

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 3



ARMANDO DIAS DUARTE
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 3



ARMANDO DIAS DUARTE
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Armando Dias Duarte

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D812 Coleção desafios das engenharias: engenharia civil 3 /
Organizador Armando Dias Duarte. - Ponta Grossa -
PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-639-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.390212610>

1. Engenharia civil. I. Duarte, Armando Dias. II. Título.
CDD 624

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A coleção de trabalhos intitulada “Coleção desafios das engenharias: Engenharia Civil 3” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de trabalhos diversos que compõe seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que através dos resultados, possam auxiliar na tomada de decisão, tanto no campo acadêmico, quanto no desenvolvimento profissional.

Os estudos apresentados, foram desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do país e também um caso internacional. Em todos esses trabalhos foram apresentadas diversas problemáticas a respeito do estudo de interação solo-estrutura, orçamento de obras, desempenho de materiais, aditivos para materiais da construção civil, análises através da ferramenta Building Information Modelling (BIM), gestão de resíduos **sólidos**, entre outros. Os estudos presentes nos trazem à tona, temas interdisciplinares através da segurança de obras civis, aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Os temas discutidos nesta obra, possuem a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área da Engenharia Civil, com temáticas atuais e que são apresentadas como desafios enfrentados pelos profissionais e acadêmicos, deste modo a obra “Coleção desafios das engenharias: Engenharia Civil 3”, apresenta uma teoria fundamentada nos resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolveram seus trabalhos e pesquisas, os quais serão apresentados de maneira concisa e didática.

A divulgação científica é de suma importância para o desenvolvimento de toda uma nação, portanto, fica evidenciada a responsabilidade de transmissão dos saberes através de plataformas consolidadas e confiáveis, sendo a Atena Editora, capaz de oferecer uma maior segurança para os novos pesquisadores e os que já atuam nas diferentes áreas de pesquisa, exporem e divulguem seus resultados.

Armando Dias Duarte

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA EM EDIFICAÇÕES DE CONCRETO ARMADO SOBRE FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS

Mateus Lima Barros

Vinicius Costa Correia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126101>

CAPÍTULO 2..... 13

ANÁLISE DE HASTES DELGADAS EM GRELHAS HIPERESTÁTICAS

Antônio Luís Alves da Cunha

Luiz Carlos Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126102>

CAPÍTULO 3..... 28

ANÁLISE DE SÓLIDOS INELÁSTICOS SOB DEFORMAÇÃO FINITA USANDO ELEMENTOS BIARTICULADOS 2D E 3D

William Taylor Matias Silva

Sebastião Simão da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126103>

CAPÍTULO 4..... 46

APLICAÇÃO DA NORMA ABNT NBR 16747 (2020) – INSPEÇÃO PREDIAL EM EMPREENDIMENTOS RURAIS – ESTUDO DE CASO

Camilla Cristina Cunha Menezes

Marcos de Paulo Ramos

Thiago Pena Bortone

Rachel Jardim Martini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126104>

CAPÍTULO 5..... 58

APLICAÇÃO DE CURSO EXTENSÃO DE ORÇAMENTO DE OBRAS EM BIM COMPARANDO COM A METODOLOGIA ATUAL DA DISCIPLINA DE ORÇAMENTO DE OBRAS DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE – CAMPUS ESTÂNCIA

Anna Cristina Araujo de Jesus Cruz

José Carlos de Anunciação Cardoso Júnior

Mariana Silveira Araujo

Natália Ramos dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126105>

CAPÍTULO 6..... 67

CORROSÃO NA ARMADURA EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DEVIDO AO ATAQUE DE SULFATOS

Henrique Resende dos Santos

Adriano de Paula e Silva

Eduardo Chahud
Cristiane Machado Parisi Jonov

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126106>

CAPÍTULO 7..... 78

DANOS PÓS INCÊNDIO NA ESTRUTURA DE UMA SUBESTAÇÃO ELÉTRICA. UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Rodolpho Medeiros Frossard
Anna Luiza Macachero Victor Rodrigues
Lara Sandrini
Matheus Carreiro Zani
Warribe Lima de Siqueira
Geilma Lima Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126107>

CAPÍTULO 8..... 90

DEGRADAÇÃO TÉRMICA DE CONCRETOS CONVENCIONAIS SUBMETIDOS A ALTAS TEMPERATURAS E RESFRIAMENTO LENTO

Moacyr Salles Neto
Flávio Roldão de Carvalho Lelis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126108>

CAPÍTULO 9..... 103

DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HOSPITALARES VIA DIMENSÕES MORFOLÓGICAS

Alyria Donegá
João da Costa Pantoja

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126109>

CAPÍTULO 10..... 115

DIFICULDADE DOS DISCENTES DE ENGENHARIA CIVIL NA MATÉRIA DE MECÂNICA VETORIAL COMPARANDO OS PARÂMETROS DO ENSINO PRESENCIAL E DO ENSINO REMOTO

Alessandro Leonardo da Silva
Emanuela dos Santos Gonzaga
Gustavo Neves Quintão Gonzales
Marcelo Robert Fonseca Gontijo
Thais Prado Vasconcelos Silva
Rodrigo Silva Fonseca
Heron Viterbre Debique Sousa
Ícaro Viterbre Debique Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261010>

CAPÍTULO 11..... 125

EFEITO DO TEOR e TIPO de CIMENTO NO MÓDULO DE RESILIÊNCIA DE SOLO ARENOSO ESTABILIZADO QUIMICAMENTE

José Wilson dos Santos Ferreira
Michéle Dal Toé Casagrande

Raquel Souza Teixeira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261011>

CAPÍTULO 12..... 136

ESTUDIOS DE PELIGRO SÍSMICO EN EL MUNICIPIO DE IXHUACÁN DE LOS REYES, VERACRUZ

Gilbert Francisco Torres Morales

Ignacio Mora González

Saúl Castillo Aguilar

René Álvarez Lima

Raymundo Dávalos Sotelo

José Alberto Aguilar Cobos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261012>

CAPÍTULO 13..... 150

ESTUDO DA APLICAÇÃO DO LÁTEX DA SERINGUEIRA AMAZÔNICA (*HEVEA BRASILIENSIS*) COMO ADITIVO EM ARGAMASSA COM CIMENTO PORTLAND PARA MELHORA DE COMPORTAMENTO MECÂNICO

José Costa Feitoza

Natália da Mata Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261013>

CAPÍTULO 14..... 160

ESTUDO DE UMA CONTENÇÃO UTILIZANDO FERRAMENTA NUMÉRICA E MÉTODOS APROXIMADOS DE DIMENSIONAMENTO DE TIRANTES

Renathielly Fernanda da Silva Brunetta

Isabela Grossi da Silva

Leandro Canezin Guideli

Vitor Pereira Faro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261014>

CAPÍTULO 15..... 173

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO TRATAMENTO TÉRMICO NO GNAISSE MILONÍTICO

Kelly de Oliveira Borges da Costa

Afonso Rangel Garcez de Azevedo

Carlos Maurício Fontes Vieira

Elaine Aparecida Santos Carvalho Costa

Geovana Carla Girondi Delaqua

Gustavo de Castro Xavier

Letícia Borges da Costa

Vinícius Alves Polinicola

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261015>

CAPÍTULO 16..... 183

VIGAS DE GRAN ALTURA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE

Viviana Carolina Rougier

Miqueas Ceferino Denardi
Dario Orestes Vercesi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261016>

CAPÍTULO 17..... 195

GESTÃO E OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE AR CONDICIONADO: UMA NOVA ABORDAGEM USANDO MODELAGEM 6D

João Bosco Pinheiro Dantas Filho
Guilherme Bruno de Souza Ribeiro
Pedro Holanda
Bruna Vital Roque
Rodrigo G. Ribeiro
Artur de Almeida Evangelista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261017>

CAPÍTULO 18..... 206

GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS GRAÚDOS COMERCIALIZADOS NOS MUNICÍPIOS DA CHAPADA DO APODI/RN – ANÁLISE COMPARATIVA COM A NORMA NBR 7211/2009

Renata Samyla Matias Nogueira
Clélio Rodrigo Paiva Rafael
Edna Lucia da Rocha Linhares
Ronald Assis Fonseca
Rokátia Lorrany Nogueira Marinho
Ligia Raquel Rodrigues Santos
Jaiana de Araújo Pinheiro
Carlos Eduardo Carvalho Oliveira
Edyelly Cristtian Galdino Fernandes
Francisco Felinto de Lima Neto
Luzianne Galvão Pimenta
Géssica de Moura Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261018>

CAPÍTULO 19..... 221

INSPEÇÃO PREDIAL EM EMPREENDIMENTOS RURAIS APLICABILIDADE DA NBR 16747

Camilla Cristina Cunha Menezes
Marcos de Paulo Ramos
Thiago Pena Bortone
Rachel Jardim Martini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261019>

CAPÍTULO 20..... 232

GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Wallace Ribeiro Nunes Neto
Camila Moraes Silva
Pedro Paulo Barbosa Nunes Sobrinho

Carlos Augusto Rocha de Moraes Rego
Louryval Coelho Paixão
Marcio Mendes Cerqueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261020>

CAPÍTULO 21..... 241

LOCUS SAECULARIS: MATERIAIS QUE CONSTRÍRAM UMA TRADIÇÃO

João Hermem Fagundes Tozatto
Crystian André Montozo Botelho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261021>

CAPÍTULO 22..... 253

MODELAGEM NUMÉRICA DE PAREDE DIAFRAGMA ATIRANTADA EM ÁREA URBANA

Isabela Grossi da Silva
Renathielly Fernanda da Silva Brunetta
Leandro Canezin Guideli
Vitor Pereira Faro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261022>

CAPÍTULO 23..... 266

NOVA TECNOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DE TORRES EÓLICAS

Ilo Borba

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261023>

CAPÍTULO 24..... 273

O CORREDOR BIOCEÂNICO: REESTRUTURAÇÃO TERRITORIAL DE NOVAS HINTERLÂNDIAS

Carlos Andrés Hernández Arriagada
Teo Felipe Bruder Gouveia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261024>

CAPÍTULO 25..... 287

O MAPA DE DANOS COMO FERRAMENTA DE MANUTENÇÃO E RESTAURO DE EDIFICAÇÕES: UMA REVISÃO LITERÁRIA

Lucas Rodrigues Cavalcanti
Eliana Cristina Barreto Monteiro
Carlos Fernando Gomes do Nascimento
Catharina Silveira Rodrigues
Fabrício Fernando de Souza Lima
Amanda de Moraes Alves Figueira
José Maria de Moura Júnior
Sabrina Santiago Oliveira
Roberto Revoredo de Almeida Filho
Flávio Matheus de Moraes Cavalcante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261025>

CAPÍTULO 26	302
TREINAMENTO DE REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS PARA O DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO	
João Victor Fernandes Masalkas	
Emerson Felipe Felix	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261026	
CAPÍTULO 27	316
UMA FORMULAÇÃO ANALÍTICA PARA DETECÇÃO DE PONTOS LIMITES E DE BIFURCAÇÃO	
William Taylor Matias Silva	
Sebastião Simão da Silva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261027	
CAPÍTULO 28	333
UTILIZAÇÃO DO CARVÃO OBTIDO A PARTIR DA PIRÓLISE DA CASCA DE ARROZ PARA ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO	
Camila Ribeiro Rodrigues	
Marcelo Mendes Pedroza	
Mayara Shelly Miranda Bequimam	
David Barbosa Dourado	
Danielma Silva Maia	
Marcel Sousa Marques	
Hellen Dayany Barboza Barros	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261028	
SOBRE O ORGANIZADOR	338
ÍNDICE REMISSIVO	339

CAPÍTULO 13

ESTUDO DA APLICAÇÃO DO LÁTEX DA SERINGUEIRA AMAZÔNICA (*HEVEA BRASILIENSIS*) COMO ADITIVO EM ARGAMASSA COM CIMENTO PORTLAND PARA MELHORA DE COMPORTAMENTO MECÂNICO

Data de aceite: 01/10/2021

Data da submissão: 06/08/2021

José Costa Feitoza

Instituto Federal do Amazonas - IFAM,
Departamento Acadêmico de Infraestrutura
Manaus – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/3971767267331000>

Natália da Mata Batista

Instituto Federal do Amazonas - IFAM,
Faculdade de Engenharia Civil
Manaus – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/8810868943429556>

RESUMO: A Floresta Amazônica possui inúmeras espécies de árvores e entre elas está a seringueira (*Hevea brasiliensis*), árvore da família *Euphorbiaceae*, cuja madeira é branca, leve e, por meio de cortes, chamados de sangrias, na casca do tronco extrai-se o látex. Na Amazônia o látex teve seu auge no século XIX no qual os seringueiros obtinham seu sustento através da sua extração e essa atividade contribuiu para o desenvolvimento econômico da região. Nesta pesquisa, o látex empregou-se adicionando-o em conjunto com a mistura homogênea de pasta de cimento, na fabricação da argamassa de cimento Portland. Também participam desta composição a areia residual, o cimento Portland (CP II Z 32) e a água potável. Caracterizam-se os materiais minerais segundo as especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A dosagem da argamassa de cimento

Portland segue em obediência à metodologia da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). A trabalhabilidade e o comportamento mecânico da argamassa de cimento Portland com a adição de látex da seringueira foram avaliados, por meio dos ensaios de absorção e da confecção de corpos de prova cilíndricos para a determinação da resistência por compressão axial aos 7 e 28 dias e resistência à tração por compressão diametral aos 28 dias. Verificou-se que o látex da seringueira melhora na absorção e a massa específica diminuiu demonstrando que o látex como aditivo torna a argamassa mais permeável, podendo ser usado para fins não estruturais.

PALAVRAS - CHAVE: Cimento Portland; Argamassa de cimento Portland; Látex da seringueira; Dosagem da argamassa; Resistência à compressão.

STUDY OF THE APPLICATION OF LÁTEX FROM THE AMAZONIC SYRINGE (*HEVEA BRASILIENSIS*) AS AN ADDITIVE IN MORTAR WITH PORTLAND CEMENT TO IMPROVE ITS MECHANICAL BEHAVIOR

ABSTRACT: The Amazon Forest has numerous species of trees and among them is the rubber tree (*Hevea brasiliensis*), a tree of the *Euphorbiaceae* family, whose wood is white, light and, through cuts, called bleeds, in the bark of the trunk is extracted the latex. In the Amazon, latex reached its peak in the 19th century in which rubber tappers obtained their livelihood through extraction and this activity contributed to the economic development of the region. In this research, latex was used by adding it together

with the homogeneous mixture of cement paste, in the manufacture of Portland cement mortar. Residual sand, Portland cement (CP II Z 32) and drinking water also participate in this composition. Mineral materials are characterized according to the specifications of the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT). The dosage of Portland cement mortar follows the methodology of the Brazilian Portland Cement Association (ABCP). The workability and mechanical behavior of Portland cement mortar with the addition of rubber latex were evaluated by means of absorption tests and the making of cylindrical specimens to determine the compressive strength axial at 7 and 28 days and tensile strength by diametrical compression at 28 days. It was found that the rubber látex improves absorption and the specific mass decreased, demonstrating that the latex as an additive makes the concrete more permeable and can be used for non-structural purposes.

KEYWORDS: Portland cement; Portland cement mortar; Rubber látex; Mortar dosing; Compressive strength.

1 | INTRODUÇÃO

A premência de progresso de novas linhas de pesquisa sustentáveis se acentua a cada dia, devido aos escassos recursos naturais a que o mundo globalizado, em todos os setores econômicos, está submetido. Por isso, ultimamente novas práticas e formas de argamassas alternativas vêm sendo elaboradas a fim de se atenuar os danos ao meio ambiente também na construção civil. É imprescindível a inserção de materiais alternativos nos meios e modos de produção na economia mundial. Por isso urge a utilização de agregados e aditivos alternativos na construção civil, que tem como função de melhorar as suas propriedades e reduzir os recursos materiais na produção (EVANGELISTA, 2004).

Para haver elo entre sustentabilidade e produção de argamassas que atendam às necessidades e sejam duráveis, o material alternativo escolhido a ser empregado é o látex da seringueira como aditivo, para melhora de performance, posto que o látex ou borracha natural é um polímero resistente à deformação por compressão muito importante, aplicado em diversos materiais. Mesmo com o aperfeiçoamento e pesquisas de diversos polímeros, esse polímero simples de origem natural ainda é largamente utilizado em diversos objetos de usos cotidianos (LORENA, 2017).

O látex é um material ainda hoje importante nos seringais amazônicos. O auge da produção amazônica foi de 42 mil toneladas anuais e o Brasil dominou o mercado mundial de borracha natural. Manaus, a capital do Amazonas, teve seu desenvolvimento econômico e social pelo ciclo da borracha, datado do século XIX. É um material resiliente, resistente à fadiga, aderência boa aos metais, dentre outras propriedades (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018).

O presente trabalho, então, evidencia a viabilidade da aplicação do látex extraído da seringa, fundamentado no extrativismo de borracha praticado na região amazônica a mais de dois séculos, que tem como finalidade a produção de látex, principalmente da

espécie *Hevea brasiliensis*, popularmente conhecida como seringueira, árvore pertencente à família Euforbiaceae e de grande ocorrência natural na região amazônica (GAMA, 2017). Para redução de danos ambientais, é imperioso, pois, afirmar que a adição de materiais alternativos tais qual o látex, regional, sustentável e resistente, nos diversos segmentos econômicos traz significativas melhoras.

Neste trabalho pretende-se misturá-lo a argamassa de cimento Portland, procurando melhorar o seu desempenho mecânico quanto às propriedades físicas. Ademais, futuras pesquisas deverão ser tomadas ensejando agregar novos componentes ao látex, para mistura na argamassa, a fim de que se chegue a um melhor patamar de bom desempenho.

2 | OBJETIVOS PROPOSTOS NO PLANO DE TRABALHO

Analisar a viabilidade técnica e econômica do uso do látex extraído da seringa na confecção de argamassa, visando melhores performances tais qual a elevação da resistência mecânica.

Caracterizar os agregados miúdos (areia ou pó de pedra), aglomerante hidráulico (cimento Portland) e látex, como aditivo.

Estimar a dosagem mineral ideal com a adição de látex na argamassa, a fim de se obter vantagem com a diminuição de outros agregados na mistura.

Analisar as vantagens da utilização do aditivo de látex em relação a argamassa convencional, a influência do material aplicado na resistência e permeabilidade da argamassa. Analisar o material regional como viés alternativo de desenvolvimento para novos estudos ensejando promover à sociedade, carente de infraestrutura, melhores qualidades de argamassa.

3 | METODOLOGIA

O método executivo empregado no projeto se embasa em pesquisas bibliográfica e experimental para fundamentação teórica, caracterização dos materiais para o concreto e procedimento dos ensaios, segundo normas técnicas. A caracterização dos agregados miúdos será feita de acordo com ABNT NBR NM 52:2009 – Determinação da Massa Específica e Massa Específica Aparente (ABNT NBR NM 52:2009, 2009). A análise da composição granulométrica dos agregados para argamassa será feita conforme as normas ABNT NBR NM 248:2003 (ABNT NBR NM 248:2003, 2003).

O agregado miúdo é a areia residual, da região metropolitana de Manaus - AM. Também é feita caracterização do látex da seringa, a fim de se obter propriedade da massa específica real. O material substancial da seringueira será viabilizado pela Secretaria de Produção Rural - SEPROR, e buscar-se-á estudos complementares sobre a borracha (manejo, produção) junto a órgãos ambientais tais qual o Instituto Nacional de Pesquisas

da Amazônia – INPA, e Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas - IPAAM. Serão realizados fundamentalmente procedimentos laboratoriais para a dosagem ideal do látex na mistura cimentícia.

A execução dos ensaios far-se-á mediante instrumentos e equipamentos em laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM – Campus Manaus Centro, com recorrência a outras instituições de ensino superior para suplante de quaisquer ausências de aparato laboratorial. Também se demonstrará aplicação tecnológica por meio de pesquisa de cunho prático, evidenciando a contribuição da mistura do látex ao concreto para diversos fins.

A confecção dos corpos de prova de argamassa e ensaios de resistência serão feitos com base na ABNT NBR 13279:1995 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão e o processo de cura pela ABNT NBR 9479:2006 – Argamassa e concreto – Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos de prova.

4 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A argamassa é uma mistura de cimento, agregado miúdo (areias naturais ou de britagem) e água, podendo ser constituídas por adições/aditivos. A escolha conveniente destas adições/aditivos é restrita a experiência dos estudiosos e engenheiros do concreto na atualidade, após extensos estudos de comprovada eficiência e integridade (BORJA, 2011).

O uso de adições provém do período de 1500 a.C., na Grécia, adotando-se um material de origem vulcânica. Essa afirmação evidencia o uso de aditivos minerais na construção civil ser anterior à invenção do concreto. Outros aditivos foram adotados posteriormente, como na Alemanha, que utilizava esses materiais adotando-os de tufos vulcânicos (SOUZA, 2003).

Contudo, a busca de adições para uso na produção de argamassa e de concreto não se restringiu somente aos materiais de origem vulcânica. Foram adotados em outras regiões, posteriormente, materiais como a argila calcinada. Atualmente, devido a fatores econômicos, ecológicos e técnicos, tende-se a aumentar o consumo de adições minerais no concreto (SOUZA, 2003).

A construção civil é um dos setores que provoca maior impacto ambiental, devido ao elevado consumo de matéria-prima (SOUZA, 2003). A construção civil consome entre 14% a 50% dos recursos naturais que são extraídos do planeta. Contudo, a utilização de resíduos como matéria-prima na construção civil pode vir a reduzir a quantidade de recursos naturais retirados do meio ambiente (SOUZA apud Sjostrom, 2003).

É importante, pois, a busca de adições de materiais alternativos na confecção do concreto. O látex da seringa é material regional, ecológico e fomenta a economia local.

É um polímero que quando adicionado a argamassa e revestimentos para construção, aumenta a ligação ao substrato, fornece impermeabilidade e elasticidade (ISOMAT, 2017).

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o início dos processos de ensaios realizou-se a caracterização dos materiais para encontrar o traço a ser utilizado durante o processo da mistura da argamassa. Na tabela 1 encontra-se as massas específicas dos materiais e observou-se que o látex possui massa específica menor que a da água.

Massa Específica (g/cm ³)		
Cimento Portland (CP II Z 32)	Areia residual Manaus	Látex da seringueira
3,046	2,618	0,977

Tabela 1 – Massas Específicas após Caracterização dos Materiais.

Após coletar esses dados foram executados diversos corpos de prova para testes e as dosagens escolhidas foram de 3%, 5% e 7% pois 3% e 5% estão entre a faixa de 0,5% e 5% que a norma pede e a dosagem de 7% está com 2% a mais para comparação de resultados, essas porcentagens são em relação à quantidade de cimento Portland da mistura. Antes de romper os corpos de prova para a análise de resultados, foram feitos os procedimentos conforme a norma ABNT NBR NM 53:2009 para descobrir a absorção dos corpos de prova com adição de látex. O gráfico 1 apresenta a absorção dos corpos de prova de argamassa de cimento Portland com e sem a adição de látex.

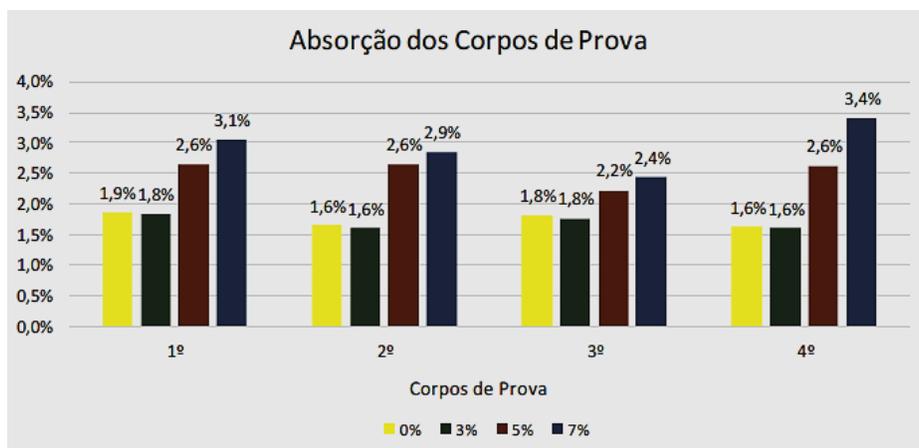


Gráfico 1 – Absorção dos Corpos de Prova com 0% de Adição de Látex.

Observa-se que conforme o aumento da porcentagem de látex na mistura, as absorções dos corpos de prova aumentaram.

No dia 10 de março de 2020 foram moldados 10 corpos de prova sendo que 5 sem adição de látex e 5 com 3% de adição de látex. Romperam-se 4 corpos de prova aos 7 dias e 6 corpos de prova aos 28 dias. Os resultados obtidos aos 28 dias de cura estão no gráfico 2.



Gráfico 2 – Ensaio de Resistência à Compressão Axial aos 28 dias.

No dia 17 de março de 2020 foram moldados para o ensaio de compressão axial 20 corpos de prova com as porcentagens de 5% e 7% de adição de látex. Dessa forma, obteve-se 5 corpos de prova com 5% de adição de látex e 5 corpos de prova com 7% de adição para romper aos 7 dias. Para romper aos 28 dias tem-se 5 corpos de prova 5% de adição de látex e 5 corpos de prova com 7% de adição de látex. Os resultados do ensaio de compressão axial aos 7 e 28 dias estão nos gráficos 3 e 4.

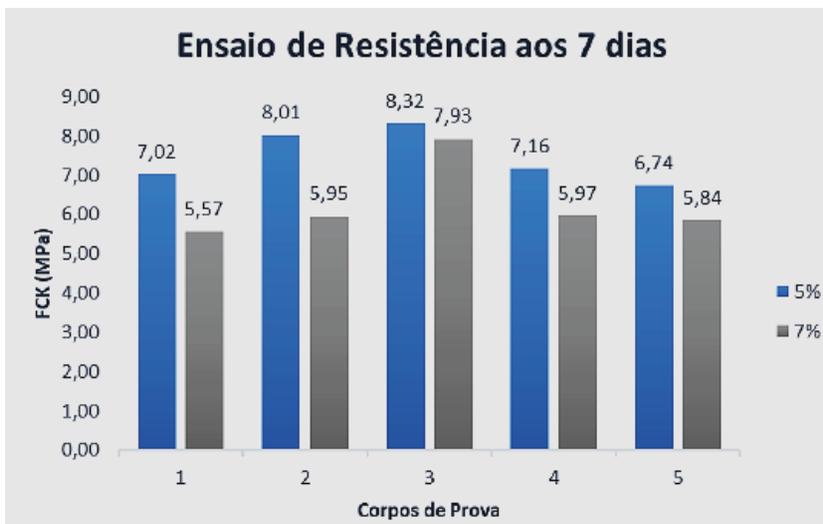


Gráfico 3 – Ensaio de Resistência à Compressão Axial aos 7 dias.



Gráfico 4 – Ensaio de Resistência à Compressão Axial aos 28 dias.

Para análise dos resultados do látex na argamassa e seu comportamento mecânico, também foram necessários a moldagem de corpos de prova para ensaios de resistência à compressão diametral. Confeccionou-se 3 corpos de prova sem adição de látex na argamassa de cimento Portland, 3 corpos de prova com adição de 3% de látex, 4 corpos de prova com adição de 5% e 7% de látex. Os resultados obtidos do ensaio de compressão na diametral estão representados nos gráficos 5 e 6 respectivamente.

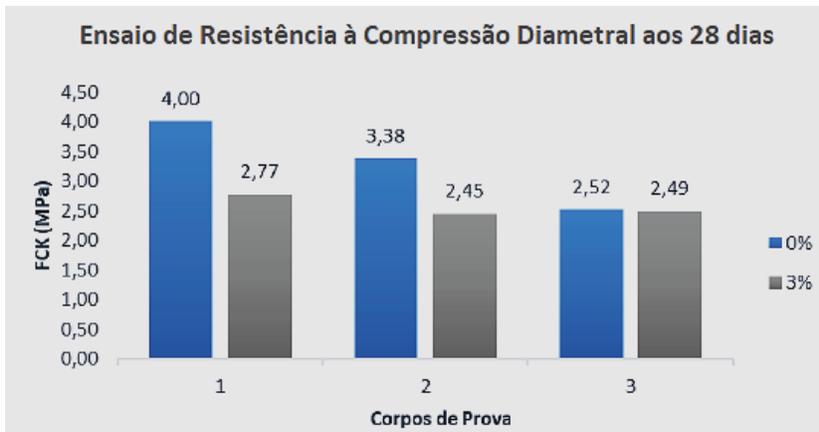


Gráfico 5 – Ensaio de Resistência à Compressão Diametral aos 28 dias.

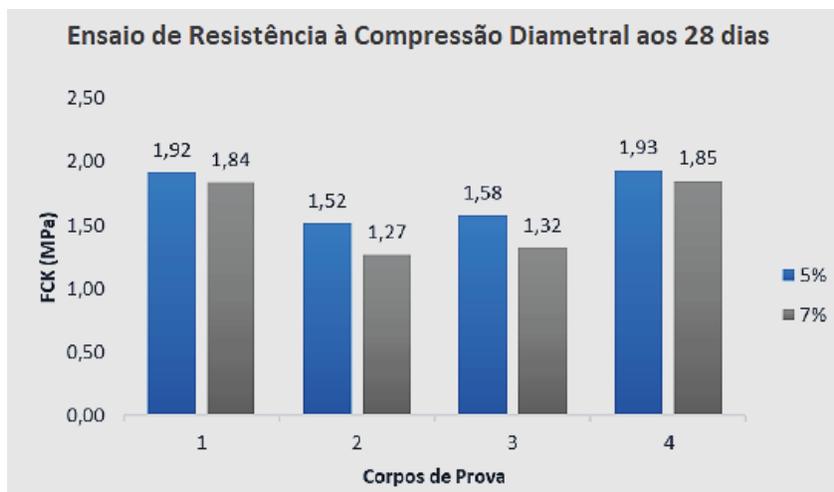


Gráfico 6 – Ensaio de Resistência à Compressão Diametral aos 28 dias.

As moldagens foram realizadas de acordo com a ABNT NBR 16541:2016 e os ensaios de rompimento dos corpos de prova foram feitos de conforma a norma ABNT NBR 13279:1995.

6 | CONCLUSÃO

Obteve-se diversos resultados para a análise do comportamento da argamassa de cimento Portland com a adição do látex da seringueira. Verificou-se uma relação direta da absorção dos corpos de prova com o acréscimo de adição de látex na mistura, isto é, a absorção aumentava conforme incrementos de látex no compósito. Percebeu-se também que o aumento da absorção influenciava na diminuição da massa específica demonstrando que o látex torna a argamassa mais permeável.

Durante o procedimento da confecção da argamassa de cimento Portland com adição do látex, ocorre formação de bolhas na mistura, odor forte característico e pouca trabalhabilidade. Em contrapartida, os ensaios de comportamento mecânico (resistências à compressão axial e diametral) não foram satisfatórios, pois conforme era adicionado mais látex na mistura, menos resistente a argamassa ficava.

Portanto, o látex apresentou resultados satisfatórios na argamassa de cimento Portland, quando empregada em locais que exijam argamassa permeável e ainda requer outros estudos da sua viabilidade na construção civil.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM.

A Secretaria de Produção Rural do Amazonas –SEPROR.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR NM 52:2009. Determinação da Massa Específica e Massa Específica Aparente. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 15 de Agosto de 2019.

_____. NBR NM 53:2009. Determinação da Massa Específica e Absorção. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____. NBR NM 248:2003. Determinação da Composição Granulométrica. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____. NBR 9479:2006. Argamassa e concreto — Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos de prova. Acesso em 16 de Junho de 2019.

_____. NBR 13279:1995. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 10 de Março de 2020.

_____. NBR 16541:2016. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – preparação da mistura para a realização de ensaios. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 10 de Março de 2020.

EVANGELISTA, Ana, et al. Estudo de Materiais Alternativos para Produção de Concretos e Argamassas. *ICTR, Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável*. (2004).

GAMA, João Ricardo Vasconcellos, et al. Potencial de Produção dos Seringais de Jamaraquá, Estado do Pará. *Advances in Forestry Science* 4.1 (2017): 77-82.

LORENA, Suzana. Látex. *InfoEscola*. Disponível em: <http://www.infoescola.com/quimica/latex/>. Acesso em 18 de Setembro de 2018.

PORTAL SÃO FRANCISCO. História da Borracha. Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br>. Acesso em 18 de Setembro de 2018.

SOUZA, Paulo *apud* Sjostrom. Verificação da Influência do Uso de Metacaulim de Alta Reatividade nas Propriedades Mecânicas do Concreto de Alta Resistência. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul (2003).

ISOMAT, Companhia. Aditivos de Concreto e Argamassa. Disponível em: <http://www.isomat.com.br>. Acesso em 18 de Setembro de 2018.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Altas Temperaturas 78, 79, 87, 88, 90, 91, 102, 173, 174, 175, 180

Análise Estrutural 115, 119, 122, 124, 255

Argamassa 83, 92, 150, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 244, 249, 295, 300

Arquitetura Hospitalar 103, 107, 112

Avaliação de Desempenho 103, 104, 106, 107, 112, 113

B

Bim 3, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205

BIM 5D 58, 59, 61, 65

C

Cimento 67, 71, 73, 79, 80, 84, 90, 91, 92, 94, 95, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 150, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 162, 163, 164, 165, 207, 245, 254, 258, 304

Concreto 1, 2, 5, 12, 46, 57, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 101, 112, 114, 152, 153, 158, 159, 175, 192, 207, 220, 245, 246, 251, 254, 259, 266, 267, 271, 272, 299, 300, 302, 303, 304, 305, 307, 308, 309, 312, 313, 314

Concreto Armado 1, 2, 5, 46, 67, 68, 69, 70, 71, 75, 76, 78, 80, 82, 83, 88, 245, 246, 254, 266, 267, 271, 272, 302, 303, 304, 307, 308, 312, 313

Contenções 160, 172, 253, 255, 265

Corrosão das armaduras 67, 68, 69, 72, 75, 80, 82

D

Decreto 58, 60, 61, 65, 66, 290, 299

Deep Beams 183, 193, 194

Degradação 48, 76, 80, 87, 90, 91, 92, 102, 105, 177, 289, 294, 295, 297, 300, 337

Disseminação 58, 60, 61, 66

Durabilidade 52, 56, 69, 75, 76, 78, 80, 88, 108, 113, 126, 173, 174, 175, 181, 207, 297, 298

E

Elementos de barra biarticulados 29, 44, 317

Ementa 58, 60, 62

Empreendimentos Rurais 46, 47, 49, 55, 56

Engenharia Civil 3, 1, 12, 28, 48, 58, 60, 62, 63, 88, 90, 113, 115, 116, 117, 125, 134, 135, 150, 172, 195, 220, 265, 266, 291, 292, 303, 304, 316, 338

Engenharia Diagnóstica 78, 80

F

Fundações Superficiais 1, 2, 3, 4, 12, 265

G

Gnaisse 173, 174, 175, 176, 179, 180

Grelhas Hiperestáticas 13, 14, 26

H

Hastes de Paredes Delgadas 14, 27

Hospital Architecture 103

I

Incêndio 51, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 87, 90, 92, 97, 101, 108, 110, 111, 112, 175

Inspeção Predial 46, 47, 48, 49, 52, 55, 56, 57, 103, 109

Interação Solo-Estrutura 3, 1, 2, 3, 5, 11, 12, 254, 255, 265

Íons Sulfatos 67, 69, 72, 73, 75

L

Látex da seringueira 150, 151, 157

M

Máquinas de ar condicionado 195, 196, 198, 199, 201, 202, 203

Mecânica Vetorial 115, 116, 117, 118, 119

Metodologia Empírico-Mecanística 125, 134

Microzonificación, Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo 136

Modelagem 6D 195

Módulo de Resiliência 125, 126, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135

P

Patologias 47, 48, 56, 57, 76, 115, 291, 296, 298, 300

Pavimentação 125, 129, 134, 135, 239

Performance Evaluation 103

R

Recalque 1, 3, 4, 263

S

SAP2000 1, 2, 3, 5

SFRC 183, 193

Shear Strength 183, 193

Solo-Cimento 125, 126, 128, 131, 133, 134, 135

T

Tensão de bimomento 13, 24, 26

Tensão de flexão 13, 26, 27

Tratamento Térmico 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181

Treliça 28, 29, 40, 116, 119, 120, 316, 317, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 330, 331

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 3

- 
-  www.atenaeditora.com.br
 -  contato@atenaeditora.com.br
 -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 -  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 3

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br