



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 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>


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>



ANÁLISE EXPERIMENTAL DO DESEMPENHO DE ARGAMASSAS UTILIZANDO RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE CELULOSE (DREGS E GRITS)

<https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081118>

ALVARENGA; BRUNO MEDEIROS DE¹; FALCÃO; JULIANE RODRIGUES¹; TESSARO; ALESSANDRA BUSS¹; MATTOS; FLÁVIA COSTA DE¹

¹UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (FURG).

E-MAIL DO AUTOR CORRESPONDENTE: BR.M.ALVARENGA@GMAIL.COM

RESUMO: Este trabalho visa analisar traços de argamassas com a incorporação de resíduos provenientes da indústria de celulose (dregs e grits). A caracterização dos resíduos foi realizada através da difração de raios X, granulometria de difração a laser e microscopia eletrônica de varredura. Foi feita a substituição parcial do agregado miúdo no teor 10% e, aos 7, 14 e 28 dias de cura foram testadas as argamassas, com ensaios de resistência mecânica quanto à tração na flexão, compressão, capilaridade e retração. Os resultados apresentaram potencial de aproveitamento, tornando-se alternativa para grande extração de agregados naturais, propiciando uma redução nos impactos ambientais.

PALAVRAS-CHAVES: Resíduos, celulose, argamassa, desempenho.

ABSTRACT: This paper aims to analyze mortar traces with the incorporation of residues from the cellulose industry (dregs and grits). The characterization of the residues was carried out through X-ray diffraction, laser diffraction granulometry, and scanning electron microscopy. The partial replacement of the aggregate at 10% content was carried out and, at 7, 14 and 28 days of cure, the mortars were tested, with mechanical resistance tests in terms of tensile strength in bending, compression, capillarity, and shrinkage. The results showed potential use, becoming an alternative for large extraction of natural aggregates, providing a reduction in environmental impacts.

KEYWORDS: Residues, cellulose, mortar, performance.

1 | INTRODUÇÃO

A indústria de celulose é um cenário em expansão no mundo nos últimos anos. Alguns países vêm adaptando processos que visam o aumento da produtividade e qualidade do produto, conciliada a práticas que preservem o meio ambiente. Hoje, o Brasil encontra-se como um dos principais países que trabalham com essa matéria prima, constituindo-se como um dos pilares da indústria nacional, devido principalmente a condições edafoclimáticas extremamente favoráveis. O processo de produção consiste na prática conhecida como *Kraft*, caracterizada pela ação de cozimento contínuo em suas etapas. Sua vantagem se encontra na possibilidade de recuperação dos produtos químicos utilizados durante a operação, contudo, o contraponto está no fato de gerar uma quantidade alta de resíduos sólidos, muitas vezes descartado ou utilizado na disposição de aterros. Visto isso, a fim de buscar a redução de custos, aumento da durabilidade e a consequente melhoria nos processos construtivos como um todo,

a área da construção civil vem buscando o desenvolvimento de novos materiais que atendam estas demandas, sem comprometer sua funcionalidade. Logo, o presente trabalho busca estudar a viabilidade de dois dos resíduos gerados no processo citado, sendo estes o dregs e o grits.

No cenário nacional, a produção anual de celulose está na ordem de 13 milhões de toneladas. Estima-se que há a geração de 780 mil toneladas de resíduos, sendo destes, 130 mil toneladas de dregs e 39 mil toneladas para grits⁽¹⁾, o que demonstra uma alta quantidade de material.

A geração do dregs se dá a partir da sedimentação de matéria inorgânica do licor preto, utilizado em etapas de tratamento químico da celulose, que acaba sofrendo dissolução e clarificação, resultando em sua formação. Deste processo, parte dela é líquida e essa fração é misturada com cal e, posteriormente, repassada à uma nova etapa de sedimentação, caracterizada pela formação do resíduo conhecido como Lama de Cal, que após uma porcentagem dela ser aquecida em fornalha, acaba dando origem ao grits.

Visto isso, o potencial uso destes resíduos como fração do material da produção de argamassas para uma edificação, resulta em uma alternativa interessante do ponto de vista sustentável, econômico e produtivo para a área da construção civil. Para isso, estes resíduos substituíram, individualmente, 10% do agregado miúdo (areia média) utilizado nas confecções das argamassas. Logo, será analisado o desempenho do dregs e do grits, em comparação com um traço de argamassa convencional que funcionará como referência no estudo.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, os resíduos foram obtidos por meio de uma indústria de papel e celulose localizada na região Sul do estado do Rio Grande do Sul, onde as amostras foram cedidas pela empresa, e estes foram armazenados e lacrados em sacos plásticos. As amostras dos resíduos foram secas em estufa à 110°C e, posteriormente, maceradas com o auxílio de um almofariz. Na Figura 1 é possível ver uma amostra de grits e outra de dregs, respectivamente.



Figura 1 – Amostras de Grits e Dregs

Fonte: Elaborado pelos autores

A massa unitária foi determinada por meio do “Método C” estipulado pela

ABNT NBR NM 45:2006⁽²⁾, em que a amostra deve ser despejada no recipiente de uma altura não superior a 50mm, retirando o excesso que eventualmente transbordará no processo.

A granulometria do agregado miúdo foi definida por ensaio de peneiramento com agitador mecânico, de acordo com a ABNT NBR NM 248:2003⁽³⁾, no Laboratório de Geotecnia e Concreto da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Já referente aos resíduos, estes, por sua vez, foram realizados ensaios de granulometria de difração a laser, visando uma análise mais completa na sua caracterização, com foco nas menores partículas.

O agregado natural utilizado apresentou massa unitária igual a 1,53 g/cm³ e módulo de finura de 2,45 caracterizando-o como areia média conforme Selmo⁽⁴⁾. Os resíduos apresentaram, em geral, granulometria fina. O dregs um material com coloração cinza escuro com alguns torrões e massa unitária de 0,86 g/cm³. Já o grits apresentou coloração cinza claro e massa unitária de 1,27 g/cm³. As curvas granulométricas dos materiais podem ser observadas na Figura 2.

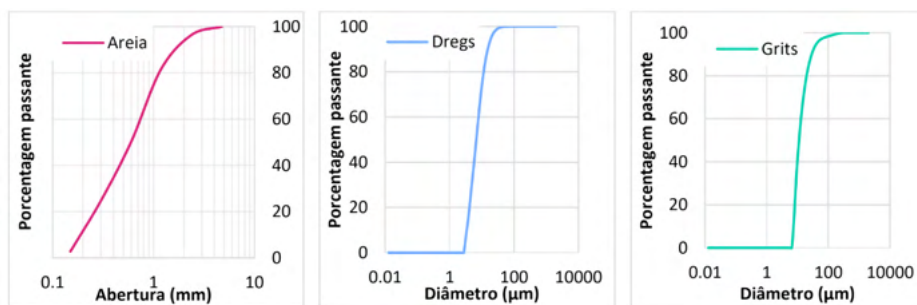


Figura 2 – Curvas granulométricas dos agregados

Fonte: Elaborado pelos autores

A análise da estrutura atômica e molecular dos resíduos foi feita por meio do Ensaio de Difração de Raios X (DRX), sendo os difratogramas registrados entre 3° e 90°, no Centro de Microscopia Eletrônica da Zona Sul – CEME-SUL da FURG, com o equipamento de difração de raios-X (DRX) da marca Bruker, modelo D8 Advance, com os seguintes parâmetros: voltagem de 40 kV, corrente de 40 mA, tubo de cobre (Cu) com comprimento de onda (λ): 1,5418Å. Resalta-se que foram utilizados como base os padrões difratométricos da ICSD (*Inorganic Crystal Structure Database*). Através dos difratogramas, Figura 3, identifica-se que a principal fase cristalina dos resíduos é o cálcio presente na forma de Calcita (CaCO₃).

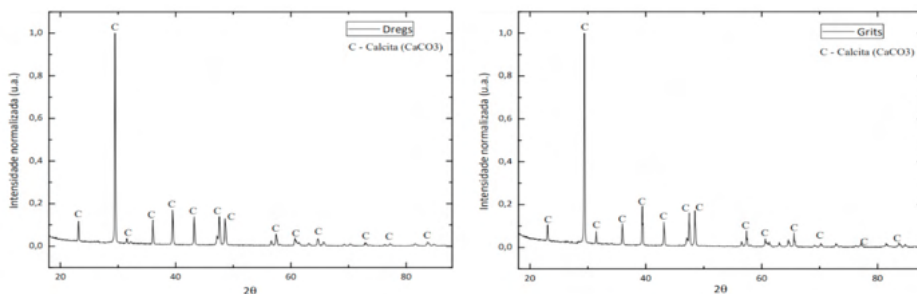


Figura 3 – Difratogramas dos resíduos

Fonte: Elaborado pelos autores

Além disso, foi realizada também a caracterização morfológica destes materiais utilizando um microscópio eletrônico de varredura (MEV), onde verifica-se partículas finas para o dregs e intermediárias para o grits corroborando com os resultados encontrados na granulometria de difração a laser apresentados na Figura 2. Nas imagens, verifica-se que ambos os resíduos são aglomerados de partículas menores, sendo essas características também ressaltadas por Ferreira et al.⁽⁵⁾. Na Figura 4 a seguir são apresentadas as micrografias, com aumento x80 e x10.000.

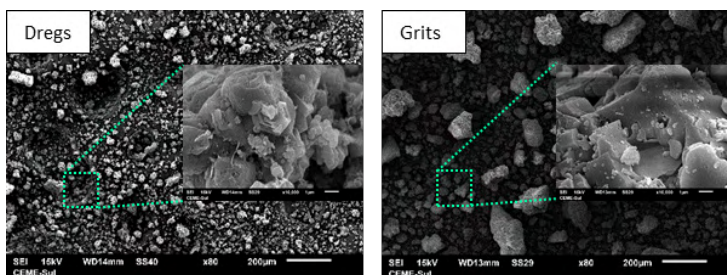


Figura 4 – Micrografias dos resíduos

Fonte: CEME-Sul/FURG

O traço utilizado respeitou a proporção de uma parte de aglomerante, cimento Portland CPV, para três partes de agregado miúdo (1:3), em massa. A quantidade de água foi experimentada até resultar em um valor que apresentasse trabalhabilidade adequada para uso geral na construção civil, através do ensaio de determinação do índice de consistência (IC) da argamassa, segundo as diretrizes da ABNT NBR 13276:2016⁽⁶⁾. Após este procedimento, fixou-se a relação água/cimento (0,69) para todos os traços, tendo em vista que esta relação permitiu obter o IC adequado para a argamassa de referência, conforme a Tabela 1.

Argamassa	Relações em massa (kg)						Densidade de massa (kg/m ³)	Índice de consistência (mm)	Teor ar incorporado (%)
	A/C*	A/MS*	Cimento	Areia	Dregs	Grits			
Dregs	0,685	0,12	1	4,622	0,09	-	2131	230	5,56
Grits	0,691	0,12	1	4,622	-	0,132	1993	250	11,78
Referência	0,694	0,12	1	4,622	-	-	1938	248	14,11

*A/C- água/cimento; A/MS- água /materiais secos

Tabela 1 – Resumo das características das argamassas

Fonte: Os autores

Tendo o traço definido para os três tipos de argamassas estudados, foram moldados os corpos de provas prismáticos, quatro exemplares para cada traço analisado, com dimensões de 4x4x16cm, que serviram para aplicação de ensaios regulares, nos intervalos de tempo de 7, 14 e 28 dias. A cura foi realizada com as amostras envolvidas em filme de PVC até o momento dos ensaios.

A resistência mecânica foi determinada com os ensaios de tração na flexão e compressão, de acordo com a ABNT NBR 13279:2005⁽⁷⁾. Foram realizados também ensaios de absorção de água por capilaridade dos corpos de provas, conforme a ABNT NBR 15259:2005⁽⁸⁾, bem como, ensaio de retração e densidade de massa das argamassas no estado endurecido, ABNT NBR 13280:2005⁽⁹⁾.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Densidade de massa no estado endurecido e retração

A Tabela 2 apresenta uma média dos resultados das densidades de massa no estado endurecido encontrados para as diferentes argamassas estudadas. Assim, nota-se que a argamassa com dregs apresentou maior densidade aos 28 dias de cura, como percebido também na densidade no estado fresco, justificando o baixo teor de ar incorporado em relação aos demais traços. Os resultados provenientes da substituição de grits indicou uma menor densidade de massa, semelhante a argamassa de referência. Verificou-se, também que os corpos de prova não apresentaram expressivas mudanças de dimensões, indicando que não houve retração na cura.

	Desforma (kg/m ³)	3 dias (kg/cm ³)	7 dias (kg/cm ³)	14 dias (kg/m ³)	28 dias (kg/m ³)
Dregs	2100	2096	2092	2077	2063
Grits	2106	2101	2096	2080	2010
Referência	2111	2109	2093	2083	2017

Tabela 2 – Densidade de massa no estado endurecido

Fonte: Elaborado pelos autores

A densidade de massa aparente de todas as composições foi decrescente até os 28 dias de cura, como esperado, em razão da perda de água envolvida no processo químico. No entanto, a argamassa com dregs apresentou o percentual 1,8% de perda de massa neste processo e as demais 4,7%, indicando que, provavelmente, a relação a/c para esta composição foi insuficiente, justificada pela maior área superficial das partículas de dregs que demandam maior consumo de água. Segundo a ABNT 13281:2005⁽¹⁰⁾, aos 28 dias, para a densidade de massa no estado endurecido todas as argamassas são classificadas como “M6” (> 1800 kg/m³).

3.2 Absorção de água por capilaridade

Na Figura 5, encontram-se as médias dos valores do coeficiente de capilaridade dos corpos de prova, ensaiados no tempo de 90 minutos em 7 e 28 dias. Os corpos de prova com substituição parcial dos agregados por resíduos apresentaram um coeficiente de capilaridade maior em relação a argamassa de referência, mas semelhantes entre si ao final dos 28 dias de cura. Nota-se na argamassa com dregs um coeficiente de capilaridade na ordem de 44%, superior a argamassa de referência. Este fato pode estar relacionado a deficiência de água de amassamento, que propicia a transformação dos compostos químicos na hidratação da matriz cimentícia aliado ao processo de cura, em que as amostras ficaram condicionadas um filme de PVC dificultando a penetração do CO₂, inviabilizando a eficiente transformação dos hidróxidos em carbonatos de cálcio. Outro fator para o maior coeficiente de capilaridade dos compósitos com resíduos pode ser devido a porosidade e forma dos grãos. De acordo com a ABNT NBR 13281:2005⁽¹⁰⁾ as argamassas com dregs e grits são classificadas como “C2” (1,0 a 2,5 g/dm².min^{1/2}) e a de referência como “C1” (≤ 1,5 g/dm².min^{1/2}).



Figura 5 – Coeficiente de capilaridade

Fonte: Elaborado pelos autores

3.3 Resistência à tração na flexão e à compressão

Os resultados de resistência à tração na flexão evidenciaram um ganho de resistência acentuado nas argamassas que possuem substituição parcial do agregado miúdo por resíduo nas primeiras idades. Aos 7 dias, o traço com dregs apresentou um incremento de resistência, em relação ao traço de referência, de 27,3% para tração na flexão e 24,7% para compressão. Já o traço com grits apresentou um aumento de resistência para tração na flexão e compressão, respectivamente, na ordem de 21,3%

e 19,8%. Percebe-se aos 28 dias que as resistências dos corpos de prova à compressão apresentam resultados análogos e superiores as exigidas pela ABNT NBR 13281:2005⁽¹⁰⁾, sendo as argamassas com dregs classificadas como “R5” (2,7 a 4,5 MPa), grits e referência como “R6” (> 3,5 MPa) para flexão. Já para a compressão todas foram classificadas como “P6” (> 8 MPa). A Figura 6 apresenta os resultados da resistência à tração na flexão e compressão das argamassas estudadas.

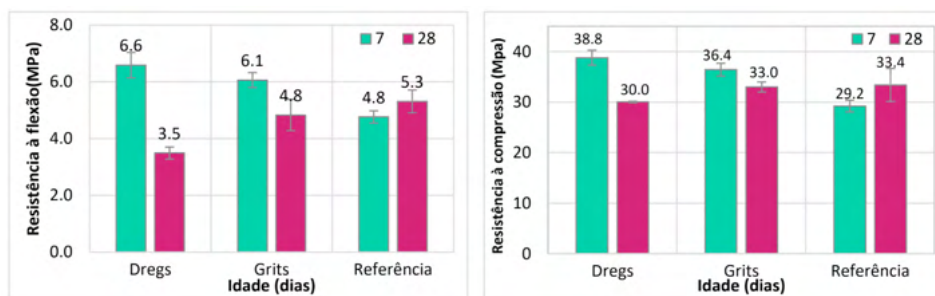


Figura 6 – Resistência à tração na flexão e à compressão

Fonte: Elaborado pelos autores

Além disso, associa-se a redução dos valores nas resistências à tração na flexão e compressão, ao modo em que foram mantidas até o momento do ensaio, ratificando o descrito no ensaio de absorção de água. Com isso, há a possibilidade de as amostras não terem completado o seu processo de cura, sendo assim não demonstrando todo seu potencial.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, foi realizado o estudo da substituição parcial dos agregados miúdos por resíduos de celulose (dregs e grits). Quanto as resistências, os corpos de prova com adição de resíduos apresentaram valores superiores, nas primeiras idades, aos da argamassa de referência, sendo maior o ganho de resistência da argamassa com adição de dregs.

Observa-se que os corpos de prova não indicaram retração na cura, ademais, em virtude do maior teor de finos, as argamassas com substituição parcial de dregs apresentaram um menor índice de consistência e uma maior densidade de massa no estado fresco. Salienta-se que os resultados apresentados nesse artigo são oriundos de uma pesquisa em desenvolvimento, por conseguinte, novas variáveis serão testadas, tais como: outros aglomerantes e diferentes processos de cura.

A partir dos resultados obtidos, verifica-se o bom desempenho e viabilidade da utilização das argamassas com substituição de 10% de resíduos. Sendo essa, uma alternativa ao uso excessivo de agregados naturais, além de uma proposta para a gestão adequada desses resíduos amplamente produzidos.

REFERÊNCIAS

1. RIBEIRO, Alcídio. P. Avaliação do uso de resíduos sólidos inorgânicos da produção de celulose em materiais cerâmicos. 2010. Tese de doutorado Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, 2010.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM 45**: Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.
4. SELMO, S. M. S. Dosagem de argamassa de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachadas dos edifícios. 1989. 227 f. Dissertação de Mestrado Escola Politécnica - Universidade de São Paulo, 1989.
5. FERREIRA, Lidia et al. Caracterização de resíduos da indústria de papel e celulose para o desenvolvimento de materiais cerâmicos. In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, 61., 2017, Rio Grande do Sul. **Anais[...]** Rio Grande do Sul, 2017.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15259**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13280**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 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/>

