



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

contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2021



Declaração dos autores

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



Declaração da editora

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



Apresentação

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



Agradecimentos

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

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

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

Ao Sinduscon-RS, pelo apoio e divulgação.

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

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

Nosso muito obrigado a todos.

PROMOÇÃO



PATROCINADORES



APOIO



ORGANIZAÇÃO





Comissão organizadora local

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





Comitê científico

Profa. Luciana Cordeiro (UFPA) – Comissão coordenadora

Profa. Sofia Bessa (UFMG) – Comissão coordenadora

Revisores

Abrahão Bernardo Rohden (FURB)

Adeildo Cabral (IFCE)

Adriana Gumieri (UFMG)

Aline Barboza (UFAL)

Ana Paula Maran (UFMS)

Ana Paula Milani (UFMS)

Anderson Muller (IFSC)

Andrea Franco (UFMG)

Ariane P. Rubin (UFSC)

Carina Stolz (FEEVALE)

Carlos Eduardo Marmorato (UNICAMP)

Cláudia Ruberg (UFPB)

Cláudio Kazmierczak (UNISINOS)

Dóris Bragança (UFRGS)

Edna Possan (UNILA)

Eduardo Grala (UFPEL)

Eduardo Polesello (FEEVALE)

Elaine Antunes (UNESC)

Fabiano Pereira (UNESC)

Fabriccio Almeida (SENAI)

Feliciane Brehm (UNISINOS)

Felipe Moreira (UFPA)

Felipe Reis (IFPA)

Fernanda Costa (UFRB)

Fernando Almeida (UFMG)

Fernando José (UFMG)

Geilma Vieira (UFES)

Giselle Reis (SERG/RS)

Glaucinei Correa (UFMG)

Guilherme Brigolini (UFOP)

Guilherme Cordeiro (UENF)

Isaura Paes (UFPA)

Janaíde Rocha (UFSC)

Jardel Gonçalves (UFBA)

João Adriano Rossignolo (USP)

Juliana Moretti (UNIFESP)

Luciana Cordeiro (UFPA)

Lucimara Leal (IFPA)

Luiz Maurício Maués (UFPA)

Luizmar Lopes (UPF)

Marcelo Massulo (UFPA)

Marcelo Picanço (UFPA)

Márcia França (UFMG)

Maria Teresa Aguilar (UFMG)

Marlon Longhi (UFRGS)

Maurício Pina (UFPA)

Maurilio Pimentel (UFPA)

Mirna Gobbi (PROARQ/UFRJ)

Mônica Leite (UEFS)

Muriel Froener (UCSul)

Patrícia Chaves (IFPA)

Patrícia Lovato (UPF)

Paulo Gomes (UFAL)

Rafael Mascolo (UNIVATES)

Ricardo Girardi (PUCRS)

Richard Lermen (IMED)

Risete Braga (UFPA)

Robson Fernandes (UFPA)

Rodrigo Silva (IMED)

Sabino Alves (UNIFESSPA)

Sandra Oda (UFRJ)

Sofia Bessa (UFMG)

Talita Miranda (UFMG)

Teresa Barbosa (UFJF)

Thiago Braga (UFPA)

Thiago Melo Grabojs (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>

CAPÍTULO 6.....	42
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	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108116	
CAPÍTULO 7.....	51
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	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108117	
CAPÍTULO 8.....	58
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	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108118	
CAPÍTULO 9.....	66
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	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108119	
CAPÍTULO 10.....	73
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	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081110	
CAPÍTULO 11.....	81
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>

CAPÍTULO 17	127
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	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081117	
CAPÍTULO 18	134
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	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081118	
CAPÍTULO 19	142
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.	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081119	
CAPÍTULO 20	150
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	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081120	
CAPÍTULO 21	158
CARACTERIZAÇÃO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ (CCA) GERADA EM LEITO FLUIDIZADO	
PAGLIARIN; Karine; JORDANI; Bárbara; KOPPE; Angélica	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081121	
CAPÍTULO 22	166
INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE SUBPRODUTOS NA DISPERSÃO DE PARTÍCULAS DE CIMENTO	
MARTINS; Julia; ROCHA; Janaíde	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081122	

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

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 CO₂ 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>



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

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

SCHILLER; ANA PAULA STURBELLE¹; PALIGA; CHARLEI MARCELO¹; TORRES; ARIELA DA SILVA¹

¹ UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS.
ENG.ANAPSCHILLER@GMAIL.COM

RESUMO: Considerando o volume de resíduos gerados pelo setor da construção civil, o objetivo deste trabalho foi verificar a variação da resistência mecânica à compressão axial, em argamassas mistas, com substituição parcial do cimento por Resíduo de Construção e Demolição (RCD) e Resíduo da Indústria de Pré-moldado (RIPM). A argamassa de referência foi confeccionada com o traço 1:2:8 e as substituições aconteceram nos teores de 5, 10 e 15%. Os resultados mostraram desempenho satisfatório entre as misturas confeccionadas com RCD, visto que aos 63 dias os três teores de substituição deste resíduo tornaram-se estatisticamente iguais ao traço de referência.

PALAVRAS-CHAVES: Resíduos de construção civil, resistência à compressão axial, argamassa mista, tecnologia da arquitetura.

ABSTRACT: Considering the volume of waste generated by the construction sector, the objective of this work was to verify the variation of mechanical resistance to axial compression in mixed mortars, with partial replacement of cement by Construction and Demolition Residue (RCD) and Precast Industry Residue (RIPM). The reference mortar was made with the trace 1:2:8 and the substitutions occurred at the levels of 5, 10 and 15%. The results showed satisfactory performance among the mixtures made with RCD, since at 63 days the three replacement levels of this residue became statistically equal to the reference trait.

KEYWORDS: Civil construction waste, axial compression resistance, mixed mortar, architecture technology.

1 | INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é uma importante atividade que traz benefícios para o desenvolvimento econômico e social do país. Em contrapartida, é um setor altamente degradante, e os impactos ambientais causados podem ser observados em todas as etapas de sua cadeia produtiva (LARUCCIA⁽¹⁾).

De acordo com Valporto e Azevedo⁽²⁾, o esgotamento de jazidas pela extração de matérias-primas, a emissão de gases poluentes, o gasto de energia para extração, a fabricação e transporte dos recursos naturais e a contaminação da água por processos industriais são alguns dos impactos ambientais causados pela construção civil.

Além dos impactos mencionados provenientes da extração e beneficiamento da matéria-prima, a construção civil também é responsável pela geração de grande

quantidade de resíduos sólidos urbanos. No ano de 2019, foram coletadas no Brasil 72,7 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo que, aproximadamente 61% deste total foram resíduos provenientes da construção civil, segundo o panorama da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE⁽³⁾.

Assim, com o intuito de reduzir os impactos ambientais gerados pela construção civil nos últimos anos, vem crescendo a preocupação quanto à disposição final dos resíduos gerados pelo setor. A incorporação deles como matéria-prima para a produção de argamassas é uma alternativa para a minimização dos impactos no meio ambiente.

No estudo de Canova⁽⁴⁾, o autor testou a influência da substituição do cimento por finos de britagem em argamassas confeccionadas com traço 1:1,5:9 (cimento, cal e areia), em volume. Foram testados os teores de substituição de 2,5, 5, 10, 15 e 20%, em massa, e as misturas foram ensaiadas no estado fresco e endurecido. Os resultados indicam a viabilidade da substituição dos teores de 5 e 10% do cimento por resíduos de finos de britagem.

Knob et al.⁽⁵⁾ estudaram a substituição do agregado miúdo natural utilizado na confecção de argamassas de revestimento por resíduos de construção civil em porcentagens de 5, 25 e 50%. As argamassas recicladas foram comparadas ao traço de referência, confeccionado nas proporções em massa de 1:1:6 (cimento, cal e areia). Foram realizados ensaios no estado fresco e endurecido, que viabilizaram a utilização dos resíduos para a produção de argamassas de revestimento.

Já Pinz⁽⁶⁾ estudou o efeito da substituição do cimento e do agregado por resíduos de cerâmica vermelha (RCV) em dois tipos de argamassas, hidráulica e mista, confeccionadas com traço em massa de 1:6 e 1:2:8, respectivamente. Foram testados os teores de substituição de 5, 10 e 15% do aglomerante, e de 10, 15 e 20% do agregado, ambos em relação à massa. Os resultados mostraram melhoramento da resistência mecânica das argamassas hidráulicas com substituição do aglomerante nos teores de 5 e 15%.

Desta forma, considerando a relevância do tema, este trabalho tem como objetivo verificar a influência na resistência à compressão axial de argamassas mistas de cimento e cal, a partir da substituição parcial do cimento por dois resíduos de construção civil, sendo eles: Resíduo de Construção e Demolição (RCD), proveniente da demolição de um prédio industrial, e Resíduo da Indústria de Pré-moldado (RIPM), derivado de uma fábrica de artefatos cimentícios, ambos os resíduos foram coletados na cidade de Pelotas/RS.

2 | PROGRAMA EXPERIMENTAL

2.1 Materiais

Os materiais utilizados para confecção das argamassas de revestimento foram cimento Portland CP IV 32, sendo comumente utilizado em obras da região sul do estado do Rio Grande do Sul, com massa específica de 2,77 g/cm³, cal hidratada de classe CH - II, areia média quartzosa lavada com massa específica de 2,41 g/cm³ e módulo de finura de 2,79, e água proveniente da Companhia Rio-grandense de Saneamento – CORSAN, companhia que fornece água para a cidade de Jaguarão/RS.

Já os resíduos empregados foram coletados em dois locais distintos da cidade de Pelotas/RS, sendo o primeiro material oriundo da demolição de um prédio industrial (RCD) e o segundo material foi coletado em uma indústria de artefatos cimentícios (RIPM). Nos locais das coletas, os resíduos foram retirados em quatro pontos distintos, e em cada um desses pontos retirou-se material em três alturas diferentes, sendo a camada inferior do ponto de coleta com distância superior a 20 cm do solo para evitar contaminação do material.

O primeiro material coletado (RCD) apresentava característica mista, com restos de material cerâmico, concreto, argamassa, madeira e aço. Desta forma, no ambiente de laboratório, esse resíduo passou por uma seleção visual, separando apenas fragmentos de concreto e argamassa.

Posteriormente, com finalidade de reduzir a granulometria das partículas e tornar possível a aplicação em argamassas, ambos os resíduos foram beneficiados em britador de mandíbulas verticais (MARCONI, modelo MA 2015) e, passaram por ensaios de caracterização seguindo as recomendações das normas vigentes da ABNT. Os resultados dos ensaios de caracterização física dos resíduos são apresentados na Tabela 1.

Parâmetros físicos	RCD	RIPM
Massa específica (NBR NM 52/2009)	2,51 g/cm ³	2,33 g/cm ³
Massa unitária solta (NBR NM 45/2006)	1,46 g/cm ³	1,56 g/cm ³
Índice de volume de vazios (NBR NM 45/2006)	30,5%	25,4%
Absorção (NBR NM 30/2001)	8%	4,7%

Tabela 1 – Parâmetros físicos dos resíduos

Para garantir maior homogeneidade dos resíduos, estes foram selecionados apenas os materiais que passaram na peneira 0,15mm e ficaram retidos na peneira 45µm.

2.2 Método

A definição do traço para a moldagem dos corpos de prova levou em consideração o estudo de Pinz⁽⁶⁾, tendo sido usado como traço de referência a proporção em massa de 1:2:8 (cimento, cal e areia), e substituição em relação a massa do cimento por resíduos nos teores de 5, 10 e 15%.

Os corpos de prova foram moldados nas instalações do laboratório de Materiais de Construção e Mecânica dos Solos do IFSul, Câmpus Avançado Jaguarão. Inicialmente, tanto os resíduos quanto a areia foram previamente mantidos em estufa por 24h, de forma que a umidade fosse eliminada. O preparo da argamassa seguiu os procedimentos de execução prescritos na NBR 13276⁽⁷⁾, com auxílio de uma argamassadeira automática de movimento planetário de duas velocidades (PROJETEST).

A quantidade de água necessária para o amassamento foi definida a partir do índice de consistência de 260 mm ± 5 mm, variando o consumo de água de acordo com

a necessidade de cada traço para atender o parâmetro e garantir a mesma fluidez entre as misturas. A Tabela 2 apresenta o índice de consistência e a relação água aglomerante para cada uma das misturas analisadas.

Traço	Teor de substituição (%)	Relação água / aglomerante	Índice de consistência
REF	0%	0,74	255
RCD 5%	5%	0,70	262
RCD 10%	10%	0,71	265
RCD 15%	15%	0,72	260
RIPM 5%	5%	0,72	265
RIPM 10%	10%	0,71	260
RIPM 15%	15%	0,73	265

Tabela 2 – Relação água aglomerante e índice de consistência

A moldagem dos corpos de prova foi feita logo após a verificação do índice de consistência, e seguiu as recomendações da NBR 7215⁽⁸⁾. Para isso, foram utilizados moldes metálicos cilíndricos, com as dimensões de 5 cm de diâmetro e 10 cm de altura. Foram moldados ao total quatro corpos de prova cilíndricos para cada idade e para cada traço de argamassa, totalizando 84 unidades.

Com objetivo de comparar a influência dos resíduos nas argamassas, os corpos de prova foram ensaiados quanto à resistência à compressão axial aos 7, 28 e 63 dias, seguindo as especificações da norma NBR 7215⁽⁸⁾. O ensaio foi realizado no laboratório de Materiais e Técnicas Construtivas da UFPEL com auxílio de uma prensa eletro hidráulica (Forney, modelo F-25 EX-F-CPILOT).

Após a execução do ensaio, os resultados passaram pela análise de variância (ANOVA) com nível de significância de 5%. Essa análise permite verificar a existência de diferenças significativas entre os grupos avaliados, no entanto, não identifica quais e quantas amostras são diferentes. Para identificar as médias diferentes, realizou-se o teste de Tukey com intervalo de confiança de 95%. Com base nesses resultados pôde-se determinar o melhor teor de substituição.

3 | APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Os resultados do ensaio de resistência à compressão axial nas idades de 7, 28 e 63 dias podem ser verificados na Figura 1. Com base nestes dados, verifica-se que as argamassas com resíduos apresentaram menor resistência à compressão axial que o traço de referência. Esse fato pode ser atribuído a menor quantidade de ligante entre as partículas, resultante da substituição do cimento por resíduos nas misturas. Entre as argamassas que utilizaram resíduos em sua confecção, percebe-se que aquelas com o RIPM obtiveram valores de resistência mais elevados, sendo o teor de substituição de 10% aquele que apresentou maior resistência.

Aos 28 dias, nota-se um expressivo ganho de resistência em todos os traços em decorrência da hidratação do silicato tricálcico, componente químico presente no cimento. Observa-se nessa idade que o melhor desempenho entre as amostras foi registrado pelo traço RCD 5%, que ultrapassou em 1,4% a resistência do traço de referência. Este ganho de resistência pode estar atrelado ao preenchimento dos vazios pelas finas partículas do resíduo RCD. No estudo realizado por Carasek et al.⁽⁹⁾, os autores verificaram que o formato e o tamanho das partículas presentes nas argamassas proporcionam o empacotamento granulométrico, reduzindo os espaços vazios entre os grãos e aumentando o índice de consistência das misturas. Observa-se que a argamassa confeccionada com substituição de 5% do cimento por RCD apresentou um comportamento similar ao do estudo citado, onde necessitou-se uma menor quantidade de água para atender o parâmetro de consistência estipulado pela NBR 13276⁽⁷⁾, em virtude do fechamento dos vazios da mistura.

Já aos 63 dias, observa-se um comportamento semelhante, onde o traço RCD 5% apresentou resistência 3,3% maior que o traço de referência. Nota-se nesta idade que as argamassas confeccionadas com RCD apresentaram os maiores ganhos de resistência entre as argamassas com resíduos. Entre o grupo de argamassa que utilizou RIPM em sua composição, observa-se que o traço RIPM 5% apresentou o maior valor de resistência, e os traços RIPM 10% e RIPM 15% apresentaram redução de resistência de 0,5% e 5%, respectivamente.

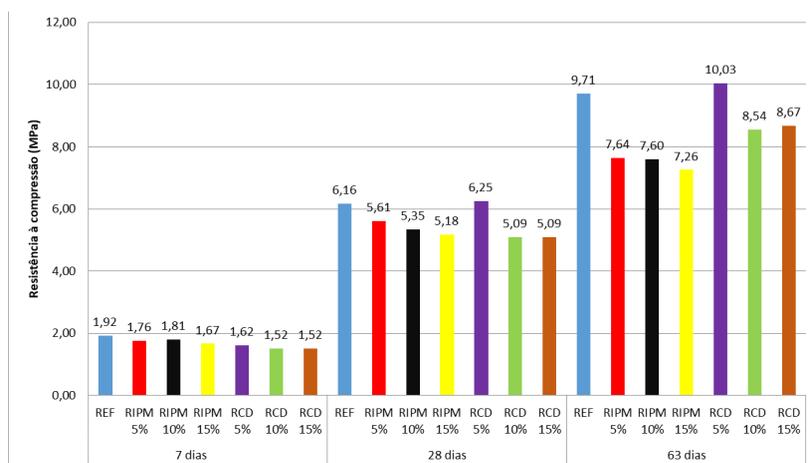


Figura 1 - Resultado de resistência à compressão

Fonte: Autores

Posteriormente, realizou-se a análise de variância (ANOVA) que constatou a significância estatística das variáveis relacionadas, sendo elas o teor de substituição e idade das amostras. Os resultados desta análise estão apresentados na Tabela 3.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Traços	18,17773046	6	3,029621743	12,90969298	1,87E-09	2,246407983
Idades	652,6098645	2	326,3049322	1390,436447	7,6E-53	3,142808517
Interações	16,03332878	12	1,336110732	5,693377193	1,6E-06	1,909325452
Dentro	14,78471797	63	0,234678063			
Total	701,6056417	83				

Tabela 3 – Anova ensaio de resistência à compressão

A análise de variância indicou a existência de pelo menos uma diferença significativa entre as médias. Desta forma, para identificar estas diferenças, realizou-se o teste de Tukey com um nível de confiabilidade de 95%.

Aos 7 dias, a comparação entre os grupos REF e RIPM apontou diferença significativa entre os traços REF e RIPM 15% e entre os grupos REF e RCD todos os traços de substituição demonstraram diferenças significativas. A análise entre os grupos RIPM e RCD verificou diferenças significativas para as comparações RIPM 5% e RCD 10%; RIPM 5% e RCD 15%; RIPM 10% e RCD 10% e; RIPM 10% e RCD 15%.

Aos 28 dias, os resultados demonstram que há diferença significativa entre o REF e o RCD nas seguintes aferições REF e RCD 10% e REF e RCD 15%. As comparações dentro do grupo de argamassas com RCD em sua composição demonstraram diferença significativa do RCD 5% quando comparado ao RCD 10% e RCD 15%. Entre os grupos que utilizaram resíduos em sua composição, constatou-se que apenas a comparação do RIPM 15% com o RCD 5% apresentou diferença significativa, o que indica que os demais traços apresentam estatisticamente a mesma resistência. O mesmo ocorre com o grupo de argamassas com RIPM em sua composição quando comparado com o traço de referência.

Por fim, aos 63 dias, a análise de Tukey indicou a existência de diferença significativa entre os grupos REF e RIPM para todos os teores de substituição. Já entre os grupos RCD e RIPM verificou-se desigualdade para as aferições entre RIPM 10% e RCD 5% e RIPM 15% e RCD 5%. Observa-se que, o grupo de argamassas que utilizou RCD em sua composição apresentou estatisticamente a mesma resistência daquelas do grupo de referência.

Seguindo os critérios da NBR 13281(10), as argamassas REF e RCD 5% podem ser classificadas na Classe P5 (5,5 a 9,0 MPa). Já os traços RCD 10%; RCD 15%; RIPM 5%; RIPM 10% e; RIPM 15% são classificados como classe P4 (4,0 a 6,5 MPa). Cabe destacar que, apesar de a norma categorizar as argamassas de acordo com a resistência, ela não faz especificações quanto ao local de aplicação de cada uma das classes.

4 | CONCLUSÕES

A partir da análise dos resultados, pode-se concluir que embora inicialmente a incorporação do RCD tenha proporcionado a redução da resistência à compressão axial das argamassas, ao longo do tempo essa diferença foi reduzindo, e aos 63 dias os teores

de substituição tornaram-se estatisticamente iguais ao traço de referência. Com relação ao RIPM, verifica-se que a resistência inicial dos teores de substituição de 5 e 10% foram estatisticamente iguais ao traço de referência, entretanto aos 63 dias nota-se que o resíduo apresentou resistência inferior ao traço de referência em todos os teores de substituição. Portanto, conclui-se que a utilização do RCD como substituinte parcial do cimento é uma alternativa viável, pois propicia a confecção de argamassas alternativas com a mesma resistência à compressão que a argamassa de referência.

REFERÊNCIAS

1. LARUCCIA, M.M. Sustentabilidade e impactos ambientais da construção civil. **ENIAC Pesquisa**, v. 3, n. 1, p. 69-84, Guarulhos, jan.-jun. 2014.
2. VALPORTO, M.S.; AZEVEDO, S. Gestão do design na identificação dos fatores de impactos ambientais da construção civil. **Estudos em Design**, v. 24, n. 1, p. 124-151, Rio de Janeiro, 2016.
3. **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE.** Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acessado em: 13/05/2021.
4. CANOVA, J. A. Substituição do cimento por finos de britagem em argamassa de revestimento. **Ciência & Engenharia**, v. 26, p. 11-26, Uberlândia, jul/dez 2017.
5. KNOB, G. P. L. et al. Viabilidade Técnica da utilização do resíduo da construção civil para a produção de argamassa de revestimento. In: **Anais Engenharia civil UCEFF**, v. 3, n.1, 2019/1.
6. PINZ, F. P. **Influência do resíduo de cerâmica vermelha em argamassas na substituição parcial do agregado ou do cimento.** 2019. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215:** Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2019.
9. CARASEK, H. et al. Parâmetros da areia que influenciam a consistência e a densidade de massa das argamassas de revestimento. **Revista Matéria**, v.21, n.3, p. 714 –732 , 2016.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.



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/>

