



**7º ENCONTRO NACIONAL
DE APROVEITAMENTO
DE RESÍDUOS NA
CONSTRUÇÃO**



7º ENCONTRO NACIONAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO

PROMOÇÃO



PATROCINADORES



APOIO



ORGANIZAÇÃO



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Imagens da capa

Agência Preview - Banco de Imagens

Edição de arte

Silvia Trein Heimfarth Dapper

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

7º Encontro Nacional de Aproveitamento de Resíduos na Construção

Diagramação: Camila Alves de Cremo

Indexação: Gabriel Motomu Teshima

Revisão: Os autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S495 7º Encontro nacional de aproveitamento de resíduos na construção / Organizadores Luciana Cordeiro, Sofia Bessa, Angela Borges Masuero, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Outros organizadores
Daniel Tregnago Pagnussat
Denise Carpena Coitinho Dal Molin
Lais Zucchetti
Sílvia Trein Heimfarth Dapper
Rosana Dal Molin
Fernanda Lamego Guerra
Caroline Giordani
Iago Lopes dos Santos
Maria Fernanda Menna Barreto
Maxwell Klein Degen
Natália dos Santos Petry
Rafaela Falcão Socoloski
Roberta Picanço Casaril
Aline Zini
Jéssica Deise Bersch
Thainá Yasmin Dessuy
Thaís do Socorro Matos da Silva

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-681-9
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.819210811>

1. Construção civil. 2. Preservação ambiental. 3. Redução de impactos e o reaproveitamento de resíduos. I. Cordeiro, Luciana (Organizadora). II. Bessa, Sofia (Organizadora). III. Masuero, Angela Borges (Organizadora). IV. Título.

CDD 690

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2021



Declaração dos autores

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



Declaração da editora

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



Apresentação

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



Agradecimentos

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

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

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

Ao Sinduscon-RS, pelo apoio e divulgação.

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

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

Nosso muito obrigado a todos.

PROMOÇÃO



PATROCINADORES



APOIO



ORGANIZAÇÃO





Comissão organizadora local

Profa. Dra. Angela Borges Masuero (UFRGS) - Comissão coordenadora

Prof. Dr. Daniel Tregnago Pagnussat (UFRGS) - Comissão coordenadora

Profa. Dra. Denise Dal Molin (UFRGS) - Comissão coordenadora

Profa. Dra. Lais Zucchetti (UFRGS) - Comissão coordenadora

Profa. Dra. Silvia Trein Heimfarth Dapper (PUCRS)

Rosana Dal Molin (ANTAC) - Secretária ANTAC

Fernanda Lamego Guerra (Pós-Doc NORIE/UFRGS)

Caroline Giordani (Doutoranda NORIE/UFRGS)

Deividi Maurenre Gomes da Silva (Doutorando NORIE/UFRGS)

Iago Lopes dos Santos (Doutorando NORIE/UFRGS)

Maria Fernanda Menna Barreto (Doutoranda NORIE/UFRGS)

Maxwell Klein Degen (Doutorando NORIE/UFRGS)

Natália dos Santos Petry (Doutoranda NORIE/UFRGS)

Rafaela Falcão Socoloski (Doutoranda NORIE/UFRGS)

Roberta Picanço Casaril (Doutoranda NORIE/UFRGS)

Aline Zini (Mestranda NORIE/UFRGS)

Jéssica Deise Bersch (Mestranda NORIE/UFRGS)

Thainá Yasmin Dessuy (Mestranda NORIE/UFRGS)

Thaís do Socorro Matos da Silva (Mestranda NORIE/UFRGS)





Comitê científico

Profa. Luciana Cordeiro (UFPA) – Comissão coordenadora

Profa. Sofia Bessa (UFMG) – Comissão coordenadora

Revisores

Abrahão Bernardo Rohden (FURB)

Adeildo Cabral (IFCE)

Adriana Gumieri (UFMG)

Aline Barboza (UFAL)

Ana Paula Maran (UFMS)

Ana Paula Milani (UFMS)

Anderson Muller (IFSC)

Andrea Franco (UFMG)

Ariane P. Rubin (UFSC)

Carina Stolz (FEEVALE)

Carlos Eduardo Marmorato (UNICAMP)

Cláudia Ruberg (UFPB)

Cláudio Kazmierczak (UNISINOS)

Dóris Bragança (UFRGS)

Edna Possan (UNILA)

Eduardo Grala (UFPel)

Eduardo Polesello (FEEVALE)

Elaine Antunes (UNESC)

Fabiano Pereira (UNESC)

Fabriccio Almeida (SENAI)

Feliciane Brehm (UNISINOS)

Felipe Moreira (UFPA)

Felipe Reis (IFPA)

Fernanda Costa (UFRB)

Fernando Almeida (UFMG)

Fernando José (UFMG)

Geilma Vieira (UFES)

Giselle Reis (SERG/RS)

Glaucinei Correa (UFMG)

Guilherme Brigolini (UFOP)

Guilherme Cordeiro (UENF)

Isaura Paes (UFPA)

Janaíde Rocha (UFSC)

Jardel Gonçalves (UFBA)

João Adriano Rossignolo (USP)

Juliana Moretti (UNIFESP)

Luciana Cordeiro (UFPA)

Lucimara Leal (IFPA)

Luiz Maurício Maués (UFPA)

Luizmar Lopes (UPF)

Marcelo Massulo (UFPA)

Marcelo Picanço (UFPA)

Márcia França (UFMG)

Maria Teresa Aguilar (UFMG)

Marlon Longhi (UFRGS)

Maurício Pina (UFPA)

Maurilio Pimentel (UFPA)

Mirna Gobbi (PROARQ/UFRJ)

Mônica Leite (UEFS)

Muriel Froener (UCSul)

Patrícia Chaves (IFPA)

Patrícia Lovato (UPF)

Paulo Gomes (UFAL)

Rafael Mascolo (UNIVATES)

Ricardo Girardi (PUCRS)

Richard Lermen (IMED)

Risete Braga (UFPA)

Robson Fernandes (UFPA)

Rodrigo Silva (IMED)

Sabino Alves (UNIFESSPA)

Sandra Oda (UFRJ)

Sofia Bessa (UFMG)

Talita Miranda (UFMG)

Teresa Barbosa (UFJF)

Thiago Braga (UFPA)

Thiago Melo 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>



COMPÓSITO CIMENTÍCIO COM GRÃOS DE POLIPROPILENO: RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL E À FLEXÃO

<https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081123>

COELHO, RIVALDO TEODORO¹; DUCATTI, VITOR ANTONIO²;
SALADO, GERUSA DE CÁSSIA¹

¹UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LIMEIRA - FT/
UNICAMP;

²UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO - FEC/UNICAMP
SÃO PAULO/SP, BRASIL.

E-MAIL DO AUTOR CORRESPONDENTE: R004594@DAC.UNICAMP.BR

RESUMO: O objetivo é analisar a resistência à compressão axial e à flexão de um compósito cimentício-polimérico a base de cimento Portland tipo CPV/ARI tendo como agregados a areia e grãos reciclados aglutinados de polipropileno (GRAPP) como substituto dos agregados graúdos. Os resultados demonstraram resistência à compressão axial de 31,96 MPa e resistência à tração na flexão de 5,59 MPa com 30% de substituição da areia e 100% do agregado graúdo rochoso pelo GRAPP na mistura tipo P₆, resultados que permitem indicar sua aplicação como material para a construção civil e contribuir para a redução dos impactos ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Compósitos, plásticos, reciclagem, polipropileno, engenharia de materiais.

ABSTRACT: The objective is to analyze the resistance to axial compression and bending of a cementitious-polymeric composite based on Portland cement type CPV-ARI having as aggregates the sand and recycled grains agglutinated polypropylene (GRAPP) as a substitute for the coarse aggregates. The results showed axial compressive strength of 31.96 MPa and tensile strength in the bending of 5.59 MPa with 30% sand substitution and 100% of the coarse aggregate rocky by GRAPP in the P₆ type mixture, results that allow indicating its application as a material for civil construction and contributing to the reduction of environmental impacts.

KEYWORDS: Composites, plastics, recycling, polypropylene, materials engineering.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Plástica - ABIPLAST (2018)⁽¹⁾, desde 1950 até 2015, a produção mundial de plásticos cresceu de 2 milhões de toneladas para 407 milhões de toneladas anuais. Estima-se que já foram produzidos cerca de 8300 milhões de toneladas das quais 6300 já foram descartadas. Deste descarte, apenas 9% foram reciclados, ou seja, aproximadamente 567 milhões de toneladas. O restante, 12%, foram incinerados e 79% dispostos em aterros sanitários ou no meio ambiente. Previsões da Fundação Heirich Böll, apresentadas em seu Atlas do Plástico 2020⁽²⁾, até

2050, mantidas tais tendências, estima-se que a fabricação de plásticos poderá emitir 56 gigas toneladas de CO₂, equivalentes a 13% do limite estimado de emissões de CO₂ para que o aquecimento global não ultrapasse 1,5 graus Celsius.

No Brasil, ainda segundo dados ABIPLAST (2018) ⁽¹⁾, a produção física de transformados plásticos em 2015 foi de 5,8 milhões de toneladas cuja principal resina consumida foi o PP-Polipropileno com 21,9%, seguido do PEAD-Polietileno de Alta Densidade com 17,5% e em terceiro lugar o PVC-Policloreto de Vinila com 15,7% e o PET-Polietileno Tereftalato, atingiu 7,2%. Dentre os materiais utilizados em compósitos cimentícios constantes em revisões sistemáticas no Brasil e internacionais¹, destacam-se as fibras de vidro, fibras de madeiras, fibras de polipropileno, flocos de polipropileno, flocos de PET, polipropileno moído, PET moído, cinza da casca do arroz, nano compósitos de polietileno-grafite, borracha moída, EPS, PVC, escória de alto forno, resíduos de construção e demolição (RCD), aparas de couro, dentre outros. Com relação ao polipropileno na forma de grãos reciclados aglutinados, ou GRAPP, existem poucas pesquisas nacionais e internacionais, sendo mais frequentes os formatos de fibras, pellets, flocos, e outros grãos lisos.

Akinyele, Salim e Oyeti, (2015) ⁽³⁾, por exemplo, realizaram e publicaram experiência com o polipropileno na forma de grão reciclado, na África do Sul. Utilizando os grãos na forma de pellets, a pesquisa consistiu no ensaio de comportamento de vigas prismáticas compostas por compósito cimentício à base de cimento Portland e grãos de polipropileno nas quais constataram perdas de desempenho em todas as propriedades mecânicas ensaiadas e ao final recomendaram o uso do compósito para concretos leves não estruturais.

Neste trabalho foram utilizados grãos reciclados aglutinados de polipropileno – GRAPP, com formato arredondado e estriados, industrialmente modificados, obtidos a partir de descartes industriais compostos por recortes, sobras ou peças não-conformes retiradas dos processos de fabricação nas linhas de produção. Neste contexto, justificase a importância de estudar o polipropileno na forma de grãos reciclados aglutinados como potencial componente de compósitos de matriz cimentícia, contribuindo no desenvolvimento de novos materiais compósitos aplicáveis na construção civil, praticando a reciclagem de materiais plásticos, prolongando seus ciclos de vida e gerando benefícios diretos na redução de impactos ambientais bem como desenvolvendo alternativas de solução para as questões sociais habitacionais.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir o objetivo deste trabalho, foram ensaiados corpos de prova cúbicos e cilíndricos para determinar algumas propriedades mecânicas no estado endurecido do compósito resultante, principalmente a resistência à compressão axial e a resistência à tração na flexão. Importante ressaltar que, os ensaios utilizados consistem nas versões das Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas disponíveis à época do início destes estudos, entre os anos de 2004 e 2005. Tais estudos continuam inéditos e foram reiniciados em 2019 por meio de estudos de pós-graduação, doutorado em tecnologia na área de ciência dos materiais onde são desenvolvidos novos ensaios, desta vez com

1 Ver nota contendo link com mapas resumidos de revisão bibliográfica base Scopus e Portal CAPES CAF(e), após o item 4. Referências.

normativas vigentes atualmente.

2.1 Materiais componentes do concreto

O cimento utilizado no desenvolvimento desta pesquisa foi o CP-V-ARI - Resistência Inicial - ABNT NBR 5733:1991⁽⁴⁾, com a finalidade de se obter altas resistências desde as primeiras idades do composto e próximas daquelas atingidas aos 28 dias. Com relação ao agregado miúdo, a areia utilizada foi ensaiada para determinação de sua massa específica aparente, massa unitária e curva granulométrica e a massa específica aparente da areia foi determinada pelo ensaio do frasco de Chapman pelo método NBR 7217:1987⁽⁵⁾, sendo que tais resultados estão registrados na tabela 2, item 3.1. Utilizou-se o aditivo químico superplastificante com base em uma cadeia de éter carboxílico modificado (policarboxilatos), isento de cloretos, compatível com as prescrições da Norma ASTM/C-494 (tipos A e F)⁽⁶⁾, ASTM/ C-1017⁽⁷⁾. Os agregados graúdos foram totalmente substituídos por grãos reciclados aglutinados de polipropileno (GRAPP) cuja curva granulométrica foi obtida por meio do ensaio determinado pela Norma brasileira NBR 7211:83⁽⁸⁾. Neste ensaio, também foi determinada a dimensão máxima característica dos grãos de polipropileno aglutinado reciclado (9,50mm) e seu módulo de finura (5,81) utilizando-se a mesma Norma.

2.2 Dosagem e misturas

Após a caracterização dos materiais, iniciou-se a dosagem das misturas para se determinar o limite de substituição do agregado graúdo (brita) pelo GRAPP considerando a formação de pasta suficiente para se trabalhar com as misturas, a resistência à compressão axial na idade de 7 dias, o aspecto dos compostos resultantes, a necessidade (ou não) de ajuste do traço e seleção das misturas para dar sequência aos ensaios substituindo os corpos de prova cúbicos por corpos-de-prova cilíndricos. Foram desenvolvidas duas séries de misturas além de um traço de referência. A primeira série foi identificada pela letra “P” e numerada sequencialmente de 1 a 10 (P_1 a P_{10}), correspondente às misturas com substituição parcial da areia pelo GRAPP em intervalos de 5% da massa total dos agregados. Desta série, foram descontinuadas as análises das P_8 e P_9 pelo fato de não atingirem a meta de pelo menos 30 MPa em termos de resistência à compressão axial, valor este comum em concretos comerciais convencionais.

2.3 Confeção dos corpos de prova

2.3.1 Corpos-de-prova cúbicos:

Nesta etapa, e para esta série, foram moldados corpos-de-prova cúbicos com arestas na dimensão de 75 mm, partindo-se do traço inicial em massa 1:2 com relação água/cimento (a/c) 0,30 e aditivo superplastificante líquido na proporção de 1% em relação à massa do cimento. A segunda série foi identificada como P_{21} e P_{22} , correspondentes às misturas com substituição total da areia pelo GRAPP sendo seus traços respectivamente 1:0,3 e 1:0,4 mantendo-se as proporções para a relação água/cimento e superplastificante adotados na série A. O traço de referência foi identificado como P_0 . Para iniciar os ensaios de resistência à compressão axial e resistência à tração na flexão, decidiu-se por um traço em massa 1: 2: 0,30 com o aditivo superplastificante a 1% da massa de cimento. Este traço, rico em cimento, foi escolhido com base em duas

premissas:

A primeira, considerando que um traço mais rico poderia compensar a eventual perda destas citadas resistências em função da retirada dos agregados miúdos (parcial e gradativamente) e graúdo (totalmente) e suas respectivas substituições pelos grãos de polipropileno. A segunda considerando a possibilidade de se obter altas resistências à compressão axial e à tração na flexão para evitar que os grãos de plástico se destacassem do concreto em obras prontas na construção civil, ou elementos pré-fabricados, contaminando novamente o meio ambiente com resíduos plásticos. Todas as substituições foram executadas em relação à massa total dos agregados (Coelho) ⁽⁹⁾.

2.3.2 Corpos de prova cilíndricos:

Após os ensaios realizados com os corpos-de-prova cúbicos, foram selecionadas três (03) misturas para os ensaios definitivos. Desta forma, foram moldados duas (02) misturas da Série A (com areia), a saber, P₆ e P₁₀ e uma da Série B (sem areia), P₂₂, sendo mantidos os traços iniciais, sem ajustes. Destas séries foram ensaiados com corpos-de-prova cilíndricos conforme Norma ABNT NBR-5738 ⁽¹⁰⁾, para determinar a resistência à compressão axial e à tração na flexão por meio de vigas prismáticas para ensaio de resistência à tração na flexão. Todos estes ensaios foram realizados com as idades de 7 e 28 dias.

2.3.3 Normas utilizadas na execução dos ensaios:

Os ensaios para a determinação da composição granulométrica, seguiram a Norma NBR 7217:1987⁽⁵⁾. Massa específica aparente dos grãos de polipropileno aglutinado foi por meio do frasco de Chapman, adaptando-a às características do agregado. A determinação da massa unitária em conformidade com a Norma ABNT NBR 7251:1982 ⁽¹¹⁾. A resistência à compressão axial, baseou-se na Norma ABNT NBR 7215:1996 ⁽¹²⁾. A resistência à tração na flexão, orientada pela Norma NBR ABNT 12142:1992 ⁽¹³⁾.

3 | APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

3.1 Caracterização dos materiais

A tabela 1, acima, apresenta os resultados dos ensaios de granulometria da areia e do GRAPP incluindo a determinação da massa específica e massa unitária destes materiais.

Areia				GRAPP			
Dimensão Máxima Característica (mm)	Massa Específica (g/cm ³)	Massa Unitária (g/cm ³)	Módulo de Finura (areia fina)	Dimensão Máxima Característica (mm)	Massa Específica (g/cm ³)	Massa Unitária (g/cm ³)	Módulo de Finura
2,40	2,62	1,39	1,57	9,50	0,93	0,34	5,81

Tabela 1: Caracterização do agregado miúdo(areia) e do GRAPP

A tabela 2 apresenta os traços em massa e respectivas misturas utilizadas nos ensaios laboratoriais para a determinação da resistência à compressão axial e da resistência à tração na flexão para os quais foram preparadas duas séries sendo a “A” (P1 a P10) e série “B” (P21 e P22), com graduações de GRAPP a cada 5%, além do traço de referência.

Características das Amostras e Misturas					Traço em Massa (kg)				
Séries	Misturas	Massa Específica (g/cm ³)	Redução da massa específica relativa a P0 (%)	Substituição da areia pelo GRAPP (%)	Cimento	Areia	GRAPP	Relação a/c	Aditivo
Referência	P0	2,33	0,00	0,00	1,00	0,20	0,00	0,30	0,01
Série A	P1	2,21	5,30	5,00	1,00	0,19	0,01	0,30	0,01
	P2	2,09	10,60	10,00	1,00	0,18	0,02	0,30	0,01
	P3	1,96	15,80	15,00	1,00	0,17	0,03	0,30	0,01
	P4	1,92	17,60	20,00	1,00	0,16	0,04	0,30	0,01
	P5	1,83	21,30	25,00	1,00	0,15	0,05	0,30	0,01
	P6	1,75	24,80	30,00	1,00	0,14	0,06	0,30	0,01
	P7	1,63	30,00	35,00	1,00	0,13	0,07	0,30	0,01
	P10	1,37	41,50	50,00	1,00	0,10	0,10	0,30	0,01
Série B	P21	1,59	31,90	100,00	1,00	0,00	0,30	0,30	0,01
	P22	1,53	34,20	100,00	1,00	0,00	0,40	0,30	0,01

Tabela 2: Características dos traços das misturas com GRAPP

3.2 Análise dos resultados referentes às resistências à compressão axial e tração na flexão dos corpos de prova do tipo P₆.

Após a substituição dos agregados miúdo e grãos por grãos de polipropileno e registrando perdas de 64,48% da capacidade de resistir a compressão axial e perda de menos de 2% de resistência na tração por flexão, o traço P₆ ainda manteve a sua capacidade de resistir aos esforços solicitantes de compressão axial acima de 30 MPa. A tabela 3 permite analisar e concluir que, as misturas de P₃ (cimento 1,00: areia 0,14: GRAPP 0,06: água/cimento 0,30) a P₆ (cimento 1,00: areia 0,14: GRAPP 0,06: água/cimento 0,30) registraram, entre elas, perdas de resistência à compressão axial

inferior a 10%, o que sugere que os grãos, a partir 15% a 30% de adição, oferecem os melhores resultados, em termos desta resistência, nos traços com cimento, areia e GRAPP. O compósito cimentício-polimérico resultante mostrou-se adequado para as aplicações que especificam materiais ou concretos capazes de absorver energia de impactos pois não foram observados lascamentos explosivos à medida em que os corpos de prova atingiam os limites de ruptura nos ensaios laboratoriais de resistência à compressão axial e à tração na flexão fato que indica potencial tenacidade. Com relação às perdas de resistências comparadas ao traço referência (P_0), pode ser considerada normal levando-se em consideração as duas premissas descritas no item 2.3.1. tendo também em vista que um traço rico em cimento CP-V-ARI pode compensar as perdas de resistências impostas pela redução do agregado miúdo e graúdo originárias de rochas ígneas vulcânicas como o granito e o basalto (pedras britadas).

Análise Seletiva dos Corpos de Prova						
Séries	Cúbicos		Cilíndricos			
	Resistência a Compressão Axial (MPa)	Redução da Resistência a Compressão Axial (%)	Resistência a Compressão Axial (MPa)	Redução da Resistência a Compressão Axial (%)	Resistência a Tração na Flexão	Redução da Resistência Tração na Flexão (%)
Referência P0	89,97	0,00	89,97	0,00	5,69	0,00
Série A P6	29,51	-67,20	31,96	-64,48	5,59	-1,76
Série A P10	11,26	-87,48	7,55	-91,61	2,15	-62,04
Série B P22	28,15	-68,71	19,02	-78,86	3,15	-44,64

Tabela 1: Análise dos resultados dos ensaios físico-mecânicos

4 | CONCLUSÕES

O GRAPP, grão reciclado aglutinado de polipropileno pode contribuir para a substituição parcial dos agregados minerais convencionais como a pedra britada e a areia e, quando bem combinados, areia e grãos podem oferecer um pacote granulométrico que se apresenta satisfatoriamente fechado, resultando em resistências mecânicas adequadas a diversas aplicações, em princípio, não estruturais, diminui as densidades aparentes do compósito, apresentou significativo ganho de ductilidade, potencialmente utilizável na produção de componentes construtivos pré-moldados ou pré-fabricados, a reduzindo o consumo de agregados naturais e a possível redução dos custos diretos e dos preços finais de produtos pré-fabricados além de beneficiar diretamente ao meio ambiente em razão de sua reciclagem.

AGRADECIMENTOS

- Às empresas Lafarge-Holcim Cimentos, Neuplast, e BASF Química;

- Equipe de funcionários do Laboratório de Materiais de Construção Civil da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas – FEC/UNICAMP-Campinas e professores e colaboradores da FT/UNICAMP-Limeira.

REFERÊNCIAS

1. ABIPLAST. **Brazilian Plastic Processed and Recycling Industry 2018 Profile – Preview**. Disponível em <http://www.abiplast.org.br/publicacoes/preview-perfil/>. Acesso em 14/04/2019.
2. **Atlas do Plástico: Fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos**. Organização: Marcelo Montenegro, Manoela Vianna, Daisy Bispo Teles. 1. ed. Rio de Janeiro: Fundação Heirich Böll, 2020.
3. AKINYELE, Joseph Olawale (a); SALIM, Ramadhan Wanjala (a); OYETI, Gbolahan (b). **Use of recycled polypropylene grains as partial replacement of fine aggregate in reinforced concrete beams**. (a) Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and the Built Environment, Tshwane University of Technology, Pretoria, South Africa, (b) Department of Civil Engineering, Federal University of Agriculture, Abeokuta, 0022 Nigeria Received 28 May 2015; accepted 06 July 2015.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5733**: Cimento Portland de Alta Resistência Inicial. Rio de Janeiro, 1991.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-7217**: agregado: determinação da composição granulométrica: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1987b.
6. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, **ASTM C-494**: Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete, USA, 2004.
7. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, **ASTM C1017 / C1017M-98**, Standard Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete, ASTM International, West Conshohocken, PA, 1998.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: agregados para concreto: especificação. Rio de Janeiro, 1983.
9. COELHO, R. T. **Contribuição ao estudo da aplicação de materiais alternativos nos compósitos à base de cimento Portland; uso de grão de polipropileno reciclado em substituição aos agregados de concreto**. Campinas: FEC/UNICAMP. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2005.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: moldagem e cura de corpos-de-prova de concreto, cilíndricos ou prismáticos: procedimento. Rio de Janeiro, 1984.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-7251**: agregado em estado solto: determinação da massa unitária: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1982b.
12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos de concreto: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1980.
13. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-12142**: concreto: determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1992.



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/>

