

Ciência e Engenharia de Materiais

3

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)



 **Atena**
Editora

Ano 2018

MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA

(Organizadora)

Ciência e Engenharia de Materiais

3

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

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)

C569 Ciência e engenharia de materiais 3 [recurso eletrônico] / Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Ciência e Engenharia de Materiais; v. 3)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-85107-65-9
DOI 10.22533/at.ed.659183010

1. Engenharia. 2. Materiais I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.

CDD 620.11

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.

2018

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

Você já percebeu a importância dos materiais na sua vida diária? Os materiais estão provavelmente mais imersos na nossa cultura do que a maioria de nós imagina. Diferentes segmentos como habitação, saúde, transportes, segurança, informação/comunicação, vestuário, entre outros, são influenciados em maior ou menor grau pelos materiais.

De fato a utilização dos materiais sempre foi tão importante que os períodos antigos eram denominados de acordo com os materiais utilizados pela sociedade primitiva, como a Idade da Pedra, Idade do Bronze, Idade do Ferro, etc.

A humanidade está em constante evolução, e os materiais não são exceções. Com o avanço da ciência e da tecnologia a cada dia surgem novos materiais com características específicas que permitem aplicações pormenorizadas e inovação nas mais diferentes áreas.

Todos os dias centenas de pesquisadores estão atentos ao desenvolvimento de novos materiais e ao aprimoramento dos existentes de forma a integrá-los em tecnologias de manufatura economicamente eficientes e ecologicamente seguras.

Estamos entrando em uma nova era caracterizada por novos materiais que podem tornar o futuro mais fácil, seguro e sustentável. O campo da Ciência e Engenharia de Materiais aplicada está seguindo por novos caminhos. A iminente escassez de recursos está exigindo inovações e ideias criativas.

Nesse sentido, este livro evidencia a importância da Ciência e Engenharia de Materiais, apresentando uma coletânea de trabalhos, composta por quatro volumes, que permitem conhecer mais profundamente os diferentes materiais, mediante um exame das relações entre a sua estrutura, as suas propriedades e o seu processamento.

Considerando que a utilização de materiais e os projetos de engenharia mudam continuamente e que o ritmo desta mudança se acelera, não há como prever os avanços de longo prazo nesta área. A busca por novos materiais prossegue continuamente...

Boa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE AGREGADOS DE ESCÓRIA DE ACIARIA LD PÓS-PROCESSADA PARA CONCRETOS SUSTENTÁVEIS	
<i>Bárbara Ponciano de Souza</i>	
<i>Wanna Carvalho Fontes</i>	
<i>José Maria Fontes de Carvalho</i>	
<i>Rosana Marcia de Resende Mol</i>	
<i>Ellen Cristine Pinto da Costa</i>	
<i>Ricardo André Fiorotti Peixoto</i>	
CAPÍTULO 2	12
ANÁLISE MICROESTRUTURAL E FÍSICO-QUÍMICA DE RESÍDUO DE SEIXO PARA UTILIZAÇÃO COMO AGREGADO MIÚDO	
<i>Marco Antonio Barbosa de Oliveira</i>	
<i>Kleber Roberto Matos da Silva</i>	
<i>Vitória Santos Barroso</i>	
<i>José de Ribamar Mouta Araújo</i>	
<i>Marcelo de Souza Picanço</i>	
CAPÍTULO 3	25
PROPRIEDADES MECÂNICAS E MORFOLOGIA DA FRATURA DE CONCRETO COM RESÍDUO DE BORRACHA DE PNEUS DO PROCESSO DE RECAPAGEM	
<i>Fábio Santos de Sousa</i>	
<i>Edwillson Gonçalves de Oliveira Filho</i>	
<i>César Tadeu Nasser Medeiros Branco</i>	
<i>Laércio Gouvêa Gomes</i>	
CAPÍTULO 4	33
PLANEJAMENTO FATORIAL PARA ESTIMATIVA DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE BLOCOS DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE AGREGADOS DE RESÍDUOS CIMENTÍCIOS	
<i>Jonath Oliveira do Nascimento</i>	
<i>Bruno Diego de Moraes</i>	
<i>Marcos Mattheus Lopes da Silva</i>	
<i>Felipe Lira Formíga Andrade</i>	
CAPÍTULO 5	44
ESTUDO DO EFEITO DA RADIAÇÃO UV EM COMPOSTOS DE POLIETILENO COM ADITIVOS OXI-BIODEGRADANTES	
<i>Caroline Henrique de Souza Borba</i>	
<i>Zora Ionara Gama dos Santos</i>	
<i>Raul Franklin Andrade Santos</i>	
<i>Grazielle Rozendo de Cerqueira</i>	
CAPÍTULO 6	54
USO DO PÓ DA PALHA DE CARNAÚBA COMO IMPERMEABILIZANTE EM TIJOLO DE SOLO-CIMENTO	
<i>Ana Raira Gonçalves da Silva</i>	
<i>Marília Pereira de Oliveira</i>	
<i>Marineide Jussara Diniz</i>	
CAPÍTULO 7	61
EVALUATION OF THE COLOR CHANGES IN ARTIFICIALLY AGED PINE	
<i>Tiago Hendrigo de Almeida</i>	
<i>Diego Henrique de Almeida</i>	
<i>André Luis Christóforo</i>	
<i>Francisco Antonio Rocco Lahr</i>	

CAPÍTULO 8 66

COLORIMETRIC PARAMETERS OF BRAZILIAN TROPICAL WOOD SPECIES

Diego Henrique de Almeida
Tiago Hendrigo de Almeida
Francisco Antonio Rocco Lahr
André Luis Christoforo

CAPÍTULO 9 70

ABSORÇÃO DE ÁGUA E CARACTERÍSTICAS SUPERFICIAIS DO RESÍDUO DE FIBRA DE PIAÇAVA MODIFICADO COM ÁGUA MORNA

JanettyJany Pereira Barros
Danusa de Araújo Moura
Camila Gomes Moreno
Fabiana de Carvalho Fim
Eduardo Braga Costa Santos
Lucineide Balbino da Silva

CAPÍTULO 10 82

CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUO PROVENIENTE DA PRODUÇÃO DE BREU E TEREBINTINA A PARTIR DA GOMA RESINA DE *PINUS SP.* E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS ADVINDAS DA SUA UTILIZAÇÃO PARA FINS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA

Juliana Esteves Fernandes Cieslinski

CAPÍTULO 11 93

ESTUDO DA INTEGRIDADE E DURABILIDADE DE MATERIAIS ESTABILIZADOS POR SOLIDIFICAÇÃO CONTENDO LODO DE CURTUME

Maria Rosiane de Almeida Andrade
Marília Claudino Moreira Cunha
André Luiz Fiquene de Brito
Ana Cristina Silva Muniz
Bianca Viana de Sousa Barbosa
Carlos Eduardo Pereira

CAPÍTULO 12 104

TESTE DE ATIVIDADE E EFICÁCIA DE AGENTES BIOCIDAS EM TINTA ACRÍLICA

Túlio Valério Agostinho da Silva
Sara Horácio de Oliveira
Magda Rosângela Santos Vieira
Ildnay de Souza Lima Brandão

CAPÍTULO 13 112

ESTUDO DA CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL DA FIBRA CALOTROPIS PROCERA E SUA POTENCIAL APLICAÇÃO NA REMOÇÃO DE HIDROCARBONETOS E DERIVADOS

Anaxmandro Pereira da Silva
Erick Buonora Tabosa do Egíto
Késia Karina de Oliveira Souto Silva
Rasiah Ladchumananandasivam
José Heriberto Oliveira do Nascimento
Ana Rita Leandro dos Santos

CAPÍTULO 14 118

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL POZOLÂNICO DA MICROSSÍLICA COM ALTO TEOR DE CARBONO: ANÁLISE QUÍMICA, MINERALÓGICA E MECÂNICA

Ruan Landolfo da Silva Ferreira
Marcos Alyssandro Soares dos Anjos
Andreza Kelly Costa Nóbrega

CAPÍTULO 15..... 129

INFLUÊNCIA DA IMPREGNAÇÃO CONTRA DEMANDA BIOLÓGICA NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DAS MADEIRAS DE CEDROARANA (*CEDRELINGA CATENAEFORMIS*)

Andréa de Souza Almeida

Tiago Hendrigo de Almeida

Francisco Antonio Rocco Lahr

André Luis Christoforo

CAPÍTULO 16..... 139

ESTUDO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM EFLUENTES REFRAATÓRIOS POR PROCESSO FENTON PARA DEGRADAÇÃO E MINERALIZAÇÃO DESSES COMPOSTOS EM REATOR DE ESCALA LABORATORIAL MODELO PARR

Camila Freire Berenguer

Yana Batista Brandão

Mohand Benachour

CAPÍTULO 17 156

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÓLEOS DE TRANSFORMADORES POR ESPECTROSCOPIA FTIR/ATR E ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA

Isabela Nogueira

Maísa Maciel Machado Santos

Thiago Arantes Nogueira

Estácio Tavares Wanderley Neto

Credson de Salles

Tessa Martins de Carvalho Carneiro

Álvaro Antônio Alencar de Queiroz

SOBRE A ORGANIZADORA 171

PROPRIEDADES MECÂNICAS E MORFOLOGIA DA FRATURA DE CONCRETO COM RESÍDUO DE BORRACHA DE PNEUS DO PROCESSO DE RECAPAGEM

Fábio Santos de Sousa

Universidade Federal do Pará, Departamento de Engenharia Mecânica e Faculdade de Engenharia civil
Belém -Pará

Edwillson Gonçalves de Oliveira Filho

Universidade Federal do Pará, Departamento de Engenharia de recursos Naturais da Amazônia
Belém - Pará

César Tadeu Nasser Medeiros Branco

Universidade Federal do Pará, Departamento de Engenharia de Materiais
Belém - Pará

Laércio Gouvêa Gomes

Universidade Federal do Pará, Departamento de Engenharia de Materiais
Belém - Pará

RESUMO: Os resíduos gerados no processo de recapagem de pneus são uma problemática ambiental quando lançados de forma irregular na natureza. Este trabalho objetiva utiliza-los como agregado na produção de concretos avaliando os efeitos da substituição em massa de areia pelo resíduo de borracha em 5% e 10% nas propriedades mecânicas e morfologia da fratura. Os materiais foram caracterizados quanto a granulometria e morfologia. Foram produzidos traços de concreto sem resíduo, e

com 5%, 10% de resíduo em substituição do agregado miúdo pelo resíduo. Os corpos de prova cilíndricos 10 cm por 20 cm, os quais foram ensaiados segundo as normas NBR 5739 e NBR 7222 visando a determinação da resistência à compressão axial e diametral. Para analisar da superfície de fratura foi utilizado o MEV. O Concreto com 5% apresentou tensão de ruptura axial de 11,95 MPa e 14,53 MPa aos 7 e 28 dias, respectivamente. Além disso, o mesmo apresentou resistência a compressão diametral de 1,07 MPa e 1,30 MPa aos 7 e 28, respectivamente. O Concreto com 10% apresentou tensão de ruptura axial de 2,05 MPa aos 28 dias. A resistência à compressão diametral foi de 0,30 MPa aos 28 dias. Os resultados obtidos mostram que há uma redução da resistência a compressão axial e diametral a medida que há um aumento percentual da substituição da areia pelo resíduo. Com relação a superfície de fratura constatou-se algumas regiões com boa adesão e com baixa adesão.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo de borracha de pneu, Concreto leve, Concreto com resíduo de borracha de pneu, reciclagem.

ABSTRACT: The waste generated in the tire retreading process is an environmental problem when released irregularly in nature. the present study aims to use it as an aggregate in concrete production evaluating the effects of replacing

mass of sand by rubber residue in 5% and 10% in the mechanical properties and morphology of the fracture. The materials were characterized for particle size and morphology. without waste concrete mixtures were produced (reference concrete), and 5%, 10% residue in place of the fine aggregate residue The cylindrical test specimens 10 cm by 20 cm, which were tested in accordance with NBR 5739 and NBR 7222 standard for the determination of resistance to axial and diametrical compression. To analyze the fracture surface was used SEM. The concrete with 5% showed axial tensile strength of 11.95 MPa and 14.53 MPa at 7 and 28 days, respectively. Moreover, it showed diametrical compression strength of 1.07 MPa and 1.30 MPa at 7 and 28, respectively. The concrete showed 10% axial tensile strength of 2.05 MPa at 28 days. The concrete had the same diametrical compression strength of 0.30 MPa at 28 days. The results show that there is a reduction in resistance to axial and diametrical compression measurement that there is an increased percentage of substitution of the sand residue. Regarding the fracture surface it was found some areas with good adhesion and low adhesion. The results indicate the possibility of some applications in prefabricated elements for construction.

KEYWORDS: tire rubber residue, lightweight concrete, concrete with tire Rubber Waste, Recycling.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, o crescimento da indústria automobilística se destaca, e um dos materiais essenciais é a borracha utilizada na produção de pneus. Os pneus após determinado tempo de utilização sofrem desgaste. Para readequar estes pneus, utiliza-se um dos processos de recuperação do pneu que se denomina recapagem. Porém, durante a etapa de raspagem são gerados resíduos de borracha.

Alguns pesquisadores já utilizaram este resíduo de borracha na fabricação de compósitos como forma de minimizar os impactos deste ao meio ambiente, além reduzir o consumo de matérias-primas FATTUHI E CLARCK (1996), ALBUQUERQUE (2009), ELDIN e SENOUCI (1993 apud ROSA; MORENO; MARTINS,2007). Destacando-se a utilização deste resíduo em argamassas e concretos.

O concreto convencional, não armado, apesar de suas vantagens, tem comportamento frágil. Uma forma de atenuar esses inconvenientes pode ser a introdução de fibras descontínuas para melhorar este comportamento (NEVILLE, 2013).

É crescente o número de pesquisas relacionadas sobre a utilização de fibras em materiais compósitos (GOMES *et al.*, 2015, 2013; SOARES, *et al.*, 2014; BRANDÃO, 2012; CARNIO, 2009; HEINRICKS *et al.*, 2000; AGOPYAN, 1991; RILEN, 1984), até resíduos provenientes da própria indústrias da construção (FONSECA, 2006; BAZUCO, 1999), visando agrupá-los de acordo com sua forma, processo, tipo de matriz, tipo de reforço, entre vários outros critérios, ou seja, temos uma variedade

considerável de combinações com classes distintas entre si. Entretanto, são escassos os trabalhos relacionados à utilização dos resíduos de pneus. Fioriti *et al* (2010) analisou experimentalmente blocos intertravados de concreto com adição de resíduos de pneus e verificou a possibilidade de utilização deste material em ambientes de baixas solicitações mecânicas.

O descarte de resíduos de pneus são um problema ambiental grave ainda sem uma destinação realmente eficaz, muitos são os problemas ambientais gerados pela destinação inadequada dos resíduos de pneus. Esse resíduo é prejudicial tanto a sociedade quanto ao meio ambiente, por se tratar de um material de alta resistência a intemperes e não se decompõe facilmente na natureza. Um desse problemas é a geração de resíduos provenientes da indústria de recapagem que são descartados com lixo, ou seja, sem uma readequação do resíduo. A recapagem nada mais é do que a substituição da banda de rodagem (parte do pneu que entra em contato com o solo), Figura 1.

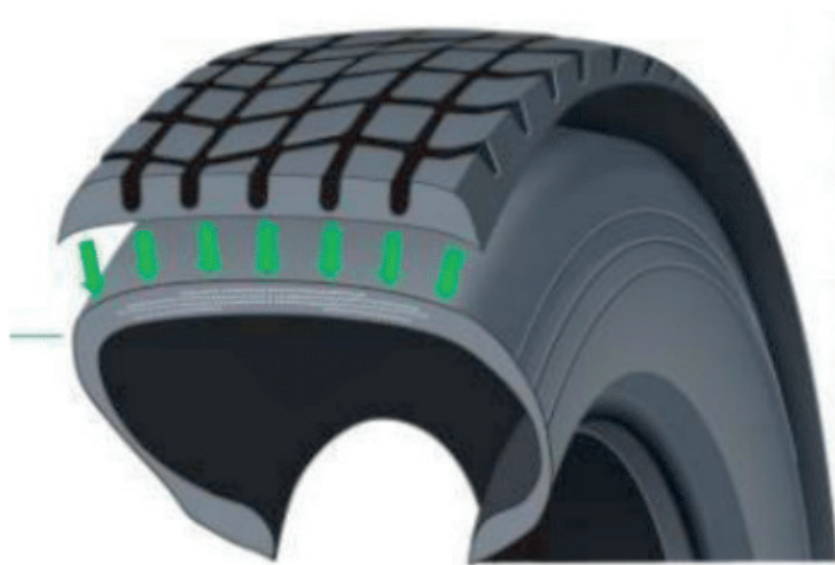


Figura 1. Estrutura de um pneu, recolocação da banda de rodagem.

Fonte: <http://www.steffenpneus.com.br/Recapagem/Marangoni/>, acessado em 07/03/2016.

Diante disso, torna-se de fundamental importância desenvolver alternativas de reutilização deste resíduo de pneus, a fim de evitar impactos ambientais ocasionado pelo mesmo. Uma dessas medidas é utiliza-lo como agregado na produção de concreto. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo a substituição parcial da areia por resíduo de recapagem de pneus em 5% e 10%, e analisar suas propriedades mecânicas e morfologia da superfície de fratura.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Os materiais utilizados foram a areia (fina e média), seixo, cimento CII-Z32 e resíduo de borracha do processo de recapagem de pneus adquirido em uma empresa localizada em Ananindeua.

2.2 Metodologia

A metodologia utilizada para a produção dos concretos de referência e com resíduos de pneus é mostrada no fluxograma da Figura 2. Primeiramente, o resíduo de borracha foi separado em material fino e médio utilizando agitador de peneiras mecânico. Os materiais foram caracterizados segundo a norma NBR NM 248 (ABNT, 2003). Foram fabricados dois tipos de concreto: o concreto de referência (com areia média para substituição de 5% e areia fina para substituição de 10%) e concreto com resíduo de pneus (com substituição em massa de 5 % e 10% de areia por resíduo fino).

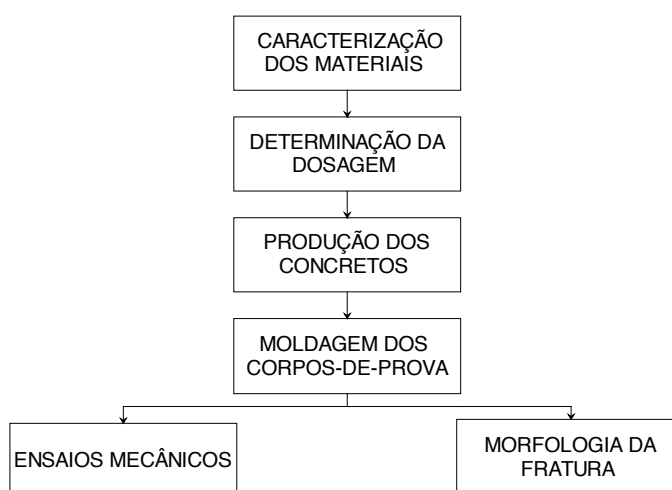


Figura 2. fluxograma dos procedimentos experimentais.

Fonte: autor

Para a produção dos concretos foi feita a substituição parcial em massa da areia em 5% e 10 % por resíduo de borracha. Foram produzidos 2 lotes, um de referência, e com 5% de substituição para o primeiro traço (1:1,71: 2,61: 0, 56); outro de referência e com 10% de substituição para o segundo traço (1:2: 3:0, 67). Aos 7 e 28 dias realizou-se ensaio de compressão axial, diametral segundo as NBR 5739/2007 e NBR 7222/2007 em uma máquina de ensaio universal. Para a morfologia da fratura, foram retiradas amostras de parte do composto e utilizou-se o microscópio de varredura eletrônica (MEV) para observar a interface matriz /resíduo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resistência à compressão axial

Analisando os resultados de compressão axial do concreto de referência e comparando com os resultados do concreto com resíduo de borracha verifica-se uma queda da resistência à medida que o teor de resíduo aumenta. Para o traço de 5% de resíduo, o concreto de referência e o concreto com borracha apresentaram resistência a compressão, aos 7 dias de cura, de 16,97 MPa e 11,95 Mpa, respetivamente. Estes resultados mostram uma queda da resistência a compressão axial de aproximadamente 30%, aos 7 dias. Além disso, para este mesmo traço, aos 28 dias de cura, a resistência do o concreto de referência e o concreto com borracha apresentaram resistência a compressão de 28,36 MPa e 14,53Mpa, respetivamente. Estes resultados mostram uma queda da resistência a compressão axial de aproximadamente 51%.

Para o traço com incorporação de 10% de resíduo, o concreto de referência e o concreto com borracha apresentaram resistência a compressão, aos 7 dias de cura, de 6,47 MPa e 2,05 MPa, respetivamente. Os dados obtidos mostram uma queda da resistência a compressão axial de aproximadamente 68%, aos 28 dias de cura. Estes dados encontram-se na Tabela 1.

Esta queda na resistência foi atribuída a falta de aderência entre a superfície da borracha e matriz cimentícia. Além disso, percebeu-se que o modulo de elasticidade do concreto não foi afetado de maneira significativa com a substituição de 5% e 10%, porém houve uma diminuição da tensão de ruptura do mesmo se comparado com o concreto de referência para este traço.

3.2. Resistência à tração por compressão diametral

Como na resistência a compressão, a resistência à tração por compressão diametral diminuiu com aumento da porcentagem de resíduo de borracha de pneus ao concreto. Para o traço de 5% de resíduo, o concreto de referência e o concreto com borracha apresentaram resistência à tração por compressão diametral, aos 7 dias de cura, de 1,75 MPa e 1,07 Mpa, respetivamente. Quando se compram resultados do concreto de referência com o concreto com borracha verifica-se uma queda da resistência a compressão diametral de aproximadamente 39%, aos 7 dias. Para este mesmo traço, aos 28 dias de cura, o concreto de referência e o concreto com borracha apresentaram resistência à tração por compressão diametral de 2,09 MPa e 1,30 MPa, respetivamente. Os resultados do concreto de referência e concreto com resíduo de borracha indicaram uma queda da resistência a compressão diametral de aproximadamente 38%. Para o traço com incorporação de 10% de resíduo, os resultados obtidos para o concreto de referência e concreto com resíduo de borracha foram de 0,77 MPa e 0,3 MPa, respetivamente. A partir dos dados obtidos, observou-se uma queda da resistência a compressão diametral de aproximadamente 61%, aos

28 dias de cura.

Ensaio	5% de substituição				10% de substituição	
	Concreto de referência		Concreto com resíduo		Concreto Referência	Concreto com resíduo
	7 dias	28 dias	7 dias	28 dias	28 dias	
Compressão axial (MPa) (desvio)	16,97 (±0,29)	28,36 (±0,108)	11,95 (±0,49)	14,53 (±0,248)	6,47 (±0,744)	2,05 (±0,33)
Compressão diametral (MPa) (desvio)	1,75 (±0,08)	2,09 (±0,151)	1,07 (±0,019)	1,30 (±0,001)	0,77 (±0,055)	0,30 (±0,014)

Tabela 1 - Resistência à compressão axial e diametral dos concretos estudados e 7 e 28 dias de cura.

Fonte - Próprio autor

3.3 Morfologia da superfície de fratura

A análise por MEV permitiu a verificação da porosidade e da interface matriz e resíduo de borracha. Os poros podem ser notados nas micrografias obtidas pelo MEV. Como pode ser observado o aumento da incorporação de partículas de borracha provocou um aumento nas quantidades de micro-poros presente na matriz. como pode ser visto na Figura 3a para o concreto com 5% de substituição e Figura 3b para concreto com 10% de substituição. Além disso, verifica-se através das micrografias algumas regiões de fraca aderência das fibras de borracha com a matriz, essa aderência é dificultada a medida que a porcentagem de partículas aumenta.

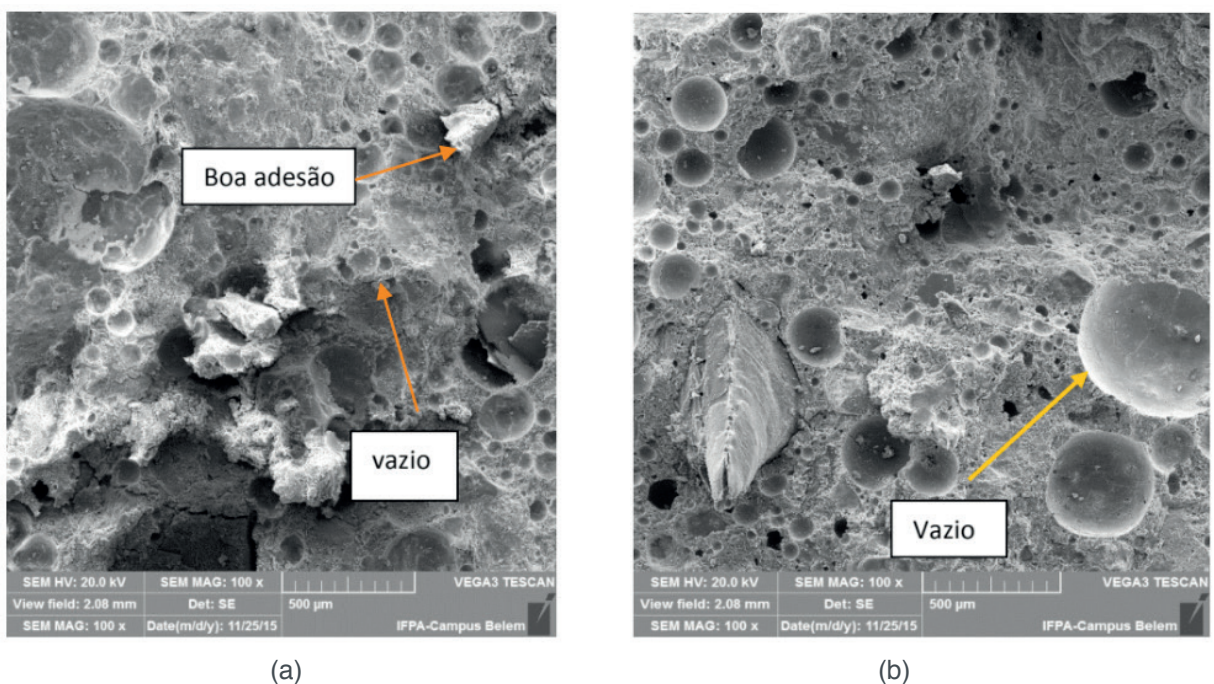


Figura 3 – Microscopia de varredura eletrônica da superfície de fratura do composto (a. 5% de substituição e b 10% aos 28 dias, aumento 100X)

4 | CONCLUSÕES

Pode-se concluir neste trabalho que o resíduo de borracha proveniente do processo de recapagem pneus apresenta condições favoráveis para substituição parcial do agregado miúdo.

A porcentagem de substituição influencia diretamente na redução da massa específica do concreto, tal redução é aumentada à medida que aumenta a porcentagem de resíduo presente na matriz. Essa redução é fundamental para fabricação de concretos mais leves. Além disso, com aumento da porcentagem de resíduo há um aumento no índice de vazios.

Para as porcentagens de substituição estudadas, a resistência à compressão axial, diametral e tração na flexão diminuem com aumento da incorporação do resíduo, isso se deve ao fato a fraca aderência entre a borracha e a matriz.

Os resultados mostram que é possível utilizar o resíduo de borracha ao concreto produzido a partir da substituição parcial da areia em obras com baixa solicitação mecânica. Além disso, este compósito pode ser uma alternativa de material com aplicação na construção civil, desse modo, diminuindo os impactos ambientais deste material.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V. **Materiais reforçados com fibras para a construção civil nos países em desenvolvimento: o uso de fibras vegetais**. Tese (Livre docência). EPUSP, São Paulo, 1991.

ALBUQUERQUE, A.C. **Estudo das Propriedades de Concreto Massa com Adição de Partículas de Borracha de Pneu**. Tese (Doutorado em Engenharia) -Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5738. **Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto**. Rio de Janeiro, 1994.

_____.NBR 5739. **Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos de concreto**. Rio de Janeiro, 2007.

_____.NBR 7222: **Concreto e argamassa - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2010. 5 p.

BAZUCO, R. S. **Utilização de Agregados Reciclados de Concreto para a Produção de Novos Concretos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

BRANDÃO A. A. **Desenvolvimento de Compósitos de Matriz Polimérica Reforçados Por Fibras de Curauá e Açai Fabricados Por Infusão**. Dissertação de graduação. IFPA. Belém-Pará, 2012.

CARNIO, M. A. **Propagation of fatigue cracking of reinforced concrete with low fiber content**. Thesis (Ph.D.), Faculty of Mechanical Engineering, University of Campinas, 2009.

ELDIN, N.N.; SENOUCÉ, A.B., **Cement, Concrete and Aggregates**.1993.

FATTUHI, N. I; CLARK, L. A. **Cement-based materials containing shredded scrap truck tyre rubber** *Construction and Building Materials*, 10(4), 1996. pp. 229-236.

FIORITI, C. F.; INO, A.; AKASAKI, J. L. **Análise experimental de blocos intertravados de concreto com adição de resíduos do processo de recauchutagem de pneus**. *Acta Scientiarum - Technology*, Maringá, v. 32, n. 3, p. 237-244, 2010.

FONSECA, A. P. **Estudo comparativo de concretos com agregado graúdo reciclado de talha cerâmica e agregado graúdo natural**. Dissertação 70 (Mestrado em Engenharia das Estruturas) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

GOMES, L. G.; SOARES, D. C. B. L.; SILVA, C. C. B. **Caracterização e Ensaio Mecânico de Concreto com Fibras Naturais Regionais**. Anais do 55º Congresso Brasileiro do Concreto. IBRACON, 2013.

GOMES, L. G.; SILVA, C. C. B.; SOARES, D.C. B. L.; QUEIROZ, N. C. A; ARAÚJO, J. R. M; QUEIROZ, S. R. S. **Avaliação das propriedades mecânicas do concreto com fibras da semente do açaí**. Congresso Brasileiro do Concreto (57CBC). Bonito/MS. 2015.

HEINRICKS, H.; BERKENKAMP, R.; LEMPFER, K.; FERCHLAND, H. **Global review of Technologies and markets for building materials**. In: Inorganic-bonded wood and fiber composite materials, Proceedings. Moscow, University of Idaho, 2000.

RILEN. **“Testing methods for fibre reinforced cement – based composites”**, *Matériaux et Constructions*, Vol. 17, nº 102, 1984, pp.441-56, RILEM Draft Recommendations, Technical Committee 49 TFR.

ROSA, D.; MORENO, A.; MARTINS, T. **Avaliação da influência da granulometria na incorporação de pneus pós-consumo em compósitos de concreto**. *Revista Brasileira de Aplicações de Vácuo* 26 (2), 2007. pp. 103-110.

SOARES, D. C. B. L.; SILVA, C. C. B.; GOMES, L. G., **Avaliação quanto ao uso da fibra do açaí como reforço de compósito cimentícios**. Trabalho de conclusão de curso (graduação em engenharia de materiais), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Belém PA, 2014.

STEFFENPNEUS, Disponível em: <http://www.steffenpneus.com.br /Recapagem/Marangoni/>, acessado em: 07/03/2016.

SOBRE A ORGANIZADORA:

Marcia Regina Werner Schneider Abdala: Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-65-9

