



# 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  
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 Maurente 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>



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

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

KONZEN; BÁRBARA ANNE DALLA VECHIA<sup>1</sup>; PEREIRA; ANDRÉA FRANCO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ESCOLA DE ARQUITETURA E DESIGN DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS.

E-MAIL DO AUTOR CORRESPONDENTE: BARBARADVK@GMAIL.COM

**RESUMO:** O setor da construção civil tem contribuído de modo representativo para a geração de Resíduos Sólidos Urbanos e representa potencial capacidade para incorporar os próprios rejeitos, assim como coprodutos de outros sistemas. Este trabalho objetiva compreender o estado da arte do impacto ambiental do reaproveitamento de resíduos de construção e demolição (RCD) por meio de Avaliação do Ciclo de Vida. Para isso, foram levantados artigos dos últimos dez anos partindo-se dos termos “*construction waste*” e “*life cycle assessment*”. Os resultados discutem quais softwares e métodos mais utilizados e os impactos ambientais mais representativos do reaproveitamento dos RCD.

**PALAVRAS-CHAVES:** Avaliação do Ciclo de Vida, impacto ambiental, materiais de construção, reaproveitamento, RCD.

**ABSTRACT:** The construction sector has contributed in a representative way for the generation of municipal solid waste and represents potential capacity to incorporate the tailings themselves, as well as co-products of other systems. This work aims to understand the state of the art of the environmental impact of construction and demolition waste (CDW) reuse, through Life Cycle Assessment. For this, articles from the last ten years were surveyed based on the terms “*construction waste*” and “*life cycle assessment*”. The results discuss which software and methods are most used and the most representative environmental impacts of the reuse of CDW.

**KEYWORDS:** Life Cycle Assessment, environmental impact, construction materials, reuse, CDW.

### 1 | INTRODUÇÃO

A construção civil é responsável por 56% do volume de resíduos Sólidos Urbanos coletados no Brasil anualmente, afinal das 79 milhões de toneladas coletadas no ano de 2019, 44,5 são RCD (Resíduo de Construção e Demolição) <sup>(1)</sup>. Considerando tal representatividade, é natural se esperar que o setor que mais contribui para tal geração e resíduos, seja o maior responsável pela reincorporação desse material. O uso dos RCDs como matéria-prima para produção de outros materiais de construção civil vem crescendo como uma solução viável para a reinserção desses materiais no próprio setor.

Ainda que o reaproveitamento pareça ser, ambientalmente, a solução mais interessante, alguns processos intrínsecos a essas ações podem causar impactos significativos. Emissões de CO<sub>2</sub> por transportes, assim como o consumo de água e

energia, entre outros processos industriais, são alguns exemplos. Por isto, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um método válido a ser empregado como fundamentação para a validação da discussão.

ACV é um método que quantifica o impacto ambiental de produtos, processos ou sistemas, por meio de diferentes categorias de impacto, podendo ser identificada a contribuição de cada etapa do ciclo de vida. O método é definido pela ABNT NBR ISO 14040<sup>(2)</sup>, que orienta seu desenvolvimento em quatro etapas: 1) definição do objetivo e do escopo; 2) análise do Inventário do Ciclo de Vida (ICV); 3) avaliação dos impactos e 4) interpretação. Atualmente, o método pode ser aplicado a partir de softwares e de bases de dados.

Deste modo, se justifica a análise do estado da arte do tema, a fim de identificar quais softwares, bases de dados, metodologias de cálculo e categorias de impacto são mais empregados nos estudos já desenvolvidos, a fim de se fundamentar futuras pesquisas.

## 2 | METODOLOGIA

Para esta revisão bibliográfica, utilizou-se como fonte principal a busca avançada disponível pelo Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior). Foram utilizados os termos de referência *“construction waste”* e *“life cycle assessment”*, filtrados pelos últimos dez anos, partindo da data de 01/01/2011, revisados por pares. A partir disso, foram encontrados 19 artigos, todos considerados pertinentes e relacionados diretamente com o tema de pesquisa proposto, afinal, apresentam estudos de caso de ACV ou ICV, revisões bibliográficas ou análises que vinculam o impacto ambiental analisado por quaisquer que sejam as categorias de impacto. A partir da análise desses estudos, algumas informações relevantes para futuras pesquisas foram levantadas e organizadas na Tabela 1 a fim de facilitar a compreensão geral dos trabalhos. O levantamento de tais dados permite que futuras pesquisas sejam mais direcionadas, seja para atender a uma lacuna de pesquisa e comparar casos similares, seja para identificar quais os métodos comumente utilizados para fundamentar novas análises. Sendo assim, a Tabela 1 abaixo destaca informações relevantes dos 19 artigos analisados:

AUTOR E LOCAL	LIMITES DO SISTEMA	SOFTWARE, MÉTODO E BASE DE DADOS	UNIDADE FUNCIONAL	CONCLUSÃO
Mercante <i>et al.</i> , 2012 - Espanha	Tratamento do resíduo, incluindo armazenamento, triagem, reaproveitamento ou aterro. Engloba geração e consumo de energia e combustíveis. Não considera a manutenção da infraestrutura.	Elaboração de ICV. Dados coletados em empresas espanholas envolvidas com ciclo de vida destes materiais.	1 T RCD	Os maiores impactos encontram-se nos processos de moagem e separação granular por peneiramento e limpeza. O impacto das instalações de triagem e tratamento de resíduos pode ser reduzido por ações de coleta seletiva. Os transportes representam papel decisivo e a reciclagem nem sempre é benéfica.
Sudarno, Purwanto e Pratikso, 2013 - Indonésia	Produção de pavimento asfáltico utilizando de agregado reciclado de cimento (2100m <sup>2</sup> por dia).	Cálculo matemático de emissões a partir da quantidade de asfalto produzida e consumo de energia e combustíveis por tonelada de asfalto produzido.	1 km rodovia	Consumo de energia de 225,46 MJ/km e emissões de 17,43 T.CO2/km. A implementação de pavimentos rodoviários utilizando de reciclagem utiliza energia de modo mais eficiente e produz menos gases de efeito estufa.
Butera, Christensen e Astrup, 2015 - Dinamarca	Gestão do resíduo até a utilização do RCD como agregado para a construção e rodovias	Software não identificado. Métodos diversos. Fonte de dados diversa.	Gestão 1 mg de RCD separado em obra	Para a maioria das categorias de impacto, o aproveitamento dos RCDs é preferível ao aterro. Transportes são responsáveis pela maioria dos impactos relacionados ao aquecimento global, e por isso, os autores recomendam delimitar distâncias menores que 40km a fim de garantir a sustentabilidade do sistema.
Bovea e Powell, 2016 - Espanha e Reino Unido	Revisão bibliográfica quanto a performance do RCD ao longo do ciclo de vida.	Periódicos. Estudos de ACV que englobam a gestão do RCD.	-	A reciclagem fora da obra e a incineração combinadas com aterro são as alternativas mais implementadas. O reaproveitamento ou reciclagem no local é a estratégia menos utilizada.

Kucukvar, Egilmez e Tatari, 2016 - Florida	Produção de materiais de construção brutos e reciclados	Método matemático. Fonte por referências.	Construção 1 edifício	Reciclagem de metais contribuiu para a redução da pegada de carbono. Reciclagem do asfalto e do concreto aumentou a pegada de carbono devido ao alto consumo de combustíveis e às emissões do processo de britagem da reciclagem.
Penteado e Rosado, 2016 - Brasil	Seis cenários que combinam separação, aterro, reciclagem e reaproveitamento de RCD para o aterro de rodovias em diferentes porcentagens	CML 2 2001. Levantamento de campo, revisão bibliográfica e base de dados Ecoinvent 3.1.	0,8 T RCD	A reciclagem é benéfica quando houver separação dos materiais em obra por evitar transporte para instalações de triagem e quando distância entre fonte e reciclagem for menor que 30km. Depleção de recursos abióticos representa o impacto mais relevante em todos os cenários, principalmente devido ao consumo de combustíveis não renováveis. Quanto mais altos os índices de reciclagem, mais altos os impactos relacionados aos transportes. O aquecimento global apresenta impactos negativos pois o impacto evitado pelo reaproveitamento é maior que o causado por transportes e reciclagem.
Yahya, Boussabaine e Alzaed, 2016 - Reino Unido	Eco-custo do gestão de RCDs metálicos, ferrosos e não-ferrosos em três cenários: Aterro, reciclagem e separação.	Eco-indicator 95. Matemático. Ecoinvent.	1 kg RCD metálico	Os impactos ambientais da gestão dos resíduos metálicos dão-se principalmente devido à queima do diesel do maquinário utilizado no processo de demolição e dos veículos de transporte.
Bizcocho e Llatas, 2018 - Espanha	Gestão de resíduos e exploração de cenários de prevenção de RCD por meio de estudo de caso em novos edifícios.	SimaPro 7.1. Ecoinvent v.2.	1 construção 13910 m <sup>2</sup> , dois cenários	A prevenção da geração de resíduo é sempre o cenário mais favorável.

Borghi, Pantini e Rigamonti, 2018 - Itália	Diferentes cenários de gestão de RCDs não perigosos, sendo que o cenário de reciclagem, sugere o uso como agregado reciclado de concreto e de pavimentação de rodovias.	SimaPro 8.3. ILCD 2011 e CED. Coleta de dados e experimentação.	1 T RCD não-perigoso	Os impactos ambientais da reciclagem são maiores que os benefícios. Simultaneamente, o sistema usual possui melhor performance do que cenários de aterro. O melhor cenário foi definido pela otimização do sistema usual. Aterro sanitário representa os maiores impactos em toxicidade humana agentes não-cancerígenos e ecotoxicidade de água doce. No sistema de gestão de RCD corrente, os transportes representam os maiores impactos em 9 das 15 categorias analisadas. A reciclagem causa os maiores impactos em 4 categorias: toxicidade humana por agentes cancerígenos, eutrofização de água doce, depleção de recursos hídricos e outros recursos naturais. Minimizar os transportes pode ser uma solução para a redução dos impactos.
Colangelo <i>et al.</i> , 2018 - Itália	Transportes, produção, tratamento e descarte de quatro diferentes misturas de concreto: RCD, cinzas de incineração, lama de mármore e escória de alto-forno.	SimaPro 8. Eco-indicator 99.	1 m <sup>3</sup> concreto com agregado reciclado	O uso de agregados reciclados apresenta melhores resultados do que o concreto convencional em todas as categorias de impacto. A mistura com escória de alto forno representa os menores impactos na maioria das categorias. RCD e cinzas de incineração oscilam com valores medianos, e a mistura com lama de mármore causa os maiores impactos dos 4 resíduos na maioria das categorias.
Hackenhaar <i>et al.</i> , 2019 - Brasil	Analisar premissas para propor sistema de reciclagem e tratamento de RCD.	Revisão bibliográfica	-	Demanda por adaptação dos dados para o cenário brasileiro. Os autores consideraram um sistema integrado a melhor estratégia.

Jalaei, Zoghi e Khoshand, 2019	Resíduos de construção, manutenção e demolição para análise da interoperabilidade entre ferramenta ACV e BIM para cálculo de RCD.	Athena (ferramenta de integração entre BIM e ACV).	Quantidade de resíduo gerada pelo ciclo de vida de um edifício	<p>Uso da ferramenta BIM pode reduzir os resíduos gerados ao longo do ciclo de vida dos edifícios, assim como os impactos ambientais, especialmente emissões de CO<sub>2</sub>. Nas 3 fases, foi comparada a geração de resíduos utilizando BIM e não utilizando. Os resultados de geração de resíduo são sempre menores com o uso da ferramenta BIM.</p> <p>A principal contribuição para a toxicidade humana são os processos de transportes por caminhões. A reciclagem é o processo que causa os maiores impactos, especialmente a reciclagem do aço. Ao mesmo tempo, os autores afirmam que a reciclagem do aço é imprescindível. Os resíduos de papelão representam menos de 5% do volume de RCD mas contribuem com 33 e 67% do aquecimento global nos diferentes métodos de cálculo.</p> <p>Redução de 22% dos impactos ambientais.</p>
Rosado <i>et al.</i> , 2019 - Brasil	Gestão de RCD em 8 cenários.	SimaPro 8.0.2. CML E Impact 2002. Ecoinvent v.3.1.	10 000 T em 15303 m <sup>2</sup> de área e 62 municípios	<p>Devido às grandes distâncias, alguns municípios não obtiveram benefícios ambientais com a reciclagem.</p> <p>A disposição final em aterro sanitário contribui com 68% dos impactos, e os transportes com 20%.</p>
Rosado e Penteado, 2019 - Brasil	Comparação de sistema de gestão de RCD municipal atual com outro que utiliza 70% de reciclagem.	SimaPro 8.2.0. CML 2000. Ecoinvent v.3.01. EU & DK Input Output US LCI.	1 T de RCC	<p>A extração das matérias-primas e seu processamento representam os maiores impactos na maioria dos cenários, seguidos por processo construtivo e transportes para a categoria de mudanças climáticas. O cenário usual causa os maiores impactos em todas as categorias. Os cenários que utilizam de materiais alternativos apresentam os maiores ganhos nas categorias de depleção de recursos fósseis, aquecimento global, radiação ionizante e uso do solo, respectivamente.</p>
Hasan, Whyte e Jassmi, 2020 - Emirados Árabes	Extração da matéria-prima, processamento, produção, construção, manutenção e reabilitação para construção de rodovia utilizando RCD.	SimaPro 5.8.2. ReCiPe. Ecoinvent 3.3 e revisão bibliográfica.	3,5 km rodovia com 30 anos de vida útil	

Singhal e Pandey 2020 - Índia	Coleta e tratamento do resíduo comparando aterro e reciclagem como alternativas de gestão de RCD.	SimaPro 8.5. ReCiPe 2016. Ecoinvent 3.4.	1 T RCD	<p>A reciclagem representa menores impactos devido à recuperação de material.</p> <p>Consumo de energia mais limpa reduziu emissões de carbono mas aumentou depleção de recursos minerais e eutrofização, o que vincula a reciclagem ao consumo excessivo de energia.</p> <p>Os impactos ambientais da reciclagem diminuem conforme os transportes são evitados.</p>
Kvocka <i>et al.</i> , 2020 - Europa	Produção de revestimento pré-fabricado de fachadas de geopolímeros com RCD, incluindo construção, uso, demolição e reuso em rodovias.	GaBi. Ecoinvent.	1 m <sup>2</sup> painel	<p>O processo produtivo é a etapa que causa os maiores impactos, seguido pelo processo construtivo.</p> <p>O consumo de energia representa altos impactos devido a geração por usinas térmicas.</p> <p>Vidro, mármore e alumínio são os materiais que causam os maiores impactos ambientais, devido à extração das matérias-primas e produção.</p>
Zulcão <i>et al.</i> , 2020 - Brasil	Da extração das matérias-primas até o ponto de reaproveitamento do resíduo do processamento de pedras ornamentais para a produção de materiais cimentícios em diferentes misturas.	SimaPro 8.4. Ecoinvent 3.3.	1 kg e 1m <sup>3</sup> RCD	<p>Secagem artificial aumenta os impactos significativamente. O reaproveitamento do material resulta em menores impactos ambientais em todas as misturas.</p> <p>O reaproveitamento melhora a resistência a compressão em 20% com substituição de até 5%. Com substituições de 25 a 40%, as perdas de desempenho ainda podem compensar os ganhos ambientais. Para o uso em argamassas e concretos de alto desempenho, os ganhos ambientais não compensam a perda de resistência.</p>
Meek <i>et al.</i> , 2021 - Austrália	Extração da matéria-prima, transportes, processamento, construção, uso, manutenção, fim-de-vida	OpenLCA v.1.7.2. AusLCI v2.8. Ecoinvent v3.4.	1 kg caulim	<p>Os resultados para potenciais de aquecimento global mostraram que o reaproveitamento do resíduo é 15% menor do que o usual.</p>

Tabela 1 – Levantamento das principais informações dos artigos revisados

Fonte: Elaborado pela autora.

### 3 | DISCUSSÃO

De modo geral, percebe-se que a maioria dos ICVs para a avaliação de impactos de sistemas de gestão de RCDs, incluem processos como:

- coleta na fonte de geração (obra);
- transportes;
- instalações de triagem;
- instalações de reciclagem, podendo incluir limpeza, moagem, trituração, peneiramento;
- reuso;
- incineração;
- aterro sanitário.

A partir desses processos, pôde-se perceber diversas variações de cenários, e com isso, algumas conclusões:

- transportes representam os processos com os impactos ambientais mais representativos <sup>(3, 5, 11, 15)</sup>;
- reciclagem não pode ser considerada benéfica em todos os casos <sup>(3, 7, 11, 16)</sup>;
- reciclagem tende a ser benéfica quando o resíduo for separado em obra, eliminando transportes para instalações de triagem <sup>(3, 8, 11, 16)</sup>;
- reciclagem tem potencial de evitar o uso de aterros e a extração de recursos naturais <sup>(16, 20)</sup>;
- a descentralização de usinas de reciclagem pode ser uma boa solução para a redução dos impactos ambientais causados pelos transportes.

Dentre as diversas categorias de impacto analisadas, pôde-se perceber que a maioria dos estudos analisam o impacto ambiental dos RCD a partir da categoria de impacto de aquecimento global ou mudanças climáticas, assim como emissões de CO<sub>2</sub>, e isso é perceptível em estudos de muitas áreas. Entretanto, pode-se perceber que toxicidade e eutrofização da água, diretamente relacionadas com a lixiviação do resíduo quando depositado em aterro, podem ser categorias de impacto importantes a serem analisadas. Além disto, categorias de impacto tais como emissões de GEE (gases de efeito estufa), ou ainda toxicidade humana e agentes inorgânicos respiratórios, também tendem a apresentar resultados bastante significativos, considerando-se as emissões causadas pelos transportes e, também, a poluição gerada por aterros sanitários, especialmente, ao se tratar de resíduos.

O SimaPro é software mais utilizado. Ainda assim, GaBi e OpenLCA também são referência. Em relação aos métodos de cálculo, CML, ILCD, Ecoindicator e ReCiPe foram os que mais apareceram. No que se refere à base dados, Ecoinvent foi a mais utilizada. A partir disto, tais referências se demonstram válidas para futuras pesquisas.

Por fim, pôde-se perceber que, dos 19 artigos levantados, cinco são de origem brasileira (aproximadamente 27%), o que demonstra preocupação nacional com o

impacto ambiental do reaproveitamento de RCDs e o desenvolvimento de pesquisas brasileiras presentes em âmbito mundial.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se claramente a pertinência do desenvolvimento de pesquisas na área para a promoção de maior eficiência e otimização de recursos no setor da construção civil, assim como, a mitigação dos impactos em categorias consideradas mais representativas.

A elaboração de ACV ligada, especificamente, ao reaproveitamento dos RCDs, permite compreender a real validade do uso de RCD para a produção de novos materiais de construção. Entretanto, nesses casos, vale lembrar que para que essa produção seja aplicável na prática, a maioria dos estudos deve ser acompanhada por análises físicas e químicas, afinal, a substituição de matérias-primas brutas por resíduos somente é viável se puderem ser garantidas as propriedades mecânicas desses novos materiais.

Considerando a grande incidência de discussões acerca do impacto ambiental gerado pelos transportes, é possível vislumbrar que, uma vez encontradas e implantadas soluções para mitigar os impactos provocados pelos transportes, os demais impactos ligados à gestão dos resíduos se tornarão salientes, para os quais deverão, também, ser encontradas soluções.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que permitiram a realização desta pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. Acesso em: 4 jun. 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14040**: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Versão Corrigida: 2014.
3. MERCANTE, Irma T. et al. Life cycle assessment of construction and demolition waste management systems: a Spanish case study. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 17, n. 2, p. 232-241, 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-011-0350-2>.
4. SUDARNO; PURWANTO; PRATIKSO. Life Cycle Assessment on Cement Treated Recycling Base (CTRB) Construction. **Waste Tech**, v. 1, n. 1, p. 6-11, 2013. <http://dx.doi.org/10.12777/wastech.2.2.2014.6-11>.
5. BUTERA, Stefania; CHRISTENSEN, Thomas H.; ASTRUP, Thomas F. Life cycle assessment of construction and demolition waste management. **Waste Management**, v. 44, p. 196-205, out. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.07.011>.
6. BOVEA, M. D.; POWELL, J. C. Developments in life cycle assessment applied to evaluate the environmental performance of construction and demolition wastes. **Waste Management**, v. 50, p. 151-172, abr. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.036>.

7. KUCUKVAR, Murat; EGILMEZ, Gokhan; TATARI, Omer. Life Cycle Assessment and Optimization-Based Decision Analysis of Construction Waste Recycling for a LEED-Certified University Building. **Sustainability**, v. 8, 13p., 18 jan. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su8010089>.
8. PENTEADO, Carmenlucia Santos Giordano; ROSADO, Laís Peixoto. Comparison of scenarios for the integrated management of construction and demolition waste by life cycle assessment: a case study in brazil. **Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy**, v. 34, n. 10, p. 1026-1035, 28 jul. 2016. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0734242x16657605>.
9. YAHYA, Khairulzan; BOUSSABAINÉ, Halim; ALZAED, Ali Nasser. Using life cycle assessment for estimating environmental impacts and eco-costs from the metal waste in the construction industry. **Management Of Environmental Quality: An International Journal**, [S.L.], v. 27, n. 2, p. 227-244, 14 mar. 2016. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/meq-09-2014-0137>.
10. BIZCOCHO, Nuria; LLATAS, Carmen. Inclusion of prevention scenarios in LCA of construction waste management. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 24, n. 3, p. 468-484, 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-018-1462-8>.
11. BORGHI, Giulia; PANTINI, Sara; RIGAMONTI, Lucia. Life cycle assessment of non-hazardous Construction and Demolition Waste (CDW) management in Lombardy Region (Italy). **Journal of Cleaner Production**, v. 184, p. 815-825, maio 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.287>.
12. COLANGELO, Francesco et al. Life Cycle Assessment (LCA) of Different Kinds of Concrete Containing Waste for Sustainable Construction. **Buildings**, v. 8, n. 5, 12p., 11 maio 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/buildings8050070>.
13. HACKENHAAR, I. C. et al. Life Cycle Assessment applied to construction and demolition waste treatment: proposal of a brazilian scenario. **Iop Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 323, 9p. 6 set. 2019. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012054>.
14. JALAEI, Farzad; ZOGHI, Milad; KHOSHAND, Afshin. Life cycle environmental impact assessment to manage and optimize construction waste using Building Information Modeling (BIM). **International Journal of Construction Management**, 18p., 28 mar. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/15623599.2019.1583850>.
15. ROSADO, Laís Peixoto et al. Life cycle assessment of construction and demolition waste management in a large area of São Paulo State, Brazil. **Waste Management**, v. 85, p. 477-489, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2019.01.011>.
16. ROSADO, Laís Peixoto; PENTEADO, Carmenlucia Santos Giordano. Avaliação do ciclo de vida do Sistema Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil da Região Metropolitana de Campinas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 1, p. 71-82, fev. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019179604>.
17. HASAN, Umair; WHYTE, Andrew; JASSMI, Hamad Al. Life cycle assessment of roadworks in United Arab Emirates: recycled construction waste, reclaimed asphalt pavement, warm-mix asphalt and blast furnace slag use against traditional approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 257, 16p., jun. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120531>.
18. JAIN, Sourabh; SINGHAL, Shaleen; PANDEY, Suneel. Environmental life cycle assessment of construction and demolition waste recycling: a case of urban india. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 155, 12p., abr. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104642>.
19. KVOČKA, Davor et al. Life Cycle Assessment of Prefabricated Geopolymeric Façade Cladding Panels Made from Large Fractions of Recycled Construction and Demolition Waste. **Materials**, v. 13, n. 18, 16p., 5 set. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ma13183931>.
20. ZULCÃO, Robson et al. Life cycle assessment of the ornamental stone processing waste use in cement-based building materials. **Construction and Building Materials**, v. 257, 14p., out. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119523>.

21. MEEK, Alexandra H. et al. Alternative stabilised rammed earth materials incorporating recycled waste and industrial by-products: life cycle assessment. **Construction and Building Materials**, v. 267, 43p., jan. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120997>.



## 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/>

