

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 2

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

I34 Impactos das tecnologias na engenharia civil 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil; v. 2)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-221-0
DOI 10.22533/at.ed.210192803

1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado.

CDD 690

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 2” contempla dezoito capítulos em que os autores abordam as mais recentes pesquisas relacionadas ao uso de tecnologias aplicadas nas mais diversas áreas da engenharia civil.

A constante evolução na engenharia civil é movida pelo uso de novas tecnologias, que surgem a cada dia. Novos materiais, novas metodologias vão surgindo, viabilizando construções mais complexas e ocasionando uma maior produtividade nos canteiros de obras, trazendo impactos sociais relevantes.

O estudo de novas tecnologias na área de saneamento por exemplo, traz benefícios a diversas comunidades, impactando na área de saúde e consequente melhoria na qualidade de vida das pessoas atingidas.

A inovação no desenvolvimento de produtos se deve a necessidade de criação de materiais mais resistentes, proporcionando maior qualidade e segurança às obras. O desenvolvimento de materiais a partir de matéria prima reaproveitada ou de materiais que simplesmente eram descartados, têm sido amplamente utilizados e além de gerar novas soluções, proporciona benefícios ao meio ambiente e resultados econômicos satisfatórios. Nessa mesma linha de pensamento, o uso da eficiência energética também tem sido utilizado em busca de soluções sustentáveis.

O uso de tecnologias no controle e planejamento de obras permite a antecipação de diversas situações que poderiam impactar negativamente na execução das obras ou seu uso final, oportunizando seus gestores a tomada de decisões antes mesmo que elas ocorram.

Diante do exposto, esperamos que esta obra traga ao leitor conhecimento técnico de qualidade, de modo que haja uma reflexão sobre os impactos que o uso de novas tecnologias proporciona à engenharia e que seu uso possa proporcionar melhorias de qualidade de vida na sociedade.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A TECNOLOGIA SOCIAL NO SERTÃO DO PAJEÚ: UM GANHO NA QUALIDADE DE VIDA COM A UTILIZAÇÃO DE BIODIGESTORES	
<i>Lizelda Maria de Mendonça Souto</i>	
<i>Rafael Lucian</i>	
<i>Alexandre Nunes da Silva</i>	
<i>Avelino Cardoso</i>	
<i>Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani</i>	
<i>Sérgio Peres</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928031	
CAPÍTULO 2	7
CONCRETO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO POR CINZA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR	
<i>Décio Leandro Amaral Miranda</i>	
<i>Renato da Silva Couto</i>	
<i>Ronildo Alcântara Pereira</i>	
<i>Siumara Rodrigues Alcântara</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928032	
CAPÍTULO 3	23
MATERIAIS CIMENTÍCIOS SUSTENTÁVEIS COM A REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS	
<i>Humberto Mycael Mota Santos</i>	
<i>Bruno Balbino da Silva</i>	
<i>Anderson Ferreira de Oliveira</i>	
<i>Daniel Oliveira Procorio</i>	
<i>Gabriel Marcelo Bortolai</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928033	
CAPÍTULO 4	33
ANÁLISE DE ESTABILIDADE MARSHALL EM MISTURAS ASFÁLTICAS COM ADIÇÃO DE RESÍDUO OLEOSO DA INDÚSTRIA PETROLÍFERA	
<i>Rodolfo Rodrigo Ferreira Severino</i>	
<i>Yane Coutinho Lira</i>	
<i>Rodrigo Mendes Patrício Chagas</i>	
<i>Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça</i>	
<i>Milton Bezerra das Chagas Filho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928034	
CAPÍTULO 5	41
MÉTODOS DE ANÁLISE DO DESEMPENHO LUMÍNICO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS CONFORME A NBR 15575-1/2013	
<i>Aniéli Thais de Souza</i>	
<i>Maria das Graças Monteiro Almeida de Melo</i>	
<i>Maryane Gislayne Cordeiro de Queiroz</i>	
<i>Geovani Almeida da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928035	

CAPÍTULO 6	53
OS SELOS DE CERTIFICAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE PARA EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	
<i>Marco Antonio Campos</i>	
<i>André Munhoz de Argollo Ferrão</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928036	
CAPÍTULO 7	64
ECONOMIA DE ENERGIA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL ESTUDO DE CASO NO BLOCO I DO UNIPAM	
<i>Daniel Marcos de Lima e Silva</i>	
<i>Maísa de Castro Silva</i>	
<i>Marcelo Ferreira Rodrigues</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928037	
CAPÍTULO 8	80
PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DE VIGA E PILAR METÁLICO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
<i>Marcus da Silva Camargo</i>	
<i>Cleverson Cardoso</i>	
<i>José Raimundo Serra Pacha</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928038	
CAPÍTULO 9	99
ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO PREDIAL APOIADA EM BIM: ESTUDO DE CASO EM COBERTURAS	
<i>Bárbara Lepca Maia</i>	
<i>Sérgio Scheer</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928039	
CAPÍTULO 10	118
INDICADORES DE PROJETO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL NO PIAUÍ	
<i>Ailton Soares Freire</i>	
<i>Terciana Nayala Feitosa de Carvalho</i>	
<i>Carlos René Gomes Ferreira</i>	
<i>Araci de Oliveira Parente Sousa</i>	
<i>Ronildo Brandão da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280310	
CAPÍTULO 11	127
UTILIZAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA MENSURAÇÃO DE DESPERDÍCIO EM OBRAS CIVIS	
<i>Evanielle Barbosa Ferreira</i>	
<i>Samuel Jônatas de Castro Lopes</i>	
<i>Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280311	

CAPÍTULO 12	139
O NÍVEL DE SERVIÇO E ÍNDICE DE QUALIDADE DA CALÇADA: ESTUDO DE CASO EST-UEA	
<i>Angra Ferreira Gomes</i>	
<i>Valdete Santos de Araújo</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280312	
CAPÍTULO 13	146
UTILIZAÇÃO DO VANT PARA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO DE UMA AVENIDA EM BELÉM-PA	
<i>Diogo Wanderson Borges Lisboa</i>	
<i>Ana Beatriz Sena da Silva</i>	
<i>Anna Beatriz Aguiar de Souza</i>	
<i>Eliete Santana Chaves Barroso</i>	
<i>Márcio Murilo Ferreira de Ferreira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280313	
CAPÍTULO 14	156
CAUSAS E EFEITOS DA RESSONÂNCIA EM EDIFICAÇÕES URBANAS	
<i>Beth Luna Monteiro Moreira</i>	
<i>Biatriz Vitória da Conceição Moraes Custodio</i>	
<i>Juliana Silva de Oliveira</i>	
<i>Larissa Medeiros de Almeida</i>	
<i>Lucian Araújo da Silva</i>	
<i>Luciana de Oliveira Guimarães</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280314	
CAPÍTULO 15	161
SISTEMA MINI TARP: UMA PROPOSTA PARA A ELIMINAÇÃO DOS IMPACTOS PROVOCADOS PELAS ENCHENTES E CONTAMINAÇÃO DO RIBEIRÃO ARRUDAS	
<i>João Carlos Teixeira da Costa</i>	
<i>Raíssa Ávila Nascimento</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280315	
CAPÍTULO 16	182
LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE FACHADAS EM EDIFICAÇÕES MULTIPAVIMENTOS NA ÁREA URBANA CENTRAL DE PATOS DE MINAS - MG	
<i>Roni Alisson Silva</i>	
<i>Douglas Ribeiro Oliveira</i>	
<i>Rogério Borges Vieira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280316	
CAPÍTULO 17	189
NOVOS PARADIGMAS E DESAFIOS NO ENSINO DE DISCIPLINAS PROFISSIONALIZANTES DE ENGENHARIA CIVIL COM BASE NA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	
<i>Henrique Clementino de Souza</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280317	

CAPÍTULO 18 201

**INICIANDO A VIDA ACADÊMICA POR MEIO DO ESTUDO DAS SECÇÕES CÔNICAS
E SUAS APLICAÇÕES NA ENGENHARIA CIVIL**

Raimundo Nonato de Oliveira Sobrinho

Gabriel Alves de Abreu

Paulo Henrique Teixeira da Silva

Paulo Rafael de Lima e Souza

DOI 10.22533/at.ed.21019280318

SOBRE A ORGANIZADORA..... 215

MATERIAIS CIMENTÍCIOS SUSTENTÁVEIS COM A REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS

Humberto Mycael Mota Santos

Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental,
Universidade Federal de Pernambuco
Caruaru – Pernambuco

Bruno Balbino da Silva

Graduado em Arquitetura e Urbanismo, Centro
Universitário do Vale do Ipojuca
Caruaru – Pernambuco

Anderson Ferreira de Oliveira

Graduado em Arquitetura e Urbanismo, Centro
Universitário do Vale do Ipojuca
Caruaru – Pernambuco

Daniel Oliveira Procorio

Graduado em Arquitetura e Urbanismo, Centro
Universitário do Vale do Ipojuca
Caruaru – Pernambuco

Gabriel Marcelo Bortolai

Graduado em Arquitetura e Urbanismo, Centro
Universitário do Vale do Ipojuca
Caruaru – Pernambuco

RESUMO: A sustentabilidade é um parâmetro a ser incorporado nas empresas, pois suas atividades geram resíduos, que podem prejudicar o meio ambiente. O presente trabalho tem como objetivo apresentar dois tipos de resíduos, resíduo do polimento do porcelanato (RPP) e cinza da lenha de Algaroba, em que eles podem ser reaproveitados na produção de materiais cimentícios. Os resultados obtidos

apresentaram que além de sanar problemas ambientais, esses resíduos podem melhorar as propriedades dos materiais cimentícios no estado fresco e endurecido, além de promover um aumento na durabilidade dos materiais.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade; resíduos; materiais cimentícios.

ABSTRACT: Sustainability is a parameter to be incorporated in companies, because their activities generate waste, which can harm the environment. The present work aims to present two types of residues, the residue of polished porcelain (RPP) and ash of the wood of Algaroba, in which they can be reused in the production of cement materials. The results showed that in addition to solving environmental problems, these residues can improve the properties of cementitious materials in the fresh and hardened state, besides promoting an increase in the durability of the materials.

KEYWORDS: Sustainability; waste; cementitious materials.

INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores que mais consome recursos naturais não renováveis, gera grande quantidade de resíduos e, conseqüentemente, contribui para a poluição. Segundo o Departamento Nacional de

Produção Mineral (DNPM, 2010), em seu Anuário Mineral Brasileiro (AMB) de 2010, informou que a quantidade de areia comercializada, em 2009, foi de 255.807.975 toneladas, sendo que 96,54% desse material foi consumido pela construção civil. Além disso, outro problema desse setor é o grande consumo de cimento, onde estima-se que, das atividades antropogênicas, a produção de cimento Portland é responsável por 5 a 8% dos gases do efeito estufa, em que a produção tende a dobrar até 2020 (NAZARI e SANJAYAN, 2017).

Entretanto, a construção civil se mostra favorável diante desses problemas, pois ela consegue reciclar resíduos gerados como o resíduo de construção civil e demolição (RDC), além de incorporar resíduos oriundos de outros setores na sua cadeia de produção, em que podem ser citados a utilização do resíduo do polimento do porcelanato (RPP), cinza de Algaroba e cinza da casca de arroz, cinza do bagaço da cana-de-açúcar, entre outros. Esses resíduos podem ser incorporados em pastas de cimento, argamassas e concretos, caso seja compatível no sistema, visto que, é uma mistura que absorve diversos tipos de materiais. Com isso, há tendência de produzir cada vez mais materiais cimentícios sustentáveis utilizando materiais alternativos (JIN, CHEN, e SOBOYEJO, 2015; BERODIER *et al.*, 2018). Empresas dos EUA responsáveis por estudos acerca de concretos sustentáveis revelam que os principais objetivos são a utilização de materiais cimentícios suplementares (SCMs) e agregados alternativos (AA) (JIN, CHEN, e SOBOYEJO, 2015). Destaca-se que outro fator importante na produção de concretos sustentáveis, além dos ambientais, está a diminuição do custo (BERODIER *et al.*, 2018), visto que, os materiais incorporados em argamassas e concretos são na maioria dos casos resíduos.

Logo, o objetivo do presente trabalho é apresentar a importância e os efeitos positivos da utilização dos materiais alternativos, no tocante a sustentabilidade e tecnologia dos materiais cimentícios. Os materiais alternativos a serem apresentados como objeto de estudo são o resíduo do polimento do porcelanato (RPP) e cinza de Algaroba.

RESÍDUO DO POLIMENTO DO PORCELANATO

Os resíduos do polimento do porcelanato (RPP) são gerados na última etapa do processo de fabricação do porcelanato, mais precisamente na etapa de polimento, Figura 1, e se apresenta como um pó muito fino e umedecido.



Figura 1 - Equipamento polidor.

Fonte: Souza (2007)

Em números, na região nordeste do Brasil, conforme Souza (2007) uma empresa de médio porte gera cerca de 200 toneladas de RPP por mês; na região sudeste, uma empresa de médio porte produz aproximadamente 560 toneladas desse resíduo por mês (SILVA, 2005); e na região sul, de acordo com Jacoby e Pelisser (2015) uma empresa de grande porte produz em média 4000 toneladas por mês de RPP. Esse resíduo é geralmente estocado no pátio da empresa, Figura 2, até realizar uma destinação adequada.



Figura 2 - Estocagem do RPP.

Fonte: Souza (2007).

O Brasil é um dos países que mais produzem porcelanatos, com base nisso, Junior (2016) elaborou um gráfico, Figura 3, demonstrando a quantidade de resíduo do polimento do porcelanato que foi gerado de 2005 até 2015, apresentando uma

tendência crescente na quantidade desse resíduo.

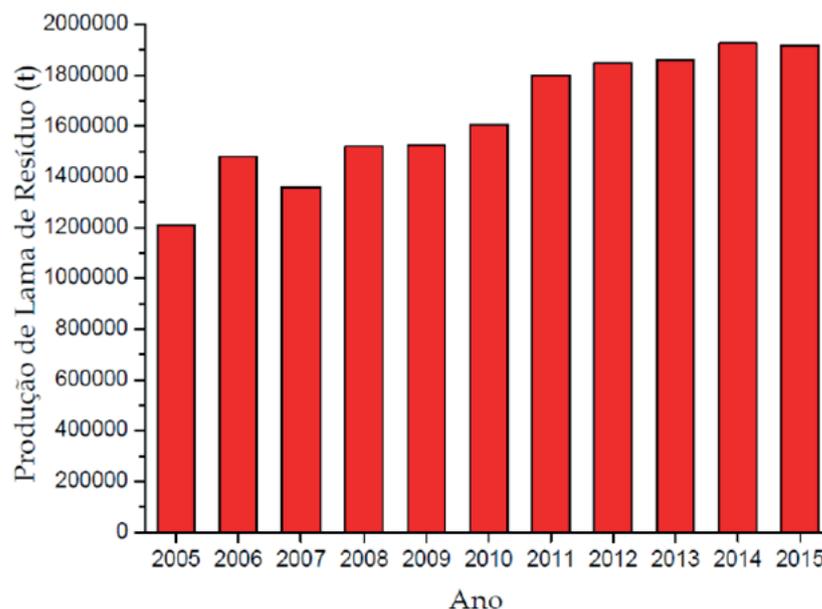


Figura 3 - Produção da lama do RPP (t) de 2005 até 2015.

Fonte: Junior (2016).

O RPP é material composto em maior quantidade de sílica, procedido de alumina e óxido de magnésio (SILVA, 2005; SANTOS, 2008; JACOBY e PELISSER, 2015; STEINER, BERNARDIN e PELISSER, 2015; NASCIMENTO, 2016). Em geral, o resíduo é composto de fases cristalinas (SILVA, 2005; SOUZA, 2007; SANTOS, 2008; JACOBY e PELISSER, 2015; NASCIMENTO, 2016), não sendo interessante para o processo pozolânico, pois um material cristalino não reage com os produtos de hidratação do cimento, atuando como um material inerte, mas alguns autores destacam sua composição amorfa (SILVA, 2005; JACOBY e PELISSER, 2015; STEINER, BERNARDIN e PELISSER, 2015), podendo ser reativo, contribuindo para o aumento de resistência e durabilidade dos materiais cimentícios.

Com a finalidade de incorporar o resíduo do polimento do porcelanato em materiais cimentícios, é preciso realizar um beneficiamento no material. Esse processo é simples, como o material se encontra aglomerado e úmido, é necessário realizar uma secagem em estufa e moagem para desagregar o RPP. Feito isso, só basta fazer um peneiramento em malha 200 ($75 \mu\text{m}$) e utilizar o material passante (NASCIMENTO, 2016).

Em matrizes cimentícias, publicações destacaram a influência positiva do RPP, como: o efeito fíler (SILVA, 2005; LIMA, 2015; NASCIMENTO, 2016; PENTEADO, CARVALHO e LINTZ, 2016); a redução da permeabilidade e da porosidade (SOUZA, 2007; JACOBY e PELISSER, 2015; STEINER, BERNARDIN e PELISSER, 2015), conseqüentemente, melhorando a durabilidade. Além disso, observou-se que a granulometria descontínua entre o RPP e o cimento Portland contribuiu para a redução da porosidade (WANG e TIAN, 2009; WANG *et al.*, 2011; YUNHONG *et*

al., 2014; JACOBY e PELISSER, 2015), promovendo um melhor empacotamento; efeito pozolânico, apresentando aumento da resistência mecânica à compressão em idades avançadas (WANG e TIAN, 2009; PELISSER, STEINER e BERNARDIN, 2012; STEINER, BERNARDIN e PELISSER, 2015; JACOBY e PELISSER, 2015), devido a diminuição de CH e aumento de CSH.

Por outro lado, no estado fresco, a trabalhabilidade reduziu quando a quantidade de resíduo aumentou, por causa da sua alta área superficial específica, que demanda mais água no sistema (SILVA, 2005; SOUZA, 2007; SANTOS, 2008; BREITENBACH *et al.*, 2017). A sua morfologia também interfere, pois, suas partículas têm forma irregular e angulosas dificultando o efeito de rolamento entre as partículas no concreto (SANTOS, 2008; WANG *et al.*, 2011; BREITENBACH *et al.*, 2017). Entretanto, esse problema pode ser resolvido através de uma dosagem adequada, determinando até que teor pode ser incorporado RPP para não propiciar problemas, ou utilizando aditivo superplastificante (SP), que melhora a dispersão das partículas.

Atualmente, um material cimentício que tem tendência de ser utilizado cada vez mais é o concreto autoadensável (CAA). Ele também tem a necessidade de ser sustentável, com isso, um estudo reológico, em que se substituiu parcialmente o cimento por RPP, apresentaram que quanto mais aumentava o teor substituição do cimento por RPP aumentou progressivamente a viscosidade plástica e a tensão de escoamento das pastas, devido à alta área superficial específica das partículas. Além disso, a substituição do cimento por até 20% do RPP permitiu a produção de CAA com desempenho igual ou superior ao de referência (sem RPP), em relação às suas propriedades de estado fresco (MATOS *et al.*, 2018). Já em CAA com apenas adição de RPP, observou-se aumento de resistência aos 90 dias, diminuição da absorção e índices de vazios, decréscimo do coeficiente de migração de cloretos e, conseqüentemente, aumento da durabilidade do material (LIMA, 2015).

Logo, independente do tipo de material cimentício, o resíduo do polimento do porcelanato (RPP) mostrou-se muito eficiente, pois além de poder ser reaproveitado em matrizes cimentícias, ele melhorou as propriedades dos materiais no estado endurecido.

CINZA DE ALGAROBA

A Algarobeira, Figura 4, é uma árvore exótica proveniente do Peru, que foi introduzida no Brasil e se adaptou ao clima e o tipo da terra da Caatinga. Além disso, ela é uma fonte de alimento para os rebanhos em período de secas prolongadas, mas, com seu acelerado crescimento, vem tomando espaço de espécies nativas (MOURA, 2017).

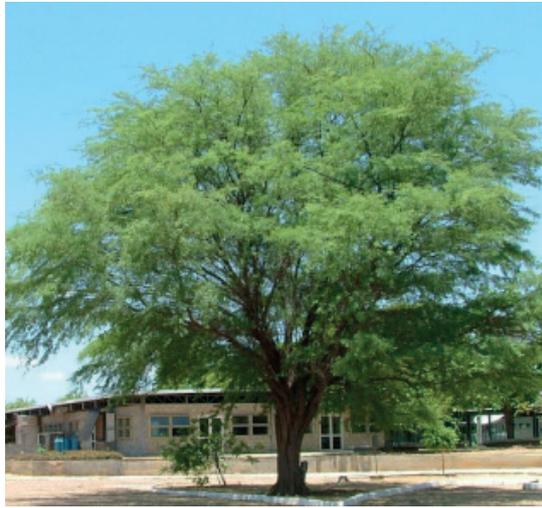


Figura 4 - Algarobeira.

Fonte: Ribaski *et al.* (2009)

A lenha da Algaroba tem poder calorífico de aproximadamente 21.472,29 KJ/Kg (PEREIRA e LIMA, 2002), por isso é muito utilizada como matriz energética na região nordeste do Brasil. Após a sua queima, em caldeiras para aquecimento da água de lavagem durante o processo de tingimento do jeans, nas mais de 240 lavanderias do APL de confecções Pernambucano, é gerado um grande volume de Cinzas de Algaroba, Figura 5, (PIRES, 2016). Cerca de 6.500 kg de cinza são geradas por mês em uma lavanderia de médio porte, de acordo com Melo (2012). Além disso, outros APL's fazem uso da lenha de Algaroba como matriz energética, como no caso dos APL's de cerâmica e gesso, demonstrando a grande geração desse resíduo.



Figura 5 - Cinza de lenha de algaroba.

Fonte: Leloup (2013).

A cinza da lenha da Algaroba pode ser bastante prejudicial ao meio ambiente se descartado de maneira inadequada, como mostrado na Figura 6. De acordo com Moura (2017), a disposição inadequada desse resíduo ocasiona a contaminação dos corpos hídricos, podendo assim alterar o pH, cor, turbidez, entre outras características,

como também o solo.



Figura 6 - Descarte indevido dos resíduos provenientes das lavanderias.

Fonte: Leloup (2013).

A análise química da cinza de Algaroba geradas no APL de confecções pernambucano, apresentada por Leloup (2013), mostra a predominância de grande quantidade de cálcio (77,85%), além da presença de outros elementos mais significativos, como o potássio (13,81%), silício (4,09%) e o ferro (2,14%). Os resultados semelhantes foram encontrados nos trabalhos de Melo (2012), Mota (2014) e Nascimento (2014).

Para utilizar a cinza da lenha de Algaroba em materiais cimentícios é necessário um beneficiamento do material. Logo, esse resíduo precisa ser apenas peneirado em malha 200 ($75 \mu\text{m}$), sendo utilizado apenas o material passante (MOTA, 2014; NASCIMENTO *et al.*, 2016). Segundo Melo (2012), esse procedimento é realizado com o intuito da cinza gerar um efeito fíler no sistema.

Segundo Pires (2016), os resultados obtidos com a incorporação das cinzas de Algaroba em materiais cimentícios têm sido bastante favoráveis do ponto de vista científico e de propriedades, provavelmente, devido a ação das cinzas como fíler na matriz cimentante, promovendo melhorias e/ou manutenção das propriedades do sistema cimentício quando adicionadas. A constituição química em sua maior parte de carbonato de cálcio (CaCO_3) e seu efeito fíler nos impulsiona a verificar o comportamento do sistema quando da substituição do cimento.

Devido a essas características, a cinza de Algaroba em matrizes cimentícias proporcionam um melhor empacotamento (MELO, 2012; PIRES, 2016; NASCIMENTO *et al.*, 2016; MOURA, 2017), menores teores de água comparando com amostra de referência (PIRES, 2016), reduziu a exsudação, problema que afeta a trabalhabilidade e durabilidade nos sistemas cimentícios (NASCIMENTO *et al.*, 2016) e aumento de resistência mecânica (MOTA, 2014; NASCIMENTO *et al.*, 2016).

Com relação ao concreto autoadensável, Elinwa, Ejeh e Mamuda (2008) investigaram os efeitos da substituição parcial do cimento por cinza de madeira e verificaram que para CAA com a incorporação da cinza houve diminuição no espalhamento e um aumento nos tempos de escoamento. Vieira (2017) também

analisou a influência da cinza de madeira em CAA e constatou alta estabilidade; menor fluidez; maior viscosidade, coesão e resistência à segregação; no estado endurecido, apresentaram maior resistência à compressão aos 28 dias com relação ao CAA de referência.

Logo, observa-se que a cinza de Algaroba é um resíduo que se adequa bem aos materiais cimentícios, visto que, ela pode proporcionar melhorias nas propriedades dos materiais tanto no estado fresco quanto endurecido. Podendo ser utilizado tanto em argamassas, concretos e CAA, principalmente, devido a sua influência, em que Nascimento *et al.*, (2016) destaca que sua atuação como filer, contribui para o empacotamento do material, pois ela possui elava finura, propiciando o preenchimento dos vazios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil é um grande consumidor de matérias-primas, como visto, ela absorve diversos materiais para desenvolver seus produtos. No entanto, isso causa diversos danos ao meio ambiente, pois a extração e beneficiamento dos materiais que são utilizados em sua cadeia de produção podem causar problemas como poluição de rios, com a extração inadequada de areia, e diminuição da camada de ozônio, devido a grande produção de clínquer utilizado no cimento Portland.

O resíduo do polimento do porcelanato (RPP) se mostrou, através dos levantamentos de diversas pesquisas, como um material alternativo que pode ser incorporador nos mais variados materiais cimentícios. Demonstrando não apenas sua importância na sustentabilidade como uma destinação adequada e até diminuir o consumo de cimento em concretos e argamassas, mas também como material capaz de melhorar as propriedades dos materiais cimentícios, devido a seu efeito filer e pozolânico.

Do mesmo modo, a utilização da cinza de Algaroba tem um papel importante tanto na sustentabilidade, pelas mesmas razões do RPP, quanto com relação a tecnologia dos materiais cimentícios. No tocante ao efeito dentro da matriz cimentícia, o que diferencia a cinza da Algaroba do RPP é o efeito pozolânico, pois a cinza de Algaroba não reage com os produtos de hidratação do cimento Portland, atuando apenas como filer (material inerte).

Logo, a utilização de materiais alternativos em materiais cimentícios é uma opção bastante viável e eficiente, pois além de combater os problemas ambientais gerados na construção civil, também ajuda as outras empresas de ramos diferentes, pois os resíduos delas são utilizados como esse material alternativo.

REFERÊNCIAS

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Anuário Mineral Brasileiro.**

Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.dnrm.gov.br/dnrm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/anuario-mineral-brasileiro-2010>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2017.

BERODIER, E.; GIBSON, L. R.; BURNS, E.; ROBERTS, L.; CHEUNG, J. **Robust production of sustainable concrete through the use of admixtures and in-transit concrete management systems.** *Cement and Concrete Composites*, v. 30, p. 1-15, 2018.

BREITENBACH, S. B.; SANTOS, O. C.; ANDRADE, J. C. S.; NASCIMENTO, R. M.; MARTINELLI, A. E. **Adição de resíduo do polimento de porcelanato em argamassas de restauro à base de cal.** *Cerâmica*, v. 63, p. 395- 401, 2017.

ELINWA, A. U.; EJEH, S. P.; MAMUDA, A. M. **Assessing of the fresh concrete properties of self-compacting concrete containing sawdust ash.** *Construction and Building Materials*, v. 55, p. 1178-1182, 2008.

JACOBY, P. C.; PELISSER, F. **Pozzolanic effect of porcelain polishing residue in Portland cement.** *Journal of Cleaner Production*. v. 100, p. 84-88, 2015.

JIN, R.; CHEN, Q.; SOBOYEJO, A. **Survey of the current status of sustainable concrete production in the U.S.** *Conservation and Recycling*, v. 105, p. 148–159, 2015.

JUNIOR, A. M. S. **Efeito da adição de filler a base de resíduo do polimento do porcelanato e dispersão aquosa de poliuretana na permeabilidade de pastas de cimento.** 2016. 94p. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo (PPGCEP), UFRN, Natal.

LELOUP, W. D. A. **Efeitos da adição de lodo têxtil e cinzas de lenha gerados no APL de confecções pernambucano em argamassas de cimento Portland.** 2013. 110p. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), UFPE, Caruaru.

LIMA, E. E. P. **Concreto auto adensável produzido com resíduo de polimento do porcelanato – comportamento em relação à corrosão de armaduras.** 2015. 93p. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), UFPB, João Pessoa.

MATOS, P. R.; OLIVEIRA, A. L.; PELISSER, F.; PRUDÊNCIO JR, L. R. **Rheological behavior of Portland cement pastes and self-compacting concretes containing porcelain polishing residue.** *Construction and Building Materials*, v. 175, p. 508–518, 2018.

MELO, M. S. C. **Estudo de argamassas adicionadas de cinzas de Algaroba geradas no arranjo produtivo local de confecções do agreste pernambucano.** 2012. 120p Dissertação(mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), UFPE, Caruaru.

MOTA, M. H. A. **Concreto seco com incorporação de cinza de madeira de Algaroba (*prosopis juliflora*) moldado sob pressão.** 2014. 123p. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), UFPE, Caruaru.

MOURA, L. S. **Incorporação de cinzas de Algaroba geradas no APL de confecções do agreste pernambucano em concreto betuminoso usinado a quente - CBUQ.** 2017, 97p. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), UFPE, Caruaru.

NASCIMENTO, J. E. M. F. **Avaliação dos efeitos da substituição da cal hidratada por cinzas de algaroba em argamassas de revestimento.** 2014, 99p. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), UFPE, Caruaru.

NASCIMENTO, J. E. M. F.; SANTOS, H. M. M.; NETO, M. F. S.; JÚNIOR, J. C. C. S. **Avaliação das propriedades dos concretos nos estados fresco e endurecido após a adição de cinza de**

madeira. Revista Científico, v. 16, n. 34, p. 129-149, 2016.

NASCIMENTO, M. V. L. A. **Estudos de blocos intertravados de concreto para pavimentação com incorporação de resíduo de porcelanato**. 2016. 96p. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), UFPE, Caruaru.

NAZARI, A.; SANJAYAN, J. G. (Editores) **Handbook of Low Carbon Concrete**. 1a. ed. Elsevier, 2017.

PELISSER, F.; STEINER, L. R.; BERNARDIN, A. M. **Recycling of Porcelain Tile Polishing Residue in Portland Cement: Hydration Efficiency**. Environmental Science & Technology, v. 46, p. 2368-2374, 2012.

PENTEADO, C. S. G.; CARVALHO, E. V.; LINTZ, R. C. C. **Reusing ceramic tile polishing wast in paving block manufacturing**. Journal of Cleaner Production, v. 112, Part 1, p. 514-520, 2016.

PEREIRA, J. C. D.; LIMA, P. C. F. **Comparação da qualidade da madeira de seis espécies de algarobeira para a produção de energia**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 99-107, 2002.

PIRES, D. R. **Desenvolvimento de argamassas com substituição parcial do cimento Portland por cinzas de Algaroba geradas do APL (Arranjo Produtivo Local) de confecções pernambucano**. 2016. 96p. Dissertação(mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), UFPE, Caruaru - PE.

RIBASKI, J.; DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R.; NASCIMENTO, C. E. S. **Algaroba (Prosopis juliflora): árvore de uso múltiplo para a Região Semiárida Brasileira**. Comunicado Técnico 240, Embrapa Florestas, Colombo – PR, 2009.

SANTOS, M. L. L. O. **Aproveitamento de resíduos minerais na formulação de argamassas para a construção civil**. 2008. 163p. Tese (doutorado). Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais (PPGCEM), UFRN, Natal.

SILVA, G. J. B. **Estudo do comportamento do concreto de cimento Portland produzido com a adição do resíduo de polimento do porcelanato**. 2005. 107p. Dissertação (mestrado). Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, UFMG, Belo Horizonte.

SOUZA, P. A. B. F. **Estudo do comportamento plásticos, mecânico, microestrutural e térmico do concreto produzido com resíduo de porcelanato**. 2007. 230p. Tese (doutorado). Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais (PPGCEM), UFRN, Natal.

STEINER, L.R.; BERNARDIN, A. M.; PELISSER, F. **Effectiveness of ceramic tile polishing residues as supplementary cementitious materials for cement mortars. Sustainable Materials and Technologies**. v. 4, p. 30-35, 2015.

WANG, G.; TIAN, B. **Effect of Waste Ceramic Polishing Powder on the Properties of Cement Mortars**. International Conference on Energy and Environment Technology, 2009.

VIEIRA, S. P. **Propriedades do concreto autoadensável com diferentes tipos de adições**. 2017. 126p. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, UnB, Brasília.

WANG, G.; XU, K. J.; ZHU, M. Q.; TIAN, B. **Pozzolanic Activity of Ceramic Polishing Powder as Cementitious Material**. Materials Science Forum, v. 675, p. 135-138, 2011.

YUNHONG, C.; FEI, H.; GUANG-LU, L.; LONGSHUO, X.; JIANLONG, H. **Test research on effects of ceramic polishing powder on carbonation and sulphate-corrosion resistance of concrete**. Construction and Building Materials, v. 55, p. 440–446, 2014.

SOBRE A ORGANIZADORA

Franciele Braga Machado Tullio - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-221-0

