

Bianca Camargo Martins
(Organizadora)

O Essencial da Arquitetura e Urbanismo 3



Atena
Editora

Ano 2019

Bianca Camargo Martins
(Organizadora)

O Essencial da Arquitetura e Urbanismo 3

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 Karine de Lima

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)

E78 O essencial da arquitetura e urbanismo 3 [recurso eletrônico] /
Organizadora Bianca Camargo Martins. – Ponta Grossa (SP):
Atena Editora, 2019. – (O Essencial da Arquitetura e Urbanismo;
v. 3)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-2654
DOI 10.22533/at.ed.654191704

1. Arquitetura. 2. Planejamento urbano. 3. Urbanismo. I. Martins,
Bianca Camargo. II. Série.

CDD 720

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

Nos dias de hoje, é muito discutido o papel social da Arquitetura e do Urbanismo. Por muitos anos, o papel social foi interpretado apenas como a arquitetura específica para as camadas populacionais de menor renda, sem acesso ao mercado formal de moradias – e de arquitetura. Porém, com a crise urbana em que vivemos atualmente, onde grandes parcelas da população não tem acesso às “benesses” do espaço urbano, essa discussão voltou à tona.

Muito mais do que levar a arquitetura para os mais necessitados, devemos reinventar nossa prática profissional para sermos os agentes transformadores da sociedade atual e enfrentarmos os desafios, sociais, políticos e econômicos que estamos vivenciando diariamente em nossas cidades.

Esta edição de “O Essencial de Arquitetura e Urbanismo 2” apresenta experiências das mais diversas áreas da arquitetura e urbanismo, como: arquitetura, ensino, conforto ambiental, paisagismo, preservação do patrimônio cultural, planejamento urbano e tecnologia. Assim, busca trazer ao leitor novos conceitos e novas reflexões para a prática da arquitetura e do urbanismo.

Neste contexto, é abordada desde as metodologias pedagógicas ativas a serem utilizadas no ambiente escolar até a compatibilização de projetos com o uso da Metodologia BIM (Building Information Modeling). A acessibilidade é abordada a partir de diversas perspectivas: desde um edifício isolado até a acessibilidade de uma cidade, evidenciando a importância da discussão nos dias de hoje. Cabe destacar também os estudos de análise de edificações culturais e de cenografia de exposições e performances. A relação da cidade com o seu patrimônio cultural é tratada em diversos capítulos, desde a gestão patrimonial até a utilização de cemitérios como espaços de memória – uma iniciativa prática que demonstra que a arquitetura, assim como a cultura, está em todos os lugares. Dou ênfase também à importância dada ao patrimônio imaterial, tema de extrema relevância e que é, muitas vezes, desvalorizado pelo poder público.

A discussão sobre a dinâmica dos espaços urbanos é extensa e deveras frutífera. Nesta edição, os capítulos focam na importância da arborização urbana para o bem estar da população, na participação popular nas discussões sobre a cidade, na problemática da existência de vazios urbanos em áreas urbanas consolidadas, nas estratégias de *city marketing*, na cidade global e demais temas que comprovam a multiplicidade de questões e formas de análise que envolvem a discussão sobre a vida urbana.

Por fim, são apresentados estudos sobre novas tecnologias e materiais voltados ao desenvolvimento sustentável, especialmente no tocante à gestão de resíduos da construção civil e à mitigação de riscos e desastres.

Convido você a aperfeiçoar seus conhecimentos e refletir com os temas aqui abordados. Boa leitura!

Bianca Camargo Martins

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| PRESERVAÇÃO E RUÍNA UMA BREVE LEITURA DOS PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO URBANA A PARTIR DO SKYLINE DA CIDADE DE SALVADOR | |
| Ana Licks Almeida Ariadne Moraes Silva Márcia Maria Couto Mello | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917041 | |
| CAPÍTULO 2 | 18 |
| ESTUDO METODOLÓGICO DE REABILITAÇÃO URBANA: A DEFINIÇÃO DE DIRETRIZES E ESTRATÉGIAS PARA CIDADE DE JOINVILLE-SC | |
| Maria Luiza Daniel Bonett Raquel Weiss | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917042 | |
| CAPÍTULO 3 | 39 |
| QUARTA NATUREZA : UMA NOVA PAUTA NO PROJETO DE ARQUITETURA E URBANISMO | |
| Simone Back Prochnow Silvio Belmonte de Abreu Filho | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917043 | |
| CAPÍTULO 4 | 54 |
| ANÁLISE COMPARATIVA SEGUNDO AS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE ENTRE A OCUPAÇÃO DAS CHÁCARAS SANTA LUZIA E A PROPOSTA PARA HABITAÇÃO SOCIAL DO GOVERNO DE BRASÍLIA | |
| Julia Cristina Bueno Miranda Liza Maria Souza de Andrade | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917044 | |
| CAPÍTULO 5 | 73 |
| CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS ABERTOS: O ESTADO DA ARTE DO <i>UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX - UTCI</i> NO BRASIL | |
| Thiago José Vieira Silva Simone Queiroz da Silveira Hirashima | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917045 | |
| CAPÍTULO 6 | 83 |
| PERCEPÇÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA DA CIDADE DE CALÇADO- PE, ATRAVÉS DE REGISTROS FOTOGRÁFICOS DE 1988 AOS DIAS ATUAIS | |
| Raí Vinícius Santos | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917046 | |
| CAPÍTULO 7 | 95 |
| PARQUE MACAMBIRA-ANICUNS: A CIDADE NO URBANO? | |
| Wilton de Araujo Medeiros | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917047 | |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 8 | 101 |
| VAZIOS URBANOS NA CIDADE: A PRAÇA LEVI COELHO DA ROCHA | |
| Renata Bacelar Teixeira | |
| Sidney Diniz Silva | |
| Renata Silva Cirino | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917048 | |
| CAPÍTULO 9 | 117 |
| ESPAÇOS LIVRES NO TÉRREO DE UM CORREDOR URBANO | |
| Adilson Costa Macedo | |
| Jessica Lorellay Cuscan Guidoti | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917049 | |
| CAPÍTULO 10 | 137 |
| OCUPANDO O CAMPUS: INTERDISCIPLINARIDADE E PRÁTICAS EDUCATIVAS NO ESPAÇO DA CIDADE | |
| Renata Bacelar Teixeira | |
| Ednei Soares | |
| Talita Queiroga | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170410 | |
| CAPÍTULO 11 | 153 |
| INSURGÊNCIAS URBANAS E FEMININAS COMO PRÁTICAS CORRELATAS PARA RESISTÊNCIA TERRITORIAL | |
| Carolina Guida Cardoso do Carmo | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170411 | |
| CAPÍTULO 12 | 168 |
| PARTICIPAÇÃO E ESPAÇO PÚBLICO: O PROCESSO DE DIÁLOGO SOBRE O “BERLINER MITTE” EM BERLIM | |
| César Henriques Matos e Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170412 | |
| CAPÍTULO 13 | 184 |
| REGULAMENTAÇÃO DAS ZEIS EM FORTALEZA: ASSESSORIA TÉCNICA E MOBILIZAÇÃO POPULAR | |
| Gabriela de Azevedo Marques | |
| Marcela Monteiro dos Santos | |
| Thais Oliveira Ponte | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170413 | |
| CAPÍTULO 14 | 200 |
| ANÁLISE DAS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO MUNICÍPIO DE JUNDIAÍ/SP APÓS A EXTINÇÃO DO BANCO NACIONAL DE HABITAÇÃO (BNH) | |
| Janayna Priscilla Vieira Guimarães | |
| Pedro Renan Debiazi | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170414 | |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 15 | 208 |
| ACESSIBILIDADE PARA IDOSOS EM ÁREA LIVRE PÚBLICA DE LAZER | |
| Herena Marina Schüler | |
| Jessie Tuani Caetano Cardoso | |
| Isabela Fernandes Andrade | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170415 | |
| CAPÍTULO 16 | 221 |
| A IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS DA ACESSIBILIDADE NOS PLANOS URBANOS E DE MOBILIDADE | |
| Juan Pedro Moreno Delgado | |
| Jamile de Brito Lima | |
| Liniker de Jesus Barbosa | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170416 | |
| CAPÍTULO 17 | 234 |
| INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE: ANÁLISE DE TRÊS ESPAÇOS LIVRES DE CIRCULAÇÃO EM SANTA MARIA – RS | |
| Zamara Ritter Balestrin, | |
| Alice Rodrigues Lautert | |
| Luis Guilherme Aita Pippi | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170417 | |
| CAPÍTULO 18 | 252 |
| GERENCIAMENTO DE PROJETOS COMO INSTRUMENTO NA CONSTRUÇÃO DA INFRAESTRUTURA URBANA | |
| Samira Alves dos Santos | |
| Emmanuel Paiva de Andrade | |
| Carina Zamberlan Flores | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170418 | |
| CAPÍTULO 19 | 268 |
| A “CIDADE GLOBAL” E A PRODUÇÃO IMOBILIÁRIA: ANÁLISE DA ATUAÇÃO DO MERCADO IMOBILIÁRIO RESIDENCIAL NO QUADRANTE SUDOESTE DE SÃO PAULO DE 2008 A 2017 | |
| Isabela Baracat de Almeida | |
| Roberto Righi | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170419 | |
| CAPÍTULO 20 | 281 |
| A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA COMO ESTRATÉGIA DE CITY MARKETING | |
| Tarciso Binoti Simas | |
| Sônia Le Cocq d’Oliveira | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170420 | |
| CAPÍTULO 21 | 297 |
| A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E O DESENVOLVIMENTO DAS CIDADES: O POTENCIAL DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NO GERENCIAMENTO DAS CIDADES CONTEMPORÂNEAS | |
| Roberta Betania Ferreira Squaiella | |
| Roberto Righi | |
| Maria Victoria Marchelli | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170421 | |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 22 | 312 |
| NOVOS CONCEITOS X ANTIGOS PROBLEMAS: AS CIDADES INTELIGENTES E A INFORMALIDADE URBANA | |
| Giselle Carvalho Leal Rafael Soares Simão Adriana Marques Rossetto | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170422 | |
| CAPÍTULO 23 | 327 |
| PODERES PÚBLICOS MUNICIPAIS E AEROPORTOS NO ÂMBITO DO PLANEJAMENTO URBANO BRASILEIRO: UM PANORAMA PARCIAL, DE 2006 A 2017 | |
| Paulo Sergio Ramos Pinto Marcos Thadeu Queiroz Magalhães | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170423 | |
| CAPÍTULO 24 | 350 |
| URBANISMO RURAL, UMA UTOPIA NÃO REALIZADA | |
| Giselle Fernandes de Pinho Evandro Ziggiatti Monteiro Silvia Aparecida Mikami Gonçalves Pina | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170424 | |
| CAPÍTULO 25 | 366 |
| COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS COM METODOLOGIA BIM EM PERSPECTIVA: ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO EM UM EDIFÍCIO REAL | |
| Eveline Nunes Possignolo Costa Geraldo Donizetti de Paula | |
| DOI 10.22533/at.ed.65419170425 | |
| CAPÍTULO 26 | 374 |
| COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETO DE INSTALAÇÕES: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O MÉTODO TRADICIONAL (2D) E A FERRAMENTA BIM | |
| Figueiredo, L. L. H., Mariano, L. N. Neto, L. S. C. Resende, L. G. S. | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917042126 | |
| CAPÍTULO 27 | 382 |
| ANÁLISE DAS EQUAÇÕES UTILIZADAS PARA O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CONFORME NBR 7229 E NBR 13969 | |
| Mario Tachini Abrahão Bernardo Rohden Renan Guimarães Pires Spernau | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917042127 | |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 28 | 391 |
| DESENVOLVIMENTO DE PLANILHA ELETRÔNICA PARA CÁLCULO DE ISOLAMENTO ACÚSTICO POR VIA AÉREA CONSIDERANDO A ENERGIA LATERAL | |
| Rafaela Benan Zara Paulo Fernando Soares | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917042128 | |
| CAPÍTULO 29 | 405 |
| VALORES DE REFERÊNCIA PARA AS CLASSES DE RUÍDO PREVISTAS NA NORMA NBR 15575 | |
| Brito, A. C. Sales, E. M. Aquilino, M. M. Akutsu, M. | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917042129 | |
| CAPÍTULO 30 | 411 |
| OCORRÊNCIA DE BOLORES EM EDIFICAÇÕES: ESTUDO DE CASO EM HABITAÇÕES CONSTRUÍDAS COM PAREDES DE CONCRETO | |
| Thiago Martin Afonso Adriana Camargo de Brito Maria Akutsu | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917042130 | |
| CAPÍTULO 31 | 426 |
| DESEMPENHO HIGROTÉRMICO DE PAREDES DE FACHADA POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL – ESTUDOS DE CASO | |
| Alexandre Cordeiro dos Santos Luciana Alves de Oliveira Osmar Hamilton Becere Júlio Cesar Sabatini de Souza | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917042131 | |
| CAPÍTULO 32 | 437 |
| ADIÇÃO DE EVA E VERMICULITA EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO: ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO | |
| Francisco Ygor Moreira Menezes Sara Jamille Marques de Souza Felipe Fernandes Gonçalves Dielho Mariano Dantas de Moura Cicero Joelson Vieira Silva Robson Arruda dos Santos | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917042132 | |
| CAPÍTULO 33 | 448 |
| ANÁLISE DOS REQUISITOS PARA A IMPLANTAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN GREEN CONSTRUCTION EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS UNIFAMILIARES DE PEQUENO PORTE | |
| Dayana Silva Moreira Gontijo Jhonvaldo de Carvalho Santana Andreia Alves do Prado | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917042133 | |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 34 | 462 |
| ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MODELO LEAN CONSTRUCTION EM CANTEIROS DE OBRAS RODOVIÁRIAS: ESTUDO DE CAMPO EM TRECHO DA BR 158 | |
| Taíme da Cruz Oroski José Ilo Pereira Filho | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917042134 | |
| CAPÍTULO 35 | 469 |
| APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE PERDAS E DANOS (D _A LA) NO BAIRRO VILA AMÉRICA NO MUNICÍPIO DE SANTO ANDRÉ | |
| Tazio Guilherme Leme Cavalheiro Viadana Fernando Rocha Nogueira Alex Kenya Abiko | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917042135 | |
| CAPÍTULO 36 | 479 |
| APLICAÇÃO DE CONCRETO PERMEÁVEL PARA A MITIGAÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES | |
| Loyane Luma Sousa Xavier Rafaela Cristina Amaral Abrahão Bernardo Rohden Esequiel Fernandes Teixeira Mesquita | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917042136 | |
| CAPÍTULO 37 | 494 |
| ANÁLISE DA VIABILIDADE NA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS ORIUNDOS DA INDÚSTRIA CALÇADISTA DE FRANCA/SP NA CONFECÇÃO DE BLOCOS DE VEDAÇÃO | |
| Fabiana Andresa da Silva Victor José dos Santos Baldan Javier Mazariegos Pablos | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917042137 | |
| CAPÍTULO 38 | 508 |
| ANÁLISE DOS ÍNDICES FÍSICOS DA CINZA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E DA AREIA NATURAL | |
| Luana Cechin Marcio Leandro Consul de Oliveira Mariane Arruda Martins Olaf Graupmann | |
| DOI 10.22533/at.ed.6541917042138 | |
| SOBRE A ORGANIZADORA | 516 |

ANÁLISE DOS ÍNDICES FÍSICOS DA CINZA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E DA AREIA NATURAL

Luana Cechin

Universidade do Contestado
Mafra – Santa Catarina

Marcio Leandro Consul de Oliveira

Universidade do Contestado
Mafra – Santa Catarina

Mariane Arruda Martins

Universidade do Contestado
Mafra – Santa Catarina

Olaf Graupmann

Universidade do Contestado
Mafra – Santa Catarina

RESUMO: O objetivo deste trabalho é analisar os índices físicos da areia natural e a cinza de resíduos sólidos urbanos resultantes de processos de tratamento térmico. Os ensaios foram realizados em laboratório para caracterizar os índices físicos de areia e cinzas, estes foram ensaiados quanto à absorção de água, densidade do agregado pelo picnômetro, massa específica pelo frasco de Chapman e o material passando pela peneira 0,075mm. Este estudo tem como relevância o uso da cinza resultante de tratamento térmico, que muitas vezes não possui uma destinação adequada e é depositada em aterros, desta forma gerando um passivo ambiental e contribuindo para os impactos ambientais. Contudo, o uso deste

material pode diminuir os impactos causados ao meio ambiente e reduzir o uso de recursos naturais.

PALAVRAS-CHAVE: Areia média. Cinza. Resíduos sólidos urbanos.

ABSTRACT: The objective of this study is to analyze the contents of the physical medium sand and ash from municipal solid waste resulting from heat treatment processes. Assays were performed in the laboratory to characterize the physical indexes from sand and ash, the tests used were water absorption, dry bulk density of the aggregate density by the pycnometer, specific gravity bottle of Chapman and the material passing through the sieve 0.075mm. The importance of this study is due to the fact that the ash is a material resulting from the burning of solid waste for landfill which generates an environmental liabilities, and may cause damage to the environment. However, the use of this material can reduce the impact on the environment.

KEYWORDS: Medium sand. Ash. Municipal solid waste.

1 | INTRODUÇÃO

O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - ABRELPE (2016), indicou que no ano

de 2016 no Brasil a quantidade de lixo coletada foi 71,3 milhões, e a quantidade de lixo que não foram coletadas resultou em 7 milhões de toneladas, indicando que obtiveram uma destinação inadequada.

A Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – RECESA (2008), destaca que para diminuir os impactos e a poluição em relação aos resíduos urbanos é necessário um conjunto de fatores, como, determinar a forma de tratamento mais adequada. A RECESA define as principais formas, sendo: a reciclagem, compostagem e incineração. Afirma ainda, que no Brasil as formas de tratamento mais aplicadas à destinação de resíduos, são: aterros sanitários, aterros controlados e lixões.

No intuito por desenvolver novas tecnologias que visam diminuir ou gerar o menor impacto possível ao meio ambiente, acabam por surgir tecnologias que são direcionadas para a recuperação de energia de matérias-primas e energia dos resíduos. Entre os processos que se destacam podem ser citados a incineração, gaseificação e pirólise (LOPES, 2014).

O processo de incineração constitui-se na redução de peso e volume dos resíduos, o que contribui na eliminação da matéria orgânica por meio da queima controlada (SHINOTSUKA, NAKAGAWA, 2014).

A incineração consiste no procedimento de decomposição térmica aproveitando o poder calorífico presente nos resíduos por meio da queima, reduzindo o volume e o peso, e eliminando também a matéria orgânica e patogenicidade (ITÔ, 2014).

A gaseificação é definida como um processo de conversão termoquímica de um material que se encontra no estado sólido ou líquido, convertido para um estado gasoso, por meio do uso parcial de oxigênio em altas temperaturas que variam entre 800 e 1100°C (LORA, E. et al. 2012).

Para Basu (2010) a gaseificação é caracterizada como sendo uma conversão fóssil ou combustível não fóssil (sólido, líquido ou gás) em gases. Os gaseificadores mais usuais para a realização do processo são os do tipo: leito móvel ou leito fixo, leito fluidizado e de fluxo arrastado.

A gaseificação está diretamente ligada à redução significativa do volume de resíduos, envolvendo a conversão em gás e escória considerada inerte, ainda podendo haver a recuperação de energia (D OVETAIL P ARTNERS 2010).

Já a pirólise é denominada como degradação termoquímica que acontece na ausência de oxigênio, empregando calor em um determinado material, e que necessita de uma fonte externa de calor para o seu desenvolvimento. O que a torna um processo endotérmico, e resulta em parte sólida, líquida e gasosa (LORA, E. et al. 2012).

Para Pereira (2016) na pirólise ocorre um processo denominado como destilação destrutiva, que é causado pela quebra das ligações químicas da cadeia orgânica do material introduzido no processo.

Segundo Basu (2010), a pirólise é um procedimento de decomposição térmica, na ausência total do oxigênio. Pode apresentar até três variações: pirólise leve, pirólise

lenta e pirólise rápida.

O material resultante dos processos térmicos é caracterizado como cinza e pode ser utilizada em aplicações na construção civil.

A cinza pode apresentar grande variação quanto a sua composição, tem ligação direta com o que constitui o resíduo e das características aplicadas no processo. Silva (2017), define que a cinza possa ter várias aplicações na construção civil, como por exemplo, na construção de tijolos, cerâmicas e telhas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Os materiais utilizados foram agregado miúdo, neste caso areia média com um módulo de finura de 2,18 proveniente da região do rio Iguaçu, e cinza de processo de tratamento térmico de resíduos sólidos urbanos, que após passar pela peneira 8 para retirada de materiais queimados inadequadamente, apresentou um módulo de finura de 2,14. Os dois materiais passaram pelo método de composição granulométrica e apresentaram uma dimensão máxima de 2,36 milímetros, conforme NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica (ABNT, 2003).

2.2 Métodos

A absorção de água foi realizada segunda as premissas da NBR NM 30: Agregado miúdo - Determinação da absorção de água (ABNT, 2000). Para isto, foi separado 1 kg de cada material seco em estufa, a uma temperatura de 105°C. Estes elementos foram submersos em água em um período de 24 horas. Logo após foi retirado o excesso de água, e todo material foi espalhado sobre uma superfície plana para secar a uma temperatura ambiente. Em determinados períodos as amostras foram ensaiadas em um molde, onde receberam 25 golpes com uma haste para verificar a sua umidade. A absorção de água foi determinada segundo a equação 1:

$$A = \left(\frac{m_s - m}{m} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Onde:

A: absorção de água em porcentagem;

m_s : massa do material seco após a saturação da água;

m: massa do material seco em estufa antes da saturação.

Após a execução do ensaio de absorção de água foi possível fazer a determinação da massa específica agregado seco e da densidade das amostras. Para isso foi utilizado 500 g de amostra e um picnômetro de acordo com a NBR NM 52: Agregado miúdo

- Determinação de massa específica e massa específica aparente (ABNT, 2002). A massa específica foi determinada através da equação 2:

$$d_1 = \frac{m}{\left(V - \left(\frac{m_2 - m_1}{\rho_{H_2O}} \right) \right)} \quad (2)$$

Onde:

d_1 : massa específica aparente do agregado seco (g/cm^3);

m : massa da amostra seca em estufa;

v : volume do frasco;

m_1 : massa do conjunto frasco + agregado;

m_2 : massa total (frasco + agregado + água) e;

ρ_{H_2O} : massa específica da água.

A massa específica do agregado foi calculada conforme equação 3:

$$d_3 = \frac{m}{(V - V_a) - \left(\frac{m_s - m}{\rho_{H_2O}} \right)} \quad (3)$$

Onde:

V_a : volume de água adicionado ao frasco;

m_s : massa da amostra na condição saturada superfície seca.

A massa específica de agregados miúdos também foi realizada por meio do frasco de Chapman. Esse método consiste em adicionar água no frasco Chapman até o limite de 200 cm^3 . Logo após adicionar cuidadosamente o agregado miúdo seco na quantidade de 500 gramas e mexer levemente o frasco a fim de eliminar as bolhas de ar, que podem influenciar no resultado do ensaio, esperar o material repousar por 15 min e verificar onde o volume água/agregado marcou no frasco. Com essa informação, lançaram-se os dados na fórmula 4 descrita na NBR 9776: Agregados - Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman (ABNT, 1987).

$$Y = \frac{500}{L - 200} \quad (4)$$

Onde:

Y : massa específica expressa em g/cm^3 ;

L : leitura do frasco Chapman em cm^3 .

No ensaio de determinação do material fino, que passa através da peneira $75 \mu\text{m}$ por lavagem. Uma amostra de 500 gramas de massa seca em estufa, a temperatura constante de 105°C , foi colocada em um recipiente e coberto de água. A amostra foi agitada para separar as partículas mais finas de $75 \mu\text{m}$ das mais grossas. A água

excedente com as partículas mais finas foi lançada sobre as respectivas peneiras e lavada novamente.

Esse processo foi repetido várias vezes até atingir uma água que passa que passa pelas peneiras mais clara. Após essa etapa, o material retido nas peneiras foi levado à estufa para a secagem e determinado a sua massa final seca. Com esses dados, aplicou-se a fórmula 5 descrita na NBR NM 46: Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem (ABNT, 2003).

$$m = \frac{m_i - m_f}{m_i} \cdot 100 \quad (5)$$

Onde:

m: porcentagem de material mais fino que passa pela peneira 75 µm;

m_i : massa original da amostra seca;

m_f : massa seca após a lavagem.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

As curvas granulométricas da areia natural média e da cinza de resíduos sólidos estão representadas na Figura 1.

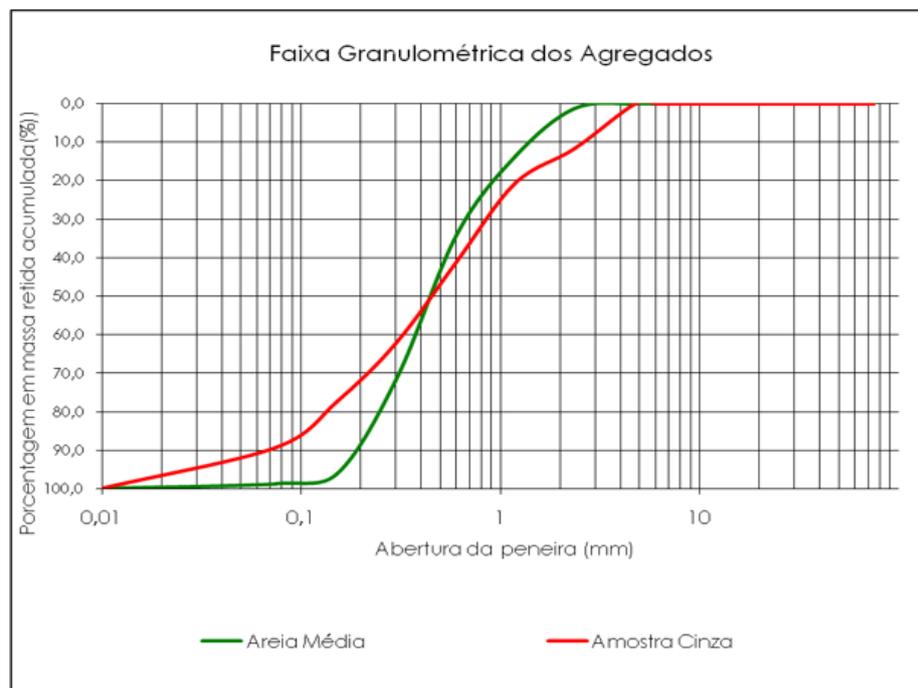


Figura 1 - Curva granulométrica da areia média e da cinza de resíduos sólidos

Fonte: Autores, 2018

Observa-se na figura que a areia natural apresenta uma granulometria uniforme classificada como uma areia média, dentro dos limites permitidos pela norma. A curva granulométrica da cinza começa dentro dos parâmetros permitidos e a partir do

diâmetro 0,02 a curva passa do limite permitido. O que mostra uma quantidade superior de material fino, necessitando uma análise sobre uma correção desta granulometria.

Entretanto, a distribuição granulométrica variável da cinza, própria de um sistema de obtenção sem qualquer classificação, aponta para a necessidade de moagem para elevar a reatividade pelo aumento da superfície específica das partículas, e conferir maior homogeneidade ao material (CORDEIRO, 2006).

A Tabela 1 apresenta os índices físicos tanto da areia como da cinza.

| Índices Físicos | Areia Média | Cinza |
|---|-------------|-------|
| Absorção de água (%) | 6.48 | 7.77 |
| Massa específica aparente do agregado seco - d1 (g/cm ³) | 2,74 | 2,00 |
| Massa específica do agregado saturado superfície seca – d2 (g/cm ³) | 2,72 | 2,02 |
| Massa específica do agregado – d3 (g/cm ³) | 2,76 | 2,04 |
| Massa específica (frasco Chapman) (g/cm ³) | 2.433 | 2.016 |
| Modulo de finura – MF | 2.18 | 2.14 |
| Material passante pela peneira 0,075mm (%) | 2.4 | 15.14 |

Tabela 1 – Índices físicos da areia média e da cinza

Fonte: Autores, 2018

A areia média apresenta índices de massas específicas mais elevados que a cinza. Levando em consideração a baixa densidade da cinza reconhece-se sua grande contribuição para deixar o concreto mais leve.

A absorção de água pelos grãos é maior na cinza derivado da quantidade de finos resultando em uma possível alteração da relação água e cimento.

Na análise da tabela, conclui-se que o teor de material pulverulento na cinza é maior que o permitido pela norma NBR 7211: Agregados para concreto - Especificações (ABNT, 1983), que é de até 3,0% em concreto submetido a desgaste superficial e 5,0% nos demais concretos, já a areia média está dentro dos parâmetros da norma.

Esse material fino da cinza pode compor o traço do cimento, podendo complementar os finos juntamente com o cimento e corrigir a curva granulométrica da cinza. Juric et al (2006) afirmam que a aplicação de 15% de cinza na substituição do cimento torna-se viável para utilização em concreto não estrutural.

4 | CONCLUSÕES

Verifica-se que a cinza proveniente de tratamento térmico de resíduos sólidos urbano pode ser utilizada para fabricação de peças não estruturais. Conforme verificado no ensaio de material passante pela peneira - MPPP 75 µm (%), a cinza possui uma alta porcentagem de materiais finos, necessitando de uma correção de sua granulometria para sua utilização. Por apresentar massa específica menor em comparação a da areia poderia apresentar um concreto relativamente mais leve,

tornando-se interessante quando se necessita diminuir o peso para determinadas obras. Outra possibilidade de utilização da cinza seria na composição do cimento, substituindo o cimento por porcentagens de cinza.

Conclui-se que a cinza de resíduos sólidos urbano pode ser utilizada para fabricação de peças não estruturais e na composição do cimento, apresentando características que atendem as necessidades para esses fins.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016**. São Paulo: ABRELPE 2016

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR NM 30**: Agregado miúdo – Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR NM 52**: Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **NBR 9776**: Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 7211**: **NBR 7211**: Agregado para concreto – Especificação. Rio de Janeiro. 2003.

_____. **NBR NM 46**: Agregados – Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem. Rio de Janeiro, 2003.

BASU, P. **Biomass Gasification and Pyrolysis: practical design and theory**. USA, Elsevier, 2010.

CORDEIRO, G. C. **Utilização de cinzas ultrafinas do bagaço de cana-de-açúcar e da casca de arroz como aditivos minerais em Concreto**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2006.

DOVETAIL PARTNERS, I. **Plasma gasification: An examination of health, safety, and environmental records of established facilities**. City of Palisade, EUA: DOVETAIL PARTNERS. INC 2010.

ITÔ, L. C. M. **Geração de Energia Elétrica a partir de Resíduos Sólidos Urbanos**. São Carlos, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

Juric, B.; Hanzic, L.; Ilic, R.; Samec, N. **Utilization of municipal solid waste bottom ash and recycled aggregate in concrete**. Waste Management 26, n.º12, 2006, p.1436-1442.

LORA, E. et al. **Gaseificação e Pirólise para a conversão da Biomassa em Eletricidade e Biocombustíveis**. Biocombustíveis. 2012.

LOPES, E. J. **Desenvolvimento de Sistema de Gaseificação Via Análise de Emissões Atmosféricas**. Curitiba, 2014. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

PEREIRA, A. L. C. **Transformação dos Resíduos resultantes da reciclagem de pneus automobilísticos em gesso**. Lavras, 2016. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

RECESA. **Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental**, Belo Horizonte, 2008.

SHINOTSUKA, L. Y. NAKAGAWA, M. I. **Avaliação do Ciclo de Vida da Incineração de um Resíduo Sólido Urbano**. São Paulo, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SILVA, R. V. ET AL. **Use of municipal solid waste incineration bottom ashes in alkali-activated materials, ceramics and granular applications: A review**, Waste Management. v. 68, p. 207-220, 2017.

SOBRE A ORGANIZADORA

Bianca Camargo Martins - Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Especialista em Arquitetura e Design de Interiores pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná e Mestranda em Planejamento e Governança Pública pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, onde desenvolve uma pesquisa sobre a viabilidade da implantação de habitação de interesse social na área central do Município de Ponta Grossa – PR. Há mais de cinco anos atua na área de planejamento urbano. É membra fundadora da Associação de Preservação do Patrimônio Cultural e Natural (APPAC). Atualmente é docente da Unicesumar, onde é responsável pelas disciplinas de urbanismo, desenho urbano e ateliê de projeto.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-265-4

