



7º ENCONTRO NACIONAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO



7º ENCONTRO NACIONAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO

PROMOÇÃO



PATROCINADORES



APOIO



ORGANIZAÇÃO



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Imagens da capa

Agência Preview - Banco de Imagens

Edição de arte

Silvia Trein Heimfarth Dapper

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

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

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

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

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

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

7º Encontro Nacional de Aproveitamento de Resíduos na Construção

Diagramação: Camila Alves de Cremo

Indexação: Gabriel Motomu Teshima

Revisão: Os autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

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

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

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

CDD 690

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2021



Declaração dos autores

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



Declaração da editora

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



Apresentação

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



Agradecimentos

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

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

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

Ao Sinduscon-RS, pelo apoio e divulgação.

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

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

Nosso muito obrigado a todos.

PROMOÇÃO



PATROCINADORES



APOIO



ORGANIZAÇÃO





Comissão organizadora local

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





Comitê científico

Profa. Luciana Cordeiro (UFPA) – Comissão coordenadora

Profa. Sofia Bessa (UFMG) – Comissão coordenadora

Revisores

Abrahão Bernardo Rohden (FURB)

Adeildo Cabral (IFCE)

Adriana Gumieri (UFMG)

Aline Barboza (UFAL)

Ana Paula Maran (UFMS)

Ana Paula Milani (UFMS)

Anderson Muller (IFSC)

Andrea Franco (UFMG)

Ariane P. Rubin (UFSC)

Carina Stolz (FEEVALE)

Carlos Eduardo Marmorato (UNICAMP)

Cláudia Ruberg (UFPB)

Cláudio Kazmierczak (UNISINOS)

Dóris Bragança (UFRGS)

Edna Possan (UNILA)

Eduardo Grala (UFPEL)

Eduardo Polesello (FEEVALE)

Elaine Antunes (UNESC)

Fabiano Pereira (UNESC)

Fabriccio Almeida (SENAI)

Feliciane Brehm (UNISINOS)

Felipe Moreira (UFPA)

Felipe Reis (IFPA)

Fernanda Costa (UFRB)

Fernando Almeida (UFMG)

Fernando José (UFMG)

Geilma Vieira (UFES)

Giselle Reis (SERG/RS)

Glaucinei Correa (UFMG)

Guilherme Brigolini (UFOP)

Guilherme Cordeiro (UENF)

Isaura Paes (UFPA)

Janaíde Rocha (UFSC)

Jardel Gonçalves (UFBA)

João Adriano Rossignolo (USP)

Juliana Moretti (UNIFESP)

Luciana Cordeiro (UFPA)

Lucimara Leal (IFPA)

Luiz Maurício Maués (UFPA)

Luizmar Lopes (UPF)

Marcelo Massulo (UFPA)

Marcelo Picanço (UFPA)

Márcia França (UFMG)

Maria Teresa Aguilar (UFMG)

Marlon Longhi (UFRGS)

Maurício Pina (UFPA)

Maurilio Pimentel (UFPA)

Mirna Gobbi (PROARQ/UFRJ)

Mônica Leite (UEFS)

Muriel Froener (UCSul)

Patrícia Chaves (IFPA)

Patrícia Lovato (UPF)

Paulo Gomes (UFAL)

Rafael Mascolo (UNIVATES)

Ricardo Girardi (PUCRS)

Richard Lermen (IMED)

Risete Braga (UFPA)

Robson Fernandes (UFPA)

Rodrigo Silva (IMED)

Sabino Alves (UNIFESSPA)

Sandra Oda (UFRJ)

Sofia Bessa (UFMG)

Talita Miranda (UFMG)

Teresa Barbosa (UFJF)

Thiago Braga (UFPA)

Thiago Melo Grabojs (UFRJ)

White dos Santos (UFMG)

SUMÁRIO

ÁREA 1 - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE MATERIAIS, COMPONENTES, ELEMENTOS E SISTEMAS COM APLICAÇÃO DE RESÍDUOS

CAPÍTULO 1.....1

PREVISÃO DO IMPACTO DA ADIÇÃO DE RESÍDUO DE BORRACHA DE PNEU NO DESEMPENHO MECÂNICO DO CONCRETO

MEDEIROS; Victor Amadeu Sant' Anna; CRUZ; Bruna Ramos de Souza; ALCAZAS; Juliana Carrasco; MILANI; Ana Paula da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108111>

CAPÍTULO 2.....9

PROPRIEDADES REOLÓGICAS E HIDRATAÇÃO DE PASTAS DE CIMENTOS TERNÁRIOS CONTENDO RESÍDUOS DE MÁRMORE, PORCELANATO, BLOCO CERÂMICO E FOSFOGESSO

COSTA; Ana Rita Damasceno; GONÇALVES; Jardel Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108112>

CAPÍTULO 3.....17

OTIMIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DE MOAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA APLICAÇÃO COMO MATERIAIS CIMENTÍCIOS SUPLEMENTARES

COSTA; Ana Rita Damasceno; GONÇALVES; Jardel Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108113>

CAPÍTULO 4.....26

EFEITO DA SÍLICA ATIVA NA MITIGAÇÃO DA REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO ATRAVÉS DO MÉTODO ACELERADO EM BARRAS DE ARGAMASSAS

CRUZ DA SILVA ARAUJO; Juliene; PEREIRA BONFIM; Francirene; PEREIRA GOUVEIA; Fernanda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108114>

CAPÍTULO 5.....33

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA MOAGEM DO RESÍDUO DE FCC NA HIDRATAÇÃO INICIAL DO CIMENTO POR CALORIMETRIA ISOTÉRMICA

OLIVEIRA; Josinorma Silva de; ANDRADE; Heloysa Martins Carvalho, GONÇALVES; Jardel Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108115>

CAPÍTULO 6.....	42
MÉTODO DE RIETVELD PARA QUANTIFICAÇÃO DE FASES EM RESÍDUOS PARA USO COMO MATERIAIS CIMENTÍCIOS SUPLEMENTARES (MCS)	
MATOS; Samile Raiza Carvalho; COSTA; Ana Rita Damasceno; OLIVEIRA; Josinorma Silva de; MACIEL; Kuelson Rândello Dantas; GONÇALVES; Jardel Pereira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108116	
CAPÍTULO 7.....	51
AVALIAÇÃO DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DE MISTURAS SOLO-RESÍDUO VISANDO A UTILIZAÇÃO COMO BARREIRAS IMPERMEÁVEIS EM ATERROS SANITÁRIOS	
BRESSAN JUNIOR; José C.; ZAMPIERI; Lucas Q.; NIENOV, Fabiano A.; LUVIZÃO, 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.; SUZUKI, Seiiti; KIRCHHEIM; Ana Paula	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108118	
CAPÍTULO 9.....	66
INFLUÊNCIA DO RESÍDUO DE CERÂMICA VERMELHA EM ARGAMASSAS NA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO OU DO CIMENTO	
TORRES; Ariela da Silva; PINZ; Francielli Priebbernow; PALIGA; Charlei Marcelo	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108119	
CAPÍTULO 10.....	73
DESEMPENHO TÉRMICO DE ARGAMASSAS PRODUZIDAS COM RESÍDUOS DA MINERAÇÃO E SIDERURGIA	
BARRETO; Rodrigo Rony; MENDES; Vitor Freitas; FARDIN; Wellington; SANTANA; Vanessa Pereira; MENDES; Julia Castro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081110	
CAPÍTULO 11.....	81
CARBONATAÇÃO NATURAL EM CONCRETO COM RESÍDUO DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM SUBSTITUIÇÃO AO AGLOMERANTE	
COSTA; Vitória Silveira da; TEIXEIRA; Fernando Ritiéle; PALIGA; Charlei Marcelo; TORRES; Ariela da Silva	

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081111>

CAPÍTULO 12.....88

INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA DO ARGILITO NAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE MATRIZES CIMENTÍCIAS

SILVA; Thaís; BERSCH; Jéssica; ANDRADE NETO; José; MASUERO; Angela; DAL MOLIN; Denise

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081112>

CAPÍTULO 13.....95

EFEITO DA ADIÇÃO DE CINZA DE OLARIA NO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA DE SOLO ARGILOSO DA REGIÃO DE GUARAPUAVA-PR

KADLOBICKI; Lucas; TRENTO; Vanderlei; PAULINO; Rafaella Salvador; DA SILVA; Sauana Centenaro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081113>

CAPÍTULO 14.....103

ANÁLISE CRÍTICA DOS MÉTODOS DE SEPARAÇÃO DE AGREGADOS DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) BASEADA EM CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DE CONCRETOS RECICLADOS

FERREIRA; Guilherme de Andrades; NEUMANN; Isadora Sampaio; SANTOS; Iago Lopes; DAL MOLIN; Denise Carpena Coitinho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081114>

CAPÍTULO 15.....111

CINZA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR DE ELEVADA REATIVIDADE PRODUZIDA VIA FRACIONAMENTO DENSIMÉTRICO E MOAGEM ULTRAFINA

LINHARES, Beatriz Dias Fernandes; LEMOS, Mônica Nunes; CORDEIRO, Guilherme Chagas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081115>

CAPÍTULO 16.....119

GEOPOLÍMERO A BASE DE METACAULIM: MEDIDAS DE IMPEDÂNCIA ELETROQUÍMICA E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

COSTA, Rayara Pinto; PY, Lucas Goldenberg; SACARDO, Lucas Eduardo Perin; LONGHI, Marlon Augusto; KIRCHHEIM, Ana Paula

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081116>

CAPÍTULO 17	127
AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO E ENDURECIDO DE ARGAMASSAS PRODUZIDAS COM RESÍDUOS DE POLIPROPILENO TRITURADO	
GARCIA; Adson de Sousa; SILVA; Barbara Cristina Soares; JÚNIOR; Paulo Sergio Barreiros de Leão; SOUZA; Grazielle Tigre de	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081117	
CAPÍTULO 18	134
ANÁLISE EXPERIMENTAL DO DESEMPENHO DE ARGAMASSAS UTILIZANDO RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE CELULOSE (DREGS E GRITS)	
ALVARENGA; Bruno Medeiros de; FALCÃO; Juliane Rodrigues; TESSARO; Alessandra Buss; MATTOS; Flávia Costa de	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081118	
CAPÍTULO 19	142
CARBONATAÇÃO DE ARGAMASSAS MISTAS PRODUZIDAS COM REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO	
HERMENEGILDO, Gabriela C.; CARNEIRO, Gisele O. P.; NOGUEIRA, Júlia A. W.; BEZERRA, Augusto C., BESSA, Sofia A. L.	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081119	
CAPÍTULO 20	150
EFEITO DE UMA RESINA POLIMÉRICA NA ABSORÇÃO DE PEDRAS ARTIFICIAIS DE CALCÁRIO LAMINADO	
BEZERRA; Ana Karoliny Lemos; SILVA; Leonária Araújo; ARAÚJO; Lucas Benício Rodrigues; CABRAL; Antonio Eduardo Bezerra	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081120	
CAPÍTULO 21	158
CARACTERIZAÇÃO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ (CCA) GERADA EM LEITO FLUIDIZADO	
PAGLIARIN; Karine; JORDANI; Bárbara; KOPPE; Angélica	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081121	
CAPÍTULO 22	166
INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE SUBPRODUTOS NA DISPERSÃO DE PARTÍCULAS DE CIMENTO	
MARTINS; Julia; ROCHA; Janaíde	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081122	

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

ÁREA 2 - DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS COM RESÍDUOS

CAPÍTULO 29.....216

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

ROSA; Laura Pereira; HALTIERY; Diego Santos; PEREIRA; Fabiano Raupp; ANDRADE; Lucimara Aparecida Schambeck

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

CAPÍTULO 30.....224

INFLUÊNCIA DA MAGNETITA E DA BARITA EM MATRIZES CIMENTÍCIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

MAZZARO; Filipe S.; ALVES; Jordane G.S.; ALMEIDA; Fernando C.R.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081130>

CAPÍTULO 31.....232

UTILIZAÇÃO DE CINZA PESADA DE BIOMASSA DE PINUS TAEDA COMO SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND NO CONCRETO CONVENCIONAL

BARCAROLI; Bruno Crimarosti; SALAMONI; Natália; ROHDEN; Abrahão Bernardo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081131>

CAPÍTULO 32.....240

ANÁLISE DA POTENCIALIDADE DO USO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO AGREGADO GRAÚDO NA PRODUÇÃO DE BLOCOS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO

REUPS; José Eduardo Angeli; NIEMCZEWSKI; Juliana Alves Lima Senisse

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081132>

CAPÍTULO 33.....248

AVALIAÇÃO DO USO DO PÓ DE RETIFICA PARA APLICAÇÃO EM CAMADAS DE PAVIMENTAÇÃO

AVERNA; Larissa Bertho; MATTEDI; Carolina Vieira; DE ABREU; Victor Barreto; CONTINI; Paulo Victo Matiello; MARIANI; Bruna Bueno

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081133>

CAPÍTULO 34.....256

CRIAÇÃO DE REVESTIMENTOS BIOINSPIRADOS A PARTIR DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO

MENEGUEL, Carolina Frota; DAPPER, Silvia Trein Heimfarth

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081134>

CAPÍTULO 35.....264

CONSTRUÇÃO DE QUIOSQUES COM TUBOS DE PAPELÃO EM EVENTOS TEMPORÁRIOS

DIAS; Nathalia Schimidt; SALADO; Gerusa de Cássia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081135>

CAPÍTULO 36.....272

REUTILIZAÇÃO DE AREIA DE FUNDIÇÃO EM ARGAMASSAS

MARAN, Ana PauLa; MENNA BARRETO, Maria Fernanda; MASUERO, Angela Borges;
DAL MOLIN, Denise Carpena Coitinho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081136>

CAPÍTULO 37.....281

CINZAS DE BIOMASSA GERADAS NA AGROINDÚSTRIA DE MALTE: CARACTERIZAÇÃO E USO EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO MIÚDO EM ARGAMASSAS

DA SILVA; Sauana Centenaro; DA SILVA; João Adriano Godoy; PAULINO; Rafaella Salvador

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081137>

CAPÍTULO 38.....289

UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS DE RCD EM SUBSTITUIÇÃO TOTAL AOS NATURAIS PARA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETOS ADENSADOS DE FORMA MANUAL E MECÂNICA

SARTORE; Igor Carlesso; PAULINO; Rafaella Salvador; TORALLES; Berenice Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081138>

CAPÍTULO 39.....297

INFLUÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DA AREIA NATURAL POR PÓ DE PEDRA EM TUBOS DE CONCRETO

COLONETTI; Luís Gustavo Vieira; PIROLLA; Douglas Leffa; PIVA; Jorge Henrique;
MACCARINI; Helena Somer; WANDERLIND; Augusto; ANTUNES; Elaine Guglielmi Pavei

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081139>

CAPÍTULO 40.....305

PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE CIMENTO E AGREGADO POR CINZAS DE CARVÃO VAPOR

PADILHA; Lilian; PIROLLA; Douglas Leffa; PIVA; Jorge Henrique; SAVI; Aline Eyng;
WANDERLIND; Augusto; ANTUNES; Elaine Guglielmi Pavei

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081140>

CAPÍTULO 41..... 312

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

SCHILLER; Ana Paula Sturbelle; PALIGA; Charlei Marcelo; TORRES; Ariela da Silva

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

CAPÍTULO 42..... 319

PAINÉIS AGLOMERADOS HOMOGÊNEOS DE MADEIRA PRODUZIDOS COM PINUS, PALHA DE MILHO, POLIETILENO TEREFTALATO E POLIURETANO DERIVADO DE ÓLEO DE MAMONA

SOUZA; Matheus; CAZELLA; Pedro H. S.; RODRIGUES; Felipe R.; PEROSSO; Marjorie B. S.; SILVA; Sérgio A. M.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081142>

CAPÍTULO 43..... 327

ESTUDO DO EMPREGO DE AGREGADOS CERÂMICOS EM CONCRETO PERMEÁVEL

STRIEDER; Helena L.; DUTRA; Vanessa F. P.; GRAEFF; Ângela G.; MERTEN; Felipe R. M.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081143>

CAPÍTULO 44..... 335

PRODUÇÃO DE PISOS INTERTRAVADOS EM ESCALA INDUSTRIAL COM A INCORPORAÇÃO DE AREIA DE FUNDIÇÃO

GHISLENI; Geisiele; LIMA; Geannina Terezinha dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081144>

CAPÍTULO 45..... 343

APLICAÇÃO DE RESÍDUOS DA REGIÃO AMAZÔNICA EM ÁLCALI-ATIVADOS VISANDO O SEU USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

RIBEIRO; Rafaela Cristina Alves; CAMPOS; Patrick Cordeiro; BRITO; Woshington da Silva; PICANÇO; Marcelo Souza; GOMES-PIMENTEL; Maurílio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081145>

CAPÍTULO 46..... 350

ESTUDO EXPERIMENTAL DE ARGAMASSAS COM RESÍDUO DE CINZA VOLANTE DE

MINÉRIO DE CARVÃO EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO MIÚDO

BICA; Bruno O.; PADILHA; Francine; ROCHA; Janaíde; GLEIZE; Philippe

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081146>

CAPÍTULO 47.....358

ANÁLISE DA SUBSTITUIÇÃO DO AGREGADO MIÚDO QUARTZOSO POR AGREGADO MIÚDO DE BRITAGEM DE ROCHA BASÁLTICA EM CONCRETO

WALKER; Wesley Ramon; MEINHART; Alice Helena; ARNOLD; Daiana Cristina Metz; DIAS; Letícia Andriolli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081147>

CAPÍTULO 48.....365

AVALIAÇÃO DO RESÍDUO DE ARENITO COMO AGREGADO MIÚDO EM MATRIZ DE ARGAMASSA

MARIO, Mauro; GIORDANI, Caroline; MASUERO, Angela Borges; DAL MOLIN, Denise Carpena Coitinho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081148>

CAPÍTULO 49.....373

O RESÍDUO DE NIÓBIO E SUAS POTENCIAIS APLICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

ALVES; Jordane G.S.; MAZZARO; Filipe S.; ALMEIDA; Fernando C.R.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081161>

CAPÍTULO 50.....380

PAINÉIS DE PARTÍCULAS DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS PRODUZIDOS PARA NÚCLEO DE PAINEL SANDUÍCHE

PEREIRA; Alexandre Rosim; ROSSIGNOLO; João Adriano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081150>

ÁREA 3 - GESTÃO DE RESÍDUOS

CAPÍTULO 51.....388

IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CAMPO GRANDE – MS

PUPIN; Nayara Severo; MAIA; Johnny Hebert de Oliveira; MILANI; Ana Paula da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081151>

CAPÍTULO 52.....395

O CICLO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA UFRGS

ANTUNES; Giselle Reis; RODRIGUES; Eveline Araujo; SIMONETTI; Camila

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081152>

CAPÍTULO 53.....403

ANÁLISE SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE PORTO ALEGRE/RS

ROCHA, Paulyne Vaz; SOUZA; Ana Lilian Brock de; PETRY, Natália dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081153>

CAPÍTULO 54.....412

ANÁLISE DO PLANO DE GESTÃO MUNICIPAL INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE RIO BRANCO – AC, SOB A ÓTICA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

VIANA; Tiago H. da Costa; MONTEIRO; Késsio Raylen; SEGOBIA; Pedro Bomfim

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081154>

ÁREA 4 - ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA

CAPÍTULO 55.....420

VALORIZAÇÃO DE RESÍDUO AGROINDUSTRIAL COMO SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND EM FIBROCIMENTOS

BASSAN DE MORAES; Maria Júlia; SOARES TEIXEIRA; Ronaldo; PROENÇA DE ANDRADE; Maximiliano; MITSUUCHI TASHIMA; Mauro; ROSSIGNOLO; João Adriano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081155>

CAPÍTULO 56.....428

PROJETO SARGOOD: VALORIZAÇÃO DO *SARGASSUM* NA CONSTRUÇÃO CIVIL

ROSSIGNOLO, João Adriano; BUENO, Cristiane; DURAN, Afonso Jose Felicio Peres; LYRA, Gabriela Pitolli; ASSUNÇÃO, Camila Cassola; GAVIOLI, Leticia Missiato; MORAES, Maria Julia Bassan; NASCIMENTO, João Lucas Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081156>

CAPÍTULO 57.....436

VALORIZAÇÃO DO CAULIM FLINT COMO MATERIAL CIMENTÍCIO SUPLEMENTAR (MCS)

MEDEIROS; Matheus Henrique Gomes de; MATOS; Samile Raiza Carvalho; DESSUY; Thainá Yasmin; MASUERO; Angela Borges; DAL MOLIN; Denise Carpena Coitinho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081157>

ÁREA 5 - AVALIAÇÃO AMBIENTAL E DO CICLO DE VIDA

CAPÍTULO 58.....443

AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES DE CO₂ DE PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEÁVEL: COMPARAÇÃO ENTRE O USO DE AGREGADOS DE RCD E NATURAIS

CASARIN; Roberta P.; ARAGÃO; Lucas C.; ZAPPE; Anna Paula S. ; THOMAS; Mauricio; PASSUELO; Ana Carolina B.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081158>

CAPÍTULO 59.....451

O IMPACTO AMBIENTAL DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOB A VISÃO DO CICLO DE VIDA

KONZEN; Bárbara Anne Dalla Vechia; PEREIRA; Andréa Franco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081159>

CAPÍTULO 60.....462

PEGADA DE CARBONO DE CONCRETOS AUTOADENSÁVEIS PRODUZIDOS COM FINOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

FERREIRA; Luiza de Souza; DESSUY; Thainá Yasmin; GLITZEHNIRN; Claudia; PASSUELLO; Ana; MASUERO; Angela Borges

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081149>

CAPÍTULO 61.....468

AVALIAÇÃO DOS PARAMETROS SUSTENTÁVEIS PARA PAVERS CONFECCIONADOS COM RESÍDUOS INDUSTRIAIS

ALTOÉ; Silvia Paula Sossai; GOÉS; Isadora; ROTTA; José Venancio Pinheiro; BORIN; Mateus Roberto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081160>



ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA MOAGEM DO RESÍDUO DE FCC NA HIDRATAÇÃO INICIAL DO CIMENTO POR CALORIMETRIA ISOTÉRMICA

<https://doi.org/10.22533/at.ed.8192108115>

OLIVEIRA; JOSINORMA SILVA DE¹; ANDRADE; HELOYSA MARTINS CARVALHO¹, GONÇALVES; JARDEL PEREIRA¹

¹UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, CENTRO INTERDISCIPLINAR DE ENERGIA E AMBIENTE.
E-MAIL DO AUTOR CORRESPONDENTE: JOSINORMA.ESA@GMAIL.COM

RESUMO: Este trabalho avalia a influência da moagem em moinho de bolas planetário em diferentes tempos, nas propriedades físicas, química e mineralógicas de um resíduo oriundo do processo de craqueamento catalítico em leito fluidizado (FCC). As pastas foram preparadas, substituindo 15% a massa de cimento pelo resíduo. A relação água/sólidos foi de 0,5. O processo de hidratação foi avaliado por calorimetria isotérmica durante os primeiros três dias de hidratação. A caracterização das pastas também foi avaliada por TG/DTG. Os resultados mostraram que a moagem do resíduo melhora sua reatividade nas pastas cimentícias, favorecendo não só a atividade pozolânica, como também a ação nucleante.

PALAVRAS-CHAVES: Moagem, Ecat, hidratação, calorimetria, análise térmica.

ABSTRACT: This work evaluates the influence of milling in a planetary ball mill at different times, on the physical, chemical and mineralogical properties of a residue from the Fluidized Catalytic Cracking (FCC) process. The pastes were prepared, replacing 15% of the cement mass with the residue. The water/solids ratio was 0.5. The hydration process was evaluated by isothermal calorimetry during the first three days of hydration. Paste characterization was also evaluated by TG/DTG. The results showed that the milling of the residue improves its reactivity in cementitious pastes, favoring not only pozzolanic activity, but also nucleating action.

KEYWORDS: Milling, Ecat, hydration, calorimetry, thermal analysis.

1 | INTRODUÇÃO

Durante o processo de craqueamento catalítico em leito fluidizado (FCC), as refinarias de petróleo utilizam catalisadores zeolíticos com elevado teor de sílica e alumina com a finalidade de produzir derivados de maior valor agregado, como a gasolina. Com o uso contínuo, esses catalisadores diminuem sua eficiência sendo parcialmente substituídos por novos, gerando assim um rejeito, comumente denominado catalisador de equilíbrio (Ecat). Com a crescente demanda pelos subprodutos do petróleo, cresce também a geração deste resíduo ^[1].

Os trabalhos com uso do resíduo de FCC em pastas de cimento tem sido desenvolvidos com o Ecat original não moído^[2-5]. Nestas aplicações a ação pozolânica é favorecida quando o aditivo tem faixa de tamanhos de partículas próxima à do cimento,

o que permite uma melhor mistura e maior contato com os produtos de hidratação [6]. Estudos envolvendo a influência do tamanho das partículas de outros materiais pozolânicos foram realizados por Zhao et al. [7], em que avaliaram a influência da moagem em diferentes períodos nas características pozolânicas das cinzas volantes de leito fluidizado circulante (CFA) e perceberam que a atividade de reação pozolânica do CFA moído foi aprimorada com o aumento do tempo de moagem a partir dos resultados experimentais do calor de hidratação.

Neste contexto, o presente estudo tem o propósito de verificar a influência do tamanho das partículas do Ecat, após ser moído por tempos diferentes, nas etapas iniciais de hidratação de um cimento Portland classe especial para poços de petróleo, através das técnicas de calorimetria isotérmica e termogravimetria (TG e DTG). A estratégia de utilizar este tipo de cimento, se deve ao fato, deste ser composto basicamente por clínquer e gipsita, permitindo o estudo da influência de sua substituição pelo Ecat, sem que haja interferência de outros materiais agregados.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O resíduo (Ecat) foi proveniente de uma refinaria de petróleo brasileira. Foi utilizado o Cimento Portland para Poços de Petróleo (CPP), regulamentado pela NBR 9831/08^[8]. Foi realizado um estudo de moagem, para definir os melhores parâmetros (frequência de rotação, diâmetro das esferas, teor de dispersante e tempo de moagem), em um moinho de bolas planetário (*PM 100*). As moagens foram realizadas a seco em frasco de 500 mL, o volume de amostra fixado em 75 mL, deixando livre um terço do volume do frasco, conforme recomendações do fabricante [9].

O cimento (CPP) e todas as amostras de Ecat tiveram a granulometria determinada através de um difratômetro a laser (*Mastersizer 3000*). A massa específica foi medida através de um picnômetro (*Micromeritics AccuPyc II 1340*). A composição química foi determinada por fluorescência de raio-X (*S8-Tiger da Bruker*). As fases cristalinas por difração de raios X, em um difratômetro (*Bruker -radiação CuK α*). As análises térmicas por TG/DTG (*STD Q600 - TA Instruments*) foram realizadas utilizando o nitrogênio como gás de purga com vazão de 100 ml.min⁻¹ com isoterma à 35°C e taxa de aquecimento de 10°C.min⁻¹ até 1000°C [10].

Para avaliar a influência da moagem do resíduo, na hidratação das pastas, o teor de substituição foi mantido em 15% e a relação água/sólidos de 0,5. As pastas foram preparadas, utilizando as amostras do Ecat original e moído em diferentes tempos, e uma de referência, contendo apenas cimento e água, sendo então denominadas respectivamente por E0, E1, E3, E5 e E10 e Ref.

A análise das reações iniciais das pastas, foi realizada por calorimetria isotérmica durante as primeiras 72h de hidratação, em temperatura constante à 30°C. Os ensaios foram realizados em um calorímetro isotérmico (*TAM Air -TA instruments*). A referência inerte utilizada foi uma areia quartzosa seca [11]. Para as análises térmicas, as pastas foram preparadas nas mesmas condições e idade da calorimetria, sendo mantidas em sacos de polietileno selados desde sua preparação até análise. Para quantificação das perdas de massa de cada fase por meio das curvas TG, utilizou-se o método proposto por Dweck et al. [10], com base à massa calcinada.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estudo dos parâmetros de moagem

Os parâmetros de moagem foram avaliados baseado nos seguintes princípios: *i)* otimização na redução do tamanho das partículas do resíduo; *ii)* baixo consumo de energia e *iii)* menor consumo de aditivos. A Figura 1 apresenta as curvas de distribuição granulométricas de cada parâmetro, as curvas destacadas em vermelho, foram as consideradas melhores condições. No estudo da frequência de rotação (Figura 1-a), verificou-se que, o aumento da velocidade de 200 para 300 rpm ocasionou um aumento significativo no rendimento da moagem. Por outro lado, quando elevado para 400 rpm, o aumento no rendimento não foi proporcional. A partir destes resultados, a frequência de rotação foi determinada em 300 rpm. Na (Figura 1-b) os resultados mostram que, utilizando as esferas de 5 mm obteve melhor rendimento. A Figura 1-c, mostra que o uso de diferentes teores de dispersante (propilenoglicol), não acarretou mudanças significativas, sendo desnecessária a sua utilização.

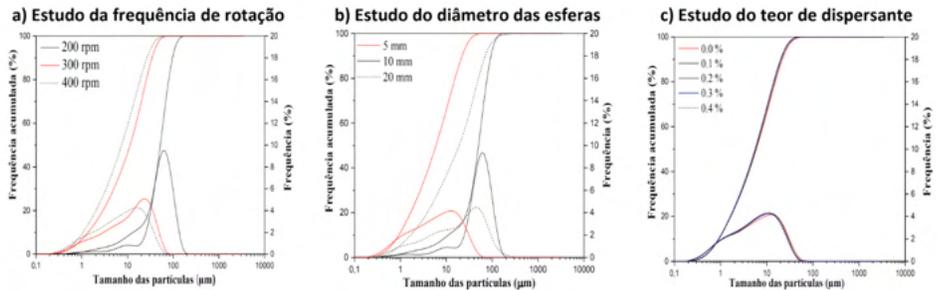


Figura 1- Curvas de distribuição granulométricas dos parâmetros avaliados no estudo de moagem

3.2 Caracterização dos materiais e influência da moagem

A Figura 2 apresenta as curvas de distribuição granulométrica do Cimento (CPP), e das amostras do resíduo nomeados de acordo com o tempo de moagem, respectivamente por Ecat-0, Ecat-1, Ecat-3, Ecat-5 e Ecat-10. É possível notar nitidamente a diferença do tamanho das partículas entre o resíduo não moído (Ecat-0) e o cimento (CPP), pelo afastamento, a esquerda, da curva de frequência acumulada. Observa-se que a moagem acima de 3 minutos, reduziu a granulometria, de maneira tal, que 100% das partículas do Ecat tornaram-se inferiores às do cimento. As curvas de frequência (Figura 2) mostram como as partículas estão distribuídas. Nota-se que o Ecat-0 apresenta uma curva mais estreita, com os diâmetros variando em menor intervalo, indicando maior uniformidade de tamanhos da amostra. Já para as amostras moídas a partir de 3 minutos, bem como a do cimento, observa-se o aumento do intervalo de variação dos diâmetros, o que favorece o melhor empacotamento das partículas ^[6].

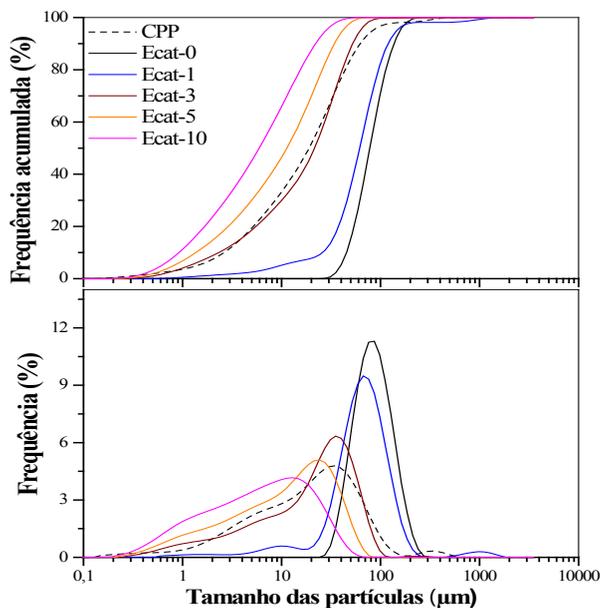


Figura 2- Curvas de distribuição granulométricas dos materiais

A Tabela 1 apresenta a composição química em óxidos do Cimento (CPP), resíduo não moído (Ecat-0) e o resíduo moído por maior tempo (Ecat-10). Estes foram corrigidos com a perda ao fogo (P.F), obtida a partir das análises térmicas. O CPP apresentou estabilidade térmica com perda de apenas 1.47%, e constituído basicamente pelo óxidos do clínquer e da gipsita, composição que favorece o estudo da influência de sua substituição por Ecat sem que haja interferência de outros materiais agregados. As amostras Ecat-0 e Ecat-10 tem respectivamente 89.28% e 89.17% de sua composição formada por SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 , atendendo quimicamente as exigências para materiais pozolânicos [12]. Os resultados também evidenciam que a moagem não acarretou mudanças significativas na sua composição.

	CaO (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SO ₃ (%)	MgO (%)	La ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	NiO (%)	V ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	Out (%)	*P.F (%)
CPP	60.38	20.59	3.83	4.66	3.29	-	3.48	-	-	1.18	1.12	1.47
Ecat-0	0.10	44.91	43.45	0.14	-	3.15	0.92	0.69	0.57	0.10	2.37	3.61
Ecat-10	0.10	43.74	44.52	0.12	-	3.12	0.91	0.65	0.57	0.09	2.23	3.96

*P.F = Perda ao Fogo – Obtida por TG

Tabela 1: Composição química do cimento, Ecat-0 e Ecat-10

Na Figura 3 é apresentada a composição mineralógica do Cimento, Ecat-0,

Ecat-3 e Ecat-10. Os difratogramas das amostras do resíduo mostram que, o tempo de moagem não acarretou mudanças nas fases cristalinas do resíduo, fato observado pela sobreposição dos difratogramas, com os picos encontrados nos mesmos valores de 2θ . Para todas as amostras, as principais fases cristalinas identificadas foram o silicato de alumínio (SiA) e o óxido de alumínio (AlO). Observa-se também que o Ecat é um material razoavelmente amorfo, visto apresentar um baixo e largo halo nos respectivos difratogramas. No difratograma do CPP (Figura 3), foram identificadas as principais fases do cimento Portland: C_3A , C_2S , C_3S e C_4AF ^[13]. Dentre essas, verifica-se uma predominância nas fases C_3S e C_2S . Além dessas fases, foi identificada a presença da gipsita (G), adicionada ao cimento no momento da moagem.

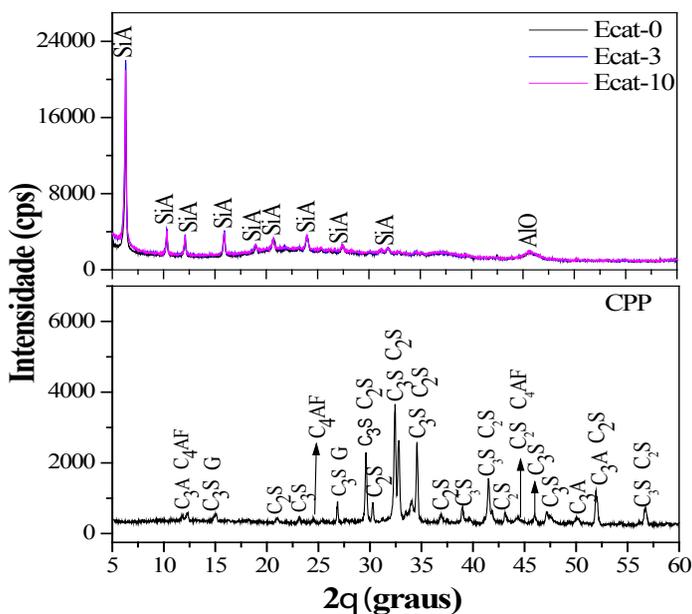


Figura 3: Difratogramas do cimento (CPP) e das amostras Ecat-0, Ecat-3 e Ecat-10

3.3 Influência do tamanho de partículas no calor de hidratação

A Figura 4 mostra a evolução das curvas de fluxo de calor das pastas, normalizadas pela massa de cimento, obtidas por calorimetria isotérmica, das pastas contendo Ecat com diferentes tempos de moagem e da pasta de referência.

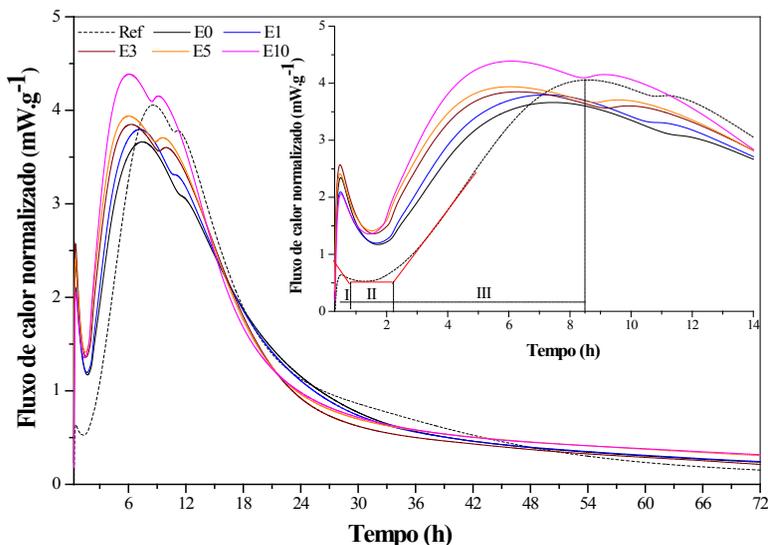


Figura 4 - Curvas da evolução do fluxo de calor das pastas

Para melhor visualização dos períodos iniciais do processo de hidratação de cada amostra, são mostradas também as primeiras 14 horas, exemplificando, na curva de referência, como o período de indução (II) foi determinado, e conseqüentemente, o tempo de pré-indução (I) e o tempo do período de aceleração (III). O primeiro evento térmico observado corresponde ao período de pré-indução (I) que tem como característica a dissolução e dissociação de espécies iônicas na fase líquida e formação de fases hidratadas como a etringita e uma pequena fração da tobermorita^[14]. Nota-se que, as amostras contendo o resíduo tiveram esse período estendido quando comparado a amostra de referência, e maior liberação calor. Esse fato indica maior formação de etringita, que pode ter sido causado por uma ação nucleante do Ecat, que quanto mais fino gera mais núcleos de precipitação das fases que se formam^[15].

Na seqüência, ocorre o período de indução (II), onde a etringita formada na etapa anterior recobre as partículas de cimento não hidratadas diminuindo a taxa de hidratação e em conseqüência, o fluxo de calor resultante^[14]. Nas pastas contendo Ecat, um menor teor de cimento, contribui para que se reduza esse período. Ao fim do período de indução, a concentração crítica de íons leva à retomada das reações de hidratação ocasionando um aumento na taxa de liberação de calor, ocorrendo o período de aceleração (III). Neste período, ocorre majoritariamente a hidratação do silicato tricálcico (C_3S) formando hidróxido de cálcio e tobermorita, que confere rigidez ao cimento hidratado^[6,14].

Analisando Figura 4, percebe-se que a presença do Ecat, para todos os casos, reduz o período de aceleração quando comparado com a amostra de referência, e que quanto menores as partículas do resíduo, mais rápido é atingido o pico máximo da reação. Para a amostra E10 além de atingir o pico máximo cerca de 2.55 horas antes da

amostra de referência, também apresentou maior fluxo de calor. Esses fatos, em uma primeira análise, podem ser decorrentes do efeito nucleante das partículas do Ecat, que aumenta com o grau de moagem, como da reação pozolânica de Ecat com o hidróxido de cálcio formado ^[14].

3.4 Influência da moagem do Ecat na hidratação das pastas

A Figura 5 mostra as curvas TG e DTG na base da massa inicial de cimento. A pasta de referência apresentou uma massa calcinada em 1000°C de 98.54%, sendo a mesma obtida no cimento anidro (CPP), pois a pasta hidratada composta apenas por cimento e água, ao final da análise térmica tem a mesma composição química da massa calcinada do cimento, quando ambos são analisados nas mesmas condições de operação ^[10]. A massa calcinada das pastas contendo Ecat foi de 115.9% da massa inicial de cimento (>98.54%) para todos os casos, pois como o grau de substituição do cimento foi o mesmo, nessa massa calcinada estão, em base à massa inicial de cimento, mesma quantidade de óxidos correspondentes à fração de Ecat (17.36%) e os óxidos de cimento (98.54%). A conversão para a base de massa inicial de cimento permite uma comparação correta usando base de mesma composição, e evita erros de cálculo inerentes a variações nas proporções ^[10].

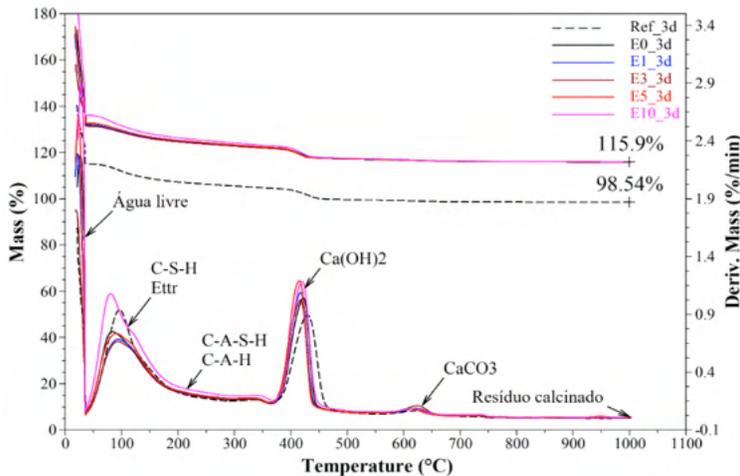


Figura 5 -Curvas de TG e DTG das pastas com 3 dias, em base a massa inicial de cimento

A partir das curvas DTG (Figura 5) é possível avaliar as reações de decomposição ocorridas durante a análise térmica, bem como as faixas de temperatura de sua ocorrência. A isoterma em 35°C, promoveu a evaporação da água livre, permitindo a quantificação separada da liberação da água combinada das fases hidratadas durante o aquecimento subsequente. Na faixa de temperatura entre 35 e 200°C observa-se o primeiro pico, associado à desidratação do CSH e etringita ^[10,16]. A continuidade da perda de massa até 350°C está relacionada com a desidratação de aluminatos (CASH e CAH), entre 350°C e 500°C ocorre a desidroxilação do hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂), e entre 500 e 700°C, tem-se a decomposição do carbonato de cálcio (CaCO₃) ^[14,17].

A quantificação das perdas de massa em base à massa inicial de cimento é mostrada na Figura 6. Analisando a perda de massa referente à desidratação das fases CSH, etringita, CASH e CAH **(a)** nas pastas contendo o resíduo, nota-se que houve ligeiro aumento gradativo de seu teor conforme a finura do Ecat, embora apenas a pasta E10-3d com 12.25% de perda, foi superior à de referência com 9.99%. A presença do Ecat-10, com diâmetro médio menor que a do cimento, acelerou o processo de hidratação, favorecendo o aumento destas fases hidratadas.

Os resultados apontam que, a substituição do cimento pelo resíduo, quando este apresenta granulometria maior ou igual do cimento, promove redução da água liberada pela desidroxilação do Ca(OH)_2 **(b)**, visto que, a redução ocorreu até a pasta E3-3d. Nestas condições, as partículas do Ecat tem efeito pozolânico, demonstrado pelo consumo de CH, quando se compara com a pasta de referência. Por outro lado, quando o resíduo apresenta granulometria inferior à do cimento, observa-se aumento nos teores da água combinada liberada, o que favorece a hipótese de maior ação nucleante do Ecat mais moído do que sua ação pozolânica nos três primeiros dias de hidratação. Estes resultados corroboram com os resultados por calorimetria isotérmica, em que as pastas contendo o resíduo mais fino tiveram maior aumento na liberação de calor, associado a um maior grau de hidratação do cimento. O baixo teor de CaCO_3 **(c)** mostra que a carbonatação das pastas foi insignificante.

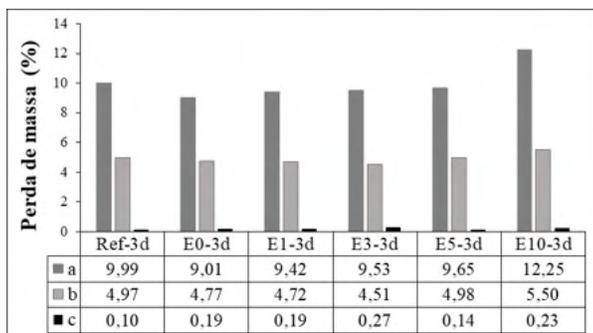


Figura 6- Quantificação das perdas de massa das principais fases das pastas com 3 dias

4 | CONCLUSÕES

A moagem do Ecat em moinhos de bolas do tipo planetário, mostrou-se eficiente na redução do tamanho de suas partículas em curtos tempos de moagem, sem provocar alterações significativas em sua composição química e mineralógica. As curvas de calorimetria isotérmica mostraram que, a presença do Ecat, para todos os casos, acelera o processo de hidratação quando comparado com a amostra de referência, e quanto menores as partículas do resíduo, mais rapidamente é atingida a taxa máxima de reação, e maior é o calor gerado das reações que ocorrem nos primeiros 3 dias. Os resultados indicam que a moagem do Ecat melhora sua reatividade nas pastas cimentícias, favorecendo não só sua atividade pozolânica, como também sua ação nucleante acelerando a formação de produtos de hidratação.

REFERÊNCIAS

1. Ferella F, Innocenzi V, Maggiore F. Oil refining spent catalysts: A review of possible recycling technologies. *Resour Conserv Recycl.* 2016;108:10–20.
2. Pinto CA, Büchler PM, Dweck J. Pozzolanic properties of a residual FCC catalyst during the early stages of cement hydration : Evaluation by thermal analysis. *J Therm Anal Calorim.* 2007;87:715–20.
3. Dweck J, Pinto CA, Büchler PM. Study of a Brazilian spent catalyst as cement aggregate by thermal and mechanical analysis. *J Therm Anal Calorim.* 2008;92:121–7.
4. Antonovič V, Sikarskas D, Malaiškienė J, Boris R, Stonys R. Effect of pozzolanic waste materials on hydration peculiarities of Portland cement and granulated expanded glass-based plaster. *J Therm Anal Calorim.* 2019;138:4127–37.
5. Velázquez S, Monzó J, Borrachero M V., Soriano L, Payá J. Evaluation of the pozzolanic activity of spent FCC catalyst/fly ash mixtures in Portland cement pastes. *Thermochim Acta.* Elsevier B.V.; 2016;632:29–36.
6. Cunha ALC da, Lemos MS, Meth S, Gonçalves JP, Dweck J. A study of the particle size effect on the pozzolanic activity of an equilibrium catalyst. *J Therm Anal Calorim.* 2011;106:805–9.
7. Zhao J, Li D, Liao S, Wang D, Wang H, Yan P. Influence of mechanical grinding on pozzolanic characteristics of circulating fluidized bed fly ash (CFA) and resulting consequences on hydration and hardening properties of blended cement. *J Therm Anal Calorim.* 2018;132:1459–70.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9831: Cimento Portland destinado à cimentação de poços petrolíferos. Rio de Janeiro; 2008.
9. Retsch GmbH, editor. Manual Planetary Ball Mill PM100 / / PM200. Germany; 2017.
10. Dweck J, Cunha ALC da, Pinto CA, Gonçalves JP, Büchler PM. Thermogravimetry on calcined mass basis - Hydrated cement phases and pozzolanic activity quantitative analysis. *J Therm Anal Calorim.* 2009;97:85–9.
11. Wadsö L. Choosing a proper reference sample for a heat conduction calorimeter. *Build Mater Lund Univ. Sweden;* 2002;1–2.
12. ABNT. NBR 12653: Materiais Pozolânicos- Requisitos. Rio de Janeiro; 2015.
13. TAYLOR HFW. Cement Chemistry. London 2nd ed., editor. Thomas Telford TETTENHORST, R.; HOFMANN, A. Crystal chemistry of boehmite. *Clays and Clays Minerals;* 1997.
14. Lemos MS, Cunha ALC da, Dweck J. A study of cement Type II hydration partially substituted by Brazilian spent cracking catalyst fines: Part I. Non-conventional differential thermal analysis. *J Therm Anal Calorim.* 2017;130:573–84.
15. Payá J, Monzó J, Borrachero M V., Velázquez S, Bonilla M. Determination of the pozzolanic activity of fluid catalytic cracking residue. *Thermogravimetric analysis studies on FC3R-lime pastes. Cem Concr Res.* 2003;33:1085–91.
16. Dweck J, Melchert MBM, Viana MM, Cartledge FK, Büchler PM. Importance of quantitative thermogravimetry on initial cement mass basis to evaluate the hydration of cement pastes and mortars. *J Therm Anal Calorim.* 2013;113:1481–90.
17. Silva FGS, Junior RAF, Da Silva JS, Pinto KW, Andrade HMC, Dweck J, et al. Hydration of the equilibrium catalyst (Ecat) calcium hydroxide system: Thermogravimetric study of the formation of main hydrated phases. *J Therm Anal Calorim.* 2015;120:1089–98.



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/>

