



# 7º ENCONTRO NACIONAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO



# 7º ENCONTRO NACIONAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO

PROMOÇÃO



PATROCINADORES



APOIO



ORGANIZAÇÃO



**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

**Imagens da capa**

Agência Preview - Banco de Imagens

**Edição de arte**

Silvia Trein Heimfarth Dapper

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 Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
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

# 7º Encontro Nacional de Aproveitamento de Resíduos na Construção

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo

**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima

**Revisão:** Os autores

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S495 7º Encontro nacional de aproveitamento de resíduos na construção / Organizadores Luciana Cordeiro, Sofia Bessa, Angela Borges Masuero, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Outros organizadores  
Daniel Tregnago Pagnussat  
Denise Carpena Coitinho Dal Molin  
Lais Zucchetti  
Sílvia Trein Heimfarth Dapper  
Rosana Dal Molin  
Fernanda Lamego Guerra  
Caroline Giordani  
Iago Lopes dos Santos  
Maria Fernanda Menna Barreto  
Maxwell Klein Degen  
Natália dos Santos Petry  
Rafaela Falcão Socoloski  
Roberta Picanço Casaril  
Aline Zini  
Jéssica Deise Bersch  
Thainá Yasmin Dessuy  
Thaís do Socorro Matos da Silva

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5983-681-9  
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.819210811>

1. Construção civil. 2. Preservação ambiental. 3. Redução de impactos e o reaproveitamento de resíduos. I. Cordeiro, Luciana (Organizadora). II. Bessa, Sofia (Organizadora). III. Masuero, Angela Borges (Organizadora). IV. Título.

CDD 690

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

Atena  
Editora

Ano 2021



## 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

Um dos grandes desafios do setor da construção civil é a busca pela redução de resíduos oriundos dos mais diversos processos da produção industrial. Desta forma, é estimulada, no âmbito científico, a busca por alternativas que visam o reaproveitamento desses resíduos como matéria-prima na construção. Aliado a esta ideia, o 7º Encontro Nacional de Aproveitamento de Resíduos na Construção (ENARC) é um evento que visa incentivar a divulgação e discussão de ideias que possam embasar e desenvolver o setor da construção, levando em conta a ótica de preservação ambiental, redução de impactos e o reaproveitamento de resíduos.



## Agradecimentos

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e ao Grupo FV, pelo apoio financeiro.

À ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, pelo apoio institucional.

À UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, NORIE - Núcleo Orientado para Inovação da Edificação, PPGCI - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura e LAMTAC - Laboratório de Materiais e Tecnologia do Ambiente Construído, pela organização.

Ao Sinduscon-RS, pelo apoio e divulgação.

Aos autores, pela divulgação das pesquisas e à comissão científica pela sua avaliação.

A todos os participantes, pelas suas contribuições, presenças e interações.

Nosso muito obrigado a todos.

PROMOÇÃO



PATROCINADORES



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## Comissão organizadora local

- Profa. Dra. Angela Borges Masuero (UFRGS) - Comissão coordenadora
- Prof. Dr. Daniel Tregnago Pagnussat (UFRGS) - Comissão coordenadora
- Profa. Dra. Denise Dal Molin (UFRGS) - Comissão coordenadora
- Profa. Dra. Lais Zucchetti (UFRGS) - Comissão coordenadora
- Profa. Dra. Silvia Trein Heimfarth Dapper (PUCRS)
- Rosana Dal Molin (ANTAC) - Secretária ANTAC
- Fernanda Lamego Guerra (Pós-Doc NORIE/UFRGS)
- Caroline Giordani (Doutoranda NORIE/UFRGS)
- Deividi Maurenre Gomes da Silva (Doutorando NORIE/UFRGS)
- Iago Lopes dos Santos (Doutorando NORIE/UFRGS)
- Maria Fernanda Menna Barreto (Doutoranda NORIE/UFRGS)
- Maxwell Klein Degen (Doutorando NORIE/UFRGS)
- Natália dos Santos Petry (Doutoranda NORIE/UFRGS)
- Rafaela Falcão Socoloski (Doutoranda NORIE/UFRGS)
- Roberta Picanço Casaril (Doutoranda NORIE/UFRGS)
- Aline Zini (Mestranda NORIE/UFRGS)
- Jéssica Deise Bersch (Mestranda NORIE/UFRGS)
- Thainá Yasmin Dessuy (Mestranda NORIE/UFRGS)
- Thaís do Socorro Matos da Silva (Mestranda NORIE/UFRGS)





## Comitê científico

Profa. Luciana Cordeiro (UFPA) – Comissão coordenadora

Profa. Sofia Bessa (UFMG) – Comissão coordenadora

## Revisores

Abrahão Bernardo Rohden (FURB)

Adeildo Cabral (IFCE)

Adriana Gumieri (UFMG)

Aline Barboza (UFAL)

Ana Paula Maran (UFMS)

Ana Paula Milani (UFMS)

Anderson Muller (IFSC)

Andrea Franco (UFMG)

Ariane P. Rubin (UFSC)

Carina Stolz (FEEVALE)

Carlos Eduardo Marmorato (UNICAMP)

Cláudia Ruberg (UFPB)

Cláudio Kazmierczak (UNISINOS)

Dóris Bragança (UFRGS)

Edna Possan (UNILA)

Eduardo Grala (UFPEl)

Eduardo Polesello (FEEVALE)

Elaine Antunes (UNESC)

Fabiano Pereira (UNESC)

Fabriccio Almeida (SENAI)

Feliciane Brehm (UNISINOS)

Felipe Moreira (UFPA)

Felipe Reis (IFPA)

Fernanda Costa (UFRB)

Fernando Almeida (UFMG)

Fernando José (UFMG)

Geilma Vieira (UFES)

Giselle Reis (SERG/RS)

Glaucinei Correa (UFMG)

Guilherme Brigolini (UFOP)

Guilherme Cordeiro (UENF)

Isaura Paes (UFPA)

Janaíde Rocha (UFSC)

Jardel Gonçalves (UFBA)

João Adriano Rossignolo (USP)

Juliana Moretti (UNIFESP)

Luciana Cordeiro (UFPA)

Lucimara Leal (IFPA)

Luiz Maurício Maués (UFPA)

Luizmar Lopes (UPF)

Marcelo Massulo (UFPA)

Marcelo Picanço (UFPA)

Márcia França (UFMG)

Maria Teresa Aguilar (UFMG)

Marlon Longhi (UFRGS)

Maurício Pina (UFPA)

Maurilio Pimentel (UFPA)

Mirna Gobbi (PROARQ/UFRJ)

Mônica Leite (UEFS)

Muriel Froener (UCSul)

Patrícia Chaves (IFPA)

Patrícia Lovato (UPF)

Paulo Gomes (UFAL)

Rafael Mascolo (UNIVATES)

Ricardo Girardi (PUCRS)

Richard Lermen (IMED)

Risete Braga (UFPA)

Robson Fernandes (UFPA)

Rodrigo Silva (IMED)

Sabino Alves (UNIFESSPA)

Sandra Oda (UFRJ)

Sofia Bessa (UFMG)

Talita Miranda (UFMG)

Teresa Barbosa (UFJF)

Thiago Braga (UFPA)

Thiago Melo Grabois (UFRJ)

White dos Santos (UFMG)

## SUMÁRIO

### ÁREA 1 - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE MATERIAIS, COMPONENTES, ELEMENTOS E SISTEMAS COM APLICAÇÃO DE RESÍDUOS

#### **CAPÍTULO 1.....1**

PREVISÃO DO IMPACTO DA ADIÇÃO DE RESÍDUO DE BORRACHA DE PNEU NO DESEMPENHO MECÂNICO DO CONCRETO

MEDEIROS; Victor Amadeu Sant' Anna; CRUZ; Bruna Ramos de Souza; ALCAZAS; Juliana Carrasco; MILANI; Ana Paula da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108111>

#### **CAPÍTULO 2.....9**

PROPRIEDADES REOLÓGICAS E HIDRATAÇÃO DE PASTAS DE CIMENTOS TERNÁRIOS CONTENDO RESÍDUOS DE MÁRMORE, PORCELANATO, BLOCO CERÂMICO E FOSFOGESSO

COSTA; Ana Rita Damasceno; GONÇALVES; Jardel Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108112>

#### **CAPÍTULO 3.....17**

OTIMIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DE MOAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA APLICAÇÃO COMO MATERIAIS CIMENTÍCIOS SUPLEMENTARES

COSTA; Ana Rita Damasceno; GONÇALVES; Jardel Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108113>

#### **CAPÍTULO 4.....26**

EFEITO DA SÍLICA ATIVA NA MITIGAÇÃO DA REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO ATRAVÉS DO MÉTODO ACELERADO EM BARRAS DE ARGAMASSAS

CRUZ DA SILVA ARAUJO; Juliene; PEREIRA BONFIM; Francirene; PEREIRA GOUVEIA; Fernanda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108114>

#### **CAPÍTULO 5.....33**

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA MOAGEM DO RESÍDUO DE FCC NA HIDRATAÇÃO INICIAL DO CIMENTO POR CALORIMETRIA ISOTÉRMICA

OLIVEIRA; Josinorma Silva de; ANDRADE; Heloysa Martins Carvalho, GONÇALVES; Jardel Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108115>

<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>42</b>
MÉTODO DE RIETVELD PARA QUANTIFICAÇÃO DE FASES EM RESÍDUOS PARA USO COMO MATERIAIS CIMENTÍCIOS SUPLEMENTARES (MCS)	
MATOS; Samile Raiza Carvalho; COSTA; Ana Rita Damasceno; OLIVEIRA; Josinorma Silva de; MACIEL; Kuelson Rândello Dantas; GONÇALVES; Jardel Pereira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108116">https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108116</a>	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>51</b>
AVALIAÇÃO DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DE MISTURAS SOLO-RESÍDUO VISANDO A UTILIZAÇÃO COMO BARREIRAS IMPERMEÁVEIS EM ATERROS SANITÁRIOS	
BRESSAN JUNIOR; José C.; ZAMPIERI; Lucas Q.; NIENOV, Fabiano A.; LUVIZÃO, Gislaïne	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108117">https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108117</a>	
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>58</b>
NEUTRALIZAÇÃO DO FOSFOGESSO COM CAL E A SUA INFLUÊNCIA NA HIDRATAÇÃO E NO DESEMPENHO MECÂNICO DE MATRIZES CIMENTÍCIAS	
ANDRADE NETO; José S.; BERSCH; Jéssica D.; SILVA, Thaís S. M.; RODRÍGUEZ, Erich D.; SUZUKI, Seiiti; KIRCHHEIM; Ana Paula	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108118">https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108118</a>	
<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>66</b>
INFLUÊNCIA DO RESÍDUO DE CERÂMICA VERMELHA EM ARGAMASSAS NA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO OU DO CIMENTO	
TORRES; Ariela da Silva; PINZ; Francielli Priebbernow; PALIGA; Charlei Marcelo	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108119">https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108119</a>	
<b>CAPÍTULO 10.....</b>	<b>73</b>
DESEMPENHO TÉRMICO DE ARGAMASSAS PRODUZIDAS COM RESÍDUOS DA MINERAÇÃO E SIDERURGIA	
BARRETO; Rodrigo Rony; MENDES; Vitor Freitas; FARDIN; Wellington; SANTANA; Vanessa Pereira; MENDES; Julia Castro	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081110">https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081110</a>	
<b>CAPÍTULO 11.....</b>	<b>81</b>
CARBONATAÇÃO NATURAL EM CONCRETO COM RESÍDUO DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM SUBSTITUIÇÃO AO AGLOMERANTE	
COSTA; Vitória Silveira da; TEIXEIRA; Fernando Ritiéle; PALIGA; Charlei Marcelo; TORRES; Ariela da Silva	

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081111>

**CAPÍTULO 12.....88**

INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA DO ARGILITO NAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE MATRIZES CIMENTÍCIAS

SILVA; Thaís; BERSCH; Jéssica; ANDRADE NETO; José; MASUERO; Angela; DAL MOLIN; Denise

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081112>

**CAPÍTULO 13.....95**

EFEITO DA ADIÇÃO DE CINZA DE OLARIA NO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA DE SOLO ARGILOSO DA REGIÃO DE GUARAPUAVA-PR

KADLOBICKI; Lucas; TRENTO; Vanderlei; PAULINO; Rafaella Salvador; DA SILVA; Sauana Centenaro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081113>

**CAPÍTULO 14.....103**

ANÁLISE CRÍTICA DOS MÉTODOS DE SEPARAÇÃO DE AGREGADOS DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) BASEADA EM CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DE CONCRETOS RECICLADOS

FERREIRA; Guilherme de Andrades; NEUMANN; Isadora Sampaio; SANTOS; Iago Lopes; DAL MOLIN; Denise Carpena Coitinho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081114>

**CAPÍTULO 15.....111**

CINZA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR DE ELEVADA REATIVIDADE PRODUZIDA VIA FRACIONAMENTO DENSIMÉTRICO E MOAGEM ULTRAFINA

LINHARES, Beatriz Dias Fernandes; LEMOS, Mônica Nunes; CORDEIRO, Guilherme Chagas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081115>

**CAPÍTULO 16.....119**

GEOPOLÍMERO A BASE DE METACAULIM: MEDIDAS DE IMPEDÂNCIA ELETROQUÍMICA E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

COSTA, Rayara Pinto; PY, Lucas Goldenberg; SACARDO, Lucas Eduardo Perin; LONGHI, Marlon Augusto; KIRCHHEIM, Ana Paula

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081116>

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>127</b>
AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO E ENDURECIDO DE ARGAMASSAS PRODUZIDAS COM RESÍDUOS DE POLIPROPILENO TRITURADO	
GARCIA; Adson de Sousa; SILVA; Barbara Cristina Soares; JÚNIOR; Paulo Sergio Barreiros de Leão; SOUZA; Grazielle Tigre de	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081117">https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081117</a>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>134</b>
ANÁLISE EXPERIMENTAL DO DESEMPENHO DE ARGAMASSAS UTILIZANDO RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE CELULOSE (DREGS E GRITS)	
ALVARENGA; Bruno Medeiros de; FALCÃO; Juliane Rodrigues; TESSARO; Alessandra Buss; MATTOS; Flávia Costa de	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081118">https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081118</a>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>142</b>
CARBONATAÇÃO DE ARGAMASSAS MISTAS PRODUZIDAS COM REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO	
HERMENEGILDO, Gabriela C.; CARNEIRO, Gisele O. P.; NOGUEIRA, Júlia A. W.; BEZERRA, Augusto C., BESSA, Sofia A. L.	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081119">https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081119</a>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>150</b>
EFEITO DE UMA RESINA POLIMÉRICA NA ABSORÇÃO DE PEDRAS ARTIFICIAIS DE CALCÁRIO LAMINADO	
BEZERRA; Ana Karoliny Lemos; SILVA; Leonária Araújo; ARAÚJO; Lucas Benício Rodrigues; CABRAL; Antonio Eduardo Bezerra	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081120">https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081120</a>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>158</b>
CARACTERIZAÇÃO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ (CCA) GERADA EM LEITO FLUIDIZADO	
PAGLIARIN; Karine; JORDANI; Bárbara; KOPPE; Angélica	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081121">https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081121</a>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>166</b>
INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE SUBPRODUTOS NA DISPERSÃO DE PARTÍCULAS DE CIMENTO	
MARTINS; Julia; ROCHA; Janaíde	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081122">https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081122</a>	

<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>173</b>
COMPÓSITO CIMENTÍCIO COM GRÃOS DE POLIPROPILENO: RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL E À FLEXÃO	
COELHO, Rivaldo Teodoro; DUCATTI, Vitor Antonio; SALADO, Gerusa de Cássia	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081123">https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081123</a>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>180</b>
COMPORTAMENTO DE CONCRETOS COM BAIXO TEOR DE CASCA DE ARROZ COMO BIOAGREGADO	
AMANTINO, Guilherme; TIECHER, Francieli; HASPARYK, Nicole; TOLEDO, Romildo	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081124">https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081124</a>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>187</b>
ANÁLISE DA DURABILIDADE DE ARGAMASSAS COM SUBSTITUIÇÃO DO CIMENTO POR RESÍDUO DE MARMORARIA EM DIFERENTES FATORES ÁGUA CIMENTO	
ALMADA, Bruna S.; SANTOS, White J.	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081125">https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081125</a>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>195</b>
ANÁLISE DA SUBSTITUIÇÃO DO CIMENTO POR RESÍDUO DE MARMORARIA COM FIXAÇÃO DA TRABALHABILIDADE PELO USO DE ADITIVOS PLASTIFICANTE	
ALMADA, Bruna S.; SANTOS, White J.	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081126">https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081126</a>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>202</b>
ANÁLISE DA APLICABILIDADE DO RESÍDUO DE CERÂMICA VERMELHA NA PAVIMENTAÇÃO	
SANTOS, Marianny Viana dos; SOUZA, Wana Maria de; RIBEIRO, Antonio Junior Alves	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081127">https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081127</a>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>208</b>
RESÍDUO DE CONCRETO COMO SUBSTITUTO AO CIMENTO: AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E DAS EMISSÕES	
OLIVEIRA, Dayana Ruth Bola; LEITE, Gabriela; POSSAN, Edna; MARQUES FILHO, José	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081128">https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081128</a>	

## ÁREA 2 - DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS COM RESÍDUOS

### **CAPÍTULO 29..... 216**

USO DO RESÍDUO DA NEFELINA EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO

ROSA; Laura Pereira; HALTIERY; Diego Santos; PEREIRA; Fabiano Raupp; ANDRADE; Lucimara Aparecida Schambeck

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081129>

### **CAPÍTULO 30..... 224**

INFLUÊNCIA DA MAGNETITA E DA BARITA EM MATRIZES CIMENTÍCIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

MAZZARO; Filipe S.; ALVES; Jordane G.S.; ALMEIDA; Fernando C.R.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081130>

### **CAPÍTULO 31..... 232**

UTILIZAÇÃO DE CINZA PESADA DE BIOMASSA DE PINUS TAEDA COMO SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND NO CONCRETO CONVENCIONAL

BARCAROLI; Bruno Crimarosti; SALAMONI; Natália; ROHDEN; Abrahão Bernardo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081131>

### **CAPÍTULO 32..... 240**

ANÁLISE DA POTENCIALIDADE DO USO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO AGREGADO GRAÚDO NA PRODUÇÃO DE BLOCOS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO

REUPS; José Eduardo Angeli; NIEMCZEWSKI; Juliana Alves Lima Senisse

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081132>

### **CAPÍTULO 33..... 248**

AVALIAÇÃO DO USO DO PÓ DE RETIFICA PARA APLICAÇÃO EM CAMADAS DE PAVIMENTAÇÃO

AVERNA; Larissa Bertho; MATTEDI; Carolina Vieira; DE ABREU; Victor Barreto; CONTINI; Paulo Victo Matiello; MARIANI; Bruna Bueno

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081133>

### **CAPÍTULO 34..... 256**

CRIAÇÃO DE REVESTIMENTOS BIOINSPIRADOS A PARTIR DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO

MENEGUEL, Carolina Frota; DAPPER, Silvia Trein Heimfarth

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081134>

**CAPÍTULO 35.....264**

CONSTRUÇÃO DE QUIOSQUES COM TUBOS DE PAPELÃO EM EVENTOS TEMPORÁRIOS

DIAS; Nathalia Schimidt; SALADO; Gerusa de Cássia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081135>

**CAPÍTULO 36.....272**

REUTILIZAÇÃO DE AREIA DE FUNDIÇÃO EM ARGAMASSAS

MARAN, Ana PauLa; MENNA BARRETO, Maria Fernanda; MASUERO, Angela Borges;  
DAL MOLIN, Denise Carpena Coitinho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081136>

**CAPÍTULO 37.....281**

CINZAS DE BIOMASSA GERADAS NA AGROINDÚSTRIA DE MALTE: CARACTERIZAÇÃO E USO EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO MIÚDO EM ARGAMASSAS

DA SILVA; Sauana Centenaro; DA SILVA; João Adriano Godoy; PAULINO; Rafaella Salvador

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081137>

**CAPÍTULO 38.....289**

UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS DE RCD EM SUBSTITUIÇÃO TOTAL AOS NATURAIS PARA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETOS ADENSADOS DE FORMA MANUAL E MECÂNICA

SARTORE; Igor Carlesso; PAULINO; Rafaella Salvador; TORALLES; Berenice Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081138>

**CAPÍTULO 39.....297**

INFLUÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DA AREIA NATURAL POR PÓ DE PEDRA EM TUBOS DE CONCRETO

COLONETTI; Luís Gustavo Vieira; PIROLLA; Douglas Leffa; PIVA; Jorge Henrique;  
MACCARINI; Helena Somer; WANDERLIND; Augusto; ANTUNES; Elaine Guglielmi Pavei

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081139>

**CAPÍTULO 40.....305**

PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE CIMENTO E AGREGADO POR CINZAS DE CARVÃO VAPOR

PADILHA; Lilian; PIROLLA; Douglas Leffa; PIVA; Jorge Henrique; SAVI; Aline Eyng;  
WANDERLIND; Augusto; ANTUNES; Elaine Guglielmi Pavei

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081140>

**CAPÍTULO 41..... 312**

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO POR RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA RESISTÊNCIA MECÂNICA À COMPRESSÃO AXIAL DE ARGAMASSAS MISTAS

SCHILLER; Ana Paula Sturbelle; PALIGA; Charlei Marcelo; TORRES; Ariela da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081141>

**CAPÍTULO 42..... 319**

PAINÉIS AGLOMERADOS HOMOGÊNEOS DE MADEIRA PRODUZIDOS COM PINUS, PALHA DE MILHO, POLIETILENO TEREFTALATO E POLIURETANO DERIVADO DE ÓLEO DE MAMONA

SOUZA; Matheus; CAZELLA; Pedro H. S.; RODRIGUES; Felipe R.; PEROSSO; Marjorie B. S.; SILVA; Sérgio A. M.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081142>

**CAPÍTULO 43..... 327**

ESTUDO DO EMPREGO DE AGREGADOS CERÂMICOS EM CONCRETO PERMEÁVEL

STRIEDER; Helena L.; DUTRA; Vanessa F. P.; GRAEFF; Ângela G.; MERTEN; Felipe R. M.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081143>

**CAPÍTULO 44..... 335**

PRODUÇÃO DE PISOS INTERTRAVADOS EM ESCALA INDUSTRIAL COM A INCORPORAÇÃO DE AREIA DE FUNDIÇÃO

GHISLENI; Geisiele; LIMA; Geannina Terezinha dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081144>

**CAPÍTULO 45..... 343**

APLICAÇÃO DE RESÍDUOS DA REGIÃO AMAZÔNICA EM ÁLCALI-ATIVADOS VISANDO O SEU USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

RIBEIRO; Rafaela Cristina Alves; CAMPOS; Patrick Cordeiro; BRITO; Woshington da Silva; PICANÇO; Marcelo Souza; GOMES-PIMENTEL; Maurílio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081145>

**CAPÍTULO 46..... 350**

ESTUDO EXPERIMENTAL DE ARGAMASSAS COM RESÍDUO DE CINZA VOLANTE DE

## MINÉRIO DE CARVÃO EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO MIÚDO

BICA; Bruno O.; PADILHA; Francine; ROCHA; Janaíde; GLEIZE; Philippe

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081146>

### **CAPÍTULO 47.....358**

#### ANÁLISE DA SUBSTITUIÇÃO DO AGREGADO MIÚDO QUARTZOSO POR AGREGADO MIÚDO DE BRITAGEM DE ROCHA BASÁLTICA EM CONCRETO

WALKER; Wesley Ramon; MEINHART; Alice Helena; ARNOLD; Daiana Cristina Metz; DIAS; Letícia Andriolli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081147>

### **CAPÍTULO 48.....365**

#### AVALIAÇÃO DO RESÍDUO DE ARENITO COMO AGREGADO MIÚDO EM MATRIZ DE ARGAMASSA

MARIO, Mauro; GIORDANI, Caroline; MASUERO, Angela Borges; DAL MOLIN, Denise Carpena Coitinho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081148>

### **CAPÍTULO 49.....373**

#### O RESÍDUO DE NIÓBIO E SUAS POTENCIAIS APLICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

ALVES; Jordane G.S.; MAZZARO; Filipe S.; ALMEIDA; Fernando C.R.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081161>

### **CAPÍTULO 50.....380**

#### PAINÉIS DE PARTÍCULAS DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS PRODUZIDOS PARA NÚCLEO DE PAINEL SANDUÍCHE

PEREIRA; Alexandre Rosim; ROSSIGNOLO; João Adriano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081150>

## **ÁREA 3 - GESTÃO DE RESÍDUOS**

### **CAPÍTULO 51.....388**

#### IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CAMPO GRANDE – MS

PUPIN; Nayara Severo; MAIA; Johnny Hebert de Oliveira; MILANI; Ana Paula da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081151>

**CAPÍTULO 52.....395**

O CICLO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA UFRGS

ANTUNES; Giselle Reis; RODRIGUES; Eveline Araujo; SIMONETTI; Camila

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081152>

**CAPÍTULO 53.....403**

ANÁLISE SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE PORTO ALEGRE/RS

ROCHA, Paulyne Vaz; SOUZA; Ana Lilian Brock de; PETRY, Natália dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081153>

**CAPÍTULO 54.....412**

ANÁLISE DO PLANO DE GESTÃO MUNICIPAL INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE RIO BRANCO – AC, SOB A ÓTICA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

VIANA; Tiago H. da Costa; MONTEIRO; Késsio Raylen; SEGOBIA; Pedro Bomfim

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081154>

**ÁREA 4 - ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA**

**CAPÍTULO 55.....420**

VALORIZAÇÃO DE RESÍDUO AGROINDUSTRIAL COMO SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND EM FIBROCIMENTOS

BASSAN DE MORAES; Maria Júlia; SOARES TEIXEIRA; Ronaldo; PROENÇA DE ANDRADE; Maximiliano; MITSUUCHI TASHIMA; Mauro; ROSSIGNOLO; João Adriano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081155>

**CAPÍTULO 56.....428**

PROJETO SARGOOD: VALORIZAÇÃO DO *SARGASSUM* NA CONSTRUÇÃO CIVIL

ROSSIGNOLO, João Adriano; BUENO, Cristiane; DURAN, Afonso Jose Felicio Peres; LYRA, Gabriela Pitolli; ASSUNÇÃO, Camila Cassola; GAVIOLI, Leticia Missiato; MORAES, Maria Julia Bassan; NASCIMENTO, João Lucas Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081156>

**CAPÍTULO 57.....436**

VALORIZAÇÃO DO CAULIM FLINT COMO MATERIAL CIMENTÍCIO SUPLEMENTAR (MCS)

MEDEIROS; Matheus Henrique Gomes de; MATOS; Samile Raiza Carvalho; DESSUY; Thainá Yasmin; MASUERO; Angela Borges; DAL MOLIN; Denise Carpena Coitinho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081157>

## ÁREA 5 - AVALIAÇÃO AMBIENTAL E DO CICLO DE VIDA

### **CAPÍTULO 58.....443**

AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> DE PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEÁVEL: COMPARAÇÃO ENTRE O USO DE AGREGADOS DE RCD E NATURAIS

CASARIN; Roberta P.; ARAGÃO; Lucas C.; ZAPPE; Anna Paula S. ; THOMAS; Mauricio; PASSUELO; Ana Carolina B.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081158>

### **CAPÍTULO 59.....451**

O IMPACTO AMBIENTAL DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOB A VISÃO DO CICLO DE VIDA

KONZEN; Bárbara Anne Dalla Vechia; PEREIRA; Andréa Franco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081159>

### **CAPÍTULO 60.....462**

PEGADA DE CARBONO DE CONCRETOS AUTOADENSÁVEIS PRODUZIDOS COM FINOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

FERREIRA; Luiza de Souza; DESSUY; Thainá Yasmin; GLITZEHNIRN; Claudia; PASSUELLO; Ana; MASUERO; Angela Borges

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081149>

### **CAPÍTULO 61.....468**

AVALIAÇÃO DOS PARAMETROS SUSTENTÁVEIS PARA PAVERS CONFECCIONADOS COM RESÍDUOS INDUSTRIAIS

ALTOÉ; Silvia Paula Sossai; GOÉS; Isadora; ROTTA; José Venancio Pinheiro; BORIN; Mateus Roberto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081160>



**PAINÉIS AGLOMERADOS HOMOGÊNEOS DE MADEIRA PRODUZIDOS COM PINUS, PALHA DE MILHO, POLIETILENO TEREFALATO E POLIURETANO DERIVADO DE ÓLEO DE MAMONA**

<https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081142>

**SOUZA; MATHEUS <sup>1</sup>; CAZELLA; PEDRO H. S. <sup>1</sup>; RODRIGUES; FELIPE R. <sup>1</sup>; PEROSSO; MARJORIE B. S. <sup>1</sup>; SILVA; SÉRGIO A. M. <sup>1</sup>**

<sup>1</sup>UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” – UNESP.  
EMAIL DO AUTOR CORRESPONDENTE: MV.SOUZA@UNESP.BR

**RESUMO:** Este estudo se constituiu da produção de painéis aglomerados homogêneos de madeira com pinus, densidade nominal de 650 kgf/m<sup>3</sup>, palha de milho, polietileno tereftalato e adesivo poliuretano derivado de óleo de mamona. Propôs-se misturas de pinus com palha de 85-15%, 70-30%, 50-50%, 30-70% e 100% de palha e pinus, considerando-se a adição de 10% de polietileno tereftalato e poliuretano derivado de óleo de mamona sendo prensados com 50kgf/cm<sup>2</sup>, 110°C em 10min, objetivando-se melhorar suas propriedades físicas e mecânicas, que foram avaliadas utilizando-se a NBR14810:1;2/2018. Os resultados obtidos indicaram a possibilidades de uso dos painéis na construção civil e empresas moveleiras.

**PALAVRAS-CHAVES:** Painéis aglomerados Homogêneos, Palha de milho, Polietileno Tereftalato e Adesivo Poliuretano derivado de Óleo de Mamona.

**ABSTRACT:** This study consisted of the production of homogeneous particleboard with pine, nominal density of 650 kgf/m<sup>3</sup>, corn straw, polyethylene terephthalate and polyurethane adhesive derived from castor oil. Mixtures of pine with straw of 85-15%, 70-30%, 50-50%, 30-70% and 100% of straw and pine were proposed, considering the addition of 10% polyethylene terephthalate and polyurethane derivative of castor oil being pressed with 50kgf/cm<sup>2</sup>, 110°C in 10min, aiming to improve its physical and mechanical properties, which were evaluated using NBR14810:1;2/2018. The results obtained indicated the possibilities of using the panels in civil construction and furniture companies.

**KEYWORDS:** Homogeneous Particleboard, Corn Straw, Polyethylene Terephthalate and Polyurethane Adhesive derived from Castor Oil.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo país com a maior área de florestas do mundo, correspondendo cerca de 493,5 milhões de hectares compostos por florestas nativas e plantadas (SNIF, 2016)<sup>(1)</sup>. De acordo com Buzo & Silva (2018)<sup>(2)</sup>, o frequente uso de madeiras nativas promoveu exploração indiscriminada das florestas naturais, prejudicando a sustentabilidade para futuras gerações e para o meio ambiente.

A escassez de espécies de árvores nativas no Brasil tem justificado pesquisas que visam utilizar resíduos agroindustriais (VISNARDI, 2010)<sup>(3)</sup>. Uma alternativa é o aproveitamento de madeiras de dimensões e/ou qualidades inferiores para a produção

de painéis aglomerados (GUIMARÃES JÚNIOR, 2008)<sup>(4)</sup>.

O Milho (*Zea Mays L.*) é um alimento cultivado em todos os continentes, originário das américas, sua produção só perde para o arroz e o trigo (CASTRO, G. S. A. *et al*)<sup>(5)</sup>. Atualmente é 15% consumido pela indústria alimentícia e na produção de elementos colantes, espessantes e óleos e, 85% para alimentação animal. Na Europa e Estados Unidos ele é utilizado para a produção de etanol (CASTRO, G. S. A. *et al*)<sup>(5)</sup>. Entre 2019/2020 o Brasil teve cerca de 18.527,3 mil ha de área plantada, tendo previsão para 2020/2021 de 19.717, 5 mil ha, mostrando assim um cultivo de grande potencial econômico (CONAB, 2021)<sup>(6)</sup>.

A utilização de compósitos lignocelulósicos nas indústrias de polímeros têm se tornado frequente devido ao seu reforço em matrizes poliméricas. E a utilização de plásticos, devido ao seu poder poluidor em função do longo período de degradação, tem sido frequentemente reutilizado em larga escala para várias aplicações (CATTO, *et al.*, 2014)<sup>(7)</sup>.

Segundo estudos de Sugahara & Silva (2018)<sup>(8)</sup> o óleo de mamona possibilita a produção de um adesivo poliuretano bi-componente, ou seja, uma parte composta de óleo de mamona (poliol) e a outra desenvolvida com derivados do petróleo (pré-polímero). O PU-Mamona é um adesivo biodegradável e sustentável, que vem sendo utilizado em pesquisas para produção de painéis derivados de madeira.

Considerando a possibilidade de uso da madeira de pinus em misturas com palha de milho e polietileno tereftalato (PET) em diferentes proporções, esse trabalho produziu e avaliou painéis aglomerados empregando como aglutinante o adesivo poliuretano derivado de óleo de mamona, com o objetivo de melhorar as propriedades físicas e mecânicas dos painéis.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste estudo foram adquiridas tábuas de *Pinus elliotti* e palha de milho no comércio local de Ilha Solteira. As partículas de polietileno tereftalato foi fornecido pela Global PET SA, localizada no município de São Carlos-SP e o adesivo de Poliuretano derivado do óleo de mamona foi fornecida pela empresa Imperveg® no município de Aguai-SP, Brasil.

### 2.1 Preparação dos materiais para produção dos painéis

Para produção dos painéis, inicialmente as tábuas de pinus foram processadas em plaina desengrossadeira e transformadas em maravalhas, em seguida, utilizando-se um moinho de facas e peneira com abertura 12mm, foram obtidas as partículas de pinus.

As partículas de pinus obtidas foram separadas inicialmente em peneirador elétrico com peneiras com de aberturas entre 6 a 1,18mm e, em seguida, com base na NBR14810 1-2/2018<sup>(9-10)</sup>, foram colocadas em estufa à temperatura de 105°C ± 3°C, até atingirem umidade inferior a 5%.

As palhas de milho foram adquiridas verdes e deixadas por dois dias secando ao sol com o objetivo de diminuir a umidade antes de serem trituradas. Após avaliar visualmente que as palhas haviam perdido umidade, passando da coloração verde para

amarela, foram submetidas ao mesmo processo de trituração das maravalhas de pinus.

Com relação ao PET foram utilizadas partículas de dimensões irregulares e que possuíam comprimento médio de aproximado de 2,36mm. Esse material, após aferição da umidade, verificou-se que se apresentavam com 0% de umidade.

Foram realizados ensaios para determinação da composição granulométrica das misturas das partículas utilizando-se um método adaptado com base na ABNT (1997b; 2003)<sup>(11)</sup>, objetivando-se calcular a porcentagem da massa retida e acumulada em cada peneira e determinar o módulo de finura das partículas.

## 2.2 Produção dos painéis

Para produção dos painéis foram elaboradas 07 misturas com diferentes proporções de partículas de pinus e palha de milho, conforme apresentado na Tabela 1.

Nomenclatura	% de Pinus	% de Palha de Milho	% de PET	% de PU
MISTURA 1	100 %	0 %	0%	10%
MISTURA 2	100%	0%	10%	10%
MISTURA 3	85%	15%	10%	10%
MISTURA 4	70%	30%	10%	10%
MISTURA 5	50%	50%	10%	10%
MISTURA 6	30%	70%	10%	10%
MISTURA 7	0%	100%	10%	10%

Tabela 1 – Proporções e misturas dos materiais

Utilizando-se das misturas propostas, foram produzidos painéis homogêneos com densidade nominal de 650 kg/m<sup>3</sup> empregando-se 10% da massa seca de partículas em adesivo PU-Mamona, que por se constituir de dois componentes, a homogeneização do adesivo nas partículas foi realizada adicionando-se inicialmente o polioli e em seguida o pré-polímero em intervalos de homogeneização de 5 min.

Os painéis foram prensados com força de 50kg/cm<sup>2</sup> e temperatura de 110°C, sendo utilizados 5 minutos de prensagem com um intervalo de 30 segundos para a liberação dos gases, seguidos de mais 5 minutos para finalização da prensagem do painel. Após prensagem, os painéis foram submetidos ao um período mínimo de 72h para estabilização de cura do adesivo em condições normais de temperatura e pressão.

Em seguida foram refiladas as bordas dos painéis para remoção da região que não obteve compactação adequada e para definir dimensões 35x35cm, objetivando a preparação dos corpos-de-prova para realização de ensaios de resistência à Flexão Estática e Tração Perpendicular, com base na NBR 14.810- 1 e 2 (2018)<sup>(9-10)</sup>.

Para avaliação dos painéis, inicialmente foram realizados os ensaios para avaliação das propriedades mecânicas Flexão Estática, Modulo de Elasticidade e Tração Perpendicular, em seguida os ensaios para avaliação das propriedades físicas Densidade, Umidade, Inchamento e Absorção de umidade em 24h.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Determinação da composição granulométrica das misturas

Na Tabela 2 observa-se que a maior quantidade de partículas de pinus, palha milho e PET se concentram nas peneiras com malhas entre 2,360 à 0,590mm.

		PINUS		PALHA DE MILHO		PET	
N°	Peneira Malha (mm)	Massa (g)	Retido %	Massa (g)	Retido %	Massa (g)	Retido %
1/4"	6,300	0,00	0,00%	0,09	0,26%	0,00	0,00%
4	4,750	1,50	4,23%	1,03	2,93%	0,00	0,00%
8	2,360	20,30	57,22%	11,31	32,19%	0,13	0,37%
16	1,180	12,91	36,39%	15,29	43,52%	22,97	65,95%
30	0,590	0,76	2,14%	6,38	18,16%	9,71	27,88%
50	0,297	0,01	0,03%	0,98	2,79%	1,39	3,99%
100	0,149	0,00	0,00%	0,05	0,14%	0,59	1,69%
Total	-	35,48	100,00%	35,13	100,00%	34,79	100,00%

Tabela 2 – Composição Granulométrica de pinus, palha de milho e PET

De acordo com Alves (2013)<sup>(12)</sup> partículas de madeira que proporcionam melhor desempenho aos painéis se encontram entre 2 à 6mm, e conforme descrito por P. Klímek et al. (2016)<sup>(13)</sup>, partículas com maior comprimento contribuem para a resistência à flexão, e as de menor comprimento, contribuem para a resistência à tração perpendicular dos painéis.

#### 3.2 Densidade dos painéis e a Razão de Compactação

A Razão de Compactação (F) foi determinada considerando-se a relação entre a densidade aparente dos painéis e a densidade das misturas (M) de maravalhas (densidades em Kg/cm<sup>3</sup>). Foram obtidos os seguintes valores de F para M1 (875/103-) F= 8,50; para M2 (826/103) F = 8,26; para M3 (963/104) F = 9,26; para M4 (942/105) F = 8,97; M5 (891/108) F = 8,25; M6 (1030/116) F = 8,88; M7 (1001/141) F = 7,10. Ressalta-se que as densidades das maravalhas foram determinadas com umidade entre 3 a 5%.

#### 3.3 Absorção 24h, inchamento 24h e teor de umidade

Os valores médios de Absorção (AA24h), Inchamento (IE 24h) e Teor de umidade (TU), são apresentados na Tabela 3.

MISTURAS	AA24h (%)	IE 24h (%)	TU (%)
PM1	<b>77,10</b> ( $\pm 11,43$ )*	<b>26,18</b> ( $\pm 10,29$ )	8,70 ( $\pm 1,97$ )
PM2	<b>91,78</b> ( $\pm 14,14$ )	<b>29,68</b> ( $\pm 7,42$ )	5,44 ( $\pm 3,95$ )
PM3	61,96 ( $\pm 25,65$ )	25,94 ( $\pm 2,99$ )	8,45 ( $\pm 2,55$ )
PM4	64,01 ( $\pm 15,07$ )	24,75 ( $\pm 9,13$ )	8,85 ( $\pm 2,08$ )
PM5	59,66 ( $\pm 11,17$ )	17,11 ( $\pm 8,29$ )	9,02 ( $\pm 1,51$ )
PM6	<b>34,53</b> ( $\pm 11,53$ )	<b>13,94</b> ( $\pm 12,62$ )	8,74 ( $\pm 2,52$ )
PM7	<b>29,77</b> ( $\pm 11,74$ )	<b>10,83</b> ( $\pm 20,31$ )	8,44 ( $\pm 6,59$ )
100% de palha de milho no miolo do painel (Silva et al, 2015) <sup>(14)</sup>	164	72	-
100% palha de milho misturada no painel (Silva et al, 2015) <sup>(14)</sup>	189	80	-
Teca + 10% PET (Ferreira & Knuth, 2019) <sup>(15)</sup>	72 ( $\pm 12,35$ )	10,70 ( $\pm 11,22$ )	6,28

\* ( ) coeficiente de variação

Tabela 3 – Valores médios de Absorção, Inchamento e Teor de umidade obtidos por meio de ensaios e alguns valores pesquisados na literatura corrente.

De acordo com os objetivos desse estudo e considerando os valores das propriedades físicas dos painéis apresentados das misturas (PM) na Tabela 3, verifica-se que, tanto o incremento da palha de milho como da PET e do adesivo PU-Mamona em painéis propiciaram melhorias nas propriedades físicas, os PM6 e os PM7 apresentaram AA24h e IE24h inferior quando se comparado os PM1 de referência. O **IE24h** dos PM7 à **10,83%** foi o menor valor de inchamento encontrado em comparação ao PM1 **26,18%**. O pior resultado porém, foi quando se adicionou PET com pinus (PM2) **AA24 91,78%** e **IE24h 29,68%**, evidenciando assim que a substituição de palha melhorou significativamente as propriedades dos painéis.

Vale ressaltar que em comparação com as referências bibliográficas citadas na Tabela 3, nos painéis das misturas estudadas, quase todos tiveram um desempenho melhor nas suas propriedades. Os valores encontrados na literatura, foram de **AA24h: 164%, 189% 72%** e o **IE24h: 72%, 80%, 10,70%** respectivamente. Logo atribui ao uso da resina as melhorias das propriedades físicas.

Segundo Fiorelli et al. (2012)<sup>(16)</sup>, a resina Poliuretana (PU) derivada de óleo de mamona, além de garantir resistência mecânica aos painéis, melhora suas propriedades de resistência à água, enquanto que, comparativamente com a resina Ureia Formaldeído (UF) são encontrados baixas resistências à água.

### 3.4 Propriedades mecânicas

Com base nos valores obtidos com os ensaios para determinação das propriedades físicas dos painéis, foram produzidos novos painéis para avaliação de suas propriedades mecânicas e, conseqüentemente, optou-se por selecionar as misturas M5, M6 e M7,

por serem constituídas com os quatro elementos objeto de análise dessa pesquisa, ou seja, a madeira de pinus, a palha de milho, a PET e a PU-Mamona

Na Tabela 4 são apresentados os valores das médias do Módulo de Elasticidade (MOE), Módulo de Resistência à Flexão Estática (MOR) e Resistência a Tração Perpendicular (TP).

MISTURAS	MOE (MPa)	MOR (MPa)	TP (MPa)
M5	1906 (± 9,69)*	16,81(± 5,81)	0,72 (± 14,59)
M6	<b>2339</b> (± 6,72)	<b>26,55</b> (± 6,12)	<b>0,96</b> (± 12,61)
M7	<b>2080</b> (± 6,60)	<b>28,99</b> (± 5,31)	<b>1,18</b> (± 9,06)
100% de palha de milho no miolo do painel (Silva et al, 2015) <sup>(14)</sup>	872	6,3	0,14
100% palha de milho misturada no painel (Silva et al, 2015) <sup>(14)</sup>	710	5,0	0,08
Teca + 10% PET (Ferreira & Knuth, 2019) <sup>(15)</sup>	-	-	0,57 (± 24,33)

\* ( ) coeficiente de variação

Tabela 4 – Valores de MOE, MOR e TP.

Com relação às propriedades de resistência e rigidez dos painéis, verifica-se na Tabela 4 que os valores médios determinados se mantêm em conformidade com o comportamento das propriedades físicas determinadas, ou seja, a presença da palha de milho, da PET e da PU-Mamona misturados com madeira de pinus, melhoraram essas propriedades em comparação com os estudos observados na literatura corrente, conforme pode ser observado nas referências apresentadas na Tabela 4. Ressalta-se que as propriedades de resistência e rigidez dos painéis se apresentam com valores médios com a mesma ordem de grandeza entre si.

#### 4 | CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos das propriedades físicas e mecânicas nos estudos preliminares para caracterização de painéis aglomerados homogêneos, produzidos com misturas de madeira de pinus, palha de milho, PET e PU-Mamona, constataram-se forte interação entre os materiais estudados. Ao se comparar os resultados obtidos com os valores mínimos das propriedades físicas e mecânicas propostas pelo documento normativo NBR14810-2/2018<sup>(10-11)</sup>, observa-se que os painéis produzidos com as misturas M5, M6 e M7 estão condizentes com o documento normativo em referência.

Outro aspecto muito importante está relacionado com a possibilidade de emprego da palha de milho, PET e PU-Mamona na composição de misturas de painéis aglomerados de madeira de pinus; constituindo uma importante alternativa para o emprego desse produto de modo geral na Construção Civil e na indústria moveleira.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior - CAPES pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa e ao grupo MAC - Materiais Alternativos de Construção (Unesp - Ilha).

## REFERÊNCIAS

1. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS - SNIF. **Serviço Florestal Brasileiro**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://snif.florestal.gov.br/ptbr/conhecendo-sobre-florestas>. Acesso em: 03 mai. 2021.
2. BUZO, A. L. S. C; SILVA, S. A. M. **Painéis aglomerados produzidos com partículas de pinus e bagaço de cana empregando-se ureia formaldeído e poliuretano à base de mamona**. 2018. 12-38 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - Estruturas) – Faculdade de Engenharia, Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, SP.
3. VISNARDI, O. C. *et al.* Produção e Avaliação Física de Chapas de Partículas de Bambu da Espécie *Dendrocalamus giganteus*. In. XII Encontro Brasileiro em Madeira e Estrutura de Madeira, Lavras, Minas Gerais. **Anais do XII EMBRAMEM**, 2010.
4. GUIMARÃES JÚNIOR, J. B. **Painéis de madeira de eucalipto: estudo de caso de espécies e procedências**. 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
5. CATTO, A. L. *et al.* Influence of coupling agent in compatibility of post-consumer HDPE in thermoplastic composites reinforced with eucalyptus fiber. **Mat. Res.** São Carlos, v. 17, supl. 1, p. 203-209, 2014
6. CASTRO, G. S. A. *et al.* **XV Seminário Nacional Milho Safrinha- Livro de Palestras: Desafios no Cultivo do Milho Safrinha**. 1. ed. Sete Lagoas, MG: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2019. p. 9-35.
7. CONAB. **SÉRIE HISTÓRICA DAS SAFRAS**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra-serie-historica-das-safras?start=20>. Acesso em: 31 mai. 2021.
8. SUGAHARA, E. S; SILVA, S. A. M. **Painéis aglomerados produzidos com partículas de eucalipto e bagaço de cana com adesivo ureia formaldeído e poliuretano à base de mamona**. 2018. 61-68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - Estruturas) – Faculdade de Engenharia, Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, SP.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT. NBR 14810-1**: painéis de partículas de média densidade: parte 1: terminologia. Rio de Janeiro, 2013a.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT. NBR 14810-2**: painéis de partículas de média densidade: parte 2: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013b.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. NBR NM 248**: Agregados: Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.
12. ALVES, L. S. **Aproveitamento de Resíduos de Empresas Moveleiras da Região de São José do Rio Preto para Confecção e Avaliação de Painéis Aglomerados**. Ilha Solteira, 2013. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2013.
13. KLÍMEK, P. *et al.* Using sunflower (*Helianthus annuus* L.), topinambour (*Helianthus tuberosus* L.) and cup-plant (*Silphium perfoliatum* L.) stalks as alternative raw materials for particleboards. **Industrial Crops and Products**, vol.92 (2016) 157–164.
14. Silva *et al.* MDP com partículas de eucalipto e palha de milho. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 108, p. 853-862, dez. 2015.

15. Ferreira, E.S; Knuth. APropriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados de Tectona grandis produzidos com adição de diferentes teores de PET. **IV CBCTEM – Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira**, Santarém -Pará, Outubro de 2019.

16. FIORELLI, J. *et al.* Particulate composite based on coconut fiber and castor oil polyurethane adhesive: An eco-efficient product. **Industrial Crops And Products**, Amsterdam, v. 40, p.69-75, 2012.



## Contatos

**Endereço:**

Av. Osvaldo Aranha, 99 - Prédio Castelinho, CEP:  
90035-190. Porto Alegre-RS.

**Telefone:**

(51) 3308-3518

**E-mail da comissão organizadora:**

enarc2021@gmail.com

**E-mail do comitê científico:**

enarc.ccientifico2021@gmail.com

**Site:**

<https://www.ufrgs.br/enarc2021>

**Instagram:**

<https://www.instagram.com/enarc2021/>

**Facebook:**

<https://www.facebook.com/enarc2021/>

