juvenil e mesmo a temperatura.

RESISTENCIA A COMPRESSÃO		
Angelim-ferro	P(MPa) Amostra A	P(MPa) Amostra B
Valor Tabelado	79,5 ¹	79,5 ¹
Valor Médio experimenTal	79,1	81,7
Erro %	0,5	2,8
Média das Amosras A, B e margem de erro	80,4MPa ± 1,13%	
Cupiuba	P(MPa) Amostra A	P(MPa) Amostra B
Valor Tabelado	54,4 ¹	54,4 ¹
Valor Médio experimental	58,6	65
Erro %	7,7	19,5
Média das Amosras A, B e margem de erro	61,8MPa ± 13,6%	

Tabela 8: Resultado obtidos pelo experimento e tabelados na NBR 7190/1997.

Fonte: Autora (2019)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de verificar os dados da ABNT NBR 7190/1997 e experimentos realizados em laboratório, encontrou-se a umidade tanto da angelim-ferro e cupiúba. Dessa forma, observou-se que as duas se encontram na classe de umidade 1, pois a sua umidade ambiente deve ser menor ou igual 65% e a umidade de equilíbrio das madeiras se encontram em 12%. Após a coleta dos dados de umidade, foi feito o trabalho de densidade em que o valor tabelado é de 1.170 kg/m³ e o valor encontrado através do experimento prático e teórico foi correlacionado em relação às amostra A 1.275,9 kg/m³ com uma diferença de 9%, com o valor tabelado, e de 12% para amostra B. Diante disso, o valor médio geral da espécie angelim-ferro é de 1.299 kg/m³ para densidade aparente e com uma margem de 11% de erro.

Visto que a cupiúba é uma madeira mais flexível, foi obtido uma média maior que especificada da tabela de anexo E (NBR 7190/1997). No anexo o valor apresentado e de 838 kg/m³ e o valor médio alcançado pelo experimento foi de 1.099,8 kg/m³. Em

relação a resistência à compressão paralela às fibras, examinou-se que quanto maior densidade da madeira, maior a sua resistência à compressão. Da mesma maneira que a angelim-ferro obteve uma diferença de 11% e notou-se um ganho de resistência maior que o especificado da norma 7190/1997. A cupiúba teve uma densidade maior em relação à margem de erro da angelim-ferro, mas também exponencialmente uma carga de resistência à compressão significativa ao valor tabelado da angelim-ferro, todavia também observa-se quanto maior a densidade aparente de material analisado maior é a sua capacidade de resistência à compressão simples, entretanto não muda o seu fator de composição, pois as amostras eram das mesmas dimensões e obtiveram umidades, densidades e resistências diferentes, contudo sua densidade, mesmo com propriedade distintas, tiveram notáveis aumentos na sua resistência à compressão simples.

Por fim, o trabalho tem relevância por contribuir com dados para que futuras pesquisas sejam realizadas com o objetivo de buscar entender se as madeiras estão sendo aplicadas de forma correta nas obras de construção civil. Por conseguinte, fica disponível dados que possam fazer uma correlação entre densidade e a resistência à compressão para assim fazer uma futura equação entre as duas.

REFERÊNCIAS

Associação brasileira de normas técnicas. (1997). NBR 7190: **Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro.

Associação brasileira de normas técnicas. NBR 5739 - Concreto - **Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. 2007, 5p.

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio da sustentabilidade na construção**. São Paulo: Blucher, 2011.

BRAZ, E. M. **Subsídios para o planejamento do manejo de florestas tropicais da Amazônia**. 2010. 237 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2010.

ESPÓSITO, Sidnei Sérgio. **O uso da madeira na Arquitetura dos séculos XX e XXI**. Dissertação de Mestrado: USJT – Universidade São Judas Tadeu. São Paulo, 2007.

FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M.; BARRICHELO, L.E.G. **Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas**. IPEF, n.2/3, p.65-74, 1971.

LEE, Kyung Mi. Severiano Mário Porto. **A produção do espaço na Amazônia**. Dissertação de Mestrado: FAUUSP – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

MASCARENHAS, Paulo Sérgio M. **Madeira como material de construção**. 2008.

MEIRELLES, C. R.; PALA, A. **Apostila de Processo construtivo em madeira**, 2010. p. 67

MEIRELLES, Célia Regina Moretti, et al, **Considerações sobre o uso da madeira no Brasil em construções habitacionais**. 2007.

MELO, J. R. **Secagem de madeiras: teoria e prática de secagem artificial de madeiras**. Lisboa: Estação Florestal Nacional, 1999. p. 381.

PANSHIN, A.J.; ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1970. v.1 705p.

PEREIRA, A. F. **Madeiras brasileiras: guia de combinação e substituição**. São Paulo: Blucher, 2013. 132p.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michele. **Estruturas de Madeira**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2003 6a Edição.

PINTO, M. L. **Propriedades e Características da Madeira de Teca (Tectonagrandis) em função da idade**. 2007. 124p. Tese (Doutorado em engenharia civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SILVA, J.C.; OLIVEIRA, J.T.S. **Avaliação das propriedades higroscópicas da madeira de EucalyptussalignaSm. em diferentes condições de umidade relativa do ar**. Revista Árvore, Viçosa – MG, v.27, n.2, p.233-239, 2003.

STROETER, João Rodolfo. **Arquitetura e teorias**. São Paulo: Nobel, 1986.

ZENID, Geraldo José. **Madeira: uso sustentável na construção civil**. 2. ed. São Paulo: IPT, 2009. 99p. (IPT Publicação 3010).

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 38, 39, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 209, 210

Agregado artificial 1, 11, 13

B

Biomassa 47, 49, 52, 54

Bloco estrutural 13, 20

C

Cimento Portland 3, 113, 120

Concreto reciclado 1, 13, 15

Controle estrutural 77, 80, 84, 85

Corrosão 202, 203

D

Desperdícios 127, 135, 140, 142

Dinâmica estrutural 190, 191, 200

Drenabilidade 55, 56, 57, 58, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 68

Drenagem urbana 218, 219, 231

E

Energia 14, 27, 38, 43, 47, 52, 53, 54, 96, 97, 98, 103, 115, 126, 127, 133, 232

Ensino 139, 190, 232

F

Farinha de mandioca 47, 49, 50, 52, 54

I

Índice de confiabilidade 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 165, 166

Inovação 76, 122, 124, 125, 126, 127, 232

Irrigação 99, 100, 108

M

Madeira 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 51, 52

N

Nanossílica 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121

P

Pozolana 109, 110

Propriedade mecânica 25, 27

Propriedades físicas 25, 26, 27, 28, 71, 111

R

Resíduos 1, 2, 4, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 22, 23, 47, 49, 52, 53, 54, 69, 70, 71, 72, 74, 76, 110, 208, 229

Resíduos de pneu 13, 15

S

Sílica de casca de arroz 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120

Solução analítica 144, 151

Sustentabilidade 1, 14, 24, 35, 74, 127, 138, 142, 232

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-701-7



9 788572 477017