



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

Rafaella 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 (UFPeI)

Eduardo Polesello (FEEVALE)

Elaine Antunes (UNESC)

Fabiano Pereira (UNESC)

Fabrizio 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)

Janaide 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)

Mauricio 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; Gislaine	
 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.²; 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 VOLTANTE 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

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 50.....379

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.....387

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.....394

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.....402

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.....411

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.....419

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.....427

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.....435

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.....442

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.....450

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.....461

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS 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 DA SUBSTITUIÇÃO DO CIMENTO POR RESÍDUO DE MARMORARIA COM FIXAÇÃO DA TRABALHABILIDADE PELO USO DE ADITIVOS PLASTIFICANTE

<https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081126>

ALMADA, BRUNA S.¹; SANTOS, WHITE J.¹

¹UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS.

E-MAIL DO AUTOR CORRESPONDENTE: BRUNAALMADA@UFMG.BR

RESUMO: Estudou-se o efeito da substituição de cimento por 20% de resíduo de mármore e granito (RMG) em diferentes fatores água/cimento (a/c), fixando-se a trabalhabilidade com uso de aditivo plastificante. Confeccionaram-se argamassas com e sem aditivo plastificante, avaliando a trabalhabilidade, resistência à compressão, módulo de elasticidade dinâmico e absorção de água por capilaridade. Observou-se maior influência do resíduo em relações a/c mais baixas, refinando a estrutura porosa, devido ao efeito filer. A resistência à compressão foi elevada no menor fator a/c e não houve influência representativa no módulo de elasticidade das argamassas.

PALAVRAS-CHAVES: Resíduo de mármore e granito, aproveitamento de resíduo, compósitos cimentícios.

ABSTRACT: The effect of replacing cement by 20% marble and granite waste (MGW) in different water/cement factors (w/c) was studied, fixing the workability with the use of plasticizer additive. Mortars were made with and without plasticizer additive, evaluating the workability, compressive strength, dynamic modulus of elasticity and capillary water absorption. There was a greater influence of the waste at lower w/c ratios, refining the porous structure, due to the filer effect. The compressive strength was high at the lowest w/c ratio and there was no representative influence on the modulus of elasticity of the mortars.

KEYWORDS: Marble and granite waste, waste reuse, cementitious composites.

1 | INSTRUÇÕES GERAIS

A indústria da construção civil é uma das principais consumidoras de recursos naturais e geradoras de resíduos que podem causar grandes impactos ambientais. Dessa forma, a utilização de materiais alternativos pode contribuir para o desenvolvimento sustentável, reduzindo a degradação ambiental provocada pelos resíduos e prolongando as reservas de materiais naturais. Segundo o Sindicato Nacional da Indústria do Cimento⁽¹⁾, de janeiro de 2017 a fevereiro de 2018, o Brasil produziu quase 54 milhões de toneladas de cimento, contribuindo negativamente com a emissão de CO₂ na atmosfera. Aliado a isto, ressalta-se que o país ocupa posição de destaque na produção de rochas ornamentais, cujo processo de extração e beneficiamento gera grande volume de resíduos, estimado em cerca de 20 a 30% da matéria prima⁽²⁻³⁾. Durante o processo de corte a úmido, as chapas de rochas ornamentais, como granito e mármore, sofrem desgaste, o que resulta na formação de uma lama acinzentada, também chamada de

lama abrasiva e que, quando seca, gera um resíduo em pó fino. Os principais impactos gerados pela disposição inadequada dessa lama a contaminação do solo e do lençol freático, alteração da cadeia biológica de seres vivos e assoreamento de rios^(2,4).

Nesse contexto, muitos estudos têm sido realizados buscando o reaproveitamento do resíduo de mármore e granito (RMG) em compósitos cimentícios. Esses estudos mostram que o RMG não apresenta, ou apresenta muito baixa atividade pozolânica, mas pode atuar como filler, melhorando algumas propriedades dos compósitos^(2,4-5). Portanto, por ser constituído de pó de pedra fino, o RMG apresenta potencial de utilização como substituinte parcial do cimento, sendo uma alternativa de reinserção do resíduo na produção de outro produto. Para que sua utilização seja feita de forma eficiente, deve-se estudar a influência da quantidade de água na mistura, definindo-se, assim, fatores a/c adequados, que proporcionarão melhor desempenho mecânico e durabilidade de compósitos cimentícios com a introdução de RMG. O objetivo geral deste trabalho é a avaliação, em laboratório, do efeito da substituição de cimento por resíduo de mármore e granito em diferentes fatores a/c, fixando a trabalhabilidade através do uso de aditivo plastificante.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foram produzidos quatro tipos de argamassas: duas de referência, com e sem aditivo plastificante (REF-P e REF, respectivamente) e duas com substituição de 20% do cimento por resíduo de mármore e granito, com e sem aditivo plastificante (RMG-P e RMG, respectivamente). Foi utilizado cimento Portland CPI (disponibilizado por uma cimenteira), por não conter adições, permitindo uma melhor avaliação da influência do RMG como substituinte do cimento; areia padrão normal, fornecida pelo Instituto de Pesquisa e Tecnologia de São Paulo e aditivo redutor de água do tipo plastificante multifuncional de pega normal, Muraplast FK 97 MC Bauchemie. O resíduo coletado na forma de lama é oriundo do beneficiamento à úmido de chapas de rochas ornamentais em uma marmoraria localizada na região Norte de Belo Horizonte/MG. Essa lama foi levada à estufa na temperatura de $105 \pm 5^\circ\text{C}$ para desidratação completa, até constância de massa. Após a secagem, a amostra foi destorroada manualmente e passada em peneira de abertura de $75 \mu\text{m}$. O resíduo foi caracterizado quanto a composição granulométrica, por granulometria à laser, massa específica por picnômetro à hélio e composição química por fluorescência de raios-X (FRX).

Após a caracterização dos materiais, foram moldadas as argamassas para avaliação das propriedades no estado fresco e endurecido: trabalhabilidade⁽⁶⁾, absorção de água por capilaridade⁽⁷⁾, porosidade⁽⁸⁾, resistência à compressão⁽⁹⁾ e módulo de elasticidade⁽¹⁰⁾ aos 28 dias. Em todos os casos, a relação entre o material aglomerante e a areia foi de 1:3, em massa, conforme consumo de materiais apresentado na Tabela 1. Para as argamassas sem aditivo plastificante, foi definido o fator água/cimento de 0,50 e, para as argamassas contendo o aditivo, fixou-se o teor do plastificante em 1% em relação a massa de aglomerante, valor máximo permitido pelo fabricante. A dosagem da quantidade de água foi realizada, então, fixando-se o índice de consistência em $173 \pm 10 \text{ mm}$, valor de espalhamento obtido pela amostra de referência (REF).

ID	Cimento (kg/m ³)	Resíduo (kg/m ³)	Areia (kg/m ³)	Água (kg/m ³)	Aditivo (kg/m ³)	Relação a/c
REF	509,08	-	1527,25	254,54	-	0,500
REF - P	520,35	-	1561,05	233,64	5,20	0,449
RMG	404,63	101,16	1517,36	252,89	-	0,500
RMG - P	415,89	103,97	1559,58	227,70	5,20	0,438

Tabela 1 - Consumo de materiais por m³ de argamassa.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do RMG

No ensaio para determinação da massa específica obteve-se como resultado 2,67 g/cm³, valor dentro dos que é observado em estudos anteriores^(2,4,5). Os resultados da composição química do RMG, apresentados na Tabela 2, demonstram que, diferentemente do cimento, o resíduo é composto principalmente por SiO₂, apresentando menor quantidade de CaO. Isso mostra que o RMG coletado advém do beneficiamento de um número maior de rochas do tipo granito⁽²⁾.

FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	PF
1,67	42,80	8,07	2,63	19,00	3,89	0,69	0,33	1,85	2,59	0,04	17,40

PF – Perda ao fogo.

Tabela 2 - Composição química do RMG (%).

Quanto à composição granulométrica, apresentada na Figura 1, observa-se que $D_{90} = 41,7 \mu\text{m}$ e $D_{50} = 12,0 \mu\text{m}$, indicando que o resíduo pode atuar como filler. Conforme afirma Almada⁽²⁾, as partículas do RMG nessa faixa granulométrica podem contribuir com uma maior superfície disponível para hidratação, atuando como pontos de nucleação para os grãos de cimento, além de favorecerem o empacotamento.

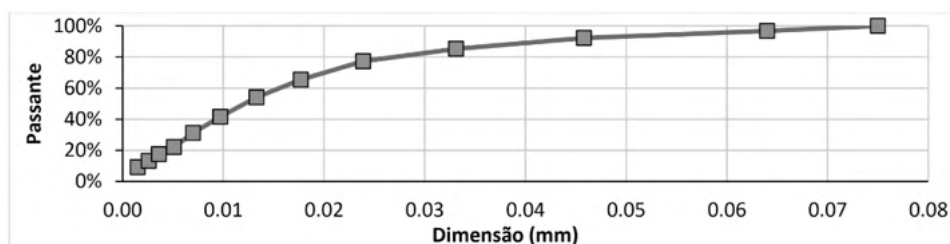


Figura 1 - Composição granulométrica do RMG.

3.2 Índice de consistência

Os resultados do ensaio de índice de consistência são apresentados na Figura 2, bem como as relações água/cimento obtidas para cada argamassa.

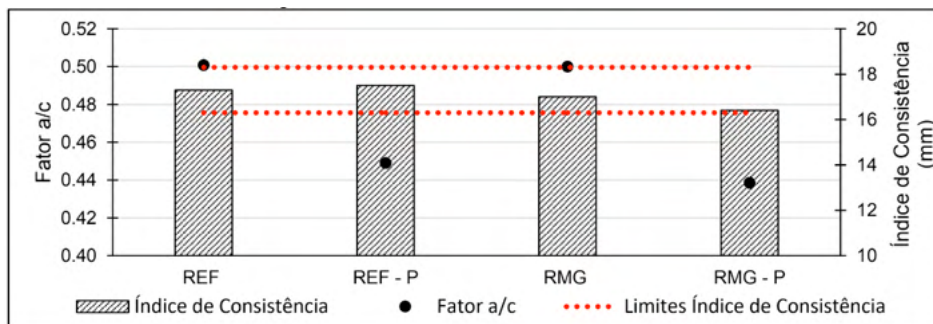


Figura 2 - Resultado do índice de consistência.

Observa-se que a introdução do plastificante permitiu uma redução no fator a/c de 10,20% para a mistura sem resíduo e de 12,20% para a mistura com resíduo. Comparando-se as argamassas REF e RMG, é possível perceber que a introdução do RMG afeta muito pouco a trabalhabilidade, conforme já observado na literatura^(2,4,11), apresentando redução do espalhamento de somente 1,73%. Nas amostras contendo aditivo (REF-P e RMG-P), os resíduos mostraram possibilitar a manutenção da trabalhabilidade com baixo fator a/c, com possível tendência de se aumentar a demanda de água, devido à redução do índice de consistência em 6,28%.

3.3 Absorção de água por capilaridade e porosidade

A Figura 3 apresenta os resultados da absorção por capilaridade (A_c) e a variação da absorção de cada amostra em relação à argamassa REF (Δ), calculada pela diferença entre os resultados em cada tempo. Apesar das modificações das composições, a menor absorção por capilaridade final foi obtida para a argamassa de referência. Entretanto, as argamassas com aditivo resultaram em um aumento de absorção final de 22,28% para a amostra REF-P e de 12,15% para a amostra RMG-P, enquanto para a amostra RMG esse aumento foi de 53,16%.

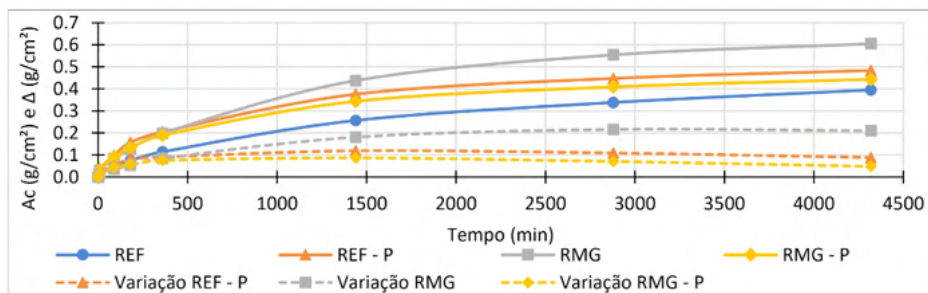


Figura 3 - Resultado da absorção de água por capilaridade (Ac) e taxa de variação (Δ).

Nota-se que, nos minutos iniciais, a variação da absorção das argamassas com plastificante em relação à argamassa REF é superior à da argamassa RMG, indicando que o aditivo propiciou uma mistura mais compacta e um refinamento dos poros, que facilita a absorção de água por capilaridade. Além disso, o uso do aditivo diminui a quantidade de água na mistura, o que reduz, conseqüentemente, a porosidade. Entretanto, após 360 minutos, há uma inversão de comportamento da variação da absorção, que passa a ser maior para a argamassa RMG, sugerindo um maior número de poros interligados nessa argamassa. Comparando-se as amostras REF-P e RMG-P, observa-se que a substituição do cimento pelo resíduo resultou em uma menor absorção de água, o que se deve ao melhor empacotamento e à menor relação a/c. Portanto, tanto o resíduo como o aditivo plastificante foram responsáveis pela compactação da microestrutura porosa.

Pela análise da porosidade (Figura 4) é possível notar que não houve alterações representativas entre as amostras REF e RMG e as amostras REF-P e RMG-P. Esse resultado indica que, as influências do resíduo e do plastificante estão mais associadas à forma, tamanho, distribuição e conectividade dos poros na microestrutura do que ao volume total destes. Para a relação a/c utilizada, a substituição de 20% do cimento pelo resíduo de mármore e granito não é benéfica em relação à permeabilidade dos compósitos cimentícios, como mostra a Figura 3. Dessa forma, os resultados sugerem que a amostra REF possui menor número de poros capilares comunicantes, mas grande volume de vazios, enquanto a amostra RMG possui estrutura mais refinada, ainda que de porosidade semelhante. Além disso, as amostras REF-P e RMG-P apresentam menor quantidade e dimensão de poros.

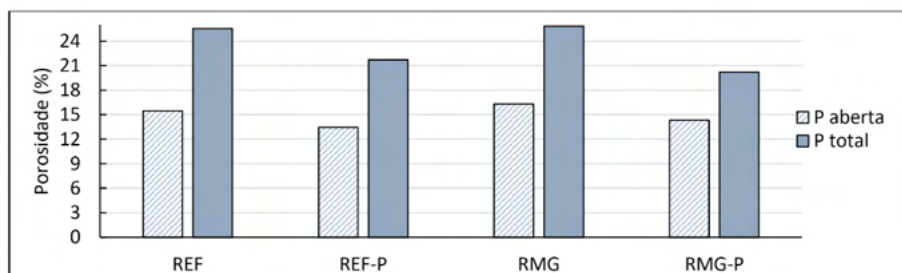


Figura 4 - Resultado da porosidade (P).

3.4 Módulo de elasticidade dinâmico e resistência à compressão

Os resultados do ensaio de módulo de elasticidade são apresentados na Figura 5 (a) e os resultados de resistência à compressão na Figura 5 (b).

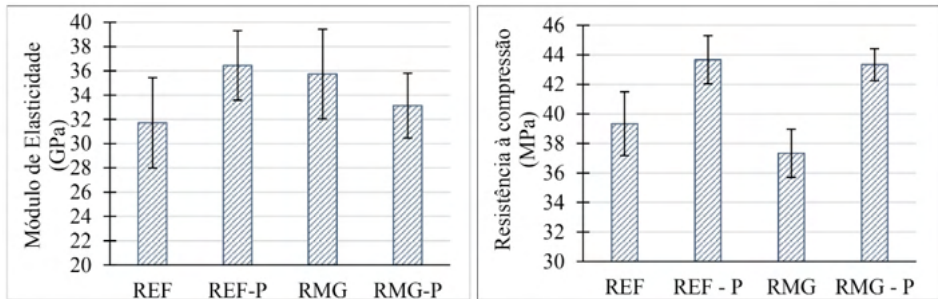


Figura 5 – (a) módulo de elasticidade dinâmico (b) resistência à compressão aos 28 dias.

Considerando-se o valor médio dos resultados do módulo de elasticidade, observa-se um aumento em relação à mistura de referência de 14,88% e 4,44% para as argamassas REF-P e RMG-P, respectivamente, o que se deve, principalmente, à redução da porosidade. Já a argamassa RMG, embora tenha porosidade próxima à REF, apresentou aumento de 12,64%. Portanto, pode-se inferir que o resíduo levou a uma estrutura porosa mais homogênea, resultando em uma argamassa mais íntegra, com menor propensão às falhas internas.

Na Figura 5 (b) observa-se que as maiores resistências mecânicas foram alcançadas pelas argamassas contendo aditivo, devido à redução do fator a/c. O ganho de resistência, em relação à argamassa REF, foi de 11,19% e 10,18% para REF-P e RMG-P, respectivamente. Apesar de ter menor relação a/c, a argamassa RMG-P não obteve resultado superior à REF-P, provavelmente devido à redução dos componentes responsáveis pela resistência mecânica do compósito, ao substituir o cimento pelo resíduo de mármore e granito (material inerte), conforme apontam estudos^(2,11-14). Comparando-se as argamassas contendo resíduo (RMG e RMG-P), a redução da quantidade de água e a melhor empacotamento de partículas na argamassa RMG-P, resultou em um compósito mais compacto, com melhor estrutura porosa, promovendo ganho de resistência de 16,08%.

4 | CONCLUSÕES

Após as avaliações experimentais, pode-se concluir que a inserção do resíduo e do aditivo plastificante permitiram a manutenção da trabalhabilidade com uma maior redução da quantidade de água e promoveu um refinamento dos poros. Não houve influência representativa no módulo de elasticidade, entretanto, a inserção do resíduo, aparentemente, tornou a estrutura mais homogênea e, na resistência à compressão, a substituição do cimento pelo resíduo não foi benéfica no maior fator a/c.

A utilização do plastificante e do resíduo gerou uma argamassa compacta, permitindo uma compensação da redução do teor de cimento. De forma geral, observa-se que o resíduo é mais eficiente em relações água/cimento mais baixas e sua utilização como filler, promove melhor empacotamento de partículas, contribuindo positivamente para a maioria das propriedades, além de auxiliar a busca por materiais sustentáveis.

REFERÊNCIAS

1. ABIROCHAS. O Setor Brasileiro de Rochas Ornamentais, julho de 2018. Disponível em: http://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Panorama/Cenario_Mundial_2017.pdf. Acesso em: 25/09/18.
2. Almada, B.S.; Luciane, S.M.; Dutra, J.B.; Bubani, L.C.; Silva, G.J.B.; Santos, W.J.; Aguilár, M.T.P. Influence of the heterogeneity of waste from wet processing of ornamental stones on the performance of Portland cement composites, **Construction and Building Materials**, V. 262, 2020.
3. ALIABDO A.A., ELMOATY A.M., AUDA E. M., Re-Use of Waste Marble Dust in the Production of Cement and Concrete. **Construction and Building Materials**, no 50 p. 28–41, 2014.
4. AREL S. H., Recyclability of Waste Marble in Concrete Production. **Journal of Cleaner Production**. v.131, 179-188, 2016.
5. MEDINA G., BOSQUE I. F. S. del, FRÍAS M. ROJAS M. I. S., MEDINA C., Granite quarry waste as a future eco-efficient supplementary cementitious material (SCM): scientific and technical considerations, **Journal of Cleaner Production**., v. 148, p. 467-476, 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, 2016.
7. 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, 2005.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **ABNT NBR 9778**: Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica, Rio de Janeiro, 2005.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **ABNT NBR 9779**: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão, Rio de Janeiro, 2012.
10. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM C215: **Standard Test Method for Fundamental Transverse, Longitudinal, and Torsional Frequencies of Concrete Specimens**. Pennsylvania, p. 7. 2008.
11. BUYUKSAGIS I.S., UYGUNOGLU T., TATAR E., Investigation on the usage of waste marble powder in cement-based adhesive mortar, **Construction and Building Materials**, v. 154, p. 734-742, 2017.
12. LEI L., PLANK J., Synthesis, working mechanism and effectiveness of a novel cycloaliphatic superplasticizer for concrete. **Cement and Concrete Research**, 2012.
13. SADEK D.M., EL-ATTAR M.M., ALI H.A., Reusing of marble and granite powders in self-compacting concrete for sustainable development, **Journal of Cleaner Production**, v.121, p. 19-32, 2016.
14. VARDHAN K., GOYAL S., SIDDIQUE R., SINGH M., Mechanical properties and microstructural analysis of cement mortar incorporating marble powder as partial replacement of cement, **Construction and Building Materials**, v. 96, p. 615–621, 2015.



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/>

