

Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2019

Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Atena
Editora
Ano 2019

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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 Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – 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 Internazionale delle Figlie di 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. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
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 Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
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
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
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

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P474 Pesquisa científica e inovação tecnológica nas engenharias [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa PR: Atena Editora, 2019. – (Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-902-8

DOI 10.22533/at.ed.028200601

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas.
3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Série.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 1” contempla vinte e três capítulos em que os autores abordam pesquisas científicas e inovações tecnológicas aplicadas nas diversas áreas de engenharia.

Os resultados obtidos através de pesquisas científicas trazem benefícios a sociedade e promovem inovações tecnológicas, surgindo como uma engrenagem nas engenharias.

O estudo sobre o comportamento de determinados materiais sob determinadas situações permite avaliar e otimizar seu uso, proporcionando o controle das condições ideais, bem como viabilizando a utilização de determinadas matérias primas. Por sua vez, essas matérias primas podem trazer benefícios ao meio ambiente, bem como trazer resultados econômicos satisfatórios.

A avaliação de propriedades físicas e mecânicas de materiais permite também a sua utilização em diversos segmentos da engenharia, proporcionando o desenvolvimento de novos produtos, trazendo benefícios a sociedade.

Diante do exposto, esperamos que esta obra traga ao leitor conhecimento técnico de qualidade, fazendo com que o leitor reflita sobre o uso das pesquisas científicas e as inovações tecnológicas no desenvolvimento social, e faça uso dessas ferramentas na melhoria de qualidade de vida na sociedade.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AÇÃO CORROSIVA DE SOLOS DO SUL DO BRASIL SOBRE ESTRUTURAS METÁLICAS	
Jessica Oliveira Ayres Matthews Teixeira Coutinho Devai Luciana Machado Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.0282006011	
CAPÍTULO 2	10
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PAINÉIS AGLOMERADOS CONFECCIONADOS COM PINUS, EUCALIPTO, BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E ADESIVO POLIURETANO DERIVADO DE ÓLEO DE MAMONA	
Estéfani Suana Sugahara Ana Laura Soler Cunha Buzo Raissa Pravatta Pivetta Sérgio Augusto Mello da Silva Elen Aparecida Martines Morales	
DOI 10.22533/at.ed.0282006012	
CAPÍTULO 3	21
ANÁLISE EXPERIMENTAL EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO REFORÇADAS AO CISALHAMENTO COM LAMINADOS DE PRFC	
Nara Villanova Menon Maicon de Freitas Arcine Juliana Penélope Caldeira Soares	
DOI 10.22533/at.ed.0282006013	
CAPÍTULO 4	35
CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO DE FACHADA EM EDIFÍCIO LITORÂNEO COM EXPANSÃO, FISSURAÇÃO COM ESFARELAMENTO E BAIXA RESISTÊNCIA MECÂNICA: ESTUDO DE CASO	
Renato Freua Sahade Fabiano Ferreira Chotoli Sérgio Soares de Lima Priscila Rodrigues Melo Leal	
DOI 10.22533/at.ed.0282006014	
CAPÍTULO 5	45
CARACTERÍSTICAS E DESEMPENHO DA VERMICULITA NA CONSTRUÇÃO	
Paula Thais dos Santos Felix	
DOI 10.22533/at.ed.0282006015	
CAPÍTULO 6	55
PINUS E EUCALIPTO PARA CONSTRUÇÕES LEVES EM MADEIRA (WOODFRAME) NO BRASIL: COMPARATIVOS, POSSIBILIDADES E DESAFIOS	
Mirna Mota Martins Júlia Cruz da Silva Matheus Fernandes Lima Rita Dione Araújo Cunha	

CAPÍTULO 7 68

ANÁLISE DE COMPORTAMENTO DO DESLIZAMENTO PINO SOBRE DISCO DO AÇO ISI 4140 X H13

Eric Elian Lima Espíndola
Andrey Coelho das Neves
Beatriz Seabra Melo
Vinicius Silva dos Reis
Milena Cristina Melo Carvalho
Brenda Thayssa Figueira Daniel
Rodrigo Ribeiro Lima
Edgar Costa Cardoso
Aécio de Jesus Monteiro dos Santos
Emerson Rodrigues Prazeres
José Maria do Vale Quaresma

DOI 10.22533/at.ed.0282006017

CAPÍTULO 8 81

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO TIPO COSTANEIRAS DE CORYMBIA CITRIODORA PARA APLICAÇÃO EM MÓVEIS E COMPONENTES DECORATIVOS

Matheus Fernandes Lima
Mirna Mota Martins
Julia Cruz da Silva
Sandro Fábio Cesar
Rita Dione Araújo Cunha

DOI 10.22533/at.ed.0282006018

CAPÍTULO 9 94

AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE PAINÉIS EM MADEIRA PARA REVESTIMENTO DE FACHADAS: RECOMENDAÇÕES PARA O DETALHAMENTO CONSTRUTIVO

Mônica Duarte Aprilanti
Simone Fernandes Tavares
Akemi Ino

DOI 10.22533/at.ed.0282006019

CAPÍTULO 10 108

COMPARTIMENTAÇÃO HORIZONTAL UTILIZANDO PLACAS DE SILICATO DE CÁLCIO DE ALTA DENSIDADE

Lilian Cristina Ciconello
Luciana Alves de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.02820060110

CAPÍTULO 11 121

INCIDÊNCIA DE DESCOLAMENTO EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS ADERIDOS EM FACHADAS: CONTRIBUIÇÃO PARA O PROJETO E A PRODUÇÃO

Luciana Alves de Oliveira
Luciana Araújo Mauricio Varella
Renato Freua Sahade

DOI 10.22533/at.ed.02820060111

CAPÍTULO 12 133

COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO PARALELO ÀS FIBRAS DO *Eucalyptus urograndis*: CORPOS DE PROVA ISENTOS DE DEFEITOS X PEÇAS ESTRUTURAIS

Fabiana Yukiko Moritani
Carlito Calil Junior

DOI 10.22533/at.ed.02820060112

CAPÍTULO 13 145

CROSS LAMINATED TIMBER VS CONCRETO: RESISTÊNCIA MECÂNICA A COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS E DENSIDADE

Aliane Cardoso de Almeida
Rafaele Almeida Munis
Jessé Salles Lara

DOI 10.22533/at.ed.02820060113

CAPÍTULO 14 158

DUREZA JANKA COMO ESTIMADOR DA DENSIDADE APARENTE E DAS RESISTÊNCIAS À FLEXÃO E COMPRESSÃO EM EUCALIPTO

Takashi Yojo
Cassiano Oliveira de Souza
Maria José de Andrade Casimiro Miranda
Sergio Brazolin

DOI 10.22533/at.ed.02820060114

CAPÍTULO 15 167

ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DE NANOFIBRAS DE SÍLICA, OBTIDAS VIA SBS, E ARGILA MONTMORILONÍTICA EM POLIAMIDA 66

Edvânia Trajano Teófilo
Gabriel Lucena de Oliveira
Radamés da Silva Teixeira
Cláudio Bezerra Martins Júnior
Rosiane Maria da Costa Farias
Aline Vasconcelos Duarte
Ellen Cristine Lopes da Silva Bento
Raí Batista de Sousa
Francisco Diassis Cavalcante da Silva
Francisca Maria Martins Pereira

DOI 10.22533/at.ed.02820060115

CAPÍTULO 16 178

ESTUDO DAS FORÇAS DE CORTE NO MICROFRESAMENTO DO AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO AISI 316L

Milla Caroline Gomes
Márcio Bacci da Silva

DOI 10.22533/at.ed.02820060116

CAPÍTULO 17 185

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE FORNO DIDÁTICO PARA FUNDIÇÃO DE ALUMÍNIO

Carlos Eduardo Costa
Jefferson Maiko Luiz

Ivan Rodrigues dos Santos
Emerson da Silva Seixas
Milton Luis Polli

DOI 10.22533/at.ed.02820060117

CAPÍTULO 18 194

QUANTIFICAÇÃO DE HIDROGÊNIO EM CORPOS DE PROVA DE UM AÇO ARBL
PARA ENSAIOS DE PUNÇIONAMENTO ESFÉRICO

Luiz Fernando Maia de Almeida
Rosenda Valdés Arencibia
Sinésio Domingues Franco

DOI 10.22533/at.ed.02820060118

CAPÍTULO 19 200

METODOLOGIA PARA MONITORAMENTO DA PRÉ-TRINCA POR FADIGA NO
ENSAIO SNTT

Guilherme Bernardes Rodrigues
Waldek Wladimir Bose Filho
Sinésio Domingues Franco
Rosenda Valdés Arencibia

DOI 10.22533/at.ed.02820060119

CAPÍTULO 20 206

BIOSSORÇÃO DE METAIS PESADOS UTILIZANDO A MICROALGA *Synechococcus
nidulans*

Juliana Silveira de Quadros
Paulo Fernando Marques Duarte Filho
Fernando Junges

DOI 10.22533/at.ed.02820060120

CAPÍTULO 21 216

DISTRIBUIÇÃO BIDIMENSIONAL DA PROFUNDIDADE DE MISTURA NO
RESERVATÓRIO DE LAJEADO, TOCANTINS

Marcelo Marques
Elaine Patricia Arantes
Fernando Oliveira de Andrade
Alexandre Kolodynskie Guetter
Cristhiane Michiko Passos Okawa
Isabela Arantes Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.02820060121

CAPÍTULO 22 227

ESTUDO PROSPECTIVO E TECNOLÓGICO DA GERAÇÃO DE SYNGAS
UTILIZANDO CATALISADORES

Munique Gonçalves Guimarães
Grace Ferreira Ghesti
Camila Lisdália Dantas Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.02820060122

CAPÍTULO 23 240

UTILIZAÇÃO DE PELÍCULAS COMESTÍVEIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MORANGOS

Tatiane Barbosa dos Santos

Matheus Luis Ferrari

Marcio Eduardo Hintz

João Paulo Brazão Gianini

Rafael Rodrigo Bombardelli

Idiana Marina Dalastra

DOI 10.22533/at.ed.02820060123

SOBRE A ORGANIZADORA..... 251

ÍNDICE REMISSIVO 252

CARACTERÍSTICAS E DESEMPENHO DA VERMICULITA NA CONSTRUÇÃO

Data de aceite: 25/11/2019

Paula Thais dos Santos Felix

IPOG - Instituto de Pós-Graduação, Master em
Arquitetura & Lighting
Recife - PE

RESUMO: O ambiente da construção civil comporta uma competição por mais eficiência e melhores resultados, acarretando constante pesquisa e estudo de novas técnicas e materiais para interferir nesta equação. A utilização de materiais alternativos busca atender a princípios sustentáveis, para os casos de utilização de resíduos oriundos de outras indústrias ou mesmo da própria construção civil e também à demanda por evolução no processo construtivo dos empreendimentos. Tal melhoria torna-se necessária devido ao rápido desenvolvimento urbano das metrópoles, aumentando a criticidade de desafios conhecidos, como o excesso de ruídos nocivos, aliados aos demais, como conforto térmico e eficiência energética. Considerando este cenário desafiador, um material alternativo vem ganhando destaque na construção civil: a vermiculita. O mineral, detentor de propriedades termo acústicas, quando adicionado à argamassa de revestimento promove uma melhora no isolamento térmico, fator importante para edificações e que deve ser

levado em conta na hora de construir, visto que uma das preocupações é com o desconforto térmico interno, grande parte causado pela radiação solar. Outro problema preocupante que também pode ser tratado com a utilização do mineral, é o desconforto acústico inerente de ruídos emitidos pelo trânsito e fábricas nas grandes cidades, por exemplo, podendo ser reduzido em média em até 62%. O presente trabalho desenvolve uma revisão da literatura de estudos de caso da utilização da vermiculita no processo da construção civil, analisando os benefícios e resultados alcançados pelos autores. A pesquisa apresenta um enfoque em prático de como a problemática do ruído vem sendo solucionada pelos profissionais responsáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Vermiculita, Materiais alternativos, Conforto térmico, Conforto acústico

FEATURES AND PERFORMANCE OF VERMICULITE IN CONSTRUCTION

ABSTRACT: The construction environment involves a competition for more efficiency and better results, leading to constant research and study of new techniques and materials to interfere with this equation. The use of alternative materials seeks to meet sustainable principles, in the case of use of waste from other industries or even the construction itself

and also the demand for evolution in the construction process of enterprises. Such improvement is necessary due to the rapid urban development of the metropolises, increasing the criticality of known challenges, such as excessive noise noises, allied to others, such as thermal comfort and energy efficiency. Considering this challenging scenario, an alternative material has been gaining prominence in construction: vermiculite. The mineral, which has thermo acoustic properties, when added to the coating mortar promotes an improvement in thermal insulation, an important factor for buildings and should be taken into account when building, as one of the concerns is the internal thermal discomfort, largely caused by solar radiation. Another worrying issue that can also be dealt with using the mineral is the inherent acoustic discomfort of traffic noise and factories in large cities, for example, which can be reduced by up to 62% on average. The present work develops a literature review of case studies of the use of vermiculite in the construction process, analyzing the benefits and results achieved by the authors. The research presents a practical focus on how the noise problem has been solved by the professionals in charge.

KEYWORDS: Vermiculite, Alternative Materials, Thermal Comfort, Acoustic Comfort

1 | INTRODUÇÃO

Os problemas relacionados ao meio urbano são os mais variados possíveis: excesso de ruído, emissão de poluentes no ar e na água, escassez de recursos energéticos e água, falta de tratamento adequado dos resíduos, aumento no consumo de energia para o condicionamento artificial, entre outros (NETO et al, 2014). Considerando estes desafios, é necessário que a técnica construtiva evolua de forma a eliminar ou mitigar algumas destas questões. Neste sentido, atualmente, existe uma tendência no desenvolvimento de novas técnicas construtivas e soluções originais com a finalidade de reduzir o impacto da construção ao meio ambiente e aumentar a rapidez de execução das obras. Dentre as diversas soluções, a pré-fabricação mostra-se a mais adequada para esta finalidade (ARAUJO e CÂNDIDO, 2015). O fato da utilização de tais estruturas na obra resumir-se à simples montagem das peças, proporciona uma oportunidade de economia com perda de material e mão de obra, uma vez que as peças são confeccionadas em ambiente controlado, do ponto de vista de recursos e qualidade de material utilizado.

Grande parte do interesse em se utilizar elementos pré-moldados ou pré-fabricados é otimizar o processo construtivo. Entretanto, uma das maiores dificuldades na aplicação de painéis de concreto pré-moldados é o elevado peso específico do concreto (ARAUJO e CÂNDIDO, 2015), resultado em maquinário especial para transporte e manuseio do mesmo na obra, de forma a viabilizar sua montagem. Com o intuito de minimizar esse impacto, várias soluções têm sido desenvolvidas, partindo da inclusão proposital de vazios o interior dos painéis até o

uso de agregados leves na composição do concreto. Tais soluções, além de diminuir o peso dos painéis, apresentam vantagens em quesitos como conforto térmico e acústico nos empreendimentos, quando comparados aos painéis tradicionais.

A preocupação latente na utilização de tais agregados leves na elaboração do concreto é que o mesmo, em seu estado final, resista às intempéries de forma satisfatória, quando comparado ao concreto tradicional. Desta forma, estudos vêm sendo realizados com o objetivo de constatar que a utilização destes agregados leves resulta em painéis de concreto aptos para utilização sem oferecer risco à obra. Segundo a NBR NM 35 (NBR NM 35, 1995), os agregados leves não devem possuir massa unitária no estado seco e solto acima de $1,12 \text{ g/cm}^3$ para os agregados miúdos e de $0,88 \text{ g/cm}^3$ para os agregados graúdos. Já a NBR 12655 (NBR 12655, 2006a) estabelece que os agregados leves devem apresentar massa específica igual ou menor que $1,80 \text{ g/cm}^3$.

Este trabalho apresenta uma revisão da literatura focada na utilização de agregados à composição de concreto que contribuam para redução dos problemas citados: confortos térmico e acústico e redução do impacto ao meio ambiente. O objetivo é reunir informações relevantes e atuais a respeito das pesquisas, experimentos e estudos de caso realizados na área de tecnologia construtiva, de forma a reunir tais técnicas e estratégias em um único trabalho. O enfoque da revisão recai sobre a utilização de agregados leves na composição de elementos pré-moldados, com maior ênfase à materiais alternativos, detalhando o uso da vermiculita. Toda a pesquisa considera a realidade brasileira, não se limitando à mesma, podendo ser estendida à países com climas similares.

2 | AGREGADOS LEVES

O concreto leve é reconhecido pelo seu reduzido peso específico e elevada capacidade de isolamento térmico e acústico, sendo os mais utilizados aqueles produzidos com a utilização de agregados leves, como vermiculita ou argila expandida (ECOPORE, 2017). Enquanto os concretos normais possuem sua densidade variando entre 2300 e 2500 kg/m^3 , os concretos leves chegam a atingir densidades próximas a 1800 kg/m^3 (BREMNER, 1998). A Figura 1 exibe a variação de densidades comumente aceita entre os tipos de concreto mencionados neste trabalho. Também é apresentando o concreto celular, que possui peso específico mais leve que os demais, por substituir, em sua composição, os agregados sólidos por ar, acarretando o aspecto de bolhas de ar, presente na Figura 1.

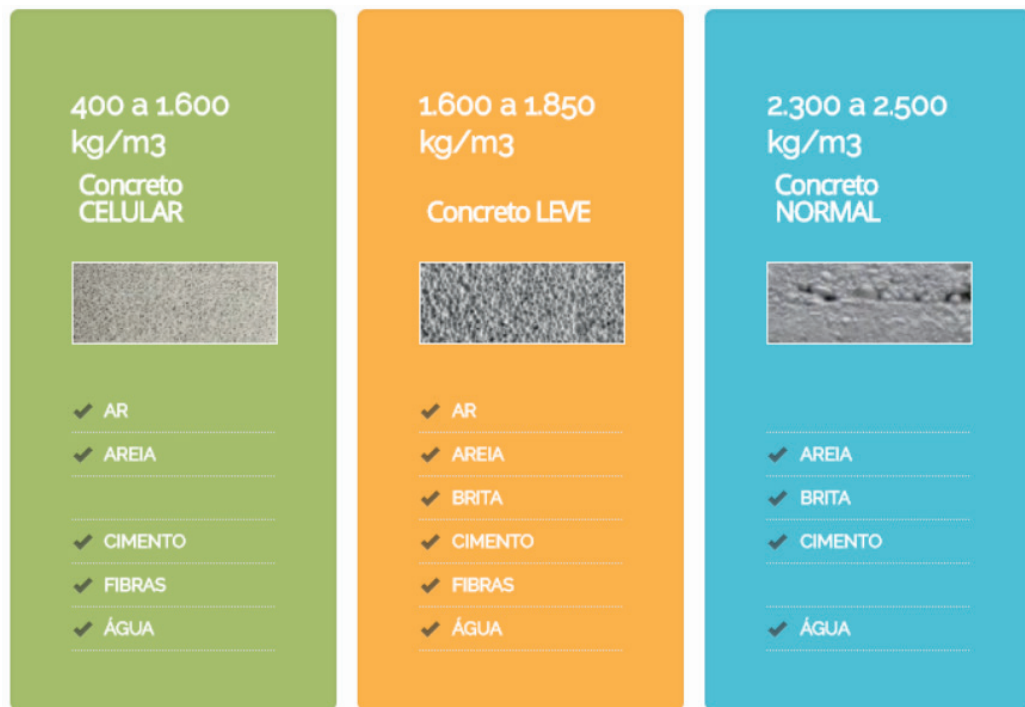


Figura 1 - Densidades de Concreto Celular, Concreto Leve e Concreto Tradicional
 Fonte: ECOPORE (2017)

Tradicionalmente, os concretos leves são diferenciados dos concretos convencionais pela redução da massa específica e alterações das propriedades térmicas (ROSSIGNOLO, 2003). Entretanto, essas não são as únicas características importantes que justifiquem atenção especial a esse tipo de concreto. A utilização de agregados leves resulta ainda no impacto em outras propriedades do produto final, como a resistência mecânica, retratação, módulo de deformação, entre outras. O ACI 213R-87 (ACI, 1997) especifica que o concreto leve, além de apresentar valores de massa específica dentro dos limites definidos, deve também apresentar resistência à compressão acima de 17,2 MPa.

De acordo com a NM 35/95 da ABNT (ABNT NM23, 1995), os agregados leves utilizados na produção dos concretos leves, não devem apresentar massa unitária no estado seco e solto acima de 1120 kg/m³, para agregados miúdos, e 880 kg/m³, para agregados graúdos. Para dosagem adequada do agregado é essencial o conhecimento das propriedades dos mesmos, que podem variar significativamente de acordo com a matéria prima utilizada e o processo de fabricação. Como o concreto apresenta-se como sendo materiais heterogêneos, suas propriedades dependem diretamente das propriedades individuais de cada componente e da compatibilidade entre eles.

Agregados leves podem ser classificados em dois tipos básicos: naturais ou artificiais. O primeiro tipo é obtido a partir da extração direta de jazidas, presentes na natureza, e classificados de acordo com a granulometria. Temos como exemplos de

agregados leves naturais as escórias vulcânicas e a pedra pomes. Já os agregados artificiais são obtidos em processos industriais e classificados de acordo com o processo realizado, onde encontramos as argilas expandidas, vermiculita, entre outros. Os dois processos mais utilizados para produção do segundo tipo de agregado citado são a sinterização e forno rotativo. O primeiro processo consiste em submeter o material a altas temperaturas, juntamente com uma porção de combustível, até que o material expanda, em função da formação de gases (GOMES NETO, 1998). Forno rotativo, ou nodulação, consiste em elevar os materiais a altas temperaturas (acima de 1000° C), próximas ao ponto de fusão incipiente, de forma que os gases produzidos permanecem no material (SANTOS, 1986).

Nesse contexto, um agregado artificial que vem ganhando espaço no processo construtivo é a vermiculita, em sua forma expandida (Figura 2). Este mineral, também chamado de vermiculite, é formado de ferro, alumínio, magnésio hidratado e lamelar. O material sofre expansão quando submetido a elevadas temperaturas, transformando-o em flocos de ar aprisionado, o que contribui para sua característica de isolante acústico (BARROS e CARDILLO, 2014). O concreto leve com vermiculita gera uma das menores massas específicas, chegando a 300 Kg/m³, possibilitando a conquista de grandes vãos.



Figura 2 - Vermiculita em sua forma expandida

Fonte: BARROS e CARDILLO (2014)

3 | USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Nos últimos anos tem-se observado a aplicação de concretagem leve em diversos tipos de empreendimentos, tais como plataformas marítimas, pontes e

edifícios de múltiplos andares (ROSSIGNOLO, 2003). Tais estruturas estão expostas a diferentes tipos de ambientes, sendo alguns destes, extremamente agressivos, o que denota a grande versatilidade e durabilidade deste material. Destas aplicações em ambientes com alta agressividade à estrutura, observa-se o crescimento de concreto leve em ambientes marítimos, como pontes e plataformas petrolíferas (PHILEO, 1986; SEABROOK e WILSON, 1988; MAYS e BARNES, 1991; MELBY JORDET e HANSVOLD, 1996). Para o caso de plataformas, o concreto leve apresenta melhoria nas características de flutuação durante o transporte e utilização, tendo em vista a construção das mesmas em doca seca.

A aplicação de concreto leve na construção de edifícios de múltiplos andares, além de reduzir as cargas da fundação, apresenta melhoria no desempenho térmico e de resistência ao fogo, quando comparado ao concreto tradicional (ROSSIGNOLO, 2003). A aplicação do agregado leve vermiculita na construção civil dá-se com as principais finalidades da composição de concreto leve para prover isolamento térmico em lajes e paredes, proteção de impermeabilização em lajes de cobertura, aplicação como enxerto de divisórias e portas corta-fogo, forro decorativo e acústico, entre outras funções. Esse isolamento térmico é possível devido a presença de ar na vermiculita em sua forma expandida, o que contribui para alcançarmos um melhor conforto térmico no interior das edificações, conforme mostrado na Figura 3.

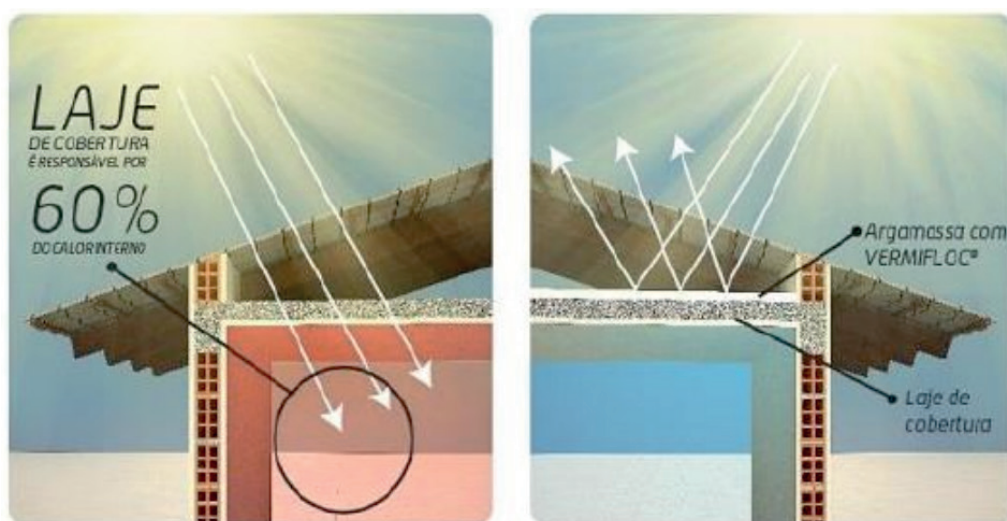


Figura 3 - Vermiculita como isolante térmico

Fonte: BRASIL MINÉRIOS (2016)

O concreto, de modo geral, apresenta grande potencial de emprego em elementos pré-fabricados, principalmente quando comparados aos mesmos elementos construídos com concreto tradicional. Com o agregado leve, há uma redução de custos por transporte de unidade de volume de concreto, podendo variar de 20% a 50% de economia. Permite ainda a execução de estruturas em vãos maiores, possibilidade de produzir peças maiores utilizando o mesmo maquinário já existente

e, por fim, a redução de 25% a 50% no tempo de montagem (ROSSIGNOLO, 2003). Apesar dos benefícios listados, a utilização de concreto leve em empreendimentos brasileiros vem sendo adotada de forma modesta.

Outra possibilidade de utilização de agregados na composição do concreto leve é a utilização de rejeitos de outras indústrias ou da própria construção civil. Os agregados reciclados também apresentam porosidade elevada e menor densidade, assim como a argila expandida (GOMES et al, 2015). Porém, os agregados reciclados são mais heterogêneos (o que dificulta a uniformidade de suas propriedades) e menos resistentes. Além disso, esses agregados possuem teores de finos e/ou materiais pulverulentos mais elevados, e formato mais irregular ou textura superficial mais rugosa (CARRIJO, 2005; TENÓRIO, 2007).

4 | RESULTADOS OBTIDOS

Na composição de concreto leve, o agregado vermiculita permite uma redução do valor da massa específica do concreto de até 35%, quando comparado aos concretos com agregados tradicionais (ROSSIGNOLO, 2003). Ensaio encontrados na literatura demonstram bons resultados do uso de vermiculita na composição de concreto leve. Em ensaios realizados em painéis, obteve-se uma melhora de 10% de isolamento térmico em painéis de argamassa maciços contendo o agregado vermiculita (ARAUJO e CÂNDIDO, 2015). Isso pode contribuir para menores variações de temperatura no interior das edificações, acarretando economia com sistemas de refrigeração. Como esperado nos estudos com concreto composto de agregados leves, foi constatado que a vermiculita expandida contribui para a diminuição da resistência mecânica do concreto. Desta forma, alguns autores realizaram experimentos adicionais, utilizando os painéis construídos com concreto com vermiculita expandida reforçados com tela de fibra de vidro, resultando em um aumento positivo da resistência mecânica, atacando assim, a principal deficiência do uso destes agregados.

No aspecto de sustentabilidade, mais precisamente no impacto ambiental do uso de tais agregados, especialmente na construção, requer que o estudo compreenda o processo de produção do material, o processo de construção, consequências no projeto estrutural, manutenção e reciclagem (ROSSIGNOLO, 2003). Considerando todos esses pontos, o concreto leve mostra-se um material de baixo impacto ambiental quando comparado a outros materiais. O Quadro 1 apresenta os valores do consumo de energia para produção de alguns materiais de construção. Nele, observamos que a produção do concreto leve consome cerca de 1,6 vezes mais energia que a produção do concreto tradicional, consequência do alto consumo dos fornos para tratamento dos agregados. Entretanto, a redução da armadura e da energia utilizada

no transporte e no processo construtivo com a utilização do concreto leve, facilmente compensam os gastos extras de energia utilizado na produção dos agregados.

Material	Energia para volume de material produzido (MJ/m ³)	Tensão de trabalho (MPa)	Relação Tensão/Energia (μPa.m ³ /J)
Concreto tradicional	4.500	14	3.110
Madeira	2.400	7	2.920
Concreto leve	7.500	14	1.870
Aço	57.800	165	285
Plástico rígido	47.300	7	148
Alumínio	981.000	126	128
Vidro	229.000	14	61
Bloco cerâmico	9.000	0.25	22

Quadro 1 - Valores de consumo de energia para produção de materiais de construção comuns

Fonte: BREMMER (1998)

5 | CONCLUSÃO

Tendo em vista que a vermiculita é um material alternativo que traz consigo grandes vantagens para construção civil, como a facilidade de uso junto a argamassa, propriedades de isolamento térmico e acústico, além da resistência ao fogo, constata-se que o mineral possui muito somar no processo de construção, sendo, desta forma, importante o aumento na adoção deste material, além de outros agregados, no mercado da construção civil. As principais propriedades da vermiculita, isolamento térmico e acústico, já mostraram excelentes resultados em testes e ensaios aqui referenciados. Desta forma, o agregado demonstra grande potencial de uso na construção civil, adicionando mais eficiência e sustentabilidade à construção.

Espera-se, que a medida que este tipo de agregado ganhe relevância, a adoção de concretos leves por parte do mercado de construção civil brasileiro aumente, possibilitando uma maior gama de estudos. Além da aplicação dos agregados na formulação do concreto leve, os mesmos também podem ser utilizados em construções secas e até mesmo como elemento decorativo nos ambientes.

REFERÊNCIAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE - ACI. Guide for Structural Lightweight Aggregate Concrete. ACI-2013R-87. ACI Manual of Concrete Practice, Part 1, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 35: Agregados leves para concreto estrutural: Especificação. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655: Concreto de cimento Portland:

preparo, controle e recebimento: Procedimento. Rio de Janeiro, 2006a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NM23 - Agregados Leves para concreto estrutural - Especificações. Rio de Janeiro, 1995.

ARAUJO, D. L., CÂNDIDO, E. S. Painel pré-moldado de argamassa armada com vermiculita expandida e reforçado com fibras de vidro. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil. Vol 10, n 3, 01-18. 2015

BARROS, A. G. A., CARDILLO, H. R. P., Concreto leve com vermiculita expandida. Brasília, 2014, 28p. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil. Universidade Católica de Brasília - DF, 2014.

BRASIL MINÉRIOS. A vermiculita como alternativa para o conforto térmico em edificações. Disponível em <<http://brasilminerios.com.br/2016/06/28/brexit-could-lead-to-significant-construction-job-losses/>>. 28 de junho de 2016. Acessado em 30 de maio de 2017.

BREMMER, T. W., Concreto de agregado leve. 40º Congresso Brasileiro do Concreto - Reibrac, Rio de Janeiro, agosto, 1998.

CARRIJO, P. M. Análise da Influência da Massa Específica de Agregados Graúdos Provenientes de Resíduos de Construção e Demolição no Desempenho Mecânico do Concreto. São Paulo, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ECOPORE. Concreto Celular / Leve. Disponível em <<http://www.ecopore.com.br/aplicacoes/concreto-leve>>. Acessado em 30 de maio de 2017.

GOMES NETO, D. P. Dosagem de micro concretos leves de alto desempenho para produção de pré-fabricados de pequena espessura - Estudo de caso. São Carlos, 1998. 156p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

GOMES, P. C. C.; ALENCAR, T. F. F. de; SILVA, N. V. da; MORAES, K. A. de M.; ANGULO, S. C. Obtenção de concreto leve utilizando agregados reciclados. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 31-46, jul./set. 2015.

MAYS, G. C., BARNES, R. A. The Performance of lightweight aggregate concrete structures in service. The Structural Engineer, v. 69, n. 20, 1991.

MELBY, K., JORDET, E. A., HANSVOLD, C. Long-span bridges in Norway constructed in high-strength LWA concrete. Engineering Structures, V. 18, n. 11, 1996.

NETO, J. B. S. S., SOARES, P. F., VANDERLEI, R. D., COELHO, T. M., ARAGÃO, F. V. Inovação no uso de resíduo da indústria sucroalcooleira. Revista Geintec – Gestão Inovação e Tecnologias. ISSN 2237-0722. 2014.

PHILEO, R. E. Lightweight concrete in bridges. Concrete International, V.8, n. 11, 1986

ROSSIGNOLO, J. A., Concreto leve de alto desempenho modificado com SB para pré-fabricados esbeltos - Dosagem, produção, propriedades e microestrutura. Tese de Doutorado. USP. São Carlos. 2003.

SANTOS, M. E. et al. Argila expandida como agregado para concreto leve. Tema livre - Apresentado à Reunião Anual do IBRACON de 1986. São Paulo, 1986.

SEABROOK, P. I., WILSON, H. S. High strength Lightweight concrete for use in offshore structures:

utilisation of fly ash and sílica fume. The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete, V. 10, n. 3, 1988.

TENÓRIO, J. J. L. Avaliação de Propriedades do Concreto Produzido Com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição Visando Aplicações Estruturais. Maceió, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

SOBRE A ORGANIZADORA

Franciele Braga Machado Tullio - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço inoxidável 178, 181
Aproveitamento de costaneira 81
Argamassa de revestimento 35, 36, 42, 44, 45
Argila montmorilonítica 167, 168

C

Carga normal 68, 71, 73, 74, 75, 77, 78, 79
Cisalhamento 21, 23, 24, 27, 31, 32, 33, 34, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 203, 217
CLT 97, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 155, 156, 157
Coeficiente de atrito 68, 71, 73, 74, 79
Comparação 7, 13, 14, 23, 40, 56, 57, 58, 61, 63, 73, 75, 77, 78, 79, 86, 133, 135, 140, 145, 206, 209, 244, 245, 247
Compartimentação horizontal 108, 110, 111, 118
Compressão 24, 25, 28, 29, 33, 48, 114, 115, 135, 137, 145, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 164, 165, 166, 201
Concreto 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 61, 97, 117, 118, 123, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 190
Concreto armado 21, 22, 23, 33, 34, 37, 123, 148, 156, 157
Conforto acústico 45
Conforto térmico 45, 47, 50, 53, 122
Construção civil 12, 18, 22, 23, 36, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 55, 56, 57, 59, 65, 96, 97, 98, 108, 110, 128, 132, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 156, 187
Construções leves 55, 56, 60, 61, 65, 66
Corrosão 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 23, 112, 113, 181, 195
Corymbia citriodora 81, 82, 83, 84, 85, 92, 93
Cura 15, 22, 35, 43, 44, 145, 152, 156

D

Densidade 5, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 47, 51, 63, 108, 110, 111, 113, 114, 115, 145, 149, 150, 151, 153, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 163, 165, 166, 187, 190, 191, 207
Descolamento 31, 32, 33, 38, 121, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132
Desgaste deslizante 68, 76
Detalhe construtivo 94
Durabilidade 36, 50, 56, 57, 64, 94, 96, 97, 98, 99, 103, 106, 107, 115, 122
Dureza Janka 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166

E

Eletroquímica 1, 2, 196, 197
Ensaio de caracterização 35, 39, 40, 42

Escória 35, 41, 43, 44, 188

Eucalipto 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 82, 93, 101, 136, 144, 148, 158, 159, 160, 161

F

Fachadas de edifícios 121, 123, 132

Fachadas em madeira 94, 95, 96, 100

Fiação por sopro em solução 167, 168, 169, 170, 171, 176

Flexão 10, 13, 17, 21, 24, 31, 32, 114, 135, 136, 137, 141, 142, 143, 158, 159, 160, 161, 163, 164, 165, 166, 201

Forças de corte 178, 179, 180, 181, 183

Forno didático 185, 191, 192

M

Madeira 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 106, 107, 119, 129, 133, 134, 135, 139, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 156, 157, 158, 159, 160, 163, 164, 165, 166

Manifestação patológica 35

Materiais alternativos 19, 45, 47

Materiais compósitos de PRFC 21

Metal 1, 2, 5, 6, 178, 180, 181, 182, 206, 207, 210, 212, 213, 214, 215, 229

Microfresamento 178, 180, 181, 183

Microusinagem 178, 179, 180, 181

N

Nanofibras de sílica 167, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177

P

Painéis de madeira 11, 18, 19, 20, 81, 83, 97, 157

Parede corta-fogo 108, 119

Patologia 121, 123

Pinus 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 101, 143, 144, 145, 151

Poliamida 66 167, 168, 170, 173, 174, 175

Prática acadêmica 185

Processo de fundição 185

Projeto de revestimento 121

Proteção contra incêndio 108

R

Reforço estrutural 21, 22, 25

Resíduo de madeira 81, 92

Revestimento cerâmico 121, 122, 126, 128, 130, 132

Revestimento em madeira 94

S

Sistema construtivo em placas de silicato de cálcio 108

Solo 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 65, 100, 134, 231

T

Tecnologia de vedações verticais leves 108

Tubulação 1

V

Vermiculita 45, 47, 49, 50, 51, 52, 53

Vigas 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 37, 114, 123

W

Wood frame 55, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67

