



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>



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

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

ROSA; LAURA PEREIRA¹; HALTIERY; DIEGO SANTOS²; PEREIRA; FABIANO RAUPP³; ANDRADE; LUCIMARA APARECIDA SCHAMBECK¹

¹UNISUL-TUBARÃO; ²IFSC-CRICIÚMA; ³UNESC/PPGCEM.

E-MAIL DO AUTOR CORRESPONDENTE: ROSALP.LAURA@GMAIL.COM

RESUMO: É de senso comum que as atividades mineradoras, bem como a construção civil, necessitam de ações mais sustentáveis. Isso inclui novas estratégias para uso de seus resíduos sólidos. Desta forma, este trabalho utilizou o resíduo da nefelina como agregado em substituição ao natural (35%, 70% e 100%) em argamassas de assentamento. Os agregados foram analisados em relação aos principais parâmetros físicos normativos brasileiros e quimicamente por ensaio de FRX. As argamassas foram analisadas quanto à consistência, densidades, resistência à tração na flexão e à compressão. Os resultados indicaram uma viabilidade técnica para o uso do resíduo da nefelina, em substituição a areia natural.

PALAVRAS-CHAVES: Nefelina, resíduos, argamassas, sustentabilidade.

ABSTRACT: It is common sense that mining activities, as well as civil construction, need more sustainable actions. This includes new strategies for using your solid wastes. Thus, this work used nepheline waste as an aggregate to replace the natural (35%, 70% and 100%) in settlement mortars. The aggregates were analyzed in relation to the main Brazilian normative physical parameters and chemically by FRX test. The mortars were analyzed for consistency, densities, tensile strength in bending and compression. The results indicated a technical feasibility for using nepheline waste to replace natural sand.

KEYWORDS: Nepheline, wastes, mortars, sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

A construção civil é considerada um dos setores mais importantes para o desenvolvimento econômico e social de um país, uma vez que proporciona milhares de empregos diretos e indiretos, movimenta o comércio com a compra e venda de materiais de construção e contribui para a elevação do PIB⁽¹⁾. Entretanto, sabe-se que suas atividades são responsáveis por sérios impactos ao meio ambiente, devido a elevada extração de matérias-primas não renováveis, necessárias à produção de concretos e argamassas⁽²⁾.

Em 2014, a produção de agregados para a construção, em todo o mundo foi de, aproximadamente, 45 bilhões de toneladas⁽³⁾. Já no Brasil, cerca de 530 milhões de toneladas de areia e brita foram produzidos em 2019, sendo atribuído ao agregado miúdo cerca de 220 milhões de toneladas⁽⁴⁾. A elevada produção de agregados naturais

para a construção preocupa, principalmente, pelos inúmeros impactos ambientais ocasionados pelas suas extrações e, também, pela escassez de reservas destes recursos não renováveis.

Arelado a isto, os processos extrativistas das indústrias mineradoras geram uma expressiva quantidade de resíduos, provenientes da extração de maciços rochosos⁽⁵⁾ utilizados como matérias-primas para a fabricação de diversos produtos. Estes produtos, muitas vezes, também são destinados à construção civil, como a exploração da nefelina sienito, utilizada como fundente na produção de vidros e cerâmicas⁽⁶⁾. Apesar das fundamentais aplicações destas matérias-primas, os resíduos da nefelina, após o beneficiamento, são dispostos em pilhas ou em barragens de contenção, podendo acarretar em graves desastres sociais e ambientais⁽⁷⁾.

No processamento de rochas ornamentais, aproximadamente, 40% do volume do bloco processado é considerado resíduo, sendo em torno de 1,5 milhões de toneladas correspondente a resíduos finos e 1,0 milhão de toneladas a resíduos grossos, quantidades estas, geradas anualmente no país⁽⁵⁾. O contexto é semelhante para a nefelina sienito, visto que, durante sua extração e beneficiamento, são dispostas numerosas quantidades de resíduos arenosos representando cerca de 25% da rocha beneficiada, sendo retirados do processo⁽⁸⁾.

Com intuito de minimizar estes impactos ambientais, deve-se incentivar o uso de materiais alternativos que possam substituir os naturais, para que se atenda a necessidade de insumos para a construção civil, ao mesmo tempo que contribua para a redução dos resíduos oriundos da extração destas rochas^(9,10).

Neste contexto, este trabalho objetivou a utilização do resíduo proveniente do beneficiamento da nefelina sienito, como substituição ao agregado miúdo para a produção de argamassas de assentamento. Espera-se, que o resíduo seja uma alternativa oportuna e promissora para a redução do consumo de matérias-primas não renováveis e, principalmente, para o aproveitamento do resíduo do beneficiamento da rocha, promovendo, assim, um desenvolvimento mais sustentável da construção civil e da mineração de nefelina.

2 | PROGRAMA EXPERIMENTAL

2.1 Materiais utilizados

Para a realização do programa experimental, utilizou-se como agregados o resíduo proveniente do beneficiamento da nefelina sienito, denominado Anef e areia natural lavada de leito de rio, designada Anat. O resíduo foi coletado em uma mineradora no sul de Santa Catarina e a areia natural foi proveniente de depósito de materiais de construção na cidade de Içara, Santa Catarina. Como aglomerantes para a produção das argamassas, utilizou-se um cimento Portland CP II F-32 e uma cal hidratada (CH-I), obtidos em materiais de construção.

2.2 Metodologia

A coleta do resíduo foi realizada em pontos distintos das pilhas de disposição, transportado ao laboratório, seco em estufa por 24h, em temperatura de

aproximadamente 100°C, armazenado em bombonas plásticas devidamente fechadas e identificadas, e acondicionadas em condições laboratoriais. Da mesma forma, o agregado natural, após a coleta, também foi seco em estufa por 24h, armazenado em bombonas plásticas e acondicionado no laboratório. Na Tabela 1 estão apresentados, resumidamente, os ensaios realizados para a caracterização dos agregados, com suas respectivas normas regulamentadoras, bem como o objetivo do emprego de cada ensaio. Realizaram-se três determinações para cada ensaio citado a seguir, com exceção da fluorescência de raios X, onde realizou-se apenas uma determinação.

Propriedade	Referência	Objetivo
Distribuição granulométrica	(11)	Determinar a curva granulométrica e o módulo de finura
Teor de material pulverulento	(12)	Determinar a quantidade de partículas menores que 75 µm
Massa específica	(13)	Determinar a densidade real dos agregados
Massa unitária	(14)	Determinar a densidade aparente dos agregados
Absorção de água	(15)	Determinar a penetração de água nos poros permeáveis
Interação entre as partículas	(16)	Associar as propriedades da massa específica e unitária
Fluorescência de raios X	-	Identificar os elementos químicos dos agregados

Tabela 1 – Ensaios de caracterização do agregado natural e do resíduo da nefelina

Para a produção das argamassas de assentamento, utilizou-se o traço em volume de 1:2:9 (cimento:cal:areia), onde os materiais foram dosados em massa, e determinou-se quatro diferentes teores de substituição do agregado natural (Anat) pelo resíduo (Anef). A Tabela 2, a seguir, expõe as nomenclaturas adotadas para cada argamassa realizada, assim como, os teores de Anat e Anef em cada dosagem. Com a finalidade de comparar igualmente a demanda de água entre os traços, fixou-se a quantidade de água de amassamento, necessária para uma consistência de, aproximadamente, 260mm para a argamassa de referência (T0), e adotou-se a mesma relação água/aglomerante (a/a), de 1,20, para as demais.

Nomenclatura	Descrição	Composição
T0	Traço com 0% de resíduo	cimento: cal: 100% Anat: 0% Anef: água
T35	Traço com 35% de resíduo	cimento: cal: 65% Anat: 35% Anef: água
T70	Traço com 70% de resíduo	cimento: cal: 30% Anat: 70% Anef: água
T100	Traço com 100% de resíduo	cimento: cal: 0% Anat: 100% Anef: água

Tabela 2 – Dosagens realizadas e nomenclaturas adotadas

As argamassas foram produzidas com o auxílio de uma argamassadeira, onde seguiu a sequência de mistura: água, aglomerantes e metade dos agregados, sendo misturados por 30s em velocidade baixa. Na sequência, adicionou-se o restante dos agregados, misturando por mais 30s em velocidade baixa. Após, as paredes e a pá do recipiente foram rasadas por 15s, e por fim, misturou-se novamente os materiais por

mais 60s em velocidade alta.

Após a mistura dos insumos, realizou-se os ensaios de índice de consistência⁽¹⁷⁾ e densidade de massa⁽¹⁸⁾, no estado fresco das argamassas. Para os ensaios no estado endurecido, moldou-se corpos de prova prismáticos (4cmx4cmx16cm) logo após a mistura dos constituintes, sendo essa moldagem realizada em duas camadas iguais e cada camada adensada com 30 quedas na mesa de adensamento⁽¹⁹⁾. Os corpos de prova foram mantidos em condições laboratoriais por 48h, e após esse tempo foram desmoldados e submersos em água até os 28 dias, quando foram submetidos aos ensaios de densidade endurecida⁽²⁰⁾, resistência à tração na flexão e à compressão⁽¹⁹⁾. Realizaram-se três determinações para cada ensaio citado anteriormente.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização dos agregados

A partir das massas retidas acumuladas nas peneiras do ensaio de composição granulométrica, traçou-se as curvas da distribuição granulométrica para o resíduo (Anef) e para o agregado natural (Anat), apresentadas na Figura 1.

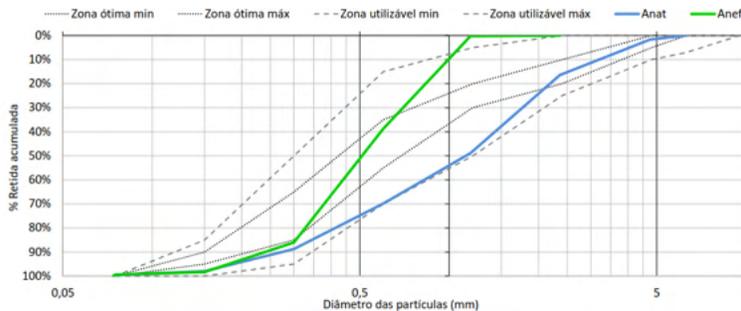


Figura 1 – Curva de distribuição granulométrica dos agregados

Fonte: Autores

Nas curvas granulométricas, percebe-se que os agregados se enquadraram completamente nas zonas utilizáveis, exceto uma fração do Anef, de aproximadamente 5% em massa, na peneira com abertura de malha de 1,18 mm, devido à carência dessa fração no resíduo. Observa-se, ainda, que as curvas do Anat e do Anef se apresentam de forma contínua e bem graduada, estando o Anef à esquerda do Anat, portanto, granulometricamente mais fino.

Na Tabela 3 estão expostos os resultados das determinações realizadas com os agregados Anat e Anef, sendo elas, a dimensão máxima característica (DMC), o módulo de finura (MF), o teor de material pulverulento (TMP), a massa específica (ME), a massa unitária (MU), a absorção de água (ABS), o índice de vazios (e), a porosidade (η) e o empacotamento (ξ).

Agregado	DMC (mm)	MF	TMP (%)	ME (g/cm ³)	MU (g/cm ³)	ABS (%)	e	η	ξ
Anat	2,36	3,24	3,39	2,52	1,52	0,62	0,66	39,68	60,32
Anef	1,18	2,23	2,75	2,49	1,34	0,70	0,86	46,18	53,82

Tabela 3 – Propriedades determinadas para os agregados

Os valores da DMC e do MF do Anef, 1,18mm e 2,23 respectivamente, indicam que o resíduo pode ser classificado como uma areia fina, enquanto os valores para o Anat, 2,36mm e 3,24 respectivamente, o classificam como uma areia grossa. Para o TMP, verifica-se uma menor quantidade de partículas menores que 75 μm para o Anef, de 2,75%, em relação ao Anat, com um teor de 3,39%. Geralmente, agregados provenientes de britagem, como o Anef, apresentam um elevado teor de partículas pulverulentas, em comparação aos agregados naturais⁽²¹⁾. Entretanto, está menor concentração de finos pode ser explicada devido a presença de aero classificadores no processo de beneficiamento da nefelina sienito, capazes de reterem com grande eficiência as partículas sólidas maiores que 1 μm. Desta forma, durante o processo de desferretização da nefelina sienito, essa fração é parcialmente recolhida pelos filtros, reduzindo, assim, a concentração no Anef.

A massa específica real dos agregados, Anat e Anef, apresentaram valores semelhantes de 2,52g/cm³ e 2,49g/cm³, respectivamente. Quanto aos resultados das massas unitárias, o Anef (1,34g/cm³) apresentou uma massa inferior ao Anat (1,52g/cm³). Em relação a absorção de água, o Anef apresentou um valor ligeiramente superior (0,70%) quando comparado com o Anat (0,62%). Os valores apresentados para massa específica, massa unitária e absorção conferem com os encontrados para as rochas comumente utilizadas na construção civil⁽²²⁾.

Analisando os índices físicos obtidos por relações entre as massas unitárias e específicas, observa-se que o Anef possui maior índice de vazios e porosidade e menor empacotamento, quando comparado ao Anat. Estes resultados podem refletir em uma pior mobilidade do sistema, interferindo em propriedades, como perda de fluidez e trabalhabilidade. Além disso, podem interferir em propriedades no estado endurecido das argamassas, como falta de coesão, maior porosidade, além de queda da resistência mecânica⁽²¹⁾.

Os principais óxidos que compõem os agregados Anat e Anef, obtidos através do método de Fluorescência de Raios X (FRX), se encontram na Tabela 4, a seguir.

Agregado	Teor dos elementos (%)											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	MnO	ZrO ₂	ZnO	NbO	Rb ₂ O	CuO
Anat*	91,90	3,56	0,97	1,01	0,11	1,16	-	-	-	-	-	-
Anef	58,78	16,84	7,77	10,85	1,90	0,83	1,15	0,53	0,09	0,08	0,06	0,03

*Modificado de (23)

Tabela 4 – Fluorescência de raios X dos agregados

Observa-se que, o resíduo é composto majoritariamente por sílica (SiO_2), alumina (Al_2O_3), óxido de ferro (Fe_2O_3) e óxido de potássio (K_2O), sendo estes quatro óxidos responsáveis por cerca de 95% da sua composição. Já o agregado natural, é composto quase que, exclusivamente, por sílica com cerca de 92% da composição. As principais diferenças entre os agregados estão no teor de sílica ($\approx 33\%$), na alumina ($\approx 13\%$), no óxido de ferro ($\approx 10\%$) e no óxido de potássio ($\approx 7\%$).

3.2 Caracterização das argamassas

Os resultados dos ensaios de caracterização das argamassas, nos estados fresco e endurecido, estão apresentados na Tabela 5, sendo eles, o índice de consistência (consistência), a densidade no estado fresco (ρ_f), a resistência à tração na flexão (RT), a resistência à compressão (RC) e a densidade no estado endurecido (ρ_e). Cada ensaio foi realizado com três amostras, sendo o desvio padrão (σ) apresentado, entre parênteses, ao lado do valor médio das determinações.

Traço	Consistência (mm)	ρ_f (kg/m^3)	RT (MPa)	RC (MPa)	ρ_e (kg/m^3)
T0	264 (5)	2066 (0,20)	1,05 (0,11)	1,91 (0,02)	1925 (7,69)
T35	243 (6)	2030 (0,30)	1,26 (0,01)	2,16 (0,07)	1842 (2,28)
T70	196 (2)	1962 (0,10)	1,34 (0,07)	2,75 (0,04)	1802 (0,62)
T100	168 (2)	1867 (0,10)	1,04 (0,11)	1,98 (0,02)	1641 (7,81)

Tabela 5 – Resultados de caracterização das argamassas

O índice de consistência médio de 264mm, para a argamassa referência (T0), foi alcançado com a relação água/aglomerante (a/a) de 1,20. Com base neste resultado, fixou-se esta relação para os demais traços, com o intuito de permitir uma análise análoga das consistências. Observa-se, com base nos resultados, que a incorporação do Anef reduz a consistência das argamassas de forma expressiva. A distribuição granulométrica tem forte influência neste parâmetro, pois arranjos mais porosos e com pior empacotamento, bem como frações mais finas e com maior área superficial, implicam em um menor espalhamento refletindo na redução da consistência observada⁽²⁴⁾.

Os resultados das densidades de massa, no estado fresco e endurecido, também sofreram uma redução com o aumento da incorporação do Anef, que possui valores inferiores de massa específica e de massa unitária. Além disso, pode ter influência dos efeitos da distribuição granulométrica, onde observou-se para o Anef um pior arranjo de partículas, o que pode auxiliar na redução das densidades observadas, podendo também, ter proporcionado uma maior incorporação de ar⁽²⁵⁾.

No ensaio de tração na flexão, as argamassas apresentaram comportamento semelhante, tanto na tração na flexão quanto na compressão, com o aumento do teor de Anef. Observa-se, uma tendência de aumento da resistência mecânica com o incremento de até 70% de Anef e uma queda com valores acima desse. Além disso, os resultados similares entre o traço de referência (T0) e o traço com 100% de resíduo

(T100), indicam a possibilidade e a viabilidade de uma substituição total do agregado natural pelo resíduo da nefelina, em relação às propriedades mecânicas analisadas.

4 | CONCLUSÕES

De acordo com as análises realizadas e com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que resíduo oriundo da nefelina sienito, Anef, possui algumas propriedades físicas semelhantes ao agregado natural Anat. No entanto, houve diferenças significativas para a massa unitária e distribuição granulométrica quais podem ter forte influência nas propriedades das argamassas nos estados fresco e endurecido. Em relação a análise química, os agregados possuem predominância por sílica e alumina, mas com concentrações distintas. Em relação ao estado fresco, as argamassas demandam maior quantidade de água para manter sua consistência, à medida que se aumenta o teor de incorporação do Anef. Ambas as densidades, no estado fresco e endurecido, também reduzem com a maior incorporação de resíduo. E por fim, os resultados mecânicos indicam uma tendência de aumento da resistência, podendo, inclusive, substituir o agregado natural integralmente pelo resíduo da nefelina. A incorporação do Anef se mostrou, inicialmente, como uma alternativa promissora como agregado para a produção de argamassas de assentamento, contribuindo também para a redução de impactos ambientais dos setores da construção civil e da mineração.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às empresas parceiras: Grupo Rio Deserto Mineração, Cerro Branco e Supremo Cimentos, pela doação dos insumos, e aos laboratórios das instituições da UNESC e do IFSC.

REFERÊNCIAS

1. VIEIRA, B. A.; NOGUEIRA, L. Construção civil: crescimento versus custos de produção civil. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, 13, n. 3, 2018, p. 366-377.
2. LARUCCIA, M. M. Sustentabilidade e impactos ambientais da construção civil. **ENIAC Pesquisa**, Guarulhos (SP), 3, n. 1, jan.-jun. 2014, p. 69-84.
3. ANEPAC – Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção. **O Mercado de Agregados no Brasil**. São Paulo: ANEPAC, 2015.
4. IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. **Informações sobre a economia mineral brasileira 2020 – Ano base 2019**. 1.ed. - Brasília: IBRAM, 2020. 80p.
5. VIDAL, F. W. H.; AZEVEDO, H. C. A.; CASTRO, N. F. **Lavra de rochas ornamentais**. CETEM/MCTI – Tec. de Rochas Ornamentais: Pesquisa, lavra e beneficiamento, Rio de Janeiro, 2014, p. 153 – 257.
6. JENA, S. K.; DHAWAN, N.; RAO, D.S.; MISRA, P. K.; MISHRA, B.K.; DAS, B. Studies on extraction of potassium values from nepheline syenite. **International Journal of Mineral Processing**. 133, 2014, p.13–22.
7. AIRES, U. R. V.; SANTOS, B. S. M.; COELHO, C. D. C.; SILVA, D. D.; CALIJURIB, M. L. Changes in land use and land cover as a result of the failure of a mining tailings dam in Mariana, MG, Brazil. **Land Use Policy**, 70, 2018, p. 63–70.
8. GUREVICH, B.I.; KALINKINA, E.V.; KALINKIN, A. M. Geopolymer binder based on mechanically activated compositions of magnésia-ferrous slag and nepheline. **Minerals**, 10, 2020, p. 48-65.

9. SONG, Y.; ZHANG, H. Research on sustainability of building materials. **Materials Science and Engineering**, 452, 2018, p. 1-5.
10. SANTOS, D. H. **Substituição total do agregado natural por quartzito friável para produção de argamassas mistas de assentamento e revestimento**. 128p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, 2015.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**. Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 46**. Agregado – Determinação do material fino que passa através da peneira 75 μ m, por lavagem. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
13. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 52**. Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
14. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45**. Agregado – Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.
15. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 30**. Agregado miúdo – Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
16. CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. v. 1. 4ª ed., LTC, Rio de Janeiro, 2011.
17. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: 2016.
18. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13278**. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
19. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **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.
20. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **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.
21. CARASEK, H.; GIRARDI, A. C. C.; ARAÚJO, R. C.; ANGELIM, R.; CASCUDO, O. Estudo e avaliação de agregados reciclados de resíduo de construção e demolição para argamassas de assentamento e de revestimento. **Cerâmica**, 64, 2018, p. 288-300.
22. MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto. Microestrutura, Propriedades e Materiais**. Hasparyk. 2 ed. São Paulo, IBRACON, 2014, 782p.
23. CASALI, J. M.; MIGUEL, T. F.; FELIZARDO, C. C.; MEIRA, N. DOS S.; DOMINGUINI, L.; BETIOLI, A. M. Caracterização e influência do teor do resíduo de areia de fundição fenólica em argamassas de revestimento. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, 2018, p. 261-279.
24. CARASEK, H.; ARAÚJO, R. C.; CASCUDO, O.; ANGELIM, R. Parâmetros da areia que influenciam a consistência e a densidade de massa das argamassas de revestimento. **Revista Matéria**, v.21, n.3, 2016, p. 714 –732.
25. NAKAKURA, E. H.; CINCOTTO, M. A. **Análise dos requisitos de classificação de argamassas de assentamento e revestimento**. Boletim Técnico da USP, São Paulo: EPUSP, 2004.



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/>

