



7º ENCONTRO NACIONAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO



7º ENCONTRO NACIONAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO

PROMOÇÃO



PATROCINADORES



APOIO



ORGANIZAÇÃO



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Imagens da capa

Agência Preview - Banco de Imagens

Edição de arte

Silvia Trein Heimfarth Dapper

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

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

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

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

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

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

7º Encontro Nacional de Aproveitamento de Resíduos na Construção

Diagramação: Camila Alves de Cremo

Indexação: Gabriel Motomu Teshima

Revisão: Os autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

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

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

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

CDD 690

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2021



Declaração dos autores

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



Declaração da editora

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



Apresentação

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



Agradecimentos

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

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

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

Ao Sinduscon-RS, pelo apoio e divulgação.

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

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

Nosso muito obrigado a todos.

PROMOÇÃO



PATROCINADORES



APOIO



ORGANIZAÇÃO





Comissão organizadora local

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





Comitê científico

Profa. Luciana Cordeiro (UFPA) – Comissão coordenadora

Profa. Sofia Bessa (UFMG) – Comissão coordenadora

Revisores

Abrahão Bernardo Rohden (FURB)

Adeildo Cabral (IFCE)

Adriana Gumieri (UFMG)

Aline Barboza (UFAL)

Ana Paula Maran (UFMS)

Ana Paula Milani (UFMS)

Anderson Muller (IFSC)

Andrea Franco (UFMG)

Ariane P. Rubin (UFSC)

Carina Stolz (FEEVALE)

Carlos Eduardo Marmorato (UNICAMP)

Cláudia Ruberg (UFPB)

Cláudio Kazmierczak (UNISINOS)

Dóris Bragança (UFRGS)

Edna Possan (UNILA)

Eduardo Grala (UFPel)

Eduardo Polesello (FEEVALE)

Elaine Antunes (UNESC)

Fabiano Pereira (UNESC)

Fabriccio Almeida (SENAI)

Feliciane Brehm (UNISINOS)

Felipe Moreira (UFPA)

Felipe Reis (IFPA)

Fernanda Costa (UFRB)

Fernando Almeida (UFMG)

Fernando José (UFMG)

Geilma Vieira (UFES)

Giselle Reis (SERG/RS)

Glauceinei 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>



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

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

AVERNA; LARISSA BERTHO¹; MATTEDI; CAROLINA VIEIRA¹; DE ABREU; VICTOR BARRETO¹; CONTINI; PAULO VICTO MATELLO¹; MARIANI; BRUNA BUENO¹

¹CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC.

E-MAIL DO AUTOR CORRESPONDENTE: BRUNABMARIANI@GMAIL.COM

RESUMO: Em virtude do grande consumo de matérias-primas não renováveis para a construção de estradas, tornou-se perceptível a necessidade da utilização de resíduos em camadas de pavimentação. Desta maneira, este trabalho tem como objetivo analisar a aplicabilidade da incorporação do resíduo pó de retífica em camadas de pavimentação. Por meio de ensaios laboratoriais, foi verificado o comportamento do pó de retífica incorporado a um solo de empréstimo. A partir das análises descritas neste artigo, pode-se perceber que o solo estabilizado com a incorporação de 10% do resíduo apresentou características mínimas aceitáveis para aplicação em reforço de subleito e subleito.

PALAVRAS-CHAVES: Pavimentação, pó de retífica, sustentabilidade, resíduos *sólidos*.

ABSTRACT: Due to the high consumption of non-renewable raw materials for road construction, the need to use waste in pavement layers became noticeable. In this way, this work has as goal to analyze the applicability of the incorporation of the grinding dust, of clutch discs, in layers of pavement. By means of laboratory tests, it was verified the behavior of the grinding dust incorporated in a loan soil. From the analyzes described in this article, it is able to observe that the soil stabilized with the incorporation of 10% of the residue presented minimum acceptable characteristics for application in subgrade and subgrade reinforcement.

KEYWORDS: Pavement, grinding dust, sustainability, solid waste.

1 | INTRODUÇÃO

Os resíduos industriais cada vez mais estão tendo seu devido valor agregado, principalmente pelo setor da construção civil. Essa valoração se deve ao desenvolvimento de estudos para a inclusão dos materiais antigamente considerados afuncionais, promovendo ações sustentáveis. Isto porque, alguns resíduos apresentam potencial de aproveitamento como material de construção para concretos, argamassas e/ou estabilização de solos.

Além disso, por ser grande consumidora de recursos naturais, o setor da construção civil busca maneiras de mitigar esse prejuízo ambiental a partir do reuso de resíduos em suas atividades. A construção de pavimentação para estradas é um serviço que usufrui de grande quantidade de materiais provenientes de fontes naturais. Desta forma, com o intuito de reduzir o uso abusivo da matéria-prima não renovável e dar

uma destinação ambientalmente segura a um resíduo, o objetivo do presente estudo foi analisar a viabilidade da utilização do pó de retifica em camadas de base e/ou sub-base, incorporado ao solo destinado a essas camadas, para pavimentação, empregando o princípio da estabilização química.

O principal componente para a estrutura da pavimentação é o solo, no entanto, os materiais encontrados em campo nem sempre atendem às exigências. Sendo assim, faz-se necessário a correção deste solo (BRITO; PARANHOS, 2017)⁽¹⁾. A estabilização química, como uma forma de correção do solo, modifica a estrutura do solo por meio da relação química entre o estabilizador e os minerais presentes no solo para assim alcançar os requisitos de projeto (MAKUSA, 2013; MEDINA, 1987 *apud* BRITO; PARANHOS, 2017)⁽¹⁾.

O resíduo em destaque, pó de retifica, dentre tantos outros é proveniente das indústrias automobilísticas. Baseado na ZF Sachs a geração deste resíduo no Brasil em 2016 foi em torno de 40 toneladas/mês (MORELLI; RIBEIRO *et al.*, 2019)⁽²⁾. Sua origem é decorrente do processo de acabamento por meio de lixas no disco de embreagem em que é composto por fibras metálicas, poliméricas e de vidro, além do envolvido em um banho de borracha com aditivos (RIBEIRO, 2006)⁽³⁾.

Apesar do pó de retifica apresentar potencial de aproveitamento, recorrentemente tem como destinação a incineração, ocasionando em emissões de poluentes, desta forma não se enquadrando em práticas ambientalmente adequadas como a reutilização e/ou reciclagem (THOMPSON, J.; ANTHONY, H., 2008 *apud* MORELLI; RIBEIRO *et al.*, 2019)⁽²⁾.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado para o desenvolvimento de um projeto de pavimentação no bairro de Stella Mares, Salvador - BA. A região faz parte do litoral da Bahia, e o bairro de Stella Mares fica ao lado da praia e do Parque das Dunas em Salvador. Por se tratar de uma região com solo predominantemente arenoso, foram realizados para o solo local (Figura 1.a), ensaios de determinação da composição granulométrica de agregado, segundo a norma ABNT NBR NM 248/2003⁽⁴⁾ e de determinação da massa específica, segunda as normas DNER-ME 194/98⁽⁵⁾ e ABNT NBR 16916:2021⁽⁶⁾, os quais evidenciaram módulo de finura de 2,47% e massa específica de 2,60 g/cm³.

Os dados obtidos caracterizam um solo granular, comprovando a necessidade de utilização de material de empréstimo para a composição das camadas da pavimentação, visto que, as areias não apresentam adequada resistência mecânica no estado compactado. Isto ocorre porque os solos arenosos são muito permeáveis e apresentam comportamento drenante, assim, a compressibilidade nas areias ocorrerá rapidamente devido à alta permeabilidade, fazendo com que as areias sofram, então, uma deformação causada pela distorção das partículas e pelo movimento relativo de rolamento, e escorregamento entre as mesmas (CUNHA, 2012)⁽⁷⁾.

O material utilizado como empréstimo (Figura 1.b) foi um solo disponível em jazida próxima à região de projeto. Este solo foi investigado por meio dos ensaios de caracterização apresentados na Tabela 1.



a)



b)

Figura 1: a) Solo arenoso; b) Solo de empréstimo

Fonte: Os autores.

Ensaio	Norma/Método
Determinação do Limite de Liquidez	ABNT NBR 6457/2016 ⁽⁸⁾ e ABNT NBR 6459/2016 ⁽⁹⁾
Determinação do Limite de Plasticidade	ABNT NBR 6457/2016 ⁽⁸⁾ e ABNT NBR 7180/2016 ⁽¹⁰⁾
Compactação do Solo	ABNT NBR 7182/2016 ⁽¹¹⁾
Índice de Suporte Califórnia (ISC)	ABNT NBR 9598/2016 ⁽¹²⁾
Compressão Diametral	ABNT NBR 7222/2011 ⁽¹³⁾

Tabela 1 - Ensaios para caracterização do solo de empréstimo.

Fonte: Os autores.

O resíduo dos discos de embreagem, ou pó de retífica, foi o material escolhido para aplicar nas bases e sub-bases da pavimentação com o objetivo de torná-la mais sustentável. Percebeu-se pelo manuseio do material que ele apresenta comportamento elástico. Por esta razão a mistura do solo de empréstimo com o pó de retífica não obteve consistência necessária para a realização dos ensaios de limite de liquidez (LL) e limite de plasticidade (LP). Dito isto, os ensaios de LL e LP foram feitos apenas para o solo de empréstimo puro.

Foram analisadas amostras do solo de empréstimo puro e da mistura do solo com resíduo, a partir dos ensaios de Índice Suporte Califórnia e Tração por Compressão Diametral. A Figura 2 apresenta o aspecto do resíduo pó de retífica e da mistura solo-resíduo.



a)



b)

Figura 2: a) Resíduo Pó de retífica; b) Mistura solo-resíduo

Fonte: Os autores.

A partir dos resultados do ensaio de compactação foi possível determinar uma umidade ótima para o ensaio, entretanto a presença do resíduo de pó de retífica afetou o comportamento da mistura e homogeneização para o processo de compactação. A mistura com o resíduo foi iniciada com 16% de umidade e adicionado água até 20% com intervalos de 2%. Com umidades superiores não foi possível obter trabalhabilidade para a realização do ensaio.

Para o ensaio de compressão diametral, foram moldados três corpos de prova cilíndricos (CP), de 5 cm de diâmetro e 10 cm de altura, para cada dosagem, sendo com 0% e 10% de pó de retífica), compactados em três camadas iguais. Os corpos de prova foram submetidos à cura até a idade de 7 dias, para então serem submetidos ao rompimento por compressão diametral.

3 | RESULTADOS

Os ensaios de limite de liquidez (LL) e limite de plasticidade (LP) apresentaram como resultado os valores descritos na Tabela 2 abaixo. A tabela também apresenta o índice de plasticidade, que representa a diferença dos valores entre LL e LP.

Resultados dos Ensaiois	
Limite de Liquidez (%)	61,90
Limite de Plasticidade (%)	30,48
Índice de Plasticidade (%)	31,42

Tabela 2: Resultados sobre limite de liquidez, limite de plasticidade e índice de plasticidade

Fonte: Os autores.

A partir dos ensaios de LL e LP podemos classificar o solo como argiloso de média plasticidade. Já o ensaio de compactação do solo obteve como umidade ótima o valor de 20,7%.

A Tabela 3 apresenta os resultados de expansibilidade e resistência Índice Suporte Califórnia (ISC), para o solo puro e para o solo misturado com 10% de resíduo.

Teor de resíduo incorporado ao solo	Expansibilidade (%)	ISC (%)
0%	3,27	12,37
10%	2,93	3,00

Tabela 3: Resultados do ensaio de ISC.

Fonte: Os autores.

Nota-se na Tabela 3, que há uma redução significativa da resistência Índice Suporte Califórnia do solo com inserção de 10% de resíduo. Isso se deve, provavelmente, há porosidade da mistura solo-resíduo no estado compactado, devido a maior granulometria do resíduo (AKBARIMEHR, ESLAMI, AFLAKI, 2020) ⁽¹⁴⁾.

A resistência ISC apresentada pelo solo-resíduo, indica que a mistura não poderá ser aplicada em camadas de base e sub-base, que exigem resistências mínimas de 80% e 20% segundo o Manual do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) ⁽¹⁵⁾, respectivamente. Contudo, seu uso pode ser recomendado para aplicações em reforço de subleito e/ou subleito, por serem camadas que requerem resistência ISC menores (2%) ⁽¹⁵⁾.

Os resultados de resistência à compressão diametral para o solo puro e para solo homogeneizado com 10% de resíduo, são apresentados na Tabela 4. É possível observar que o solo sem incorporação de resíduo apresentou resistência à compressão diametral duas vezes maior que a mistura solo-resíduo, evidenciando novamente a redução de resistência do solo com a inserção do resíduo.

Teor de resíduo incorporado ao solo	Resistência à Compressão Diametral (MPa)
0%	45,12 ± 3,56
10%	14,12 ± 2,60

Tabela 4. Resistência à compressão diametral dos corpos de prova de solo puro e mistura solo-resíduo.

Fonte: Os autores.

O dimensionamento das camadas da rodovia foi realizado a partir do método informado pelo DNIT, que visa proteger o subleito do solo contra a geração de

deformações plásticas excessivas durante o período de uso da rodovia. Para o dimensionamento das camadas é necessário encontrar o número N, o qual é calculado de acordo com a norma. Os valores de tráfego e dimensões da rodovia necessários ao cálculo, foram obtidos através de valores médios das rodovias existentes na cidade de Salvador e podem ser observadas na Tabela 5.

Dados da rodovia	
Tipo de Pavimento	Semi-flexível
Fluxo em média (V_m)	1000 Veículos / dia
Quantidade de vias	Mão dupla (2)
Veículos de 2 Eixos	70 %
Veículos de 3 Eixos	24 %
Veículos de 4 Eixos	6 %
Período de Projeto (P)	10 anos

Tabela 5: Classificação e Informações da Rodovia

Fonte: Própria.

De acordo com a tabela de revestimento asfáltico do manual de pavimentação do DNIT de 2006⁽¹⁵⁾, o valor da espessura da camada de revestimento, além do material, pode ser determinado pelo valor do Número N, que foi calculado de $1,33 \times 10^7$. Adotando-se assim uma espessura de 100 mm de concreto asfáltico para o revestimento.

Com base nos dados fornecidos pelos ensaios foi possível identificar a altura de cada camada, sendo que a mistura de solo-resíduo pôde ser utilizada com o subleito. Com os valores de ISC e o número N obtido tornou-se viável dimensionar a altura útil de cada camada através do Manual de Pavimentação IPR 176 do DNIT de 2006⁽¹⁴⁾. Sendo compreendido que todo dimensionamento é realizado com base no substrato anterior de cima para baixo, e foi inicializada a partir da camada de revestimento asfáltico pois é a única conhecida. A Tabela 6 a seguir mostra os resultados das alturas de cada camada do projeto de pavimento.

Tipo de Solo	ISC (%)	Mistura	Função	Espessura (cm)
Brita Graduada	100,0	100% Brita	Base	15
Solo Brita	60,0	70% Solo / 30% Brita	Sub-Base	15
Solo Argiloso	12,5	100% Solo	Ref Subleito	35
Solo-resíduo	3,0	90% Solo / 10% pó de retífica	Subleito	---

Tabela 6: Tabela dos resultados do Dimensionamento

Fonte: Própria.

4 | CONCLUSÃO

Baseando-se em ensaios laboratoriais o presente estudo investigou propriedades geotécnicas de misturas de um solo argiloso e deste mesmo solo contendo resíduo de borracha. Diante dos resultados apresentados, foi possível chegar às seguintes conclusões:

- É possível preservar matérias-primas naturais substituindo-se parcialmente solos argilosos por misturas de solo com resíduo pó de retífica, para aplicação de reforço de subleito e/ou subleito, por serem camadas que requerem resistência ISC menores;
- As misturas solo-resíduo não apresentaram resistência ISC que validem seu uso em camadas de base e sub-base de pavimentações;
- As resistências à compressão diametral apresentam uma queda com a incorporação de 10% de pó de retífica;
- O dimensionamento de pavimentação apresentado demonstrou a viabilidade do uso da mistura solo-resíduo como subleito, apresentando um pavimento com espessura total de 75 cm.

Apesar dos resultados de resistências para as misturas solo-resíduo inviabilizarem seu uso em camadas de base e/ou sub-base, é importante ressaltar que outras dosagens não foram testadas, não sendo possível prever o comportamento da mistura com o aumento ou decréscimo de resíduo. Desta forma, ensaios complementares devem ser realizados para confirmar sua limitação.

REFERÊNCIAS

1. BRITO, Laís Costa; PARANHOS, Haroldo da Silva. Estabilização de Solos. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Edição 06. Ano 02, Vol. 01. pp 425-438. Setembro de 2017. ISSN:2448-0959.
2. MORELLI; RIBEIRO *et al.* Efeito retardador do pó de retífica e sua influência nas propriedades físico-mecânicas e reológicas das matrizes cimentícias. **Revista IBRACON de estruturas e materiais**, v. 12, n. 3, p. 498-500, 2019.
3. RIBEIRO, D.V. **Influência da adição de pó de retífica em uma matriz de cimento de fosfato de magnésio**. Dissertação de Mestrado, São Carlos; UFSCar, 2006.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM 248/2003**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.
5. **DNER-ME 194/98** - Determinação da massa específica de agregados por meio do frasco Chapman.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16916/2021**: Agregado miúdo - Determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2021.
7. CUNHA, C. L. S. **Estudo das características de compressibilidade unidimensional e plasticidade de misturas de argila e areia**. Dissertação de Mestrado, Vitória-ES. UFES, 2012.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6457/2016**: Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 2016.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6459/2016**: Solo - Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2016.

10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7180/2016**: Solo - Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7182/2020**: Solo - Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2020.
12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9598/2016**: Solo - Índice de suporte Califórnia (ISC) - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2016.
13. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7222/2011**: Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2011.
14. AKBARIMEHR; ESLAMI; AFLAKI. Geotechnical behaviour of clay soil mixed with rubber waste. **Journal of Cleaner Production**, Volume 271, 20 October, 2020.
15. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE. **Manual de Pavimentação – IPR 719, 3. Ed**, 2006, Rio de Janeiro.



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/>

