

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

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE FORNO DIDÁTICO PARA FUNDIÇÃO DE ALUMÍNIO

Data de aceite: 25/11/2019

Data de submissão: 13/10/2019

Carlos Eduardo Costa

UNINTER, Escola Superior Politécnica
Curitiba – PR
<http://lattes.cnpq.br/3150944563721123>

Jefferson Maiko Luiz

UNISOCIESC, Dep. de Eng. Mecânica
Curitiba – PR

Ivan Rodrigues dos Santos

UNISOCIESC, Dep. de Eng. Mecânica
Curitiba – PR

Emerson da Silva Seixas

UNINTER - Escola Superior Politécnica
Curitiba – PR
<http://lattes.cnpq.br/4299735816566579>

Milton Luis Polli

UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Curitiba - PR
<http://lattes.cnpq.br/3005966147961108>

RESUMO: Cada vez é maior o grau de exigência do mercado profissional para com o egresso independentemente do nível (técnico, graduado ou pós-graduado). Diferentes formas tem sido adotadas tendo em vista capacitar o aluno ainda durante sua vida acadêmica. No caso da graduação especialmente no caso das

engenharias as práticas de laboratório e os trabalhos de conclusão de curso tem atuado neste seguimento tendo por objetivo propiciar ao acadêmico condições que em breve farão parte de sua vida profissional. Diante do fato, o objetivo deste trabalho é apresentar resultados do desenvolvimento teórico e prático de um forno a gás para fundição de alumínio. O projeto foi executado tendo por base uma estrutura de aço, cimento refratário, manta de fibra cerâmica e tijolo isolante. O processo de aquecimento foi realizado com um queimador a gás GLP. As paredes do forno foram dimensionadas com 150 mm de espessura. Testes realizados atingiram 704 °C em 70min de operação. Foram fundidos 850g de alumínio da liga *AlSi9Cu3* em 50min. O dimensionamento e a combinação de materiais com propriedades refratárias e isolantes conduziram a resultados bem próximos aos calculados.

PALAVRAS-CHAVE: Processo de Fundição, Forno didático, Prática acadêmica.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A DIDACTIC OVEN FOR ALUMINUM CASTING

ABSTRACT: The degree of demand from the professional market towards the egress is increasing, regardless of the level (technical, undergraduate or graduate). Different forms have been adopted in order to enable the

student even during his academic life. In the case of undergraduate studies, especially in the case of engineering, laboratory practices and course completion works have been acting in this follow-up aiming to provide the academic conditions that will soon be part of their professional life. In this context, the objective of this paper is to present results of the theoretical and practical development of a gas oven for aluminum casting. The project was executed based on a steel structure, refractory cement, ceramic fiber blanket and insulating brick. The heating process was performed with a LPG gas burner. The furnace walls were dimensioned with 150 mm thickness. Tests performed reached 704 °C in 70min of operation. 850g of AlSi₉Cu₃ alloy aluminum were melted in 50 min. The sizing and combination of materials with refractory and insulating properties led to experimental results very close to calculated ones.

KEYWORDS: oven for aluminum casting; laboratory practices, professional life.

1 | INTRODUÇÃO

Com certeza a capacitação profissional é a base para a ascensão de um indivíduo e por consequência da nação promovendo a longevidade e qualidade de vida. Também é sabido que tanto a evolução tecnológica como a filosófica tem por base as instituições de ensino independentemente do grau a que se refere (técnico, graduação ou pós graduação). Especialmente quando tratado da graduação cada vez maiores exigências tem sido feitas quanto aos profissionais recém graduados quanto a experiência prática sobre a área de formação somado aos conhecimentos gerais e língua estrangeira. Deste modo a interdisciplinaridade é ponto essencial na formação acadêmica. Tendo em vista tal objetivo cada vez maior valor tem sido dado a interatividade entre teoria e prática no ensino de graduação especialmente na disciplina TCC (trabalho de conclusão de curso). Nesta linha o presente trabalho apresenta resultados de estudos, projeto e desenvolvimento de um forno inicialmente com finalidade didática para fundição da liga de alumínio.

2 | CARACTERIZAÇÃO DO TRABALHO

Quanto à natureza, este trabalho caracteriza-se como aplicado uma vez que tem por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática bem como dirigido a solução problema específico. E quanto a abordagem é do tipo quantitativo, pois visa quantificar dados, opiniões e documentos (Silva, 2005).

3 | O ALUMÍNIO

A figura 1 apresenta as etapas para a obtenção do alumínio desde a mineradora,

o transporte ao beneficiamento.



Figura 1. Fluxograma para obtenção do alumínio.

De acordo com o ABAL (Associação Brasileira de Alumínio) o alumínio é o terceiro material mais utilizado no meio industrial sendo sobreposto apenas pelo aço. Tem como principais vantagens a baixa densidade relativa, a alta resistência à oxidação, a facilidade de manufatura. Devido principalmente as propriedades citadas o alumínio encontra lugar de destaque nos setores elétrico, estruturais especialmente em aeronaves, na construção civil, instrumentos domésticos com destaque na fabricação de embalagens. Atualmente tem também encontrado lugar de destaque na indústria automotiva na fabricação de blocos de motores, pistões e distribuidores. Além do vasto campo de aplicação e propriedades acima referidas soma-se ao alumínio o alto poder de reciclagem com pequena perda das propriedades físicoquímicas quando refundido.

4 | OS FORNOS

Semelhante aos aços, o alumínio líquido é obtido através da fundição em fornos específicos, sendo que neste caso estes podem possuir mais de um tipo de classificação. Normalmente os fornos são identificados pela fonte de energia usada (elétricos ou a combustível) e pelo modo operacional (cadinho, revérbero, de cuba, etc.) (BALDMAN; VIEIRA, 2014). Como principais processos aplicados para a solidificação do alumínio destacam-se os processos de moldagem em areia, moldagem em casca, sob pressão, *shell molding*, fundição de precisão, centrífuga e alta precisão. Salienta-se que a escolha do processo adequado está relacionado as dimensões e geometria da peça, do tipo de liga a ser fundida, do número de peças a ser produzido e da qualidade superficial desejada. Além da escolha do processo e

parâmetros tecnicamente viável, pondera-se o lado econômico.

A figura 2 apresenta a classificação do alumínio quanto a sua aplicação nas principais áreas e formas.

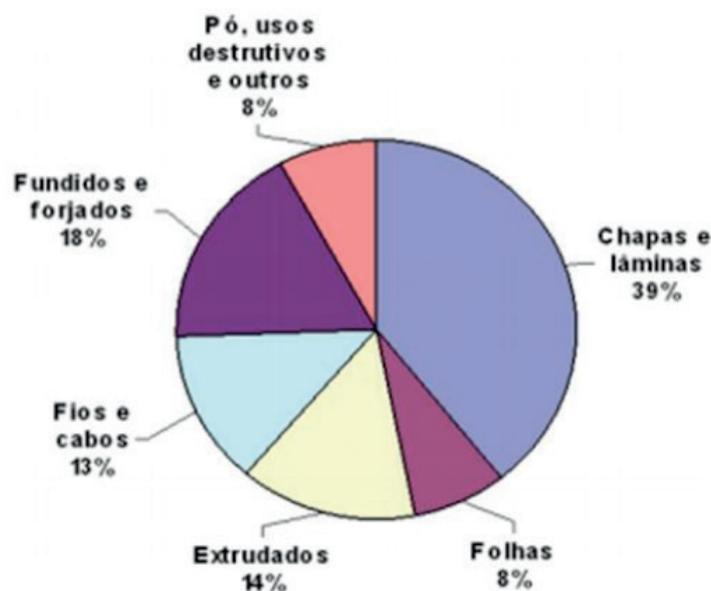


Figura 2. Classificação do alumínio quanto a aplicação (ABAL, 2008).

5 | A INTERDISCIPLINARIDADE

A atividade prática no ensino superior especialmente nos cursos de Engenharia é de grande relevância no processo de capacitação destes futuros profissionais. O completo entendimento dos processos de fabricação e das lógicas industriais transforma estudantes de Engenharia em Engenheiros com a capacidade de projetar, desenvolver e manter equipamentos e processos em alta produtividade. No caso específico deste trabalho diversas áreas da relação ensino-aprendizado foram aplicadas com destaque ao desenho técnico por meio de um software CAD, o dimensionamento característico da estrutura propriamente dita, a seleção de materiais (metálicos e refratários), a termodinâmica, o ponto de fusão dos materiais e a segurança no ambiente acadêmico e laboral. Em todas as fases buscou-se a melhor relação custo-benefício e meio ambiente (Callister, W., 2002).

6 | MATERIAIS E MÉTODOS

Independentemente do tipo de forno o funcionamento obedece às seguintes etapas: carregamento do material sólido, acionamento dos queimadores e observação da temperatura até que a carga alcance o ponto de fusão. Após a fusão do material remove-se a escória que se formará na superfície do cadinho, realimentando o sistema e repetindo a operação até que alcançado o momento para o vazamento do

material líquido no molde da peça com a geometria desejada.

6.1 O projeto

A figura 3 apresenta o fluxograma das atividades aplicadas no desenvolvimento deste trabalho. Como premissas do projeto consideram-se: a finalidade, o material a ser fundido, a capacidade de fundição, o tipo de aquecimento, e a troca do calor necessária e resultante do processo. Quanto ao dimensionamento inicial / materiais: atividades simultâneas, os cálculos de trocas de calor para definição das espessuras dos isolantes, as propostas de layout e, a pesquisa de materiais e fornecedores. Quanto ao projeto final: o esboço, o modelamento 3D e detalhamento 2D em software CAD, as informações completas de lista de materiais.

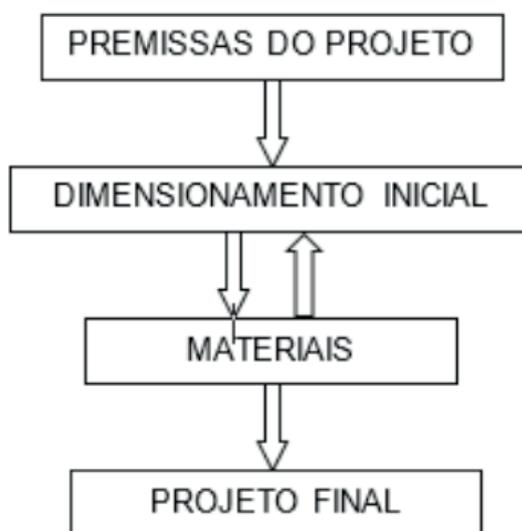


Figura 3. Fluxograma de atividades.

Considerando as premissas estabelecidas e a desejada relação custo-benefício chegou-se as respostas quanto ao projeto idealizado: forno para fins didáticos, alumínio o material a ser fundido, capacidade de fundição do forno de 2 litros, tipo queimador a gás e, temperatura interna 800°C e temperatura externa 50°C.

6.2 O desenvolvimento

Para a determinação das temperaturas teórica e prática visando os materiais, custo e segurança adequadas é de fundamental importância a determinação dos fenômenos responsáveis pela fusão dos materiais envolvidos na fabricação do forno e o material a ser fundido (BRAGA F. W., 2006). A figura 4 apresenta as quatro propostas iniciais considerando como 2 litros o volume idealizado para o alumínio fundido e temperatura interna de 800°C. As dimensões são resultados da utilização somente cimento refratário como isolante. A tabela 1 apresenta os valores de saída para as quatro situações. Interessante observar os diferentes valores para as paredes

isolantes inviabilizando a fabricação do forno.

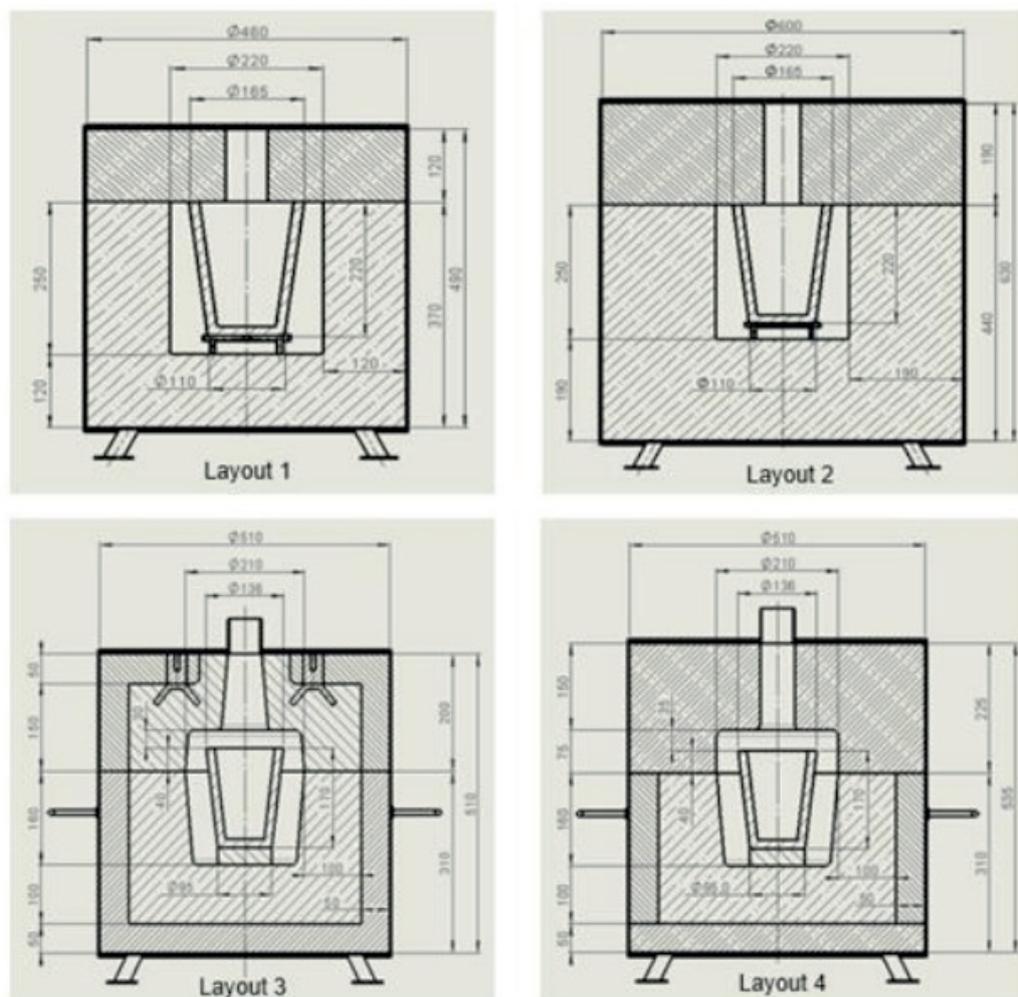


Figura 4. Layouts pré-dimensionados.

Layout	Tamanho do cadinho (l)	Espessura do cimento refratário na base (mm)	Espessura do cimento refratário na tampa (mm)	Espessura da manta cerâmica na base (mm)	Espessura da manta cerâmica na tampa (mm)	Espessura a tijolo isolante no fundo (mm)
1	2	120	120	-	-	-
2	2	190	190	-	-	-
3	1	100	100	50	50	-
4	1	100	-	50	150	50

Tabela 1. Dados de saída para o dimensionamento inicial.

Diante do fato acima partiu-se para novas pesquisas de materiais visando a otimização do projeto. Para tanto foi reduzido o cadinho de 2 para 1 litro, introduzido manta de fibra cerâmica como segundo material isolante no entorno do concreto refratário. Tal escolha foi realizada devido à baixa densidade específica, 2,73 g/cm³ e ao baixo coeficiente de condutividade térmica, 0,25 W/m°C. O cadinho utilizado para foi da Linha Carbetto de Silício, Tipo A/F 6, com capacidades de 1,08l, o que equivale à 2,7 kg de alumínio. São recomendados para temperaturas de até 1300 °C. A Manta

refratária utilizada foi o modelo B6 com 96 kg/m^3 de densidade tendo por principal característica ser um isolante de alta refratariedade. O cimento refratário utilizado foi o da marca EKW, modelo Cast 31/6 com capacidade para suportar temperaturas até $1550 \text{ }^\circ\text{C}$ e densidade de 2400 kg/m^3 . O tijolo refratário isolante utilizado foi do tipo paralelo 800 e de densidade 800 kg/m^3 , recomendado para uso em zonas de aquecimento e resfriamento de fornos industriais com elevadas temperaturas devido ao seu baixo peso e baixa condutividade térmica e conseqüente otimização no uso do poder calorífico do forno.

7 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 5 apresenta o projeto final do forno em corte destacando os principais componentes e também a vista isométrica. Como principais características destacam-se: manta de fibra cerâmica na tampa, com alto isolamento e baixo peso para abertura e fechamento, a combinação de cimento refratário que ficará em contato com a chama e manta de fibra cerâmica para isolamento, e o tijolo refratário no fundo para suportar o peso do cimento refratário.

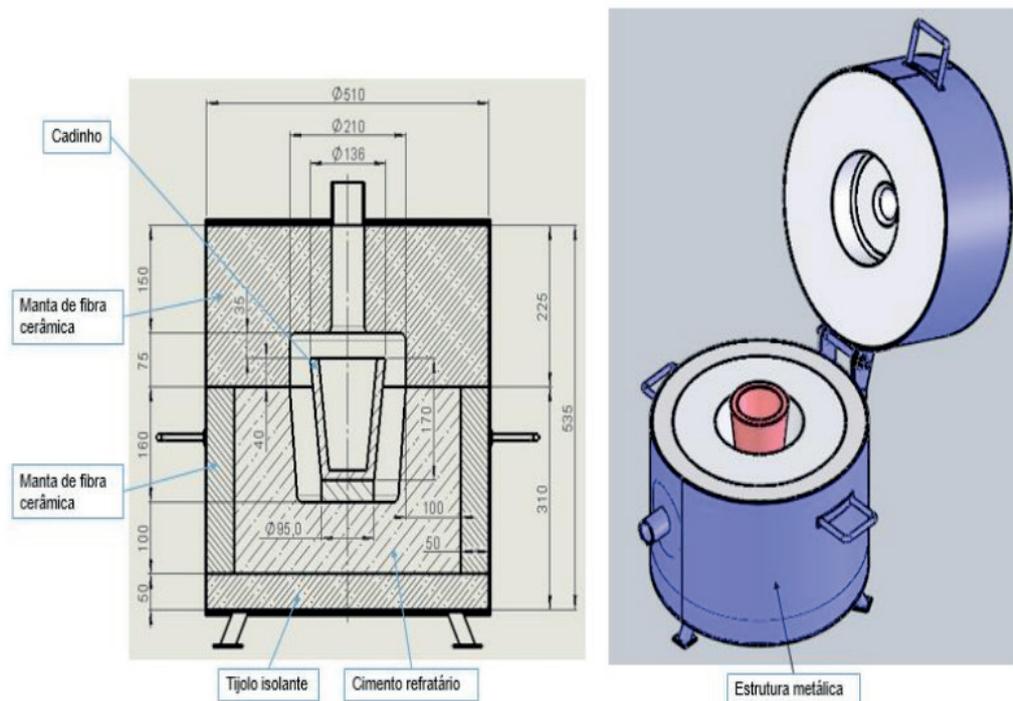


Figura 5. Projeto do forno.

A figura 6 apresenta detalhes dos elementos e etapas realizadas na construção do forno didático culminando com o vazamento.



Figura 6. Elementos e etapas para a construção do forno didático.

Após a construção do protótipo do forno, foram realizados testes iniciais para verificação do funcionamento do equipamento. Foi utilizado 850g de alumínio da liga *AlSi9Cu3*. A tabela 2 apresenta resultados de medições realizadas ao longo de setenta minutos em quatro pontos diferentes do forno. Sendo o primeiro ponto próximo ao material fundido, segundo ponto na tampa superior próximo a saída de ar, terceiro ponto na lateral da tampa, e quarto ponto na lateral da base na face oposta a chama. A tabela 3 apresenta os valores verificados considerando o tempo e a posição de tomada da temperatura.

Tempo (min)	Temperatura interna (°C)	Temperatura tampa sup. (°C)	Temperatura lateral tampa (°C)	Temperatura base lateral (°C)	Temperatura ambiente (°C)
0	25	25	25	25	25
5	118	30	25	25	25
10	240	59	24	24	24
15	342	67	23	27	23
20	423	78	24	27	23
25	490	88	24	28	23
30	537	99	25	28	23
35	554	112	26	27	22
40	565	116	28	29	22
45	565	116	28	29	22
50	584	127	29	32	22
55	615	140	29	32	22
60	656	136	30	32	21
65	686	137	30	33	20
70	704	136	32	35	20

Tabela 3. Temperatura em função da posição de verificação.

A figura 7 apresenta a curva de aquecimento do forno. Por meio desta verifica-se que entre 35 e 45 minutos tendo a temperatura estabilizado a 565 °C, pois neste ponto o material estava passando do estado sólido para o líquido. No tempo de 50 minutos o alumínio estava totalmente líquido e a temperatura era de 584 °C.

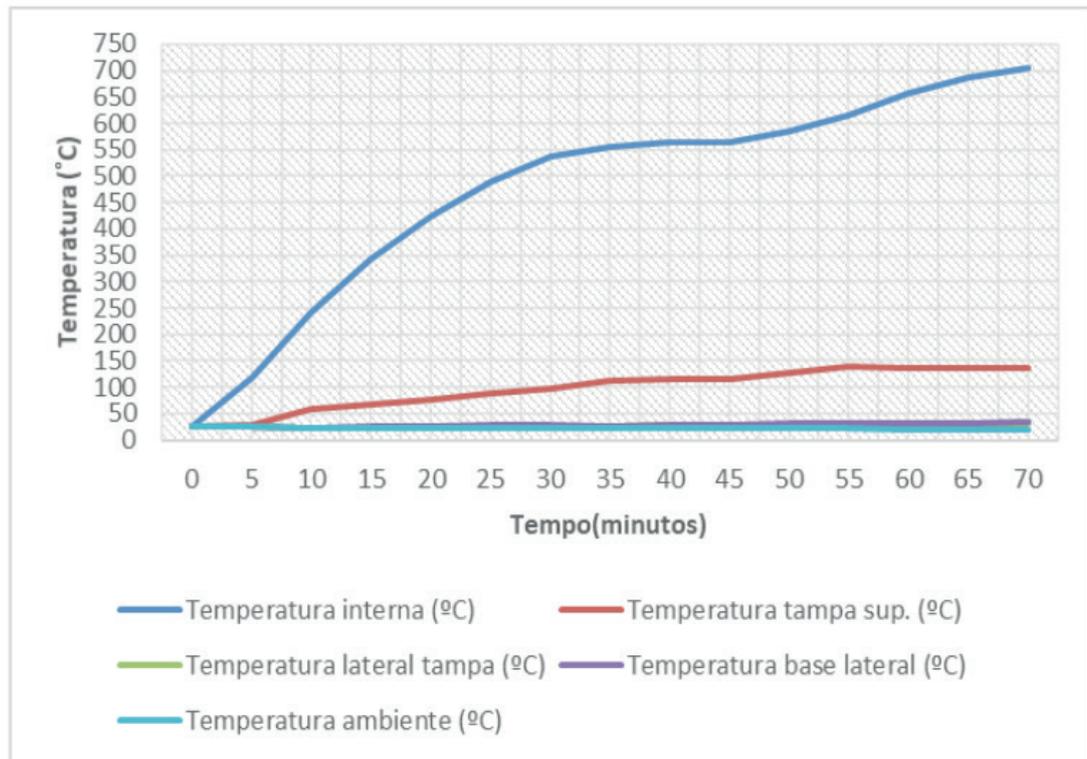


Figura 7. Temperatura em função do tempo para diferentes posições do forno.

8 | CONCLUSÕES

A metodologia de cálculo de transferência de calor se mostrou adequado no sentido do fluxo, sendo verificadas temperaturas próximas as calculadas na tampa superior. Porém, a técnica de análise para dimensionar a paredes laterais merece revisão.

Além da proposta inicial da utilização para fins didáticos o forno também é indicado para a fabricação de peças como ornamentos de pequeno volume.

A interdisciplinaridade foi plenamente atendida com destaque a relação custo x benefício, segurança e volume final desejado.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira do Alumínio – ABAL, **Fundamentos e aplicações do alumínio**, São Paulo, 2007.

BALDMAN, R. L.; VIEIRA, E. A.. **Fundição: processos e tecnologias correlatas**, São Paulo, Saraiva, 2014.

Braga F. W. **Fenômenos de Transporte para Engenharia**, 1ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

Callister, W. D. Jr. **Ciência e Engenharia dos Materiais**, 5ed. Rio de Janeiro, LTC, 2002.

SILVA, E. L; MENEZES, E. M.. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**, 4 ed. Florianópolis, 2005

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

