

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Estudos (Inter)
Multidisciplinares
nas Engenharias 2

Atena
Editora

Ano 2019

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Estudos (Inter) Multidisciplinares nas
Engenharias
2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos (inter) multidisciplinares nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-701-7 DOI 10.22533/at.ed.017190910</p> <p>1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Helenton Carlos da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Engenharias*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 21 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da (inter) multidisciplinaridade nas engenharias.

O processo de aprendizagem, hoje em dia, é baseado em um dinamismo de ações condizentes com a dinâmica do mundo em que vivemos, pois a rapidez com que o mundo vem evoluindo tem como chave mestra a velocidade de transmissão das informações.

A engenharia praticada nos dias de hoje é formada por conceitos amplos e as situações a que os profissionais são submetidos mostram que esta onda crescente de tecnologia não denota a necessidade apenas dos conceitos técnicos aprendidos nas escolas.

Desta forma, os engenheiros devem, além de possuir um bom domínio técnico da sua área de formação, possuir domínio também dos conhecimentos multidisciplinares, além de serem portadores de uma visão globalizada.

Este perfil é essencial para o engenheiro atual, e deve ser construído na etapa de sua formação com o desafio de melhorar tais características.

Dentro deste contexto podemos destacar que uma equipe multidisciplinar pode ser definida como um conjunto de profissionais de diferentes disciplinas que trabalham para um objetivo comum.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos estudos da (inter) multidisciplinaridade nas engenharias, com destaque mais diversas engenharias e seus temas de estudos.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DO DESEMPENHO DE CONCRETO DESENVOLVIDO A PARTIR DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA CIDADE DE SÃO CARLOS/SP	
Tatiane Caroline Rocha Lemos Eduvaldo Paulo Sichieri Victor José dos Santos Baldan	
DOI 10.22533/at.ed.0171909101	
CAPÍTULO 2	13
ESTUDO DE DOSAGEM DE ARGAMASSA A PARTIR DE RESÍDUO PROVENIENTE DA RECICLAGEM DE PNEUS	
Tatiane Caroline Rocha Lemos Eduvaldo Paulo Sichieri Victor José dos Santos Baldan	
DOI 10.22533/at.ed.0171909102	
CAPÍTULO 3	25
ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICA DA MADEIRA: UMIDADE, DENSIDADE APARENTE E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO PARALELAS ÀS FIBRAS DAS ESPÉCIES COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA-RR	
Weiza Nunes Barbosa Emerson Lopes de Amorim Luiz Gustavo Ayres Barros Kellen de Souza Singh Lucas Matos de Souza José Castro Lima	
DOI 10.22533/at.ed.0171909103	
CAPÍTULO 4	37
ANÁLISE DOS EFEITOS DA VAZÃO MÁSSICA SOBRE A DEPOSIÇÃO DE INCRUSTAÇÕES EM AQUECEDORES DE LEITE DO TIPO PLACAS PLANAS GAXETADAS	
Alex Vazzoler	
DOI 10.22533/at.ed.0171909104	
CAPÍTULO 5	47
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA (<i>Manihot esculenta Crantz</i>) EM COMUNIDADE TRADICIONAL DO MUNICÍPIO DE MACAPÁ-AP E POSSÍVEIS SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS	
Roberto Quaresma Santana Lia Carla de Souza Rodrigues Jorge Emílio Henriques Gomes Marília de Almeida Cavalcante	
DOI 10.22533/at.ed.0171909105	
CAPÍTULO 6	55
AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE MACROTEXTURA E DRENABILIDADE EM DUAS PISTAS DE POUSO NA REGIÃO DO VALE DO ARAGUAIA	
Thamires Ferreira da Silva	

Lucas Jorge Freitas Marinho
Augusto Romanini
Raul Tadeu Lobato Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.0171909106

CAPÍTULO 7 69

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE GELATINAS OBTIDAS A PARTIR DAS PELES DE MAPARÁ (*Hypophthalmidae*) E URITINGA (*Arius Proops*)

Élida Viana de Souza
Jiullie Delany Bastos Monteiro
Nara Helem Brazão da Costa
Leliane da Silveira Barbosa Gomes
Iara Eleni de Souza Pereira

DOI 10.22533/at.ed.0171909107

CAPÍTULO 8 77

CONTROLE ESTRUTURAL DO DEPÓSITO PLACER DE MINERAIS PESADOS NA REGIÃO PRAIAL AO NORTE DA DESEMBOCADURA DA LAGOA DOS PATOS (BUJURU, BRASIL)

Bruno Silva da Fontoura
Adelir José Strieder
Jéssica Stern Behling
Rui Sérgio Saraiva Duarte Junior
Talita Cabelera da Silva
Paulo Mendes
Aureliano Augusto Vieira da Nóbrega
Lauro Julio Calliari

DOI 10.22533/at.ed.0171909108

CAPÍTULO 9 87

ESTRUTURA FÍSICA E PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA A RELUTÂNCIA VARIÁVEL PAUTADO EM PROTÓTIPO 8/6

Marcos José de Moraes Filho
Luciano Coutinho Gomes
Augusto Wohlgemuth Fleury Veloso da Silveira
Darizon Alves de Andrade
Josemar Alves dos Santos Junior
Wanberton Gabriel de Souza

DOI 10.22533/at.ed.0171909109

CAPÍTULO 10 99

VARIAÇÃO DA PERDA DE CARGA NA MANGUEIRA EM FUNÇÃO DE SEU ENROLAMENTO

Diogo Henrique Morato de Moraes
Ricardo Marques da Silva Viegas
Dione Monteiro de Moraes
Matheus Henrique Morato de Moraes
Marcio Mesquita

DOI 10.22533/at.ed.01719091010

CAPÍTULO 11 109

ÍNDICE DE DESEMPENHO DE MISTURAS TERNÁRIAS CONTENDO CIMENTO PORTLAND SÍLICA DE CASCA DE ARROZ E NANOSSÍLICA COLOIDAL

Daniel da Silva Andrade
Josué Régio Damaceno
Laércio Breno Moreira
Aline Alves de Almeida
João Henrique da Silva Rêgo

DOI 10.22533/at.ed.01719091011

CAPÍTULO 12 122

LEVANTAMENTO BIBLIOMÉTRICO E IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE PESQUISAS CIENTÍFICAS NA ÁREA DAS CIÊNCIAS SOCIAIS SOBRE A CANA-DE-AÇÚCAR PARA O SEGMENTO SUCROENERGÉTICO

Manoel Gonçalves Filho
Clóvis Delboni
Reinaldo Gomes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.01719091012

CAPÍTULO 13 135

MELHORIA NO PROCESSO DE MONTAGEM ATRAVÉS DA FERRAMENTA POKA YOKE: UM ESTUDO DE CASO NO MCDONALD'S

Jéssika Alvares Coppi Arruda Gayer
Dayse Mendes
Douglas Soares Agostinho
Felipe Martins Machado
Jennifer Evangelista Cavalcante
Kellen Coelho dos Santos
Marcos Augusto Mendes Marques
Marcos Henrique Morais
Renatha Querubina de Anevam
Rodrigo Ramiro Prior

DOI 10.22533/at.ed.01719091013

CAPÍTULO 14 144

MODELAGEM DA DISPERSÃO DE POLUENTES NA ATMOSFERA UTILIZANDO UMA ABORDAGEM ANALÍTICA

Régis Sperotto de Quadros
Glênio Aguiar Gonçalves
Daniela Buske

DOI 10.22533/at.ed.01719091014

CAPÍTULO 15 153

O ÍNDICE DE CONFIABILIDADE PARABÓLICO

Emmanoel Guasti Ferreira
Marcílio Sousa da Rocha Freitas
José Antônio da Rocha Pinto
Geraldo Rossoni Sisquini

DOI 10.22533/at.ed.01719091015

CAPÍTULO 16	168
RE-EVALUATION OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND TOTAL ACID NUMBER ON NAPHTHENIC CORROSION BY ELECTROCHEMICAL NOISE TECHNIQUE	
Ana Carolina Tedeschi Gomes Abrantes Alysson Nunes Diógenes Haroldo de Araújo Ponte	
DOI 10.22533/at.ed.01719091016	
CAPÍTULO 17	179
SLOW-RELEASE FERTILIZER FROM A ROCK CONTAINING GLAUCONITE BY THERMAL PROCESSING WITH ADDITIVES	
Antonio Clareti Pereira Emily Mayer de Andrade Becheleni Marta Ribeiro dos Santos Gomes Sônia Denise Ferreira Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.01719091017	
CAPÍTULO 18	190
UMA INTRODUÇÃO AO USO DA INTEGRAL DE DUHAMEL EM SISTEMAS DINÂMICOS ESTRUTURAIS	
Natan Sian das Neves	
DOI 10.22533/at.ed.01719091018	
CAPÍTULO 19	202
USO DE PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL NA OTIMIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO PROCESSO DE ADSORÇÃO COM TURFA PARA REMOÇÃO DA TURBIDEZ DE EFLUENTE OLEOSO	
Regina Celia de Oliveira Brasil Delgado Francisco Igor da Costa Freire Andréa Francisca Fernandes Barbosa André Luís Novais Mota Kalyanne Keyly Pereira Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.01719091019	
CAPÍTULO 20	211
UTILIZAÇÃO DE COBERTURA COMESTÍVEL NA CONSERVAÇÃO DE HORTIFRUITI	
Martiliana Mayani Freire Leoclécio Luis de Paiva Laís Barreto Franco Anna Paula Marques Cardoso Gleison Martins Medeiros Raposo Caliane Lília Leite do Nascimento Pedro Fagner Araújo Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.01719091020	
CAPÍTULO 21	218
MAPEAMENTO E AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DE CAIXAS COLETORAS DE DRENAGENS URBANAS NA REGIÃO DO PORTO DE PELOTAS/RS	
Marciano Carneiro Milton Cruz Fernandes	

Angélica Cirolini
Alexandre Felipe Bruch
Lenon Silva de Oliveira
Gabriel da Silva Pontes

DOI 10.22533/at.ed.01719091021

SOBRE O ORGANIZADOR.....	232
ÍNDICE REMISSIVO	233

ESTUDO DE DOSAGEM DE ARGAMASSA A PARTIR DE RESÍDUO PROVENIENTE DA RECICLAGEM DE PNEUS

Tatiane Caroline Rocha Lemos

Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos, Universidade de São Paulo
São Carlos - SP

Eduvaldo Paulo Sichieri

Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos, Universidade de São Paulo
São Carlos - SP

Victor José dos Santos Baldan

Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos, Universidade de São Paulo
São Carlos - SP

RESUMO: Estudou-se a borracha proveniente da reciclagem de pneus que, por ter estrutura, tamanho e/ou forma adequados, pode passar por processos específicos de reúso ou reciclagem. Esses resíduos utilizados na pesquisa provêm de recauchutagem ou moagem de pneus antigos, sendo basicamente constituídos de borracha natural, borracha artificial, óleos e negro de fumo. Grande parte do resíduo de pneus acaba sendo queimado em fornos de Clínter, sendo necessário desenvolver alternativas mais eficientes e menos poluentes para se utilizar esse material, como é o caso da sua aplicação como agregado em concreto. Após compreensiva revisão bibliográfica sobre concreto e resíduos de pneu, pôde-se fazer a análise do material reciclado a partir de ensaios

de caracterização física - Granulometria, Massa Unitária e Índice de Inchamento. Com isso se conseguiu caracterizar o agregado de forma a estabelecer um traço de concreto que pudesse ser moldado com substituições de 0% a 40% de borracha reciclada sobre a areia natural, objetivando o menor consumo de cimento, o maior consumo de material reciclado, para uma resistência mecânica e durabilidade estimada ótimas. Os resultados apontaram que, apesar da diferença de características físicas da borracha reciclada com relação à areia natural, seu potencial de utilização como agregado foi elevado, visto o alcance de resistências consideráveis, para peças fabricadas com agregado reciclado. Portanto isso aponta para viabilização de novas perspectivas de uso da borracha reciclada de pneus, com objetivo de se criar um produto sustentável e menos impactante ao meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de Pneu, Concreto Reciclado, Agregado Artificial, Bloco Estrutural.

STUDY OF CONCRETE DOSAGE WITH RESIDUE FROM TIRES RECYCLING

ABSTRACT: It was studied the rubber from tires recycling which, because of its structure, size and/or appropriate form can pass through specific reuse or recycling processes. These

residues used in the research come from grinding or retreading of old tires, and consist basically of natural rubber, artificial rubber, oils and carbon black. Great part of the tires residue end up being burnt in Clinker ovens, being necessary to develop more efficient and less pollutant alternatives to use this material, such is the case of using it as concrete aggregate. After comprehensive literature review on concrete and tire residues, it was possible to make an analysis of the recycled material through physical characterization tests - Granulometry, Unitary Mass and Swelling Index. With this, it was possible to characterize the material in order to stablish a concrete mix that could be molded with substitutions from 0% to 40% of recycled rubber over natural sand, aiming for the lower cement consumption, the largest consumption of recycled material, in order to reach greats mechanical resistance and estimated durability. The results point that, although there was a difference of the physical characteristics between the recycled rubber and natural sand, its utilization potential as aggregate was elevated, since considerable resistances were reached, for pieces made with recycled aggregate. Therefore, it points out to the viability of new use perspectives for the recycled rubber from tires, as a goal to create a sustainable product that affects less in the environment.

KEYWORDS: Tire Residues, Recycled Concrete, Artificial Aggregate, Structural Block.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente a humanidade tem noticiado efeitos da sociedade de consumo, por exemplo a insurgência da problemática dos resíduos sólidos. Por mais que se viva numa era em que termos relacionados à sustentabilidade são conhecidos pelos leigos, não se pode afirmar categoricamente que sua aplicação tenha evoluído ao longo dos anos, sendo que ações que a viabilizem não necessariamente ocorreram. Ao se observar o número de pneus que foram descartados incorretamente no Brasil de 2002 a 2012, cerca de 2,1 milhões de toneladas (PAZ, 2012), é possível perceber que ainda são exigidas da sociedade mais ações que visem a reciclagem ou reuso desses pneus.

A vida útil de um pneu de automóvel, é em média 50 mil quilômetros (RUFFO, 2013), sendo essa distância percorrida em meses dependendo da utilidade do veículo. Os pneus descartados, se não receberem nenhum tratamento, possuem tempo de degradação indeterminado (SILVA e CASAGRANDE, 2013), sendo que se destinados a aterros, prejudicariam sua rotatividade. A resolução CONAMA 416/2009, estabeleceu a necessidade de recolhimento e destino ambientalmente adequado - exclui-se a disposição em aterros - de um pneu inservível para cada pneu novo comercializado pelas as empresas fabricantes ou importadoras. Na prática, o Brasil registrou em 2011 um índice de reciclagem de pneus de apenas 85% (CEMPRE, 2013), sendo o resíduo utilizado, em sua maioria, para a geração de energia na indústria cimentícia (aquecimento dos fornos para produção do Clínquer, o que causa grande impacto ambiental) e na fabricação de artigos de borracha.

A produção de argamassa reciclada, com a substituição do agregado natural pelo artificial, tem sido muito explorada no meio científico, para vários materiais reciclados como resíduos de construção civil e isopor, já que é grande a facilidade de interação e baixa a reatividade entre o cimento Portland e esses resíduos. Essa maneira de aplicação do resíduo de pneus pode ser fortuita em um momento em que existe elevada obrigatoriedade de reciclagem de pneus e demanda por formas cada vez mais ecologicamente viáveis de reaproveitar esse material. Portanto justifica-se o estudo de implantação dos resíduos de pneu na fabricação de artefatos de concreto reciclado, sendo necessário, portanto, analisar a interação desses na produção de argamassa.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Resíduos de Pneu

Uma das fontes de agregado reciclado proveniente de pneus é a recauchutagem ou recapeamento, baseado na raspagem da banda de rodagem desgastada e na colocação de uma nova banda proveniente de borracha vulcanizada (RODRIGUES, 2008). Outra maneira de se obter resíduo de pneus é através da trituração do artigo e a separação de outros materiais que não sejam a borracha (geralmente o nylon e aço) da mistura, sendo esse procedimento geralmente realizado para pneus inservíveis (ANDRADE, 2007). O resíduo passa por uma série de peneiras para que se atinjam faixas de granulometria adequadas para cada uso previsto, como pode ser observado na figura 1, em que se mostram resíduos mais graúdos.

De acordo com a norma ABNT NBR 10004/2004 os resíduos de borracha e pneus podem ser classificados como resíduos classe IIB - não perigosos e inertes, que quando submetidos a testes de solubilização não têm nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor (RODRIGUES, 2008). Portanto esse resíduo pode estar adequado para aplicação na produção de produtos, os quais poderão ter contato com pessoas, animais e meio ambiente ao longo de suas vidas úteis.

Uma das formas mais comuns de se utilizar os pneus inservíveis é na produção de cimento, especificamente no aquecimento de fornos para a queima de Clínquer (MONTEIRO, 2008). Essa utilização proporciona debates atualmente, já que os riscos de contaminação ambiental e danos à saúde devidos aos gases provenientes da combustão desses pneus (SOx e contaminantes de arsênio por exemplo) são consideráveis. Outras maneiras populares para destinação do pneu inservível são fabricação de tapetes e capachos e regeneração da borracha para fabricação de novos pneus.

É escopo dessa pesquisa estudar uma forma alternativa de aplicação do pneu

inservível, na produção de blocos estruturais. Isso deve ser feito de forma a minimizar a contaminação ao meio ambiente e evitar que milhares de pneus sejam destinados a aterros, sem que suas possibilidades de utilização tenham se esgotado. Um estudo semelhante, de produção de bloco para alvenaria feito de concreto, já foi realizado por FIORITI (2002), sendo que parte de sua metodologia foi aplicada a essa pesquisa. Após determinar as dimensões desejadas do resíduo de borracha, FIORITI (2002) moldou corpos de prova, blocos estruturais e blocos de vedação, sendo para eles aferidas as resistências à compressão simples e absorção de água. Os resultados da dissertação mostram que, dependendo da relação de substituição de agregado natural por reciclado, os blocos estruturais podem apresentar diferentes resistências mecânicas e índices de absorção de água, sendo possível fabricar blocos de forma que essas características se adequem às normas. Em FIORITI (2007) expandem-se os estudos, agora realizando trabalho semelhante a FIORITI (2002), aplicado a pisos intertravados de concreto. Outra pesquisa que estuda a interação do resíduo do pneu no concreto é de VERZEGNASSI et al. (2011), em que foram analisados 4 traços de concreto simples (de 0 a 6% de borracha), sendo eles produzidos sem que se alterasse o fator água-cimento. Foram moldados corpos de prova, e foram conduzidos ensaios de resistência à compressão, resistência à tração por compressão diametral, resistência à tração na flexão e módulo estático de elasticidade.

2.2 Blocos de Argamassa

As peças a serem moldadas são os blocos estruturais, os quais são utilizados no sistema construtivo de alvenaria estrutural que, ao contrário do sistema vigapilar, mais tradicional no país, reduzem a necessidade de moldes de concreto em fôrmas no local. Na produção dos blocos, o cimento possui um custo de produção muito alto o que inviabiliza sua utilização numa mistura pura com água. Por isso desenvolveram-se a argamassa e o concreto, sendo que, como agregado, utiliza-se, para o primeiro, apenas o agregado miúdo (areia) e para o último os agregados miúdo (areia) e graúdo (brita) (PABLOS et al., 2002). Esse agregado adicionado, faz com que o consumo de cimento diminua para a produção de uma mesma quantidade de massa, mas é importante que ele apresente algumas características para que haja boa interação com o cimento e a consequente formação de uma boa massa, tais como adequadas: resistência mecânica, massa específica e granulometria (PABLOS et al., 2002). Adequadas bases de comparação são os agregados naturais, sendo no caso dessa pesquisa, em que foram desenvolvidas argamassas, consideradas as areias naturais fluviais comuns, agregados miúdos com relação à ABNT NBR 9935:2011.

Após determinado o traço, esse deve ser moldado e testado, após 28 dias de cura (no caso do laboratório essa cura é feita em câmara úmida) (PABLOS et al., 2002). Para determinar a eficácia da formulação de massa criada na construção do objeto, é feito ensaio de resistência à compressão simples, que é regulamento pela

ABNT 5739:2007, sendo é executado a partir da aplicação de carga axial crescente, a uma taxa pré-estabelecida, até que o corpo perca resistência e se rompa. Com os resultados desse ensaio enquadra-se o bloco a uma categoria, como mostrado na tabela 1, de acordo com a norma ABNT NBR 6136:2007, considerando que os blocos produzidos são M-12,5.

Classes	Resistência Característica	Utilização
A	≥ 6 MPa	Com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo;
B	≥ 4 Mpa	Com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo;
C	≥ 3 Mpa	Com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo para edifícios de no máximo 2 pavimentos;
D	≥ 2 Mpa	Sem função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.

Tabela 1: Categorias de resistência dos blocos. Fonte: Adaptado de ABNT NBR 6136:2007.

2.3 Caracterização do Agregado

Por haver pouca menção aos agregados artificiais nas normas e legislações, os estudos das características dos agregados foram realizados considerando os parâmetros para materiais naturais. Segundo as dimensões, realiza-se o ensaio de granulometria, que classifica o material estudado quanto aos tamanhos de seus grãos e a distribuição em que eles ocorrem. De acordo com a norma ABNT NBR 7211:2009, pode ser chamado de miúdo o agregado cujos grãos conseguem passar pela peneira com abertura de malha 4,75mm. Outra característica relevante para os agregados é sua massa unitária, que impacta na determinação das características de peso do concreto final, sendo as classes apresentadas na tabela 2 a seguir.

Classificação	Massa unitária γ_a (kg/dm ³)	Exemplos	Exemplos de utilização
Leves	$\gamma_a < 1$	Escória de alto-forno, lodo de esgoto, argila expandida	Pré-moldados
Normais	$1 < \gamma_a < 2$	Areia, brita e pedregulho	Obras correntes
Pesados	$\gamma_a > 2$	Barita, limonita, magnetita	Concretos de estruturas especiais: blindagem contra radiações etc.

Tabela 2: Classificação de agregados conforme a massa unitária. Fonte: Ribeiro et al. (2002).

A última característica de importância analisada foi o índice de inchamento do agregado miúdo, sendo ele um “fenômeno relativo à variação do volume aparente,

provocado pela absorção de água livre pelos grãos do agregado, que altera sua massa unitária” (ABNT NBR 6467:2006, p.1). Quanto maior for o inchamento de um agregado por unidade de adição de água, maior será a dificuldade de promover a estabilização de traços, e a umidade crítica indica o ponto em que os problemas com inchamento da amostra e alteração de traço cessam.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

O material agregado de pneu reciclado foi encomendado da empresa *Ecija Com. Exp. e Imp. de Prod. Ltd.* localizada na cidade de Colombo/PR, em duas apresentações: pó fino e fibra nº2 (que possui tiras de 1mm a 1cm de comprimento). A moldagem dos blocos de alvenaria estrutural foi feita na empresa *Hiper Blocos*, localizada em São Carlos/SP, sendo usados os insumos dela fornecidos. A água é retirada de poço artesiano. O pó de pedra e a areia são comprados diretamente de areais e são fornecidos por caminhões e armazenados em baias ao ar livre. O cimento CPV-ARI Plus da marca Lafarge é apresentado em sacos de 50kg estocados em área seca e ao abrigo do sol. O aditivo MIX plastificante reduz a demanda de água da mistura de argamassa do bloco, sendo da marca QSR Santa Rita.

Em primeiro momento, foram feitos os testes de caracterização com os agregados encomendados à empresa Ecija. Com relação ao ensaio de granulometria, foi utilizado o jogo de oito peneiras com as aberturas de #0,15mm; #0,30mm; #0,60mm; #1,20mm; #2,40mm; #4,80mm; #6,30mm e #9,5mm. De acordo com a ABNT NBR NM 248, um como ambos agregados têm dimensão máxima nominal (especificado na embalagem) menor que 4,75mm, deve ter amostra com peso de no mínimo 300g, sendo que são necessárias duas amostras para tal ensaio. Após a pesagem, as amostras foram despejadas, uma por vez, no conjunto de peneiras e levadas à máquina peneiradora mecânica por cerca de 15 minutos, para que todo o material fosse bem agitado e distribuído. Logo após, o material foi retirado de cada peneira e pesado um a um, de acordo com a ABNT NBR NM 248, a fim de se obter a distribuição de granulometria. Para ensaio de massa unitária, as amostras foram colocadas em um recipiente cúbico com capacidade de 3l, enchido cuidadosamente, duas vezes para cada agregado. Após já ter tarado a balança com o peso do recipiente, foi pesado o conjunto.

Ainda na caracterização dos agregados, mas para determinação de índice de inchamento, de acordo com a norma ABNT NBR 6467:2006 seca-se em estufa (105 ±5) °C uma amostra do material. Para realizar o ensaio utiliza-se um recipiente cilíndrico e a amostra a ser ensaiada daqui para frente consiste no conteúdo que cabe exatamente no cilindro. Para a umidificação do agregado, deve ser pesada e adicionada água em quantidades sucessivas até que se obtenha teores de umidade próximos a 0,5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7%, 9% e 12%, sendo que para cada teor de umidade, a amostra deve ser homogeneizada de forma cautelosa. Assim o recipiente cilíndrico é enchido com o material e pesado, sendo que é esperado que a cada

adição de água, menos material caiba no recipiente, o que define o fenômeno do inchamento. Para o cálculo do coeficiente de inchamento, sabendo-se o teor de umidade da amostra, utiliza-se a fórmula a seguir. Feito isso é necessário traçar o gráfico “Coeficiente de inchamento versus umidade”, para determinação da umidade crítica da amostra.

$$I = \frac{\gamma_s}{\gamma_h} \cdot \frac{(100 + h)}{100}$$

Sendo: I - coeficiente de inchamento; γ_s - massa unitária do agregado seco em estufa; γ_h - massa unitária do agregado com determinado teor de umidade; h - teor de umidade da amostra.

Com relação à moldagem dos blocos, o traço base utilizado foi o comercialmente empregado pela empresa Hiper Blocos, sendo que, por motivos de proteção industrial, esse não foi abertamente disponibilizado para a pesquisa; no entanto observou-se que para fazer cerca de 15 blocos de argamassa, utilizou-se em média: 1 carriola de pó de pedra, 1 carriola de areia média, 5l de cimento, 10ml de aditivo e 3l de água. Para a montagem de blocos é utilizado traço misto, com material reciclado e material natural (cimento + areia/resíduos de pneus + pó de pedra + água + aditivo), sendo a substituição dos agregados feita com relação à areia, mantendo-se as proporções de todos os outros materiais. As normas brasileiras não recomendarem a montagem de blocos com finalidade estrutural com 100% de material reciclado, sendo a proporção de 30% de reciclado para 70% de material natural a máxima aceitável, sob a premissa de que eles apresentam menor resistência final, hipótese que foi testada durante esse trabalho. Portanto a moldagem dos blocos foi agendada para o dia 17/07/2014, sendo feita na empresa Hiper Blocos 9 traços de substituição: 0%, 10%, 20%, 30% e 40% para cada agregado de pneu.

Para a produção dos blocos, os materiais da argamassa foram misturados em uma betoneira de eixo vertical, sendo eles medidos em volume e carregados manualmente à máquina, com auxílio de carrinhas. Depois de homogeneizada, a massa é despejada numa esteira rolante elétrica que a leva até a Vibro Prensa Hidráulica Manual, máquina que adensa e prensa a argamassa na fôrma. Após serem moldados os blocos são colocados sobre madeiras e levados a secar sob o sol, sendo umedecidos periodicamente para evitar a formação de fissuras devida a má cura do cimento.

Após a moldagem dos blocos, eles foram curados em câmara úmida por 28 dias, sendo 3 blocos de cada traço, para cada agregado, analisado em ensaio de resistência à compressão simples.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Ensaios de Caracterização do Agregado Reciclado

Primeiramente apresentam-se os resultados dos ensaios de granulometria do agregado através dos gráficos 1 e 2. Para o pó fino, houve a classificação como agregado miúdo com diâmetro característico de 0,6mm, e os únicos parâmetros discordantes da zona utilizável do agregado miúdo são as porcentagens retidas acumuladas nas peneiras #1.18 e #0.6. A fibra nº2 também foi considerada agregado miúdo, por ter grãos menores que 4.75mm, sendo que os dados das peneiras #0.3 e #0.6 foram diferentes dos esperados para a zona utilizável. Como os blocos atualmente produzidos na usina utilizam apenas a areia, típico agregado miúdo, as discordâncias anteriormente apresentadas podem influenciar o bloco estrutural moldado. No caso do pó fino, como ele possui menor tamanho que a areia, poderá atuar mais como filler, que como agregado miúdo. Já a fibra nº2, por possuir tamanhos maiores que a areia, pode ficar grosseira na argamassa.

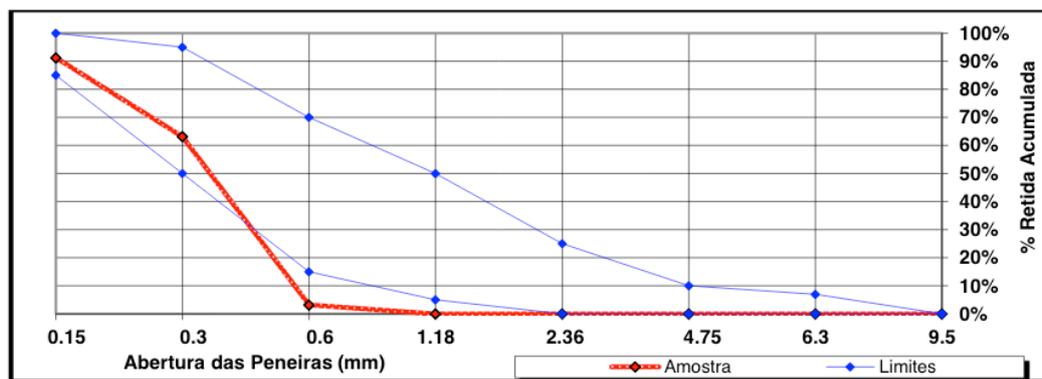


Gráfico 1: Granulometria amostrada para pó fino, posicionada na zona utilizável proposta pela norma ABNT NBR 7211/2009.

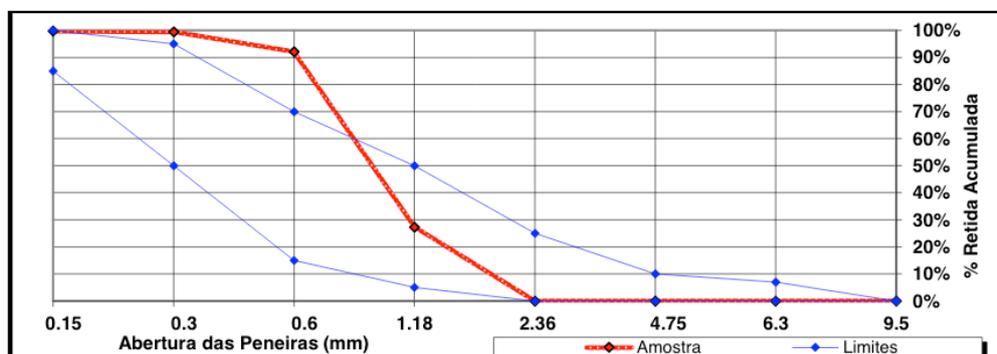


Gráfico 2: Granulometria amostrada para fibra N°2, posicionada na zona utilizável proposta pela norma ABNT NBR 7211/2009.

Em seguida são analisados resultados dos ensaios de massa unitária, sendo os resultados apresentados na tabela 3. Ambos agregados são leves e, ao se comparar esses números com o apresentado em Santos (2005) - $0,3\text{kg/dm}^3$ - pode-se afirmar

que há semelhança, indicando que os ensaios foram satisfatórios.

Pó fino		Fibra n°2	
m1	1047,2 g	m1	1068,0 g
m2	1037,9 g	m2	1073,8 g
m3	1025,0 g	m3	1071,0 g
média	1036,7 g	média	1070,9 g
M. U.	0,346 Kg/dm ³	M. U.	0,357 Kg/dm ³

Tabela 3: Resultados de massa unitária (M.U.)

Para o índice de inchamento, entende-se que apenas o pó fino sofra mais inchamento que a areia natural, por possuir maior índice de partículas de tamanho de argilas e siltes, mas que a fibra n°2 não viesse a ter problemas com isso, dadas suas dimensões e impermeabilidade natural da borracha. Portanto o ensaio foi realizado somente para o pó fino, sendo os resultados apresentados a seguir no gráfico 3, que apresenta “Coeficiente de inchamento versus umidade”.

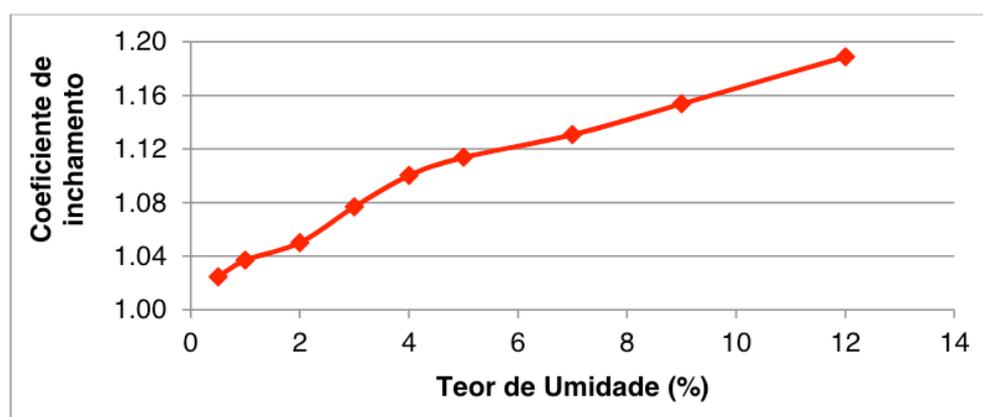


Gráfico 3: Curva de Inchamento.

Com a análise do gráfico sabe-se que o material possui comportamento anormal se comparado com as areias comuns, já que não se observa ponto de máximo, sendo assim, somente com esse ensaio é impossível determinar corretamente a umidade crítica da amostra. Esse comportamento anormal pode ser explicado pela alta quantidade de materiais finos presentes na amostra (fato comprovado no ensaio de granulometria), os quais absorvem muita água e incham de forma que apenas com altas adições de água esse processo é revertido. Assim conclui-se que o agregado reciclado de pneu, pó fino, é mais susceptível a mudanças na umidade ambiente que as areias comuns, sendo mais difícil, portanto, trabalhar com seu traço em dias chuvosos e úmidos por exemplo.

4.2 Ensaio Caracterização dos Blocos

Para o ensaio de resistência à compressão simples os resultados são apresentados na tabela 4. Os blocos do padrão (0% de substituição) e com 10%

de substituição do pó fino são de classe A (com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo) porque a resistência é maior que 6,0MPa. Os blocos com 10% de substituição da fibra nº2 e com 20% de substituição do pó fino são de classe B (com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo) porque a resistência é maior que 4,0MPa. Os blocos com 30% de substituição do pó fino são de classe C (com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo para edifícios de no máximo 2 pavimentos) porque a resistência é maior que 3,0MPa. Os outros blocos não atingiram a resistência mínima para serem considerados estruturais e, porque apresentaram resistência maior que 2,0 MPa, foram classificados como de vedação.

Substituição	Resistência fbk (MPa)		
	Padrão	Pó fino	Fibra nº2
0%	6,8	-	-
10%	-	6,7	5,6
20%	-	4,3	2,8
30%	-	3,9	2,5
40%	-	2,6	2,0

Tabela 4: Resultados dos ensaios de compressão simples dos blocos estruturais.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Análises do resíduo adquirido da Ecija, em duas apresentações de pó fino e fibra nº2, mostram que nenhuma se adequa completamente ao que se espera para agregados naturais como a areia natural convencional. Com relação à granulometria, nenhum dos resíduos se enquadra nas definições de agregado miúdo das normas brasileiras ABNT NBR, portanto recomenda-se que, para pesquisas futuras, misturem-se os resíduos e se realize o peneiramento, para retirar os materiais fora da faixa ideal. Com relação à massa unitária, o material reciclado se mostrou mais leve que a areia natural convencional, o que traz novas perspectivas de aplicação dos resultados da pesquisa. Além de se criar um bloco mais sustentável, pode-se criar um material mais leve que do bloco tradicional, sendo interessante nas aplicações em que a solicitação na fundação seja um quesito importante, por exemplo. Com relação ao índice de inchamento para o pó fino, pode-se perceber que, como ele é mais proeminente que em areia natural convencional, poderão ocorrer problemas, sobretudo no tocante ao armazenamento do agregado e correção de traço dada variação de umidade ambiente.

Tendo sido feita a análise dos blocos moldados, pode-se afirmar que é possível criar blocos de concreto para alvenaria estrutural que apresentem resistências aceitáveis com até 30% de substituição do pó fino e até 10% de substituição da fibra nº2. Isso aponta para o sucesso do material reciclado na substituição da areia no ponto de vista de resistência e abre novas perspectivas de uso da borracha reciclada

de pneus, já que se cria um bloco mais sustentável e menos impactante ao meio ambiente. Sugere-se aprofundar os estudos acerca das características do bloco, por exemplo na tentativa de caracterizar seu comportamento térmico, sua aceitabilidade com relação a argamassas de revestimento e durabilidade.

Pode-se afirmar, portanto, que os resultados são benéficos e espera-se que ajudem a diminuir a quantidade de pneus descartados incorretamente no Brasil, além de incentivar a criação de formas cada vez mais inovadoras, sustentáveis e eficientes de usar os materiais recicláveis inutilizados todos os dias, de forma a contribuir para a preservação do meio ambiente e da vida humana nesse ambiente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, H. de S. **Pneus inservíveis: alternativas possíveis de reutilização**. 100p. Monografia - Centro Sócio-Econômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

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

_____. **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

_____. **NBR 6467**: Agregados - Determinação do inchamento de agregado miúdo - Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

_____. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

_____. **NBR 9935**: Agregados – Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

_____. **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 416 de 30 de setembro de 2009**. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>> Acesso em 05 de julho de 2019.

Comissão Empresarial para Reciclagem (CEMPRE). **Pneus**. 2013. Disponível em www.cempre.org.br/ft_pneus.php. Acesso em 23/04/2013.

FIORITI, C. F. **Avaliação de compósitos de concreto com resíduos de borracha na produção de blocos para alvenaria**. 134p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Júnior", Ilha Solteira, 2002.

FIORITI, C. F. **Pavimentos intertravados de concreto utilizando resíduos de pneus como material alternativo**. 202p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

MONTEIRO, L. P. C.; MAINIER, F. B. **Queima de pneus inservíveis em fornos de clínquer**. Engevista, v.10, n.1. p.52-58, 2008.

PABLOS, J. M.; SICHIERI, E. P.; FERREIRA, O. P. **Materiais de Construção**. São Carlos: Publicação interna EESC, 2002.

PAZ, Jailson da. Em nove anos, Brasil jogou 2,1 milhões de toneladas de pneus usados no lixo. **Diário de Pernambuco**, 13 de março de 2012. Disponível em <<http://blogs.diariodepernambuco.com.br/meioambiente/2012/03/em-nove-anos-brasil-jogou-21-milhoes-de-toneladas-de-pneus-usados-no-lixo/>>. Acesso em: 10/01/2014.

RODRIGUES, M. R. P. **Caracterização e utilização do resíduo da borracha na construção civil**. 252p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

RUFFO, Gustavo H. Serviços simples ampliam durabilidade dos pneus. **Estadão**, 06 de setembro de 2013. Jornal do Carro. Disponível em <<http://www.estadao.com.br/jornal-do-carro/noticias/servicos,servicos-simples-ampliam-durabilidade-dos-pneus,13921,0.htm>>. Acesso em 08/10/2013.

SANTOS, A. C. dos. **Avaliação do comportamento do concreto com adição de borracha obtida a partir da reciclagem de pneus com aplicação em placas pré-moldada**. 116p. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2005.

SILVA, M. A. R.; CASAGRANDE, A. A controvérsia dos pneus, o princípio da prevenção e precaução e o dever de sustentabilidade. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, Santa Maria, v. 8, 758-768, 2013. Disponível em <<https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/8404/5092>>. Acesso em 05/07/2019.

VERSEGNASSI, E.; LINTZ, R. C. C.; BARBOSA, L. A. G.; JACINTHO, A. E. P. G. de A. **Concreto convencional com adição de borracha reciclada de pneus: estudo das propriedades mecânicas**. Estudos Tecnológicos, v.7, n. 2, p. 98-108, 2011.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 38, 39, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 209, 210

Agregado artificial 1, 11, 13

B

Biomassa 47, 49, 52, 54

Bloco estrutural 13, 20

C

Cimento Portland 3, 113, 120

Concreto reciclado 1, 13, 15

Controle estrutural 77, 80, 84, 85

Corrosão 202, 203

D

Desperdícios 127, 135, 140, 142

Dinâmica estrutural 190, 191, 200

Drenabilidade 55, 56, 57, 58, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 68

Drenagem urbana 218, 219, 231

E

Energia 14, 27, 38, 43, 47, 52, 53, 54, 96, 97, 98, 103, 115, 126, 127, 133, 232

Ensino 139, 190, 232

F

Farinha de mandioca 47, 49, 50, 52, 54

I

Índice de confiabilidade 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 165, 166

Inovação 76, 122, 124, 125, 126, 127, 232

Irrigação 99, 100, 108

M

Madeira 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 51, 52

N

Nanossílica 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121

P

Pozolana 109, 110

Propriedade mecânica 25, 27

Propriedades físicas 25, 26, 27, 28, 71, 111

R

Resíduos 1, 2, 4, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 22, 23, 47, 49, 52, 53, 54, 69, 70, 71, 72, 74, 76, 110, 208, 229

Resíduos de pneu 13, 15

S

Sílica de casca de arroz 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120

Solução analítica 144, 151

Sustentabilidade 1, 14, 24, 35, 74, 127, 138, 142, 232

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-701-7



9 788572 477017