



**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 Cremona

**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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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)

Glauceinei 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 DE PARTÍCULAS DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS PRODUZIDOS PARA NÚCLEO DE PAINEL SANDUÍCHE

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

PEREIRA; ALEXANDRE ROSIM<sup>1</sup>; ROSSIGNOLO; JOÃO ADRIANO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE BIODIVERSIDADE- PIRASSUNUNGA – SÃO PAULO  
E-MAIL DO AUTOR CORRESPONDENTE: ALROPE1973@GMAIL.COM

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi avaliar painéis de partículas de subprodutos da agroindústria, para compor núcleos de painéis sanduíche. O uso de painéis na construção civil se refere ao atendimento de requisitos normativos de desempenho. Para uma correta especificação dos painéis deve-se avaliar a durabilidade em relação à água. A discussão proposta neste estudo se deu pela revisão bibliográfica de trabalhos que versam sobre o tema. Este trabalho se dedicou ao estudo das propriedades físicas inchamento da espessura em 24 horas (I) e teor de umidade (UM). Os resultados indicaram o uso comercial geral interno não estrutural em condições secas.

**PALAVRAS-CHAVES:** Sistema construtivo; componentes; duráveis; sustentáveis; lignocelulósicos.

**ABSTRACT:** The objective of the study was to develop particleboards made of agroindustry by-products, to compose the sandwich panel cores. The use of panels in civil construction refers to the accomplishment of performance normative requirements. For a correct specification of the panels, the durability in relation to water should be evaluated. The proposed discussion of the study was based on the review of papers over the subject. This paper goal was study of the physical properties thickness swelling in 24 hours (I) and moisture content (UM). The results indicated the general non-structural internal commercial use in dry conditions.

**KEYWORDS:** Construction system; components; durable; sustainable; lignocellulosics.

### 1 | INTRODUÇÃO

Alguns dos requisitos para o uso de painéis na construção civil se refere as propriedades resistentes à umidade. Produtos derivados da madeira expostos à fatores degradantes sem tratamento adequado, podem sofrer negativamente alterações em suas propriedades físicas, mecânicas e térmicas. Dessa forma os testes de caracterização de desempenho destes componentes podem conduzir diretrizes de uso adequados de um produto mais durável, consequentemente sustentável e competitivo<sup>(1)</sup>.

Segundo a ABNT 15.575-1<sup>(2)</sup> durabilidade é a capacidade de desempenho da edificação ou de seus sistemas, seu comportamento durante ao longo do tempo sob condições de manutenção especificadas por norma. A durabilidade é utilizada como termo qualitativo, para representar o estado em que se encontra a edificação ou seus

sistemas durante sua vida útil<sup>(2)</sup>.

Por ser uma propriedade física caracterizada pela capacidade da madeira absorver a umidade do ar ou do meio ambiente adjacente, a higroscopicidade pode causar variação dimensional nos painéis<sup>(3)</sup>.

Segundo a NBR 14810-2:2013<sup>(4)</sup>, inchamento da espessura é o aumento percentual da espessura que um corpo de prova de um painel apresenta após o ensaio de imersão. Teor de umidade é a porcentagem de água liberada por um corpo de prova de um painel após o ensaio de secagem<sup>(4)</sup>.

A utilização de produtos derivados de madeira tem crescido como uma alternativa para substituir o uso da madeira serrada na construção civil. Entre estes produtos estão os painéis de partículas de média densidade (MDP), o OSB (Oriented Strand Board) e os painéis de fibras de média densidade (MDF)<sup>(3)</sup>.

Estudos demonstram que estes painéis podem ser produzidos com madeiras de reflorestamento, com os resíduos da indústria madeireira e ainda com a associação da madeira a outras fibras naturais como os resíduos da agroindústria. Denominados painéis híbridos, podem ser uma forma de superar algumas limitações em termos de propriedades físicas, mecânicas e térmicas, além de serem uma alternativa sustentável<sup>(5)</sup>.

A norma ANSI A208.1<sup>(6)</sup> apresenta os requisitos e possíveis aplicações para os painéis de partículas que incluem o uso comercial e industrial geral externo e interno não estrutural em condições secas<sup>(6)</sup>.

Os painéis de partículas podem ser utilizados como componentes de alguns sistemas construtivos da construção civil, um exemplo é a utilização para compor o núcleo de painéis sanduiche. Um tipo de painel sanduiche com núcleo de painel de partículas de madeira balsa foi utilizado como base de rolagem em um sistema alternativo para a construção de uma ponte<sup>(7)</sup>.

Assim a proposta do trabalho é um estudo descritivo, utilizando como método a pesquisa de artigos publicados sobre as propriedades inchamento da espessura em 24 horas (I) e teor de umidade (UM), com o objetivo de comparar resultados com os valores encontrados no estudo experimental de painéis de subprodutos da agroindústria desenvolvidos com partículas de madeira pinus e fibras da casca de coco verde.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

O Brasil está em uma posição proeminente no setor mundial de produção de painéis de madeira por causa da variedade de produtos que fabrica. Segundo a IBÁ<sup>(8)</sup>, o Brasil ocupava a oitava posição do ranking mundial. Normalmente, a matéria prima dos painéis é proveniente de florestas plantadas, especialmente as espécies de pinus e eucalipto. Porém com o grande crescimento do mercado de painéis, surge o interesse por outros materiais mais sustentáveis como os subprodutos da agroindústria<sup>(9)</sup>.

### 2.1 Painéis de partículas de subprodutos da agroindústria: pesquisa de estudos recentes

A revisão proposta buscou artigos científicos que objetivaram a análise de painéis de partículas produzidos por qualquer tipo de material lignocelulósico, aplicado



como componente em *núcleo de painéis sanduíche* com potencial de uso na construção civil. A estrutura mais simples de um painel sanduíche é formada por duas faces e um núcleo<sup>(10)</sup>. Como estratégia de busca utilizou-se em duas bases de dados as seguintes palavras-chave combinadas e inseridas consecutivamente como seguem: *sandwich\* and particleboard\* and core\**.

As buscas ocorreram a partir do ano de 1960 (somente selecionados trabalhos com revisão paritária), os termos deveriam estar no título, no resumo e nas palavras-chave dos artigos. A procura resultou um total de 64 artigos (38 na *Web of Science* e 36 na *Scopus*), até o ano de 1999 apenas 3 artigos foram publicados, no período entre os anos de 2000 até 2021 notou-se um aumento no número de publicações, porém representam apenas aproximadamente uma e meia publicação por ano. Foi realizada a leitura dos resumos de cada artigo para verificar a conformidade com o tema em questão.

Apenas nove dos artigos pesquisados estudaram painéis tipo sanduíche com faces e/ou núcleos compostos *exclusivamente* de painéis de partículas e fibras de subprodutos da agroindústria. Dez publicações avaliaram o potencial de aplicação dos painéis sanduíche produzidos com painéis de partículas em sistemas de vedação não estrutural.

Constatou-se na revisão que os artigos avaliaram principalmente as propriedades físicas, mecânicas, térmicas e acústicas de painéis tipo sanduíche. No entanto, a utilização dos subprodutos da agroindústria em painéis de partículas como núcleo dos painéis sanduíche e sua aplicação como componente ou elemento construtivo se apresenta incipiente.

O item 2.2, apresenta estudos recentes que trataram do desenvolvimento e avaliação de painéis produzidos com materiais alternativos em substituição à madeira. Os resultados demonstram a potencialidade de aplicação dos subprodutos na produção dos painéis.

## **2.2 Estudos recentes sobre as propriedades inchamento da espessura em 24 horas(I) e teor de umidade (UM)**

A seguir apresentam-se alguns trabalhos que incluíram tratamentos químicos e térmicos com o objetivo de diminuir a higroscopicidade dos painéis avaliando as propriedades inchamento da espessura (I) e teor de umidade (UM). Os resultados dos estudos e requisitos normativo estão resumidos na Tabela 1.

No estudo de Veloso<sup>(9)</sup>, a medida que se insere o resíduo de Japuti na produção dos painéis de partículas (em substituição ao eucalipto nas proporções 10%, 20% e 30% em relação a massa total) aumenta-se a higroscopicidade, porém conclui-se que utilizando uma porcentagem do resíduo próximo de 10% em substituição ao eucalipto e mesmo com a absorção de água em aproximadamente 65%, o painel atende ao requisito (I) com resultado próximo aos 18%. Ribeiro<sup>(11)</sup>, avaliou o efeito dos diferentes níveis de temperatura no tratamento térmico das fibras da cana-de-açúcar em substituição a madeira para a produção de painéis de partículas. As temperaturas utilizadas foram 170°C, 200°C e 230°C. O estudo demonstrou diminuição da higroscopicidade em 22,67%, redução associada a uma menor acessibilidade da água pela degradação da hemicelulose das fibras. Os resultados para (I) e (UM) atenderam aos requisitos

normativos.

Lee<sup>(12)</sup>, produziu painéis de partículas do tronco da árvore Óleo de Palma associada a madeira da Seringueira na proporção 100%:0%, 70%:30%, 50%:50%, 30%:70% e 0%:100%. Combinou as propriedades repelente do óleo de palma com a aplicação do tratamento térmico para avaliar a redução da higroscopicidade. O estudo apresentou redução significativa da higroscopicidade comparada as amostras sem tratamentos.

Poleto<sup>(3)</sup>, avaliou um protótipo em escala laboratorial produzido com painéis de partículas de média densidade (MDP) de resíduos de Pinus, *Pinus sp.*, tratados com CCB (Cromo Cobre Boro) e painéis com resina poliuretana à base de óleo de mamona (PU) e Osmocolor (OC). As propriedades físico-mecânicas foram avaliadas antes e depois dos testes de envelhecimento natural. Os maiores resultados para a absorção de água depois do envelhecimento natural foram 17,29% para (PU) e 18,20% para (OC). Os resultados indicaram a possibilidade de uso dos painéis em sistemas de vedação.

Mirski<sup>(13)</sup>, estudou o aproveitamento dos subprodutos da indústria madeireira. Os painéis produzidos utilizaram partículas de Pinus e pó da madeira sem nenhum processamento nas proporções 70%:30% e 60%:40%. Os resultados indicaram que os painéis podem ser utilizados em sistemas construtivos internos não-estrutural e como núcleos de portas, tampos de balcões e peitoris. Iswanto<sup>(14)</sup>, desenvolveu e testou as propriedades físico-mecânicas e acústica de painéis produzidos com partículas de bambu em três camadas com fibras da palmeira-do-açúcar, do bagaço de cana e partículas de espiga de milho. Os resultados de algumas composições atenderam aos requisitos normativos para as propriedades físicas (I) e (UM).

Barbu<sup>(15)</sup>, avaliou o potencial de painéis de partículas produzidos com os resíduos da indústria cervejeira em substituição à madeira nas proporções 10%:90%, 30%:70% e 50%:50%. Os resultados dos painéis produzidos com 10% de resíduos atenderam aos requisitos de uso em condições secas internas não estruturais.

Diante dos exemplos apresentados, o desenvolvimento de novos trabalhos pode impulsionar as pesquisas sobre o tema e ainda propor componentes construtivos mais sustentáveis e inovadores. A revisão demonstrou o potencial das fibras vegetais pelo bom comportamento das composições dos subprodutos da agroindústria em atendimento aos requisitos normativos. Em alguns estudos, a utilização da fibra da casca de coco verde e os tratamentos térmico e químico se mostraram eficientes para a redução da higroscopicidade.

Dessa forma o estudo dos painéis experimentais deste trabalho se justifica para o bom desempenho, durabilidade e atendimento aos requisitos normativos de componentes construtivos industrializados mais sustentáveis.

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os painéis de fibras e partículas homogêneas (Figura 1c) de um dos estudos apresentados (estudo experimental), foram produzidos com dois subprodutos da agroindústria, a fibra da casca de coco verde (Figura 1a), *Cocos nucifera*, e partículas de madeira pinus (Figura 1b), *Pinus sp.*,<sup>(16)</sup> conforme (Figura 1).

O adesivo usado para a produção dos painéis de subprodutos agroindustriais foi uma resina orgânica bicomponente poliuretana à base de óleo de mamona<sup>(16)</sup>.

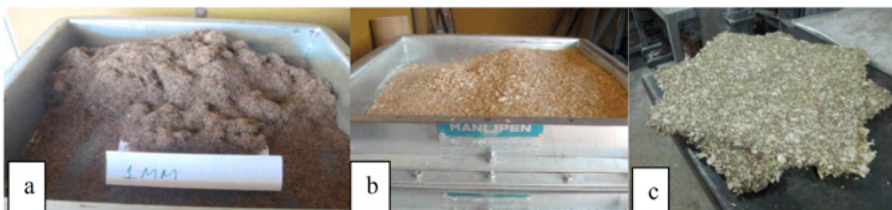


Figura 1 - Conjunto de peneiras e classificação das matérias primas

(a) Fibras retidas na peneira de 1mm. (b) Partículas retidas na peneira de 2mm. (c) Painel de partículas e fibras de subprodutos agroindustriais.

Fonte: Próprio autor

A matéria prima foi seca a uma temperatura de 60°C por 36 horas, reduzindo sua umidade abaixo de 13%. A redução da umidade impregnada evita a expansão dos painéis durante o processo de produção<sup>(16)</sup>. As partículas com dimensões entre 2,0 mm e 8,0 mm e as fibras com dimensões entre 1,0 e 4,0 mm, foram pesadas na proporção em massa de 70% e 30% respectivamente e misturadas com a resina PU-mamona em uma proporção de 15% sobre a massa total seca<sup>(16)</sup>. Para determinar a quantidade de matéria-prima a ser utilizada, consideraram-se as dimensões dos painéis, medidas laterais da forma pela espessura do painel. Com os volumes dos painéis e as densidades de cada tratamento previamente estabelecidas em 350 kg/m<sup>3</sup>, 600 kg/m<sup>3</sup> e 850 kg/m<sup>3</sup>, dimensionaram-se as quantidades de massa seca (fibra da casca de coco verde e partícula de madeira) de cada painel<sup>(16)</sup>.

Após o tempo de mistura de 10 minutos, o material foi transferido para uma prensa termohidráulica a uma temperatura de 100°C, pressão de 5 MPa e tempo de aplicação de carga de 10 minutos. Produziram-se painéis com espessura média de 15 mm e dimensões aproximada de 400 mm x 400 mm<sup>(16)</sup>.

Os painéis produzidos com os subprodutos da agroindústria para compor núcleo de painel sanduíche foram nomeados tratamentos T1-BD baixa densidade, T2-MD média densidade e T3-AD alta densidade. Suas propriedades foram comparadas com os resultados obtidos das amostras do painel comercial nomeado tratamento T4-MDP de média densidade<sup>(16)</sup>. A preparação das amostras e os testes físicos seguiram os critérios e requisitos da norma ABNT NBR 14810<sup>(4)</sup>.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os requisitos normativos e os resultados dos trabalhos selecionados estão resumidos na Tabela 1. Os painéis estudados e produzidos com os subprodutos da agroindústria, tratamentos T1-BD, T2-MD, T3-AD resultaram em densidades médias entre 359 kg/m<sup>3</sup>, 571 kg/m<sup>3</sup>, 777 kg/m<sup>3</sup> respectivamente e o tratamento T4-MDP em 640 kg/m<sup>3</sup> (Tabela 1).

Para a propriedade (I) os tratamentos T1-BD, T2-MD, T3-AD e T4-MDP resultaram em 10,88%, 14,57%, 17,56% e 24,32% respectivamente. Os resultados mostram piora na higroscopicidade dos painéis de subprodutos da agroindústria em relação ao aumento

da densidade, porém com valores inferiores ao painel comercial e em atendimento ao requisito normativo de 18% (Tabela 1). Segundo Cravo<sup>(17)</sup>, que avaliou painéis compostos por casca de amendoim e fibra da casca de coco verde, a variação da densidade pode causar alteração da proporção de vazios na estrutura dos painéis de partículas, porém expõe que a massa específica isoladamente não é um parâmetro adequado para prever a variação de (I).

Os valores do ensaio da propriedade (UM) para os tratamentos T1-BD, T2-MD, T3-AD e T4-MDP resultaram em 9,89%, 8,08%, 8,39% e 7,85% respectivamente. Os valores não apresentaram diferença estatística significativa e atenderam ao requisito normativo de 5% a 13% (Tabela 1).

No trabalho de Narciso<sup>(18)</sup>, foi possível analisar os resultados pelas porcentagens de fibras da casca de coco verde em substituição à madeira nas proporções de 25%:75%, 50%:50%, 75%:25% e 100%:0%. Para a propriedade (I), acima de 50% de inserção de fibra o inchamento foi reduzido, mantendo este comportamento até 100% em massa. Todos os tratamentos atenderam ao requisito normativo. O estudo demonstrou a influência da inserção da fibra em substituição à madeira, a propriedade (UM) reduziu de 78% para 46% com a produção do painel em 100% de fibra da casca de coco verde (Tabela 1).

Tratamentos experimentais/Literatura	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	I (%)	UM (%)	Fontes pesquisadas
Painéis de partículas de madeira	551-750	18	5-13	(4)
T1-BD (madeira Pinus + fibra da casca de coco verde)	359	10,88	9,89	Estudo experimental
T2-MD (madeira Pinus + fibra da casca de coco verde)	571	14,57	8,08	Estudo experimental
T3-AD (madeira Pinus + fibra da casca de coco verde)	777	17,56	8,39	Estudo experimental
T4-MDP (madeira Pinus + fibra da casca de coco verde)	640	24,32	7,85	Estudo experimental
10% Japuti e 90% eucalipto	580	18,58	-----	(9)
Cana-de-açúcar a 230°C	664-709	7,30	4,70	(11)
50% Arvore óleo de palma e 50% Seringueira a 220°C	440-620	13,35	4,26	(12)
<i>Pinus sp.</i> (MDP-PU e MDP-OC)	830-900	16,10-17,50	-----	(3)
<i>Pinus sp.</i> (Partículas de madeira+ pó de madeira)	600	12,30-16,40	-----	(13)
Tripla camada (Partículas bambu)	400-700	8,29-22,94	6,00-7,29	(14)
Resíduos Indústria Cervejeira	570-790	17-34	-----	(15)
Madeira Pinus + fibra de coco verde	630-660	10,57-12,78	9-12	(18)

Tabela 1 – Comparação dos resultados de valores médios de (I) e (UM) entre os requisitos normativos, o estudo experimental desenvolvido e trabalhos recentes publicados

Segundo Narciso<sup>(18)</sup>, a propriedade está diretamente relacionada a composição química do material. Seu trabalho encontrou resultados para lignina e hemicelulose na fibra da casca de coco verde em 32,89 % e 29,02% respectivamente, valores superiores ao *Pinus oocarpa* em 28,62% e 23,61% respectivamente. O aumento da lignina pode melhorar as conexões entre as fibras e conseqüentemente as propriedades físicas e mecânicas dos painéis. Em relação a celulose o *Pinus oocarpa* resultou em 51,86% e a fibra em 39,71%, vale ressaltar que a holocelulose (celulose+hemicelulose) pode proporcionar melhorias nas propriedades mecânicas, porém pode aumentar a higroscopicidade dos painéis em função da porcentagem da hemicelulose (Tabela 1).

## 5 | CONCLUSÃO

Os resultados demonstram o bom desempenho dos painéis experimentais de subprodutos da agroindústria em comparação ao painel comercial T4-MDP e aos trabalhos pesquisados. Os tratamentos experimentais T1-BD, T2-MD e T3-AD atenderam aos requisitos da NBR 14810-2<sup>(4)</sup>. Os resultados para a propriedade Inchamento da Espessura em 24 horas foram inferiores ao valor do tratamento T4-MDP (painel comercial). Para a propriedade Teor de Umidade os resultados foram similares entre os tratamentos. Considerando os requisitos da norma ANSI A208.1<sup>(6)</sup> uma possível aplicação para estes painéis seria o núcleo de portas revestidas (designação LD-1) e o uso comercial geral interno não estrutural em condições secas (designação M-S e M-1). Os resultados demonstraram o potencial de aplicação dos subprodutos da agroindústria na produção de painéis homogêneos de partículas e fibras e indicaram a possibilidade de compor núcleos de painéis sanduíche. Dessa forma as pesquisas podem valorizar e propor uma destinação mais adequada aos subprodutos da agroindústria.

## REFERÊNCIAS

1. NASCIMENTO, M. F. do; CHRISTOFORO, A. L.; CAMPOS, C. I. de; ALMEIDA, D. H. de; LAHR, F. A. R. Efeitos das intempéries na rugosidade de painéis de partículas de *Pinus* sp. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 227-238, jul./set. 2018.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1** Edificações Habitacionais Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
3. POLETO, S. F. S.; AQUINO, V. B. DE M.; CHAHUD, E.; PINHEIRO, R. V.; BRANCO, L. A. M. N.; SILVA, D. A. L.; CAMPOS, C. I. DE; MOLINA, J. C.; CARVALHO, C. M. DE; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Evaluation of CCB-preserved medium density particleboards under natural weathering. **BioResources**, v.15, n.2, p. 3678-3687, mar. 2020.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14810-2** Painéis de partículas de média densidade Parte 2: requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
5. FERRO, F. S.; ALMEIDA, T. H. de; SOUZA, A. M. de; ALMEIDA, D. H. de; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Painel híbrido OSB/MDP de madeira *Pinus taeda* e resina poliuretana à base de óleo de mamona. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 7-14, jul./set. 2019.
6. AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE - **ANSI A208.1**. Matformed wood particleboard: Specification. National Particleboard Association Gaithersburg, United States, 1993.
7. MANOLO, A. **Fibre reinforced polymer composites sandwich structure**: Recent developments and applications in civil infrastructure. 2013. Centre of Excellence in Engineered Fibre Composites, Faculty of Health, Engineering and Sciences, |University of Southern Queensland, Australia, 2013.

8. INDUSTRIA BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ÁRVORES – IBÁ. **Relatório anual 2020 ano base 2019**. Brasília: Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>.
9. VELOSO, M. C. R. DE A.; LOPES, F. M.; FURTINI, A. C. C.; SILVA, M. G. DA; MENDES, L. M.; JÚNIOR, J. B. G. Low-density particleboard properties produced with jupati particles and eucalyptus wood. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.15, n.4, p. 1-8, mar. 2020
10. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - **ASTM C274**. Standard Terminology of Structural Sandwich Constructions. Philadelphia, United States, 1999.
11. RIBEIRO, D. P.; VILELA, A. P.; SILVA, D. W.; NAPOLI, A.; MENDES, R. F. Effect of Heat Treatment on the Properties of Sugarcane Bagasse Medium Density Particleboard (MDP) Panels. **Waste and Biomass Valorization**, v.11, p. 6429–6441, 2020.
12. LEE, S. H.; ASHAARFI, Z.; ANG, A. F.; HALIP, J. A. Dimensional stability of heat oil-cured particleboard made with oil palm trunk and rubberwood. **European Journal of Wood and Wood Products**, v.75, p. 285–288, 2017.
13. MIRSKI, R.; DUKARSKA, D.; DERKOWSKI, A.; CZARNECKI, R.; DZIURKA, D. By-product of sawmill industry as raw materials for manufacture of chip-sawdust boards. **Journal of Building Engineering**, v.32, p. 1–7, abr. 2020.
14. ISWANTO, A. H.; HAKIM, A. R.; AZHAR, I.; WIRJOSENTONO, B.; PRABUNINGRUM, D. S. The Physical, Mechanical, and Sound Absorption Properties of Sandwich Particleboard (SPb). **Journal of Korean Wood Science Technology**, v.48, n.1, p. 32–40, 2020.
15. BARBU, M.C.; MONTECUCCOLI, Z.; FÖRG, J.; BARBECK, U.; KLÍMEK, P.; PETUTSCHNIGG, A.; TUDOR, E. M. Potential of Brewer’s Spent Grain as a Potential Replacement of Wood in pMDI, UF or MUF Bonded Particleboard. **Polymers**, v.13, n.319, p. 1–12, jan. 2021.
16. ROSIM PEREIRA, A. **Painéis sanduíche com faces de placas de fibrocimento e núcleo de painéis de partículas de subprodutos agroindustriais**. 181 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo, 2019.
17. CRAVO, J. C. M. **Compósito particulado de baixa densidade com casca de amendoim, fibra de coco verde e resina poliuretana à base de óleo de mamona para aplicação como forro de galpões avícolas**. 166 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.
18. NARCISO, C. R. P.; REIS, A. H. S.; MENDES, J. F.; NOGUEIRA, N. D.; MENDES, R. F. Potential for the Use of Coconut Husk in the Production of Medium Density Particleboard. **Waste and Biomass Valorization**, v.12, p. 1647–1658, 2021.



## 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/>

