

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL



**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)**

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL



FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a 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
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: David Emanuel Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Franciele Braga Machado Tullio

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

F697 Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil
/ Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. –
Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-387-3

DOI 10.22533/at.ed.873202109

1. Construção civil – Aspectos econômicos – Brasil. I.
Tullio, Franciele Braga Machado.

CDD 624

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Força, Crescimento e Qualidade na Engenharia Civil no Brasil” contempla dezesseis capítulos com pesquisas sobre temas da engenharia civil no país.

É sabido que a engenharia civil possui uma grande importância no contexto social no país, uma vez que através dela é possível projetar habitações com fins sociais.

Da mesma forma, a engenharia civil proporciona soluções sustentáveis, através de aplicações lean construction ou ainda no desenvolvimento de sistemas que garantem o saneamento básico, proporcionando qualidade de vida a comunidade.

Este livro aborda também pesquisas sobre o comportamento de materiais de construção, e proposta de novos materiais com a finalidade de avançar na construção civil ou conhecer seu comportamento em determinadas situações críticas.

Apresentamos também estudos sobre patologias na construção civil, a fim de entender seus efeitos e buscar alternativas para evitá-las.

Por fim, apresentamos um estudo sobre a forma de ensinar engenharia, de modo que esta área tão técnica seja valorizada como uma solução que pode transformar o país.

Desejo que esta obra proporcione uma leitura agradável e instigue o leitor a buscar e realizar novas pesquisas, contribuindo para a força, o crescimento e a qualidade da engenharia civil no Brasil.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA METODOLOGIA BIM E FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABITAÇÃO

Daniel Pacheco Albuquerque

José Luis Menegotto

DOI 10.22533/at.ed.8732021091

CAPÍTULO 2..... 18

LEAN CONSTRUCTION: VANTAGENS DE SUA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Marcos Vinicius Oliveira de Sá

Keven Costa Ribeiro

Marcela Andrade de Carvalho

Alexandre José de Andrade Malheiros

Wanderson Santos Silva

David Murad Col Debella

DOI 10.22533/at.ed.8732021092

CAPÍTULO 3..... 25

CRESCIMENTO DO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM SINOP/MT E SUA RELAÇÃO COM OS PRINCIPAIS IMPOSTOS (ISSQN E INSS)

Fernando Dante Morari

Maria Fernanda Fávero Menna Barreto

DOI 10.22533/at.ed.8732021093

CAPÍTULO 4..... 39

DIAGNÓSTICO BÁSICO DO SISTEMA DE DRENAGEM EM PIUMHI – MG COM APLICAÇÃO DE MODELAGEM GIS

Gabriel Soares da Silva

Germano de Oliveira Mattosinho

Rafael Leonel de Castro

Vinny Yuri de Oliveira

Humberto Coelho de Melo

DOI 10.22533/at.ed.8732021094

CAPÍTULO 5..... 54

ANTROPIZAÇÃO DAS MICROBACIAS URBANIZADAS DO MUNICÍPIO DE GURUPI-TO: FATORES FÍSICOS E QUÍMICOS

Miréia Aparecida Bezerra Pereira

Rafaela Alves Dias Xavier

Hilda Rodrigues da Silva

Agatha Sousa Oliveira

Gabriella Nunes Cerqueira

Maira Cristina Fernandes Marinho Matos

Alessandra Gomes Duarte

Rise Consolação Luata Costa Rank

Nelita Gonçalves Faria de Bessa

DOI 10.22533/at.ed.8732021095

CAPÍTULO 6..... 69

CUSTO BENEFÍCIO NA UTILIZAÇÃO DE *MND TUNNEL LINER* EM SUBSTITUIÇÃO AO MÉTODO TRADICIONAL DE ABERTURA DE VALA EM PISTA DE ROLAMENTO

José Anderson de França
Kananda Raquel Manso da Silva França
Eduardo Cabral Silva

DOI 10.22533/at.ed.8732021096

CAPÍTULO 7..... 83

APLICAÇÃO DO DESIGN THINKING PARA O LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES DE UM PROJETO SOCIAL EM SÃO LUIS - MA

Marcos Vinicius Oliveira de Sá
Keven Costa Ribeiro
Marcela Andrade de Carvalho
Alexandre José de Andrade Malheiros
Wanderson Santos Silva
Thiago Ferreira Silva

DOI 10.22533/at.ed.8732021097

CAPÍTULO 8..... 92

ESTUDO DA FORMA DO AGREGADO GRAÚDO E SUA INFLUÊNCIA NO MÓDULO DE ELASTICIDADE DO CONCRETO

Danillo de Almeida e Silva
André Luiz Bortolacci Geyer
Guilherme de Sousa Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.8732021098

CAPÍTULO 9..... 116

IMPERIAL BLUE QUARTZITE CHARACTERIZATION PURPOSING THE REMOVAL OF STAINS IN NATURA

Juliano Tessinari Zagôto
Rogério Danieletto Teixeira
Bruno do Vale Miotto
Bárbara Gonçalves Rocha

DOI 10.22533/at.ed.8732021099

CAPÍTULO 10..... 123

USO DO METACAULIM NAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTOS E SEUS EFEITOS SOBRE A DURABILIDADE USE OF METACAULIM IN COATING MORTARS AND THEIR EFFECTS ON DURABILITY

João Gabriel Souza dos Reis
Romilde Almeida de Oliveira
Leonardo José Silva do Vale
Klayne Kattiley dos Santos Silva
Guilherme Henrique Nascimento de Barros
Rayssa Valéria da Silva
Carlos Fernando Gomes do Nascimento
Pedro Daltro Macedo de Alencar

José Mateus Gomes Bandeira da Silva
Maria Eduarda Barbosa Ramos de Aguiar
DOI 10.22533/at.ed.87320210910

CAPÍTULO 11..... 136

VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DO LÁTEX DA SERINGA AMAZÔNICA (*HEVEA BRASILIENSIS*) COMO ADITIVO EM CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND PARA MELHORA DE SUAS PROPRIEDADES FÍSICAS

José Costa Feitoza
Natália da Mata Batista

DOI 10.22533/at.ed.87320210911

CAPÍTULO 12..... 145

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO CONVENCIONAL SUBMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS

Débora Maria Schein
Rafaela Wagner
Caroline dos Santos Santa Maria
Nelson Seidler

DOI 10.22533/at.ed.87320210912

CAPÍTULO 13..... 158

QUANTIFICAÇÃO DE ENTULHO CLASSE A E C DESTINADO A ÁREA DE RCCD DE GURUPI-TO

Beatriz Cerqueira de Almeida
Lara Ferreira Assunção
Luiza Souza Magalhães
Ryhan Marcos Dias Batista
Victor de Aguiar Baldão
Asafe Gomes
Bárbara Gomes Ferreira
Antônio Parreira de Vasconcelos Neto
Daniel Ramos de Souza
Nelita Gonçalves Faria de Bessa

DOI 10.22533/at.ed.87320210913

CAPÍTULO 14..... 166

PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES: ESTUDO DE CASO EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL

Ismael Marrathman Dias Costa
Marcos Augusto Barbosa de Amorim
Yuri Sotero Bomfim Fraga

DOI 10.22533/at.ed.87320210914

CAPÍTULO 15..... 178

PATOLOGIA DE FACHADAS: REVISÃO DE LITERATURA

Allefy Teles Sampaio
Jéssica Wanderley Souza do Nascimento
Domingos Sávio Viana de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.87320210915

CAPÍTULO 16.....	188
A ARTE DE ENGENHEIRAR – RELATO DE EXPERIÊNCIA Maria Aridenise Macena Fontenelle DOI 10.22533/at.ed.87320210916	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	201
ÍNDICE REMISSIVO.....	202

CAPÍTULO 1

ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA METODOLOGIA BIM E FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABITAÇÃO

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 22/07/2020

Daniel Pacheco Albuquerque

Mestrando do Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/0400704230301451>

José Luis Menegotto

Prof. Doutor do Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/4205576885019501>

RESUMO: A temática habitacional se relaciona com à saúde da população, à produtividade econômica, ao bem-estar social e à sustentabilidade dos recursos naturais. Assim, as condições da habitação refletem diretamente na qualidade de vida da população. O Brasil, entretanto, possui um déficit habitacional de cerca de 6,5 milhões de domicílios e mais de 11 milhões de moradias em condições de inadequação, o que adverte para uma desigualdade social significativa. Diante disso, este trabalho fez uso da metodologia de revisão bibliográfica para a questão da habitação, elegendo o setor da construção civil como agente capaz de auxiliar no aprimoramento de solução dessa problemática. Para tanto, explorou-se o conceito de Modelagem da Informação da Construção –

BIM e a filosofia de construção enxuta – Lean Construction, os quais foram aplicados em um empreendimento residencial conceitual para avaliar sua viabilidade técnico-econômica. Como resultado, ambos apresentaram funções e princípios que podem se inter-relacionar e influenciar o aumento da produtividade do setor da construção civil, beneficiando o desenvolvimento de empreendimentos residenciais no âmbito do Programa Minha Casa Minha Vida. Apesar da legislação deste programa habitacional, que limita o valor máximo a ser remunerado ao agente executor, a viabilidade técnico-econômica se mostrou positiva, embora com indicadores conservadores que podem gerar risco ao negócio imobiliário. Nesse sentido, se faz fundamental o uso do BIM e Lean Construction como elementos de suporte ao desenvolvimento das construções do PMCMV, haja vista que esta política habitacional tem capacidade de aumentar o estoque de imóveis para famílias de baixa renda, possibilitando redução do déficit habitacional no país.

PALAVRAS-CHAVE: Habitação, BIM, Lean Construction, PMCMV, Viabilidade técnico-econômica

ANALYSIS OF THE CONTRIBUTION OF BIM METHODOLOGY AND LEAN CONSTRUCTION PHILOSOPHY TO HOUSING DEVELOPMENT

ABSTRACT: Housing theme relates to population health, economic productivity, social welfare and the sustainability of natural resources. Thus, housing conditions directly reflect the quality of

life of the population. Brazil, however, has a housing deficit of about 6.5 million households and more than 11 million homes in inadequate conditions, which warns of significant social inequality. Given this, this work made use of the literature review methodology for the housing issue, electing the construction sector as an agent capable of assisting in the improvement of the solution for this problem. To this end, it was explored the concept of Building Information Modeling - BIM and the Lean Construction philosophy, which were applied in a conceptual residential project to evaluate its technical-economic feasibility. As a result, both concepts presented functions and principles that can be interrelated and hence influence the productivity of the construction sector, benefiting the development of residential projects under the Minha Casa Minha Vida Program. Despite the program legislation, that limits the maximum amount to be paid to the general contractor, the technical and economic feasibility was positive, although with conservative indicators that can generate risk to the project. In this sense, it is essential to use BIM and Lean Construction as elements to support the development of the PMCMV constructions, given that this housing policy has the capacity to increase the stock of houses for low-income families, making it possible to reduce the housing deficit in the country.

KEYWORDS: Housing, BIM, Lean Construction, PMCMV, Technical-economic feasibility.

1 | INTRODUÇÃO

As condições de habitabilidade estão intrinsecamente relacionadas à saúde da população, à produtividade econômica, ao bem-estar social e à sustentabilidade dos recursos naturais, ou seja, à qualidade de vida. A despeito disso, estima-se que cerca de 6,5 milhões de domicílios caracterizam déficit habitacional do Brasil, segundo estudo da Fundação João Pinheiro (2018), refletindo uma pobreza acentuada na sociedade brasileira.

O déficit habitacional, por sua vez, tendo em vista a ineficácia de políticas públicas e a ligação com a oscilação da economia do país, cresce com números semelhantes ao da população brasileira, evidenciando uma demanda constante por novos domicílios e um aprofundamento da desigualdade social.

Assim, estabelece-se três conjuntos principais de medidas para aumentar a qualidade de vida das pessoas no que se refere à habitação: (1) condução e fomento constante de políticas habitacionais promovidas pelo Estado para construção de habitações com condições mínimas de habitabilidade; (2) gestão de recursos financeiros para promoção de crédito imobiliário tanto dos mutuários quanto das empresas responsáveis pela construção de empreendimentos residenciais; (3) aprimoramento das técnicas construtivas e projetuais, assim como dos processos de gestão da construção, para se ter empreendimentos residenciais que atendam aos requisitos do trinômio da engenharia, ou seja, prazo, custo e qualidade, além do conceito de sustentabilidade.

Embora o setor de arquitetura, engenharia e construção (AEC) seja responsável pela produção da unidade habitacional propriamente, a baixa produtividade do segmento, como apontado pelo Instituto Global McKinsey (2017) em comparação a outros setores econômicos, é um entrave para responder plenamente pela demanda de moradias.

Contudo, mudanças estruturantes no cerne da construção civil tem sido observadas em muitos países desenvolvidos. O Brasil, a reboque dessas novas iniciativas, também tem empreendido nessa segunda década do século XXI uma agenda de alterações de paradigmas, como adoção de novos processos e métodos construtivos, de planejamento e de gestão, como aqueles relacionados à filosofia de construção enxuta (*Lean Construction*) e a metodologia de modelagem da informação da construção (*BIM*, na sigla em inglês).

Essas práticas favorecem a redução de incertezas da construção, ao controle dos custos de obra, o aumento da qualidade do produto entregue e o atendimento dos prazos de execução. O uso, portanto, dessas técnicas e processos pode maximizar a forma de produzir imóveis habitacionais, com reflexos na obtenção de preços finais da moradia mais acessíveis, impulsionando também a economia do país, com resultado direto em maiores índices de emprego e renda para a população, a partir da abertura de novos canteiros de obras e do efeito em cadeia que a isso sucede.

Um custo menor da moradia e da infraestrutura, sem perda de qualidade e desempenho, é o diferencial para se obter a sustentabilidade econômica para programas governamentais de modo a enfrentar o déficit habitacional. Em paralelo, tais preceitos de aprimoramento dos processos construtivos do setor de AEC através das metodologias *BIM* e *Lean Construction*, juntamente com o oferecimento de crédito bancário, dinamizam a viabilidade de negócios imobiliários empreendidos pela iniciativa privada. Este setor privado é outro interveniente essencial para atender a demanda reprimida da população de menor renda para aquisição de unidades habitacionais.

Portanto, aspectos sociais, econômicos, políticos e técnicos se inter-relacionam à problemática habitacional, os quais serão abordados neste texto.

2 | METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia empregada consiste em uma revisão bibliográfica da habitação, com conceituação de déficit e inadequação habitacional e observância das políticas e legislação relacionadas ao tema. Explorou-se também o sistema de produção baseado na construção enxuta (*Lean Construction*) e metodologia de modelagem da informação da construção (*BIM*). Esses elementos foram inter-relacionados para verificar a viabilidade de um empreendimento residencial conceitual no âmbito da faixa 1 do Programa Minha Casa Minha Vida. O fluxo de relação a seguir indica esse processo metodológico:

3 | OS CONCEITOS DE DÉFICIT HABITACIONAL E INADEQUAÇÃO DE DOMICÍLIOS URBANOS

A questão habitacional pode ser dividida em dois grupos principais: (1) necessidade de novos domicílios e (2) domicílios existentes inadequados. No ano de 2015 quando foi realizado o último PNAD (IBGE, 2016), o primeiro grupo foi contabilizado em de cerca de 6,5

milhões de residências em falta, enquanto 11,1 milhões de domicílios foram considerados inadequados. O somatório dos dois grupos representam 19% do espaço amostral de 58,7 milhões de moradias no país (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2018). Assim, a problemática habitacional atinge um total de 17,6 milhões de domicílios.

Esses dois conceitos, isto é, o déficit habitacional e inadequação de moradias, estão intimamente relacionados, embora o primeiro tenha referência diretamente com a quantidade de moradias necessárias para suprir a demanda de habitação do país, enquanto o segundo aspecto diz respeito a qualidade do ambiente da moradia. Este último então não exige intrinsecamente a construção de novas edificações, pois é possível estabelecer medidas remediadoras, sendo então um conceito mais usado para promover políticas públicas específicas para determinado público alvo (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2018).

O déficit habitacional se relaciona intimamente com o estoque de edificações habitacionais, sendo caracterizado, segundo a metodologia da Fundação João Pinheiro (2018) por quatro principais fatores: (1) moradias precárias; (2) coabitação familiar secundária forçada a conviver na mesma moradia, com adensamento de cômodos internos da habitação; (3) comprometimento excessivo para pagamento de aluguel equivalente a mais do que 30% da renda familiar quando a família recebe até 3 salários mínimos mensais; (4) adensamento excessivo de moradores em domicílios alugados.

4 | O PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), instaurado pela Lei 11.977, estabelece dispositivos para o incentivo à construção e aquisição de habitações para famílias de baixa renda, mediante subvenção econômica ao beneficiário para a contratação de financiamento habitacional (BRASIL, 2009).

O **Quadro 1**, a seguir, estrutura os envolvidos no âmbito do PMCMV:

Item	Envolvido	Função
1	Governo Federal	Idealizador, mantenedor e gestor geral
2	Caixa Econômica Federal (CEF)	Operador, agente financeiro, gestor dos fundos
3	FGTS, FAR, FDS	Financiador
4	Poder executivo estadual e municipal	Fomentador, gestor de beneficiários
5	Construtora	Agente executor de empreendimento habitacional
6	Entidade sem fins lucrativos	Construtor e gestor de beneficiários, agente executor

7	Familia de baixa renda	Beneficiário final
---	------------------------	--------------------

Quadro 1 – Relação de envolvidos e suas funções no âmbito do PMCMV

Fonte: Autor (2020)

A interação entre os envolvidos e as funções que exercem ao longo do processo de desenvolvimento de um empreendimento residencial no âmbito da faixa 1 são apresentadas no fluxograma da **Figura 1** a seguir:

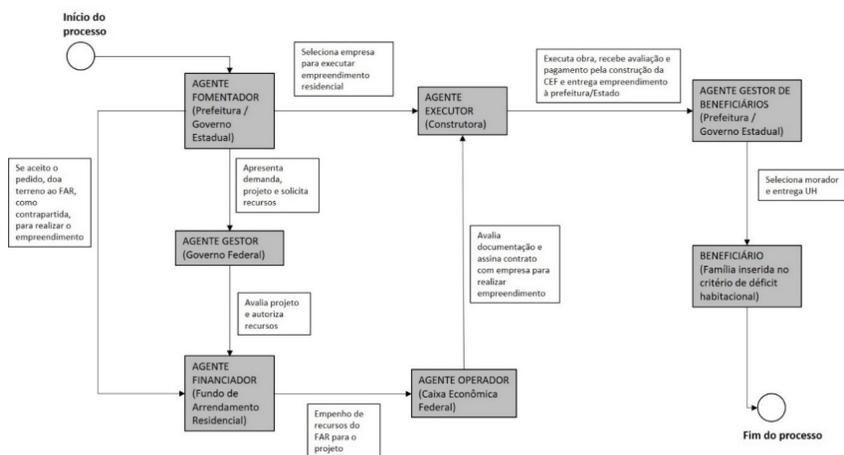


Figura 1 – Fluxograma de interação entre envolvidos do PMCMV

Fonte: Autor (2020)

O financiamento do PMCMV é realizado através de fundos que disponibilizam recursos conforme a modalidade do empreendimento e o público-alvo. O Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) e o Fundo de Desenvolvimento Social (FDS), os quais recebem provimento do Orçamento Geral da União, aplicam os recursos exclusivamente na construção de habitações para atendimento de famílias com renda bruta de até R\$1.800,00 por mês. O Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), que está atrelado a contribuição compulsória dos empregadores para o amparo dos trabalhadores demitidos, tal qual estabelecido pela Lei 8.036 (BRASIL, 1990), por outro lado, é usado para financiamento imobiliário para aquelas famílias que se enquadrem nas faixas de renda 1,5, 2 e 3.

A portaria 660 (BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018) rege empreendimento com recursos do FAR e FDS, enquanto a Instrução Normativa 43 (BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018) regulamenta o Programa de Crédito Associativo que opera com os recursos do FGTS.

O benefício à população se divide em subvenção econômica por meio de redução do valor total a pagar pelo imóvel, e/ou redução da taxa de juros cobrada para o financiamento imobiliário conforme a renda familiar. Os beneficiários do programa foram classificados em quatro faixas, tal qual estabelecido no **Quadro 2** a seguir:

Faixa	Fonte de recurso	Renda familiar máxima	Subsídio do governo máximo concedido	Taxa de Juros (sem TR)	Duração máxima do financiamento	Quota financiada pela CEF do valor do imóvel	Valor máximo do imóvel (DF, MG, RJ e SP)
1,0	FAR / FDS	R\$ 1.800	R\$ 86.400	0%	10 anos	10%	R\$ 96.000
1,5	FGTS	R\$ 2.600	R\$ 47.500	5,00%	30 anos	Até 80%	R\$ 144.000
2,0	FGTS	R\$ 3.000	R\$ 29.000	6,00%	30 anos	Até 80%	R\$ 240.000
	FGTS	R\$ 4.000	R\$ 29.000	6,50%	30 anos	Até 80%	R\$ 240.000
3,0	FGTS	R\$ 7.000	R\$ 0,00	8,16%	30 anos	Até 80%	R\$ 240.000

Quadro 2 – Configuração do PMCMV.

Fonte: Autor com dados obtidos junto à Caixa Econômica Federal e Ministério Desenvolvimento Regional (2019)

5 I SISTEMA DE CONSTRUÇÃO ENXUTA (LEAN CONSTRUCTION)

Construção enxuta é o termo traduzido de *Lean Construction* (LC) originalmente introduzido na construção civil por Koskela (1992), a partir de 11 princípios heurísticos obtidos de seus estudos do sistema de gestão da produção enxuta (*Lean Production*): (1) Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor; (2) Aprimorar o valor do produto final por meio de considerações sistemáticas dos requisitos dados pelos clientes/ consumidores; (3) Reduzir a variabilidade; (4) Reduzir o tempo de ciclo; (5) Simplificar ao minimizar o número de etapas, partes e ligações das atividades e processos; (6) Aumentar a flexibilidade do produto; (7) Aumentar a transparência do processo; (8) Focar no controle do processo completo; (9) Realizar aprimoramentos contínuos ao processo; (10) Equilibrar as melhorias tanto no fluxo quanto nas conversões; (11) Realizar *Benchmarking*, avaliando o processo, incorporando as melhores práticas do setor, comparando os resultados com o setor.

Em última análise, *Lean Construction* tem o propósito de atender as necessidades das partes interessadas pelo empreendimento com o menor uso de recursos, através da redução de desperdícios, minimização de atividades que não agregam valor e adequação de fluxos contínuos de produção (HOWELL, 1999). Imbuídas dessa filosofia, técnicas

enxutas foram desenvolvidas como o sistema *Last Planner* (LPS) por Ballard (1994) e Howell (1999), cujo objeto é proporcionar uma ferramenta de controle do gerenciamento da produção para tornar confiável o planejamento e aprimorar o fluxo do processo de construção, seja na etapa de projeto técnico (*design*), seja na etapa obra (BALLARD, 1994).

Para atingir essa meta de otimização da produção da construção, levando-se em consideração as muitas variáveis do processo de construção civil, o sistema *Last Planner* é dividido em três fases, as quais representam distintos momentos e níveis de rigor no controle. Apesar da hierarquização, essas fases se relacionam e se influenciam à medida que as especificações do empreendimento são mais detalhadas e novas informações são incorporadas ao projeto (BALLARD e HOWELL, 1998).

A fase de planejamento inicial estabelece o orçamento e o cronograma a nível macro, além de discriminar os entregáveis de modo geral. A fase de planejamento a médio prazo, conhecida pelo termo em inglês *lookahead*, indica ajustes no planejamento da fase anterior e puxando os recursos para o momento de serem utilizados na produção. Já a fase de planejamento de comprometimento avalia o que pode ser feito em detrimento do que deveria ser feito, a partir da análise das etapas cumpridas, dos recursos disponíveis e dos pré-requisitos atingidos (BALLARD e HOWELL, 1998).

6 | MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO – BIM

BIM é o acrônimo de *Building Information Modeling*, isto é, Modelagem da Informação da Construção. Esse conceito consiste em um processo desenvolvido para o setor de AEC com a finalidade de produção, comunicação e análise de informações da construção em formato digital proveniente da tecnologia da informação que interage em todo o ciclo de vida de um empreendimento (EASTMAN, *et al.*, 2008).

O próprio conceito do BIM se expandiu a ponto de se tornar sinônimo de novas práticas de trabalho para a indústria da construção civil, uma vez que a partir dele se estabeleceu um conjunto de procedimentos, tecnologias, políticas e maneiras colaborativas das pessoas lidarem com a informação gerada no modelo de construção (SUCCAR, 2008).

O processo BIM é caracterizado pelo desenvolvimento de um modelo virtual da construção paramétrico através de *softwares*, que permite simular e extrair dados para diversas aplicações ao longo do ciclo de vida do empreendimento. Logo, o conceito BIM não se limita apenas a fase de projeto da construção. Ele percorre a fase de viabilidade do empreendimento; de projeto de construção; de execução da obra através das atividades de planejamento, representação do escopo do que deve ser feito e do orçamento; do comissionamento e operação da edificação, até a perda de uso do edifício que culmina em sua demolição.

A integração e comunicação entre as partes envolvidas é realizada de modo colaborativo e síncrono ao longo do processo do método BIM (ABDI, 2017). Além disso, o

conceito BIM proporciona interfaces com diversas áreas de conhecimento do gerenciamento de projetos; análises de conforto ambiental como desempenho térmico, acústico e lumínico; análise estrutural, insolação para fins de eficiência energética; gerenciamento e planejamento de execução de obras; gestão de custos; gestão operacional do uso da edificação.

Para o sistema BIM funcionar adequadamente ao longo do intercâmbio de dados, os elementos construtivos devem ter representação de ontologias semânticas bem definidas com determinação dos indivíduos de objetos, classificação dos objetos, indicação de atributos como parâmetros e características desses objetos e a forma que esses objetos se relacionam entre si (GRUBER, 1993). Além disso, faz-se necessário ter um sistema de arquivo que permita a interoperabilidade entre os diversos aplicativos que fazem uso do conceito BIM (ANDRADE e RUSCHEL, 2009). Assim, foi criada a extensão *Industry Foundation Classes* – IFC, regida pela norma técnica ISO 16739 (ISO, 2018).

7 | A RELAÇÃO ENTRE FILOSOFIA LC E METODOLOGIA BIM

Ao passo que a filosofia *Lean Construction* entremeia todo ciclo de vida do empreendimento, com aprimoramento de processos, redução de desperdícios, criação de mecanismos mais eficientes para a produção da construção civil e agregando valor ao final do processo, a metodologia BIM, que também interage em todo o ciclo de vida do empreendimento, é influenciada por ela. Isso ocorre pois seus pilares são constituídos de pessoas, tecnologia, políticas e processos, os quais para seu desenvolvimento adequado exigem a realização de plano de execução, tanto para evitar desperdícios, quanto para atingir os objetivos do projeto. Contudo, através dos usos do modelo BIM, esta metodologia também se torna um influenciador da filosofia *Lean Construction*, uma vez que se não existir um projeto que atinja os requisitos de qualidade e detenha soluções técnicas concretas e viáveis, os princípios do *Lean Construction* não podem ser colocados em prática, principalmente durante a execução das obras, alcançando sua plenitude com técnicas como o LPS.

Embora ambos sejam independentes e possam ser implementados em estratégias distintas para cada empreendimento, existe uma interrelação contínua de sinergia entre os conceitos BIM e *Lean Construction* (SACKS e KOSKELA, 2009). De modo a explorar essa sinergia entre esses dois conceitos, Sacks, Koskela et al (2009) elaboraram quadro matricial de interações que justapõe as funcionalidades do conceito BIM com os princípios da filosofia *Lean Construction*, obtendo 56 interações entre ambos.

8 | CONTRIBUIÇÃO DO BIM E LC PARA A ESTRUTURAÇÃO E VIABILIDADE DE EMPREENDIMENTOS RESIDENCIAIS

Para a implantação de empreendimentos do segmento econômico residencial no âmbito do PMCMV invariavelmente existem três fases que precisam ser desenvolvidas: (1) estudo de viabilidade técnico-econômico, (2) incorporação e análise de crédito e (3) implantação do empreendimento. Tanto o Bim quanto o LC se articulam nessas fases, desde a escolha do terreno, passando pela fase de projeto (*design*), inclusive com a definição do sistema construtivo, planejamento, execução, até a finalização da obra.

Além do fato do terreno ser a matéria prima primordial de qualquer empreendimento imobiliário (GOLDMAN, 2014), sua adequada seleção atrelada à filosofia *Lean Construction* favorece fluxos contínuos, uma vez que vias de acesso adequadas otimizam a entrega de materiais para o empreendimento durante a execução das obras, assim o transporte de funcionários. Na fase de projeto do empreendimento, a metodologia BIM facilita o atendimento de critérios técnicos e da legislação urbanística por meio de seus parâmetros e indica alternativas de modo visual tridimensional, assim como estudos de conforto ambiental.

A definição do sistema construtivo do empreendimento passa pela avaliação tecnológica e de atendimento à normas técnicas e ou da homologação do SINAT, quando o sistema é considerado inovador, mas também pelos critérios executivos amparados pela construção enxuta para otimização dos procedimentos, bem como toda a logística do canteiro de obras que deve ser arranjada de acordo com as condições do terreno e do projeto que se construirá no local.

De modo a avaliar a contribuição desses conceitos no âmbito habitacional foi desenvolvido através de metodologia BIM empreendimento residencial conceitual destinado a famílias da faixa de renda 1 do PMCMV para a cidade do Rio de Janeiro, cujo valor por UH é de R\$96.000,00. O sistema construtivo foi concebido em paredes de concreto moldada *in loco*, conforme diretrizes da NBR 16055:2012, que maximizam ainda a adoção dos princípios *Lean Construction*. O empreendimento foi concebido em um terreno de 9.557,00m² com total de 300 unidades habitacionais (UH), espacializadas em 15 blocos de cinco pavimentos e 4 apartamentos por andar, tal qual **Figura 2**:



Figura 2 – Perspectiva de projeto arquitetônico conceitual de empreendimento PMCMV

Fonte: Autor (2020)

O programa de necessidades da UH consiste em 2 Quartos, 1 sala, 1 banheiro, 1 Cozinha e 1 Área de Serviço distribuídos em 47,44m² de área privativa e 42,98m² de área útil, considerando ainda dimensões para adaptabilidade à PNE em todos os ambientes, conforme **Figura 3**.



Figura 3 – Vista perspectivada do pavimento tipo com ênfase nos ambientes internos

Fonte: Autor (2020)

A partir deste projeto arquitetônico, determinou-se a viabilidade financeira do empreendimento. No que tange aos custos, usou-se a metodologia de avaliação de custos para incorporação imobiliária apresentada pela NBR 12721 (ABNT, 2007). Calculou-se a área equivalente (AEQ) através da multiplicação de coeficiente médio pela área de construção do compartimento ou espaço externo e em seguida utilizou-se o Custo Unitário

Básico de Construção (CUB/m²) para determinar o custo total da construção. A área equivalente, em suma, é uma área virtual que representa a proporcionalidade da área real em relação ao custo de construção (ABNT, 2007).

O cálculo das áreas do empreendimento conceitual foram obtidas diretamente no modelo BIM. Verificou-se que para este empreendimento a área total construída (ATC) que considera todos os compartimentos, inclusive telhado e área externa, reduziu cerca de 30% quando calculado sua área equivalente (AEQ), uma vez que nem todos os espaços do condomínio possuem o mesmo custo de construção. Estabeleceu-se também o índice de eficiência do projeto, a partir da divisão da área privativa (AP) pela área equivalente. Esse indicador demonstra desempenho elevado do projeto, pois quanto mais próximo de 100%, mais econômico é a construção, já que menor quantidade de área construída é necessária para atender às unidades habitacionais (MASCARÓ, 2010). A tabela a seguir demonstra esses resultados:

Total área construída + área externa (ATC)	25.689,36 m ²
Total área equivalente (AEQ)	18.129,26 m ²
Total área privativa dos Aptos (AP)	14.232,00 m ²
Eficiência do projeto (AP/AEQ)	79%

Tabela 1 – Cálculo de áreas e eficiência de projeto

Fonte: Autor (2020)

Em seguida, definiu-se a partir de técnicas de gerenciamento de projeto conforme PMBOK (PMI, 2018) e do LPS o cronograma do empreendimento em 32 meses com atividades em dependência do tipo término-início, sendo 6 meses para elaboração do projeto e licenciamento, com início da obra antecipada em 2 meses e duração de 18 meses para execução da obra seguida de 12 meses de assistência técnica pós obra.

Já no que tange aos indicadores de viabilidade, estabeleceu-se a taxa mínima de atratividade (TMA) do negócio em 8,5%, que indica o desconto na qualidade de juros para o valor presente do fluxo de caixa futuro. Em seguida, calculou-se o Valor Presente Líquido (VPL) a partir da equação a seguir:

$$VPL = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{FC_t}{(1+i)^n}$$

Sendo:

VPL = Valor Presente Líquido

i = Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

FC = fluxo de caixa

n = período de tempo

t = ocorrência do fluxo de caixa

O **Quadro 3** demonstra o resumo das receitas e despesas do empreendimento e o resultado tanto a valor nominal quanto a valor presente:

RESUMO DAS CONTAS DO FLUXO DE CAIXA			R\$/1000	
Descrição da conta	Tipo	Total Nominal	Total VP	% VGV
Valor UH (R\$96.000x300UH)	Créd.	28.800	26.329	100,0%
Plano Minha Casa, Minha Vida	Créd.	28.800	26.329	100,0%
Despesas c/ Financiamento	Déb.	32	31	0,1%
Taxa <u>Acomp.</u> da Operação (TAO)	Déb.	23	21	0,1%
Taxa análise proposta (TCCAP)	Déb.	7	7	0,0%
Taxa <u>viab. tec. eng.</u> (TCCLAE)	Déb.	3	2	0,0%
Obra	Déb.	24.985	23.096	86,8%
Custo de Obra Raso	Déb.	22.360	20.582	77,6%
Assistência Pós-Obra	Déb.	144	121	0,5%
Projeto	Déb.	720	708	2,5%
Seguro	Déb.	43	42	0,2%
Licença de obras prefeitura	Déb.	86	82	0,3%
Forma alumínio	Déb.	1.632	1.561	5,7%
Outras Despesas	Déb.	576	508	2,0%
Serviço social	Déb.	576	508	2,0%
Impostos	Déb.	1.152	1.046	4,0%
RET	Déb.	1.152	1.046	4,0%
Saldo	Créd.	2.054	1.649	7,1%

Quadro 3 – Resumo das receitas e despesas do empreendimento

Fonte: Autor (2020)

De forma ilustrativa, o fluxo de caixa pode ser apresentado a partir do **Gráfico 1**, onde o eixo X representa o período em meses (intervalo de 32 meses correspondente ao ciclo de vida da incorporação do empreendimento), o eixo Y corresponde aos valores em reais das despesas ou receitas sob o ponto de vista da construtora, a curva azul indica as entradas (receitas), a curva vermelha faz referência às saídas (despesas), a curva roxa se relaciona ao saldo acumulado entre as entradas e saídas mês a mês e a linha verde representa a taxa de juros constante do negócio, que no caso específico corresponde à

TMA:

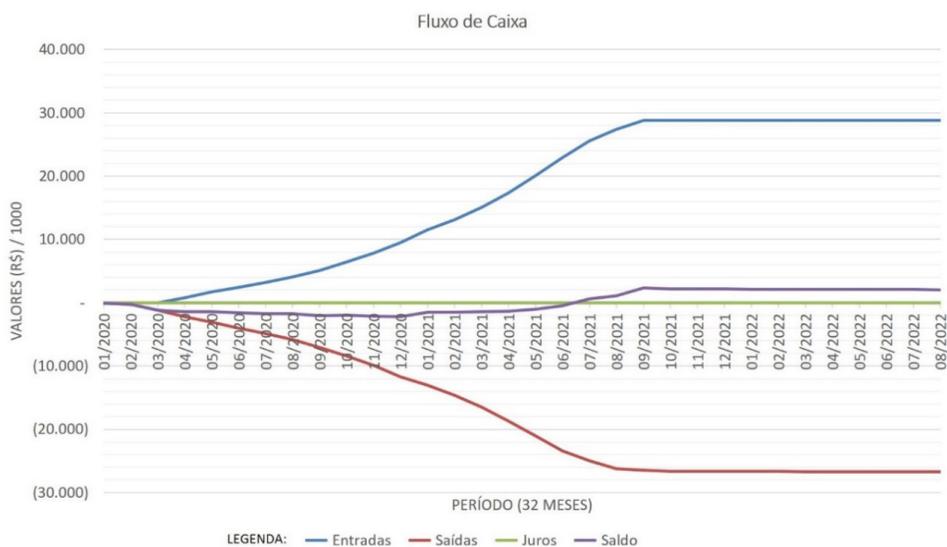


Gráfico 1 – Fluxo de caixa do empreendimento conceitual

Fonte: Autor (2020)

A avaliação de cenário dinâmico de um estudo de viabilidade é fundamental para o entendimento do risco ao negócio e para determinar o resultado financeiro a valor presente (VPL), a margem de lucratividade, o *payback*, ou seja, o momento em que o saldo acumulado do fluxo de caixa deixará de ser negativo, a taxa interna de retorno (TIR), o retorno do investimento (ROI), retorno do esforço (ROE) e a exposição máxima do fluxo de caixa, isto é, o período onde haverá maior déficit de despesas, entre outros indicadores, conforme critérios de cada empresa (GOLDMAN, 2014). O **Quadro 4** demonstra esse resultado e seus indicadores.

INDICADORES GERAIS (considerado TMA=8,50%)			
<i>Indicador</i>	<i>Valor</i>	<i>Sinalizador</i>	<i>Limite estimado</i>
GVV nominal	28.800.000		
Receita total a VP	26.329.405		
Investimento Total a VP	24.680.611		
Resultado total nominal	2.054.454	●	0,00
Resultado VPL	1.648.795	●	0,00
Exposição Máxima (12º mês)	2.189.229		
ÍNDICES FINANCEIROS (considerado TMA=8,50%)			
<i>Indicador</i>	<i>Valor</i>	<i>Sinalizador</i>	<i>Limite estimado</i>
VPL / Receita (Margem)	6,26%	●	10,00%
VPL / Exp. Máxima (ROE)	75,30%	●	70,00%
VPL / Inv. Total (ROI)	6,68%	●	20,00%
TIR (a.a.)	82,55%	●	8,50%
Pay-Back	18º mês		
INDICADORES DA CONSTRUÇÃO (considerado TMA=8,50%)			
<i>Indicador</i>	<i>Valor</i>		
Custo da Unidade Habitacional nominal	89.152		
Custo da Unidade Habitacional a VP	82.269		
VPL / m ² Construído	90,95		
Investimento Total / m ² Construído	1.361,37		

Quadro 4 – Resultado financeiro do estudo de viabilidade no cenário dinâmico do empreendimento de 300 UH na Faixa 1 do PMCMV

Fonte: Autor (2020)

Como o preço final da unidade habitacional é fixo e sem reajustes de acordo com as regras do PMCMV, a única variante para manter o resultado positivo que pode ser aprimorada é o custo de obra raso (COR). Dessa forma, realizou-se a partir do estudo do cenário dinâmico do fluxo de caixa a análise de sensibilidade dos resultados mediante redução e aumento do COR em taxas de 5%, 10% e 15%. O **Quadro 5** indica o comportamento dos resultados e indicadores com essa variação.

Percebe-se, a partir disso, que uma redução de 5% do COR, de 1.233,38/m² para R\$1.171,71m², proporciona um resultado tanto no valor nominal quanto a VP de 1 milhão de reais, a exposição de caixa também é impactada de forma benéfica em aproximadamente R\$400.000 assim como todos os outros indicadores, inclusive o payback que é atingido no 17º mês, ou seja um 1 mês a menos que a projeção inicial. Tal positividade é extremamente vantajosa ao analisar a redução do COR em 10% e mais ainda com 15%.

Por outro lado, se o custo de obra raso for aumentado em 5%, o resultado

nominal e a VP despenca mais de 1 milhão de reais e todos os outros indicadores ficam comprometidos, com exceção da TIR, já que o VPL ainda está acima de zero. O payback também avança por mais dois meses, sendo atingindo apenas no 20º mês. A partir de aumento de 10% do COR o empreendimento apresenta prejuízos e todas as projeções de resultado e indicadores.

Resultados e Indicadores	Limite Estimado (meta)	Variação do custo de obra raso (-15,00% a 15,00%)						
		-15,00%	-10,00%	-5,00%	0,00% (cenário atual)	5,00%	10,00%	15,00%
		1.048,37/m² AEQ 1.335,45/m² Área Privat.	1.110,04/m² AEQ 1.414,01/m² Área Privat.	1.171,71/m² AEQ 1.492,56/m² Área Privat.	1.233,38/m² AEQ 1.571,12/m² Área Privat.	1.295,04/m² AEQ 1.649,68/m² Área Privat.	1.356,71/m² AEQ 1.728,23/m² Área Privat.	1.418,38/m² AEQ 1.806,79/m² Área Privat.
Resultado total Nominal	> 0	5.408.494	4.290.480	3.172.467	2.054.454	936.440	-181.573	-1.299.588
Resultado VPL	> 0	4.736.025	3.706.948	2.677.871	1.648.795	619.718	-409.359	-1.438.436
Exposição Máxima	< melhor	1.261.870	1.501.306	1.740.742	2.189.229	2.557.219	2.981.399	3.552.821
Investimento Total a VP	< melhor	21.593.381	22.622.457	23.651.534	24.680.611	25.709.687	26.738.764	27.767.841
VPL / Receita (Margem)	> 10%	17,99%	14,08%	10,17%	6,26%	2,35%	-1,55%	-5,46%
VPL / Exp. Máxima (ROE)	> 70%	375,32%	246,91%	153,84%	77,30%	24,23%	-13,73%	-40,49%
VPL / Inv. Total (ROI)	> 20%	21,93%	16,39%	11,32%	6,68%	2,41%	-1,53%	-5,18%
TIR (a.a.)	> TMA (8,5%)	332,61%	228,28%	146,50%	82,55%	32,82%	-5,56%	-34,83%
Pay-Back	< melhor	13º mês	15º mês	17º mês	18º mês	20º mês	ND	ND

Quadro 5 – Análise de sensibilidade dos resultados com variação do custo de obra raso

Fonte: Autor (2020)

9 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se que os indicadores apresentam índices e números maiores, de modo geral, do que a meta estabelecida para o estudo. Isso corrobora para a viabilidade do negócio. Todavia, a matriz de riscos do empreendimento residencial da faixa 1 do PMCMV continua altamente volátil, já que em uma simulação de aumento do custo de obra raso, o principal gerador de despesa do negócio e o mais incerto devido a sua composição (mão de obra, materiais, equipamentos), a construtora responsável por sua execução terá prejuízo.

Do fluxo de caixa é visto que, mesmo sendo um empreendimento de caráter social e com verba pré-fixada no âmbito do PMCMV, o agente executor (construtora), precisa ter capital de giro para realizar o empreendimento, já que os pagamentos do agente operador (CEF) pelos serviços executados na obra são creditados no mês seguinte à aferição da medição e não acompanham o comprometimento de pagamento que a construtora precisa fazer aos fornecedores de materiais, subempreiteiros, mão de obra, equipamentos, licenças de obras e afins, além do recolhimento de impostos federais.

Logo, para este tipo de negócio imobiliário o planejamento adequado e o controle da execução da obra são fundamentais para o sucesso do empreendimento. As práticas da filosofia *Lean Construction* e da metodologia BIM se apresentam, dessa forma, como

alternativas viáveis de gestão, planejamento e controle para alcançar o objetivo de construir empreendimento residencial dentro do custo de obra raso estimado na viabilidade técnico-econômica do empreendimento imobiliário e com possibilidade de reduzi-lo, inclusive.

Por fim, foi visto que existe potencialidade do PMCMV em reduzir o déficit habitacional brasileiro, embora o programa precise de ajustes para minimizar incertezas, principalmente quanto aos custos dos empreendimentos residenciais, além de oferecer atrativos para que construtoras atuem na faixa 1, de modo a beneficiar as famílias mais vulneráveis economicamente.

REFERÊNCIAS

ABDI. **A Implantação de Processos BIM**. 1ª. ed. Brasília: ABDI, v. I, 2017.

ABNT. **NBR 12721 – Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios – Procedimento**. Rio de Janeiro, p. 94. 2007.

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. **Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC**. Gestão e Tecnologia de Projetos. São Paulo, p. 76-111. 2009.

BALLARD, G. **The Last Planner**. Lean Construction Institute. Berkeley. 1994.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding Production: Essential Step in Production Control**. Journal of Construction Engineering and Management. [S.l.], p. 11-17. 1998.

BRASIL. Lei 8.036. **Dispõe sobre o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço**, Brasília, 11 maio 1990.

BRASIL. Lei 11.977. **Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV**, Brasília, 7 julho 2009.

BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Instrução Normativa 43 de 31 de Dezembro de 2018 - Regulamenta o Programa de Crédito Associativo**, Brasília, 2018.

BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES. Portaria 660. **Dispõe sobre as diretrizes para elaboração de projetos e dá outras providências**, Brasília, 14 Novembro 2018.

EASTMAN, C. M. et al. **BIM Handbook, A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. 1ª. ed. Nova Jersey: John Wiley and Sons, 2008.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2015**. 1ª. ed. Belo Horizonte: FJP, v. XII, 2018.

GOLDMAN, P. **Viabilidade de Empreendimentos Imobiliários. Modelagem Técnica, Orçamento e Riscos de Incorporação**. 1ª. ed. São Paulo: Pini, 2014.

GRUBER, T. R. **A Translation Approach to Portable Ontology Specifications**. Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL. Palo Alto. 1993.

HOWELL, G. A. **What is Lean Construction**. Proceedings IGLC. Berkeley. 1999.

IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: síntese de indicadores 2015**. IBGE. Rio de Janeiro. 2016.

ISO. **16739: Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema**. International Organization for Standardization. Genebra. 2018.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Center for Integrate Facility Engineering. Palo Alto. 1992.

MASCARÓ, J. L. **O Custo das Decisões Arquitetônicas**. 5ª. ed. Porto Alegre: Masquatro, 2010.
MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Reinventing Construction, a route to higher productivity**. Nova York: MGI, 2017.

PMI. **Um Guia do conhecimento em gerenciamento de projetos PMBOK**. 6ª. ed. Filadélfia: Project Management Institute, 2018.

SACKS, R.; KOSKELA, L. **The Interaction of Lean and Building Information Modeling**. Journal of Construction Engineering and Management. Reston, p. 1-24. 2009.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction. Newcastle, Austrália. 2008.

CAPÍTULO 2

LEAN CONSTRUCTION: VANTAGENS DE SUA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Marcos Vinicius Oliveira de Sá

UNDB Centro Universitário
São Luis, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/0801912015436396>

Keven Costa Ribeiro

UNDB Centro Universitário
São Luis, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/8449595596158927>

Marcela Andrade de Carvalho

UNDB Centro Universitário
São Luis, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/4324336114175491>

Alexandre José de Andrade Malheiros

UNDB Centro Universitário
São Luis, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/4849660497761281>

Wanderson Santos Silva

UNDB Centro Universitário
São Luis, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/0461525812386748>

David Murad Col Debella

UNDB Centro Universitário
São Luis, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/0093440803075872>

RESUMO: A produção enxuta se caracteriza pela busca de eliminação dos desperdícios durante a realização dos processos produtivos, surgiu

no Japão na década de 1950 através do setor automobilístico com a Toyota. Fundamentado na produção enxuta, o Lean Construction propõe princípios para a gestão de processos na construção civil que visam diminuir as perdas e reduzir os custos gerando vantagens para a construção. O objetivo deste trabalho é evidenciar as vantagens que a aplicação do Lean Construction oferece e retratar os desafios de sua implementação. Para isso, foi realizada uma revisão de literatura através de pesquisa bibliográfica de artigos científicos. Os resultados apontam que a prática do pensamento enxuto na construção é benéfica uma vez que este reduz o tempo para execução de serviços e de espera por materiais, evita interrupções no fluxo de trabalho e o retrabalho, elimina serviços desnecessários que não agregam valor e garante a redução dos custos. Contudo, ainda existem muitos desafios para sua implementação, algumas barreiras de ordem técnica, financeira e organizacional dificultam isso, como a falta de padronização, desconfiança no retorno financeiro, por parte de gestores, e comprometimento alguém do necessário para sua implementação. Desta forma, a aplicação do Lean Construction oferece ganhos importantes no desenvolvimento de uma construção e a torna mais eficiente. Entretanto, ainda existem dificuldades para ser implantado em obras.

PALAVRAS-CHAVE: Lean construction. Construção civil. Vantagens. Enxuto.

ABSTRACT: The lean production is characterized by the search for the elimination of waste during the production processes, appeared in Japan

in the 1950's through the automobile sector with Toyota. Based on lean production, Lean Construction proposes principles for the management of processes in civil construction that aim to reduce losses and reduce costs generating advantages for construction. The aim of this work is to highlight the advantages that the application of Lean Construction offers and to portray the challenges of its implementation. The aim of this work is to highlight the advantages that the application of Lean Construction offers and to portray the challenges of its implementation. To this end, a literature review was conducted through bibliographic research of scientific articles. The results point out that the practice of lean construction thinking is beneficial since it reduces the time for execution of services and waiting for materials, avoids interruptions in the workflow and rework, eliminates unnecessary services that do not add value and ensures cost reduction. However, there are still many challenges for its implementation, some technical, financial and organizational barriers make it difficult, such as lack of standardization, distrust in the financial return, on the part of managers, and commitment below what is necessary for its implementation. Thus, the application of Lean Construction offers important gains in the development of a construction and makes it more efficient. However, there are still difficulties to be implanted in works.

KEYWORDS: Lean construction. Civil Construction. Benefits. Lean.

1 | INTRODUÇÃO

A construção civil, é um setor que impacta diretamente no desenvolvimento, geração de emprego e renda. Ligada a outros setores, contribui para o desenvolvimento regional e por mudanças na economia, com o conseqüente avanço no PIB de determinado lugar (OLIVEIRA E OLIVEIRA 2012).

Apesar do setor da construção civil ter grande contribuição na economia, é um dos setores que mais geram desperdícios e conseqüentemente perdas de diversas ordens. Para Sarcinelli (2008) a área da construção civil sempre foi objeto de críticas diante dos custos elevados que gera e da produtividade baixa, apresentando um descompasso na relação custo produtividade. Os processos e métodos, usados ainda hoje em grande parte das obras, são improdutivo e causam desperdício. Isatto et al. (2000) relata que os problemas no setor da construção civil brasileira, majoritariamente, são resultados de questões gerenciais, utilizando modelos tradicionais que acarretam desperdícios, o que levou as empresas a introduzirem novas filosofias e estudos fim de solucioná-los.

Esse modelo tradicional remete a um processo incerto e confuso do fluxo dos materiais nos canteiros de obra ocasionando assim uma gama de atividades que não agregam valor ao produto final, que é o conceito fundamental do Lean Construction (SOUZA E ALLEM, 2016,p.2).

Este trabalho teve como objetivo analisar as vantagens do Lean Construction para a construção civil. Foi realizada uma revisão bibliográfica por meio de artigos científicos, estudos de casos e livros.

2 | HISTÓRICO DO LEAN

O Lean Manufacturing surgiu em meio a um momento de grande industrialização e de produção em massa que foi as décadas seguintes a Revolução Industrial. Com a grande mudança que esse movimento causou, o comércio e a indústria começavam a ser explorados e a expandirem-se rapidamente. Segundo (PEREIRA, 2010), com o aparecimento do motor aplicado à produção industrial, a produtividade aumentou de uma forma explosiva e o grande número de empresas dispostas a oferecer o mesmo e com melhores preços fez com que as organizações comesçassem a olhar para o desperdício como algo a eliminar para diminuir os custos e aumentar o lucro.

Neste momento surgiu novas metodologias que provocaram grande melhoria da produtividade industrial, com a especialização do trabalho e a produção em larga escala, entre elas estavam: a linha de montagem de Ford e os princípios de gestão e produção de Taylor.

Fundamentados nessas teorias, Eiji Toyoda e Onho iniciaram o conceito de manufatura enxuta que teve a sua origem na década de 50, no Japão. De acordo com (DIAS, 2006), eles perceberam que imitar o sistema americano de produção em massa poderia ser perigosa em função das dimensões territoriais e do mercado consumidor que exigia uma vasta variedade de produtos. Dessa forma, Eiji Toyoda e Onho desenvolveram um novo modelo de sistema de produção, o Sistema Toyota de Produção ou Lean Manufacturing. (DIAS, 2006) também explica que nesse contexto, o Lean surge como uma forma organizada de gestão produtiva, capaz de responder a estas mudanças criando flexibilidade, rapidez e qualidade no que é produzido e oferece vantagem competitiva às organizações que pratiquem esta filosofia de gestão.

Conforme (J.B. Martins et. al, 2018), em meio a esse contexto de difusão dos conceitos do Sistema Toyota de Produção, que Lauri Koskela, um pesquisador finlandês, em 1992, publicou seu trabalho “Application of the new production philosophy in the construction industry”. Nesse estudo, Koskela adaptou os conceitos da Produção Enxuta ao contexto da construção civil propondo uma nova linha de pesquisa chamada de Lean Construction.

No estudo de (KOSKELA, 1992), ele apontava uma necessidade de solucionar uma série de problemas constantes no setor da construção civil devido ao sistema tradicional. As principais problemáticas apontadas por ele estão: a maior competitividade entre as empresas aliadas aos baixos índices de produtividade e, conseqüentemente, ao aumento dos custos. Isto devido, na maior parte das vezes, à falta de uma boa gestão dentro das empresas. Segundo (KOSKELA, 1992), o Lean Construction combate, através de uma logística e um planejamento gerenciado adequadamente, o aumento de desperdícios e a quebra do fluxo de trabalho, fatores que ocasionam principalmente um atraso na entrega do produto ao cliente e uma qualidade insatisfatória.

3 | LEAN CONSTRUCTION

O Lean Construction surgiu da necessidade de um referencial teórico para gestão de processos na construção civil, com o objetivo de adaptar alguns conceitos e princípios gerais da área de Gestão da Produção às peculiaridades do setor. O marco que representa o início da aplicação na Indústria da Construção Civil foi pela publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* por Lauri Koskela (1992). Logo após, foi criado o IGLC - International Group for Lean Construction, que trabalha para adaptar os fundamentos no setor da construção civil (FORMOSO, 2011).

A construção enxuta é fortemente baseada nos princípios da Lean Production (Produção enxuta). A produção enxuta considera que o processo produtivo consiste em um fluxo de materiais, da matéria prima ao produto final, composto por atividades de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção. As atividades de espera, transporte e inspeção não agregam valor ao produto final, dessa forma, são chamadas de atividades de fluxo. Outro aspecto importante na Construção Enxuta é a geração de valor. Este aspecto está relacionado à satisfação do cliente. Dizemos que um processo só gera valor quando consegue transformar a matéria prima em produtos que atendam as necessidades e exigências do cliente (FORMOSO, 2011).

Koskela (1992) em sua obra apresenta um conjunto de princípios para a gestão de processos no Lean Construction.

- Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor - a eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas não só através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, mas também pela eliminação de algumas das atividades de fluxo.
- Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes - Devem ser identificadas claramente as necessidades dos clientes internos e externos e esta informação deve ser considerada no projeto do produto e na gestão da produção.
- Reduzir a variabilidade - Do ponto de vista do cliente, um produto uniforme em geral traz mais satisfação, pois a qualidade do produto efetivamente corresponde às especificações previamente estabelecidas. Além disso, a variabilidade tende a aumentar a parcela de atividades que não agregam valor e o tempo necessário para executar um produto.
- Reduzir o tempo de ciclo - Este princípio tem origem na filosofia Just in Time. A aplicação deste princípio está fortemente relacionada à necessidade de comprimir o tempo disponível como mecanismo de forçar a eliminação das atividades de fluxo.
- Simplificar através da redução do número de passos ou partes - Quanto maior o número de componentes ou de passos num processo, maior tende a ser o

número de atividades que não agregam valor.

- Aumentar a flexibilidade de saída - Refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar substancialmente os custos dos mesmos. Embora este princípio pareça contraditório com o aumento da eficiência, muitas indústrias têm alcançado flexibilidade mantendo níveis elevados de produtividade.
- Aumentar a transparência do processo - Torna os erros mais fáceis de serem identificados no sistema de produção, aumentando a disponibilidade de informações necessárias para a execução das tarefas.

4 | VANTAGENS DO LEAN CONSTRUCTION

Para Koskela (1992), implantar o Lean Construction é uma possibilidade muito benéfica para a produtividade e problemas com gestão em obras. Essa metodologia dentro do canteiro de obras resulta em vantagens únicas ao processo produtivo e logístico já que os princípios que norteiam esta filosofia geram a redução de custos e entrega de resultados com menor possibilidades de erros e espaço de tempo mais curto (MARTINS, DEMÉTRIO, DEMÉTRIO, 2018)

O Lean Construction pode ser aplicado em qualquer tipo de obra, independentemente de seu porte. Costa (2014), em um estudo de caso, constatou que em obras de pequeno porte são caracterizadas pelas existências de processos artesanais executados por mão de obra não qualificada e baixa taxa de mecanização. Isso se deve por essas obras serem construídas por empreiteiros contratados pelo proprietário da obra, onde geralmente não existe planejamento e há pouco investimento em equipamentos para a execução dos serviços. Ademais, é notória a preocupação com a utilização de sistemas construtivos que proporcionem o uso mais adequado de materiais e mão de obra. Para que exista uma produtividade operacional na construção civil, faz-se necessário o desenvolvimento dos meios de produção, a criação de novos métodos, processo e sistemas construtivos e, o aperfeiçoamento dos já existentes.

A aplicação do Lean nesse tipo de construção faz-se necessário. A implementação de mecanismos, mesmo que sejam mínimas, podem afetar significativamente esse tipo de construção. Como, por exemplo, a utilização de vergas pré-moldadas que possibilitam um aumento na confiabilidade da construção, além da redução de tempo, pois não se faz necessário o uso de fôrmas, armação e concreto fresco (COSTA, 2014).

As obras de grande porte são caracterizadas pelas existências de processos mais mecanizados e, em grande maioria, por mão-de-obra mais qualificada. Porém, pela dimensão da construção deve existir o maior controle da obra, pois um atraso mínimo se torna significativo, e pode afetar toda construção. Para isso deve-se existir um controle máximo na execução e no planejamento da obra. Uma mudança mínima como a disposição

das alvenarias na obra colocando em locais próximos que elas serão usadas resulta na economia de tempo, pois o operário não gastará tempo buscando o material.

Toda forma de buscar soluções para melhoria da obra é uma aplicação puramente do Lean. E essa mentalidade enxuta de pensar, sempre traz consigo vantagens como a diminuição dos desperdícios de tempo e de dinheiro, eliminação dos processos e atividades que não agregam valor, aumento nos níveis de qualidade e produtividade dos projetos dentro da obra (KOSKELA, 1992).

5 | CONCLUSÃO

Portanto, a construção civil é um setor fundamental para a economia, entretanto apresenta um alto custo e baixa produtividade, carecendo ser mais eficiente. O Lean construction, apresenta-se como um caminho para mudar esta realidade, sendo uma filosofia dispõe de um conjunto de práticas gerenciais, que reduzem os desperdícios nos processos construtivos, oferecendo a redução dos custos, eliminando atividades que não agregam valor e tornando a obra mais eficiente.

REFERÊNCIAS

COSTA, Jonas Leite. **Verificação dos princípios do lean construction em obras de habilitação popular no município de Campo Mourão - Paraná**. 2014. 8 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2014.

DIAS, Rafaela Larcher Teixeira. **CONCEITOS DE MANUFATURA ENXUTA APLICADOS A UMA INDÚSTRIA DE SUPRIMENTOS E DISPOSITIVOS MÉDICOS**. 2006. 43 f. Monografia (Monografia) - Curso de Engenharia Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2006.

FORMOSO, Carlos T.. **LEAN CONSTRUCTION: PRINCÍPIOS BÁSICOS E EXEMPLOS**. 2011. Disponível em: <https://www.leansixsigma.com.br/acervo/2011520.PDF>. Acesso em: 17 out. 2019.

ISATTO, Eduardo L. et al. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000. Série SEBRAE Construção Civil, Vol. 5.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. CIFE Technical Report #72, 75p. Stanford University, Palo Alto, California, 1992.

MARTINS, J.B.; DEMÉTRIO, J.C.C.; DEMÉTRIO, F.J.C.. **Lean Construction: Uma análise comparativa em canteiros de obra de São Luís-MA**. **Revista de Engenharia Civil**, Braga, v. 54, n. 1, p. 36-46, mar. 2018.

OLIVEIRA, Valéria Faria; OLIVEIRA, Edson de Araújo Querido. **O papel da Indústria da Construção Civil na organização do espaço e do desenvolvimento regional**. Congresso Internacional de Cooperação Universidade-Indústria. Taubaté (SP), 2012. Disponível em: <http://www.unitau.br/unindu/artigos/pdf570.pdf>. Acessado em: 20 out. 2019.

PEREIRA, Cristina Alves dos Santos. **Lean Manufacturing Aplicação do conceito a células de trabalho**. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2010.

SARCINELLI, Wanessa Tatiany. **Construção Enxuta através da padronização de Tarefas e Projetos**. 80 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008. Disponível em: . Acesso em: 18 out. 2019.

CRESCIMENTO DO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM SINOP/MT E SUA RELAÇÃO COM OS PRINCIPAIS IMPOSTOS (ISSQN E INSS)

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Fernando Dante Morari

QI Pós-Graduação, Pós-graduação em Gestão e Planejamento de Projeto e Obras
Sinop – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/9357097913443909>

Maria Fernanda Fávero Menna Barreto

QI Pós-Graduação, Pós-graduação em Gestão e Planejamento de Projeto e Obras
Sinop – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/4491520760847050>

RESUMO: Sinop é uma cidade do interior do estado de Mato Grosso, relativamente nova (45 anos), de médio porte, e se destaca pelos seus elevados índices de desenvolvimento. Foi considerada uma das melhores cidades para se investir no cenário brasileiro. Uma métrica para contabilizar o crescimento no setor da Construção Civil é a quantidade de “Alvarás de Construção” emitida no ano pelo município, documento este que autoriza o início da construção e finaliza com a emissão da “Carta de Habitação” ou “Habite-se”. No município de Sinop/MT, tem-se observado grandes discrepâncias entre a quantidade de “Alvarás de Construção” e “Habite-ses” emitidos, de modo que este tem apresentado menores quantidades que aquele. Um dos aspectos que isso implica é na arrecadação de impostos relacionados às construções. Dado o exposto, essa pesquisa tem como objetivo

analisar e comparar a quantidade de “Alvarás de Construção” e “Habite-ses” emitidos no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2019. Em seguida, realizar uma estimativa do montante dos dois principais impostos envolvidos na construção (ISSQN e INSS). Correlacionou-se os documentos emitidos (“Alvarás de Construção” e “Habite-ses”) com a arrecadação dos impostos totais, e estimou-se a parcela sem a certeza de arrecadação pela quantidade de “Habite-ses” não emitidos, conseqüentemente, não averbados. Observou-se que o setor da Construção Civil cresce ano após ano, representando uma parcela significativa na totalidade dos impostos arrecadados, e constitui-se em um gargalo na arrecadação do INSS.

PALAVRAS-CHAVE: Alvará, Habite-se, Impostos, Construção Civil.

CIVIL CONSTRUCTION SECTOR GROWTH IN SINOP/MT AND ITS RELATIONSHIP WITH THE PRINCIPALS TAXES (ISSQN AND INSS)

ABSTRACT: Sinop is a city from the interior of the Mato Grosso state, a relatively new city (45 years old), medium-sized, and stands out for its high development rates. It was considered one of the best cities to invest in the Brazilian scenario. A metric to account for the Civil Construction sector growth is the quantity of “Alvarás de Construção” (construction permits) issued in the year by the municipality, a document that authorizes the beginning of constructions and ends with the issuance of the “Habite-ses” (permits to dwell). In the municipality of Sinop/MT, significant

discrepancies have been observed between the number of “Alvarás de Construção” and “Habite-ses” issued, so that this has shown smaller amounts than that. One of the aspects that this implies is in the collection of construction-related taxes. Given the above, this research aims to analyze and compare the amount of “Alvarás de Construção” and “Habite-ses” issued from January 2017 to December 2019. Then, make an amount estimative of the two principals taxes involved in the construction (ISSQN and INSS). The documents issued (“Alvarás de Construção” and “Habite-ses”) were correlated with the total taxes collection, and it was estimated the portion that there is no certainty of collection by the amount of “Habite-ses” not issued, consequently, not registered. It was observed that the Civil Construction sector grows year after year, representing a significant portion in the totality of collected taxes, and constitutes a bottleneck in the collection of the INSS.

KEYWORDS: Construction permit, Dwell permit, Taxes, Civil Construction.

1 | INTRODUÇÃO

Sinop é uma cidade do interior do estado de Mato Grosso, que surgiu a partir de políticas ocupacionais da Amazônia Legal Brasileira na década de 1970 (PREFEITURA DE SINOP, 2020). Apesar do município ser considerado novo (possuir apenas 45 anos), este já se configura como uma cidade de médio porte (população estimada 142.996 habitantes) (IBGE, 2019), destacando-se pelo seu elevado Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM 0,754) (ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL, 2013), alto desenvolvimento no Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM 0,8064) (FIRJAN, 2016) e PIB per capita de R\$ 41.408,12 (IBGE, 2017).

Foi considerada a 26ª melhor cidade do Brasil para se investir (STEFANO; LISKAUSKAS, 2018), figurando entre as cidades que mais crescem a nível nacional, considerando que subiu 41 posições do ranking do ano anterior.

Uma possível métrica para contabilizar o crescimento no setor da Construção Civil são as quantidades de “Alvarás de Construção” emitidas no ano pelo município. Este documento autoriza obras que estão sujeitas a fiscalização municipal a iniciarem sua execução (PREFEITURA DE SINOP, 1983).

O processo de construção finaliza, no âmbito municipal, com a emissão da “Carta de Habitação” ou “Habite-se”. Este documento é expedido pela prefeitura após vistoria que atesta a conclusão da obra, conforme projeto inicialmente aprovado, e as condições de habitabilidade, consistindo em um documento que autoriza a ocupação da edificação (PREFEITURA DE SINOP, 1983).

Para emissão do “Habite-se”, entre outras taxas e documentos, é solicitado o parecer fiscal tributário comprovando a quitação do Impostos sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN). Este é um tributo municipal que tem como fato gerador a prestação de serviços, dentre eles os relativos a construção civil (BRASIL, 2003).

Após a emissão do “Habite-se”, este deve ser averbado na matrícula do imóvel

(BRASIL, 1973). Não tem um prazo mínimo, pois o “Habite-se” não tem data de validade, de modo que a averbação pode ser feita imediatamente após sua emissão, bem como daqui há 20 anos, por exemplo. “Averbação é o ato de anotar alterações ou acréscimos referentes ao imóvel ou as pessoas que constam do registro ou da matrícula do imóvel” (CARTÓRIO 1º OFÍCIO, s. d.). Para averbá-lo, dentre outras coisas, é solicitada a Certidão Negativa de Débitos com o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) (BRASIL, 1991). Essa certidão é um certificado emitido pela Receita Federal que mostra que o requerente não tem pendências com a Previdência Social nem débitos previdenciários, ou seja, é o atestado de regularidade junto ao INSS (JORNAL CONTÁBIL, 2019).

Apesar de todo esse trâmite ser regulamentado, tem-se observado grandes discrepâncias entre a quantidade de “Alvarás de Construção” e “Habite-ses” emitidos, de modo que este tem apresentado menores quantidades que aquele. Existem diversas razões para a não emissão do “Habite-se”, tais como: não execução/conclusão da obra, discrepância entre projeto aprovado e projeto executado, não recolhimento das taxas e impostos referentes, desconhecimento da importância de emitir o documento.

Embora seja uma obrigação a emissão do “Habite-se” no prazo máximo de 30 dias após a conclusão da obra (PREFEITURA DE SINOP, 1983), tem se tornado prática comum a finalização da construção e a não solicitação deste documento. Este caso, em específico, representa prejuízos uma vez que não há a certeza da execução conforme o plano diretor municipal e do recolhimento dos impostos referentes à construção (ISSQN, INSS).

Dado o exposto, essa pesquisa tem como objetivo analisar e comparar a quantidade de “Alvarás de Construção” e “Habite-ses” emitidos no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2019. Em seguida, realizar uma estimativa do montante dos dois principais impostos envolvidos na construção (ISSQN e INSS).

2 | METODOLOGIA

2.1 Levantamento dos “Alvarás de Construção” e “Habite-ses”

Com base nos dados fornecidos pelo Núcleo de Projetos e Desenvolvimento Urbano de Sinop (PRODEURBS), levantou-se a quantidade de “Alvarás de Construção” e “Habite-ses” emitidos nos últimos 03 anos (janeiro de 2017 até dezembro de 2019), utilizando-se das planilhas de controle do setor, para realização do levantamento.

A planilha fornecida contém tipo de documento (“Alvará de Construção” ou “Habite-se”), o número expedido do documento, tipo da edificação (residencial, comercial, misto), número de pisos, identificação do proprietário e do profissional responsável, localização da construção, tamanho da edificação (m²), data da emissão do documento.

Para possibilitar as análises, realizadas em planilhas dinâmicas no *Excel*, a planilha original foi tratada conforme informações contidas na Tabela 1.

Tipo de Documento	Ano	Mês	Tamanho	Tipo de Edificação
Alvará de Construção Habite-se	2017 2018 2019	Janeiro	Até 64 m ² De 64,01m ² até 100m ² De 100,01m ² até 200m ² Acima de 200,01m ²	Residencial Comercial Misto (residencial + comercial)
		Fevereiro		
		Março		
		Abril		
		Maio		
		Junho		
		Julho		
		Agosto		
		Setembro		
		Outubro		
		Novembro		
		Dezembro		

Tabela 1 – Matriz para análise estatística

2.2 Estimativa dos impostos

Os impostos (ISSQN e INSS) foram considerados apenas para a construção da edificação. Para o cálculo será adotado o método de aferição indireta (método estimado - arbitramento), que calcula o imposto devido a partir da área construída da edificação.

Este método foi escolhido por tratar-se do utilizado pelos órgãos públicos responsáveis pela cobrança do imposto, prevenindo situações de recusa, sonegação ou deficiência na apresentação dos documentos ou informações por parte do contribuinte (BRASIL, 1991). Ou seja, esse método é o balizador/comparador da importância devida.

2.3 Imposto sobre Serviço de Qualquer Natureza (ISSQN)

O ISSQN (Impostos sobre Serviços de Qualquer Natureza) é um imposto municipal que tem como fato gerador a prestação de serviços - dentre eles os relativos a engenharia, arquitetura e construção civil – e alíquotas mínima e máxima de, respectivamente, 2% e 5% (BRASIL, 2003). Para os serviços acima citados, considerando o município de Sinop, “a base de cálculo do imposto é o preço do serviço, sobre o qual incidirá a alíquota de 4% (quatro por cento)” (PREFEITURA DE SINOP, 2014).

Para o preço da construção, a prefeitura municipal de Sinop utiliza como base a mão de obra da Tabela de Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB/m²) desonerada, publicada pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de Mato Grosso (SINDUSCON-MT), aplicando como referência o mês de dezembro do ano anterior ao fato gerador como parâmetro do exercício corrente (PREFEITURA DE SINOP, 2017), exposto na Tabela 2.

A aferição da base de cálculo do ISSQN incidente levará em conta os seguintes elementos: I – a área total construída, reformada ou ampliada; II – o uso, o tipo de projeto e o padrão de construção da obra; III – o Custo Unitário Básico Construção Civil – CUB/m² desonerada (PREFEITURA DE SINOP, 2018).

O padrão (baixo, normal e alto) das edificações residenciais, será definido pela

quantidade de quartos, no qual até 2 quartos é considerado a tipologia “R1 B”, 3 quartos é considerado a tipologia “R1 N”, e acima de 4 quartos é considerado a tipologia “R1 A”. A partir de outubro de 2018, as edificações residenciais com menos de 64 m² foram classificadas com PIS (Projeto de Interesse Social).

Ano	2017			2018			2019		
Tipo de Edificação									
Unifamili-ar	R1 B	R1 N	R1 A	R1 B	R1 N	R1 A	R1 B	R1 N	R1 A
	R\$ 1.283,94	R\$ 1.512,45	R\$ 1.854,19	R\$ 1.357,09	R\$ 1.593,53	R\$ 1.946,83	R\$ 1.399,84	R\$ 1.647,26	R\$ 2.008,61
	MO								
	R\$ 551,60	R\$ 768,38	R\$ 833,80	R\$ 561,80	R\$ 784,45	R\$ 851,26	R\$ 591,86	R\$ 824,62	R\$ 894,83
Multifa-miliar	R8 B	R8 N	R8 A	R8 B	R8 N	R8 A	R8 B	R8 N	R8 A
	R\$ 1.110,34	R\$ 1.243,44	R\$ 1.503,90	R\$ 1.143,30	R\$ 1.295,87	R\$ 1.571,42	R\$ 1.176,43	R\$ 1.338,34	R\$ 1.619,73
	MO								
	R\$ 436,15	R\$ 610,89	R\$ 645,08	R\$ 444,34	R\$ 623,76	R\$ 658,46	R\$ 467,99	R\$ 655,62	R\$ 692,28
Comercial	GI	CSL 8 N	CSL 8 A	GI	CSL 8 N	CSL 8 A	GI	CSL 8 N	CSL 8 A
	R\$ 665,26	R\$ 1.237,52	R\$ 1.363,39	R\$ 676,61	R\$ 1.286,56	R\$ 1.416,40	R\$ 698,58	R\$ 1.328,66	R\$ 1.460,61
	MO								
	R\$ 341,75	R\$ 614,46	R\$ 631,25	R\$ 348,91	R\$ 627,35	R\$ 644,42	R\$ 366,77	R\$ 659,44	R\$ 677,45
Interesse Social	PIS			PIS			PIS		
	R\$ 861,46			R\$ 888,28			R\$ 916,08		
	MO			MO			MO		
	R\$ 375,73			R\$ 382,65			R\$ 403,14		

Tabela 2 – Valores de referência para o cálculo do ISSQN da construção

Fonte: CBIC, 2020.

Para as edificações comerciais, será considerada a tipologia “CSL 8 N”. Para as edificações mistas, a Prefeitura de Sinop considera a tipologia que prevalece em área, ou seja, se a maior área for comercial, então considera-se a tipologia comercial (CSL 8 N), se a maior área for residencial, considera-se a tipologia equivalente. Entretanto, o arquivo disponibilizado pelo Núcleo de Projetos e Desenvolvimento Urbano (PRODEURBS) informa apenas a área total construída, sem separação da área comercial e da residencial. Por isso, para o cálculo do INSS, neste trabalho, será considerado a tipologia “CSL 8 N” para as edificações mistas.

Além da tabela do SINDUSCON, para o cálculo do ISSQN, a prefeitura também

utiliza a “Unidade Referência” (UR), equivalente a R\$ 2,81 (dois reais e oitenta e dois centavos) valor atual (ano 2020), a qual sofre reajuste anual. No ano de 2017 era de R\$ 2,54 (dois reais e cinquenta e quatro centavos), em 2018 era de R\$ 2,63 (dois reais e sessenta e três centavos), e em 2019 era de R\$ 2,72 (dois reais e setenta e dois centavos).

A partir disso, o ISSQN é calculado de acordo com a Equação (1):

$$\frac{M^2 * UR * MO \text{ do CUB} * 4\%}{2} \quad (1)$$

2.4 Instituto Nacional do Seguro Social (INSS)

O Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) foi criado em 27 de junho de 1990, por meio do Decreto nº 99.350, a partir da fusão do Instituto de Administração Financeira da Previdência e Assistência Social – IAPAS com o Instituto Nacional de Previdência Social (INPS), como autarquia vinculada ao Ministério da Previdência e Assistência Social (MPAS) (INSS, 2017).

O INSS é um órgão do Ministério da Previdência Social, ligado diretamente ao Governo, responsável pela Seguridade Social, que por sua vez é composta pelas áreas da Saúde, Assistência e Previdência Social (INSS, 2017). Atualmente o Instituto Nacional do Seguro Social está vinculado ao Ministério da Economia.

Compete ao INSS a operacionalização do reconhecimento dos direitos da clientela do Regime Geral de Previdência Social (RGPS) (INSS, 2017), de caráter contributivo e de filiação obrigatória (BRASIL, 1988).

Esse tributo incide no montante dos salários pagos pela execução de obra de construção civil, que pode ser obtido mediante cálculo da mão de obra empregada, proporcional à área construída, de acordo com critérios estabelecidos pela Secretaria da Receita Federal do Brasil (BRASIL, 2009).

Para fins de fiscalização do INSS, o Município, por intermédio do órgão competente, fornecerá relação de “Alvarás” para construção civil e documentos de “Habite-se” concedidos (BRASIL, 1997).

Segundo Fernandes (2019), a Receita Federal utiliza a “aferição indireta” como procedimento para o cálculo para fins de recolhimento do INSS da obra, utilizando basicamente dois parâmetros:

- a metragem da obra; e
- o Custo Unitário Básico da Construção (CUB) divulgado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON).

As faixas de cálculo é uma tabela fixa da Receita Federal que funciona da seguinte maneira (FERNANDES, 2019):

- Para os primeiros 100 m² **construídos**, multiplica-se a quantidade equivalente ao intervalo pelo CUB e aplica o percentual de 4%.
- Dos 100 m² aos 200 m² construídos, multiplica-se a quantidade equivalente ao intervalo pelo CUB e aplica o percentual de 8%.
- Dos 200 m² aos 300 m² construídos, multiplica-se a quantidade equivalente ao intervalo pelo CUB e aplica o percentual de 14%.
- Acima dos 300 m² construídos, multiplica-se a quantidade equivalente ao intervalo pelo CUB e aplica o percentual de 20%.

Dado o exposto, para o cálculo do INSS será considerado a Equação 2:

$$(a_{-100} * 0,04 + a_{100-200} * 0,08 + a_{200-300} * 0,14 + a_{+300} * 0,20) * MO \text{ do CUB} \quad (2)$$

3 | RESULTADOS

3.1 Levantamento dos “Alvarás de Construção” e “Habite-ses”

De acordo com os dados obtidos pelo Núcleo de Projetos e Desenvolvimento Urbano (PRODEURBS), a quantidade de “Alvarás de Construção” e “Habite-ses” emitidos no município de Sinop/MT, nos anos de 2017, 2018 e 2019, encontram-se plotados no Gráfico 1.

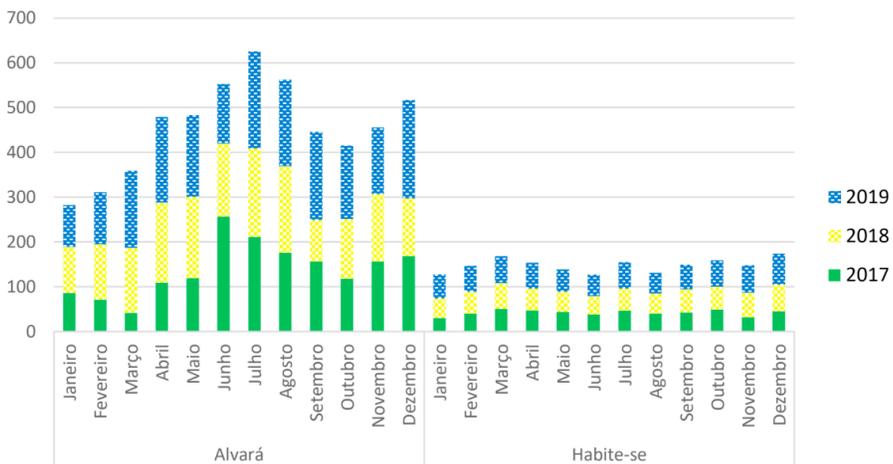


Gráfico 1 – Tipo de documento x Ano x Mês x Tamanho x Tipo de edificação

A quantidade de “Alvarás de Construção” emitidos nos anos de 2017, 2018 e 2019

foram, respectivamente, 1668, 1794, 2027, muito superior à quantidade de “Habite-ses”, 503 (ano de 2017), 599 (ano de 2018) e 677 (ano de 2019). Observa-se um aumento na quantidade de documentos emitidos com o passar dos anos, representando, para os “Alvarás”, 7,5% de 2017 para 2018 e 13,0% de 2018 para 2019, indicando um crescimento no setor da construção civil local muito superior ao crescimento do mesmo setor em nível nacional de -3,8% e 1,6%, respectivamente (IBGE, 2020).

Quanto aos meses, a maior quantidade de “Alvarás” emitidos foram: junho (257 unidades – mês de maior ocorrência em 2017), julho (198 unidades – mês de maior ocorrência em 2018, 217 unidades – mês de maior ocorrência em 2019, 626 unidades – mês de maior ocorrência no acumulado dos três anos) e agosto (562 unidades - segundo mês de maior ocorrência no acumulado dos três anos). Esse fato pode ser explicado e correlacionado ao clima da região, que possui, basicamente, 2 estações no ano bem definidas, uma seca e outra chuvosa. O período de seca dura 5,3 meses, de 20 de abril a 30 de setembro, cujas probabilidades de precipitação são inferiores a 42%, já o período sem chuva dura 2,7 meses, de 30 de maio a 20 de agosto (WEATHER SPARK, s. d.), ou seja, o período de junho/julho e agosto é o ideal para início das construções.

Já para os “Habite-ses”, os meses de maior incidência foram: julho (46 unidades – mês de maior ocorrência em 2017), outubro (159 unidades – segundo mês de maior ocorrência no acumulado dos três anos) e dezembro (60 unidades – mês de maior ocorrência em 2018, 69 unidades – mês de maior ocorrência em 2019, 174 unidades – mês de maior ocorrência no acumulado dos três anos).

No Gráfico 2, observa-se que, independente do ano, a maior incidência de documentos (“Alvará de Construção” e “Habite-se”) é de edificações residenciais, seguido de comerciais, e por último, edificações mistas.

Dentre as edificações residenciais, destacam-se as de 100,01 m² até 200 m², com maior incidência no ano de 2017 (475 unidades de “Alvarás”), 2018 (503 unidades de “Alvarás”) e no acumulado dos três anos (1444 unidades de “Alvarás”), seguida das edificações de até 64 m², com maior incidência no ano de 2019 (627 unidades), figurando como a segunda com maiores emissões no total acumulado nos três anos (1355 unidades). Além disso, o aumento expressivo de 59,3% no ano de 2019, nas edificações de até 64 m², foi impulsionado por incentivos da prefeitura, por se enquadrarem como Projeto de Interesse Social (PIS) a partir de outubro de 2018 (PREFEITURA DE SINOP, 2018), e como tal possuem os menores valores de impostos.

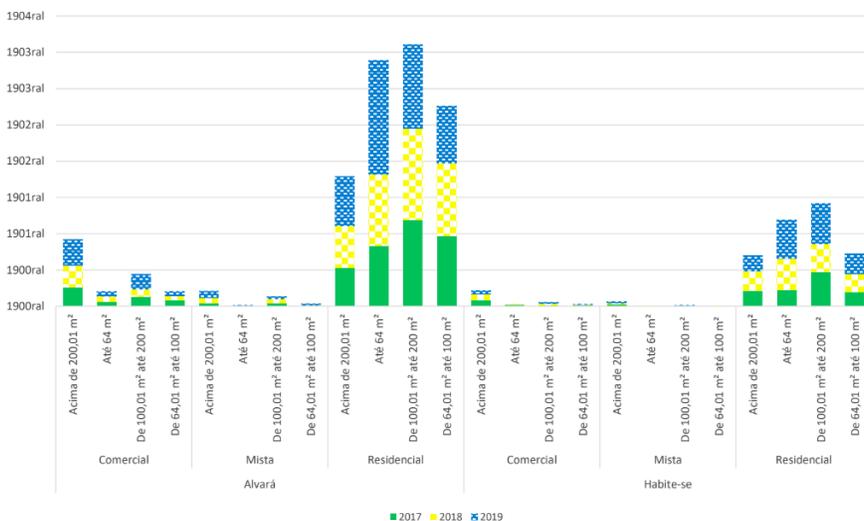


Gráfico 2 – Tipo de documento x Ano x Tamanho x Tipo de edificação

A proporção de “Habite-ses” por “Alvarás” emitidos é de: para edificações comerciais, 23,4% no ano de 2017, 23,5% no ano de 2018 e 11,5% no ano de 2019; para edificações mistas, 28,2% no ano de 2017, 20,4% no ano de 2018 e 19,4% no ano de 2019; para edificações residenciais, 31,3% no ano de 2017, 35,2% no ano de 2018 e 37,6% no ano de 2019. Nota-se que houve uma diminuição na proporção, nos últimos dois anos, para edificações comerciais e mistas, e um aumento para edificações residenciais. No geral, observou-se uma sensível diminuição na proporção de “Habite-ses”/“Alvarás” entre o ano de 2018 (33,4%) e o ano 2019 (33,2%).

3.2 Estimativa dos impostos

3.2.1 Imposto sobre Serviço de Qualquer Natureza (ISSQN)

A estimativa de ISSQN referente à construção, calculada neste trabalho, juntamente com o valor efetivamente recolhido e publicado pela Prefeitura de Sinop, encontram-se expostos na Tabela 3.

Embora tenha ocorrido um aumento de 7,5% na quantidade de “Alvarás” emitidos de 2017 para 2018, na arrecadação do ISSQN houve uma diminuição de 5,9%, o que pode ser justificado por dois fatores: a diminuição de 6,42% da área de construção total, e a introdução, a partir de outubro de 2018, das edificações residenciais com menos de 64 m² como PIS (Projeto de Interesse Social), o que faz com que o valor unitário da mão de obra do CUB diminua, conseqüentemente, diminuindo o valor devido do imposto. Já de 2018 para 2019, observou-se um aumento de 34,0% na arrecadação do ISSQN das construções

e 29,2% no total de área a ser construída.

ISSQN calculado (estimado) para construções			ISSQN total efetivamente recolhido		
2017	2018	2019	2017	2018	2019
R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
10.864.521,66	10.228.723,82	13.701.673,99	37.188.463,00	50.804.802,30	53.854.157,16
303562,58 m ²	284070,23 m ²	366943,58 m ²			
R\$ 34.749.919,47			R\$ 141.847.422,46		

*Relatório de novembro/2019.

Tabela 3 – ISSQN calculado (estimado) versus ISSQN efetivamente recolhido pela prefeitura

Fonte: Portal da Transparência (s. d.).

Observa-se que só as construções representam 29,2%, 20,1% e 25,4% de todo o ISSQN recolhido no município nos anos de 2017, 2018 e 2019, respectivamente, reforçando a alta contribuição do setor da construção civil para cidade e evidenciando a sua importância no cenário econômico.

No município de Sinop, o ISSQN é recolhido na emissão do “Alvará”, fazendo com que haja a antecipação da arrecadação, o que precavê a sonegação desse imposto, diferentemente da maioria de outras grandes cidades de Mato Grosso, como Cuiabá, Várzea Grande, Sorriso, cujo imposto pode ser recolhido na emissão do “Habite-se”.

3.2.2 Instituto Nacional do Seguro Social (INSS)

As construções representam, dentre os anos apurados para a cidade de Sinop, uma possível contribuição de R\$67.118,208,46 para o INSS, conforme cálculo a partir dos “Alvarás” emitidos, exposto na Tabela 4.

INSS - cálculo a partir dos Alvarás emitidos			INSS - cálculo a partir dos Habite-se emitidos		
2017	2018	2019	2017	2018	2019
R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
21.608.971,80	17.611.360,62	27.897.876,04	10.615.383,75	8.409.492,37	30.806.909,25
303.562,58 m ²	284.070,23 m ²	366.943,58 m ²	125.676,8 m ²	113.524,14 m ²	292.517,38 m ²
R\$ 67.118.208,46			R\$ 49.831.785,37		

Tabela 4 – Cálculo do INSS a partir dos “Alvarás” e “Habite-ses” emitidos

A emissão do “Habite-se” não garante o recolhimento do INSS, assim como sua não emissão também não indica que o INSS não foi recolhido durante a construção. Apenas

a averbação do “Habite-se” no cartório garante o recolhimento devido do imposto, pois a CND do INSS é um dos documentos cobrados no processo.

Partindo-se do princípio que, sem o “Habite-se” não há averbação, consequentemente, não há garantia do recolhimento dos impostos devidos, e considerando que todo “Habite-se” emitido foi averbado (o que pode não ocorrer), a diferença entre o cálculo do INSS dos “Alvarás” e do cálculo do INSS dos “Habite-ses” consiste em valores passíveis de arrecadação, porém sem a certeza de seu recolhimento. Dado o exposto, há R\$17.286.423,09 ou mais que podem não estar sendo devidamente recolhidos.

Atualmente, o Brasil passa por uma crise no INSS, causada por déficit de bilhões na arrecadação anual para previdência social. Em 2017, esse déficit foi de R\$182,4 bilhões de reais; em 2018 o déficit foi de R\$195,2 bilhões de reais, 7% a mais do que no ano de 2017; e em 2019 bateu um novo recorde de R\$213,2 bilhões de reais, 9,2% a mais do que em 2018 (SECRETARIA ESPECIAL DE PREVIDÊNCIA E TRABALHO, 2019). Alternativas do governo para tentar minimizar essa situação consistem em diversos projetos de Reforma da Previdência, que instituem aumento no prazo de contribuição e na idade mínima, entre outras medidas que consistem em um retrocesso em termos de direitos atualmente estabelecidos para seus contribuintes.

O montante de imposto (INSS), que possivelmente não está sendo devidamente recolhido, contribuirá para diminuir esse déficit existente, e evitar a necessidade dessas reformas previdenciárias. Uma opção para dificultar a possível sonegação desse imposto, seria cobrá-lo junto com a emissão do “Alvará”, fazendo com que a emissão do “Habite-se” fique vinculada à possível restituição do montante duplicado, forçando o proprietário a concluir corretamente o processo de construção, e cobrar de seus construtores e empreiteiros o recolhimento do imposto visando a futura restituição do montante já pago.

4 | CONCLUSÕES

Observou-se um crescimento significativo no setor da Construção Civil no município de Sinop/MT, muito acima da média de crescimento nacional, nos períodos pesquisados. Esse crescimento é impulsionado pela construção de edificações residenciais, muito mais do que as comerciais, evidenciando um déficit habitacional na região.

Identificou-se que, efetivamente, há uma discrepância entre emissão de “Alvarás de Construção” e “Habite-ses”, onde estes representam aproximadamente um terço da quantidade daqueles. A menor incidência proporcional na emissão de “Habite-ses” é para edificações comerciais, seguidas por mistas e por último, residenciais.

Apesar do aumento na quantidade de “Alvarás de Construção” entre os anos de 2017 e 2018, observou-se uma diminuição no tamanho dessas construções, resultando em área construída total menor, o que impacta diretamente na redução da arrecadação do ISSQN, o que está de acordo com a crise nacional do setor na época (PIB negativo da

Construção Civil). Entretanto, no ano de 2019 já se registrou um aumento na quantidade de “Alvarás de Construção”, na área construída e na arrecadação do imposto. O ISSQN das construções representa de 20-29% do total desse imposto, reforçando a importância do setor na economia do município.

Embora a emissão de “Habite-se” não garanta o recolhimento do INSS, sem sua averbação, não há certeza da arrecadação desse imposto. Logo, existe um montante de R\$17.286.423,09 (dezesete milhões, duzentos e oitenta e seis mil, quatrocentos e vinte e três reais e nove centavos) referentes à averbação de “Habite-ses” inexistentes, entre os anos de 2017, 2018 e 2019, que são passíveis de arrecadação, porém sem a certeza de seu recolhimento. Dado o fato, este valor constitui-se em um gargalo que pode contribuir para diminuir o déficit atualmente existente no INSS.

REFERÊNCIAS

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO URBANO NO BRASIL. **Sinop/MT**. 2013. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html>. Acesso em: janeiro, 2020.

BRASIL. **Art 201 da Previdência Social**. 1988. Disponível em: https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_26.06.2019/art_201_.asp. Acesso em: abril, 2020.

BRASIL. **Lei complementar nº 116, de 31 de julho de 2003**. 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp116.htm. Acesso em: dezembro, 2019.

BRASIL. **Lei Nº 11.941, de 27 de maio de 2009**. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/11941.htm. Acesso em: março, 2020.

BRASIL. **Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973**. 1973. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6015original.htm. Acesso em: dezembro, 2019.

BRASIL. **Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991**. 1991. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm. Acesso em: janeiro, 2020.

BRASIL. **Lei Nº 9.476, de 23 de Julho de 1997**. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9476.htm. Acesso em: março, 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Custo Unitário Básico por metro quadrado (CUB/m²) Estadual**. 2020. Disponível em: <http://www.cub.org.br/cub-m2-estadual/MT/>. Acesso em: março, 2020.

CARTÓRIO DO 1º OFÍCIO DE SINOP. **Dúvidas Frequentes**. s. d. Disponível em: <https://www.1oficiosinop.com.br/faq/>. Acesso em: dezembro, 2019.

FERNANDES, E. **INSS sobre obra de construção civil**. 2019. Disponível em <https://elielfernandes.wordpress.com/>. Acesso em: março, 2020.

INDICE FIRJAN DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL. **Sinop/MT**. 2016. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/ifdm/>. Acesso em: janeiro, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/sinop.html>. Acesso em: janeiro, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados**. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/sinop.html>. Acesso em: janeiro, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **PIB Brasil e Construção Civil**. 2020. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso em: abril, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PREVIDÊNCIA SOCIAL. **O INSS**. 2017. Disponível em : <https://www.inss.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/breve-historico/>. Acesso em: março, 2020.

JORNAL CONTÁBIL. CND: **O que é certidão negativa de débitos**. 2019. Disponível em: <https://www.jornalcontabil.com.br/cnd-o-que-e-certidao-negativa-de-debitos/>. Acesso em: janeiro, 2020.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA. **Prefeitura Municipal de Sinop**. s. d. Disponível em: https://sic.tce.mt.gov.br/41/assunto/listaPublicacao/id_assunto/158/id_assunto_item/521 Acesso em: junho, 2020.

PREFEITURA DE SINOP. **A cidade – História**. 2020. Disponível em: <https://www.sinop.mt.gov.br/A-Cidade/Historia/>. Acesso em: abril, 2020.

PREFEITURA DE SINOP. **Decreto Nº 234/2018**. 2018. Disponível em: https://www.gp.srv.br/transparencia_sinop/servlet/institucional_v2 . Acesso em: abril, 2020.

PREFEITURA DE SINOP. **Lei complementar Nº 109, de 19 de dezembro de 2014**. 2014. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/codigo-tributario-sinop-mt>. Acesso em: janeiro, 2020.

PREFEITURA DE SINOP. **Lei complementar Nº 155, de 08 de dezembro de 2017**. 2017. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mt/s/sinop/lei-complementar/2017/15/155/lei-complementar-n-155-2017-promove-alteracoes-na-lei-complementar-n-1092014-de-19-de-dezembro-de-2014-e-da-outras-providencias>. Acesso em: dezembro, 2019.

PREFEITURA DE SINOP. **Lei Nº 22, de 22 de novembro de 1983**. 1983. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-sinop-mt>. Acesso em: dezembro, 2019.

PREFEITURA DE SINOP. **Lei Ordinária Nº 22/1983**. 1983. Disponível em: https://www.gp.srv.br/transparencia_sinop/servlet/institucional_v2 . Acesso em: abril, 2020.

SECRETARIA ESPECIAL DE PREVIDÊNCIA E TRABALHO. **Resultado do Regime Geral de Previdência Social – RGPS**. Ministério da Economia. 2019.

Disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/a-previdencia/politicas-de-previdencia-social/resultados-do-rgps/>. Acesso em: maio, 2020.

STEFANO, F; LISKAUSKAS, S. **As 100 melhores cidades do Brasil para investir negócios**. Revista Exame, edição 1172. 2018. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/revista-exame/nao-da-para-se-acomodar/>. Acesso em: janeiro, 2020.

WEATHER SPARK. **Condições meteorológicas médias em Sinop**. s.d. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/29433/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Sinop-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em: abril, 2020.

DIAGNÓSTICO BÁSICO DO SISTEMA DE DRENAGEM EM PIUMHI – MG COM APLICAÇÃO DE MODELAGEM GIS

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 05/08/2020.

Gabriel Soares da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais - IFMG
Piumhi – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1061564521582561>

Germano de Oliveira Mattosinho

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais - IFMG
Piumhi – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7428922825084519>

Rafael Leonel de Castro

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais - IFMG
Piumhi – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/6896530078582623>

Vinny Yuri de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais - IFMG
Piumhi – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/3302787634425022>

Humberto Coelho de Melo

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais - IFMG
Piumhi – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/0354477595125971>

RESUMO: O padrão de urbanização brasileiro, convergiu para uma infraestrutura inconsistente e seus problemas crônicos são históricos devido

à expansão e transformação urbana entorno de córregos, ribeirões e rios. Dentro desses desafios surgem a oportunidade de inserção de conceitos de Engenharia para sanar essas deficiências. Neste estudo no município de Piumhi – Minas Gerais observa-se que os impactos sócio-ambientais ocasionados por meio do crescimento populacional desordenado e corroborado com uma antiga infraestrutura de drenagem levou alguns pontos localizados no município a não terem capacidade de suporte nos volumes de água escoados nos períodos chuvosos. Os bairros a serem considerados nessa análise são: Novo tempo, Pérola Negra, Nova Esperança e Bela Vista. Estes convergem para o exutório localizado na Ponte do Ribeirão do Corte, região que concentra maior volume d'água, pelas Ruas Amazonas e José Alvarenga (classificadas como coletora e arterial respectivamente, de acordo com Lei Complementar Municipal nº 70, de 18 de março de 2020). O estudo fornece elementos, oriundos dos dimensionamentos e hipóteses de cálculo, para tomada de decisão do poder público no que diz respeito a melhoria do sistema de drenagem da região e traz a luz do conhecimento público local os modelos contemporâneos de administração pública, conceituadas no mundo partindo do preceito de uma *Smart City*, ou seja, com a utilização de meios computacionais para monitoramento, como o GIS. Desse modo, o município estará preparado para atender a demanda de crescimento e expansão urbana, proveniente do turismo e exportação de café, obtendo uma melhor qualidade de vida no ponto social e minimizando gastos com obras emergências no ponto econômico.

BASIC DIAGNOSIS OF THE DRAINAGE SYSTEM IN PIUMHI – MG WITH GIS MODELING APPLICATION

ABSTRACT: The Brazilian urbanization pattern, converged to an inconsistent infrastructure and its chronic problems are historical due to the expansion and urban transformation surrounding streams, brooks and rivers. Within these challenges, there is an opportunity to insert engineering concepts to remedy these deficiencies. In this study in the municipality of Piumhi - Minas Gerais, it is observed that the socio-environmental impacts caused by the disordered population growth and corroborated with an old drainage infrastructure led some points located in the municipality to not have the capacity to support the drained water volumes. in rainy periods. The neighborhoods to be considered in this analysis are: Novo tempo, Pérola Negra, Nova Esperança and Bela Vista. These converge to the exutory located on the Ribeirão do Corte Bridge, a region that concentrates the largest volume of water, through the streets Amazonas and José Alvarenga (classified as collector and arterial, respectively, according to Municipal Complementary Law nº 70, of March 18, 2020). The study provides elements, derived from the sizing and calculation hypotheses, for decision-making by the public authorities regarding the improvement of the region's drainage system and brings the light of local public knowledge to contemporary models of public administration, renowned in the world starting from the precept of a Smart City, that is, with the use of computational means for monitoring, such as GIS. In this way, the municipality will be prepared to meet the demand for growth and urban expansion, arising from tourism and coffee exports, obtaining a better quality of life at the social point and minimizing expenses with emergency works at the economic point.

KEYWORDS: Urban infrastructure. Rain drainage. Smart City.

1 | INTRODUÇÃO

As demandas por obras de engenharia cada vez mais eficientes e menos impactantes são de grande notoriedade desta década e a adoção de medidas estruturais isoladas está cada vez mais perdendo espaço para soluções híbridas e mais tecnológicas, que faz o mercado ser desafiador. Um fator preponderante desta análise é que o Brasil historicamente possui em seu padrão de urbanização, uma condição de expansão urbana entorno de Córregos, Ribeirões e Rios. Com um crescimento urbano precário e desordenado, sendo autoproduzidos pelos próprios moradores.

O aumento das áreas urbanizadas e consequentemente, impermeabilizadas, ocorreu a partir das zonas mais baixas, próximas às várzeas dos rios ou à beira-mar, e direção às colinas e morros, em face da necessária interação da população com os corpos hídricos, utilizados como fonte de alimento e dessedentação, além de via de transporte. (CANHOLI, 2014, pág. 15)

Há relato datado 1575 (situação apresentada por padre José de Anchieta relatado em uma carta) que a má administração no uso e ocupação do solo já acarretava na

impermeabilização do terreno as margens do curso da água, no povoamento em morros ou trecho de grande declividade limitando o escoamento da água na superfície e dificultando a penetração no solo. Com o passar das décadas estes problemas de engenharia e infraestrutura ainda circundam nos debates políticos e sociais, haja vista que todos os anos se enfrentam desastres pelos efeitos da ação natural das chuvas.

Os desafios atuais em gestão pública são muitos, já que não se trata apenas de expandir a infraestrutura das cidades para suportar um crescimento futuro, uma vez que o processo político estabelecido se instituiu por um modelo marcado de disparidades socioespaciais, ineficiência e grande degradação ambiental. (ROLNIK e KLINK, 2011).

Carvalho *et al* (2018) pauta-se no conceito da necessidade de uma boa infraestrutura, entretanto compreende a dificuldade de uma gestão pública em projetos que se exigem um entendimento técnico-científico mais apurado.

As crescentes exigências por obras de infraestrutura nos países em desenvolvimento, associadas ao aumento da complexidade dos projetos, têm gerado importantes desafios para a gestão de obras públicas. [...]destaca-se a criação de formas de contratação e de administração dos projetos que evitem os aumentos de custo e prazo. (CARVALHO *et al*, 2018, p. 01)

Dentro do que é apresentado, observa-se que a ineficiência da infraestrutura é uma situação trivial vivenciada em municípios brasileiros, onde há falta de planejamento e execução adequada de projetos que não atendem a expansão urbana, acarretando em diversos problemas de gestão e planejamento. Rolnik e Klink (2011) citam que os recursos são disponibilizados para os governos estaduais e locais, entretanto não se observa mudança significativa nos processos de gestão e ordenamento do solo, assim como nos investimentos em desenvolvimento urbano.

Tal situação explicitada no trecho acima é uma realidade vivenciada no município de Piumhi, situado no centro-oeste do estado de Minas Gerais (Figura 1), que segundo dados Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) possui aproximadamente 34.600 habitantes, onde exerce uma grande influência na macrorregião principalmente no setor turístico sendo conhecida por porta de entrada da Serra da Canastra e um potencial econômico elevado com produção de café e leite. Em características geomorfológicas o município de Piumhi possui um vale interior de declividade acentuada, na localidade há existência do Ribeirão do Corte, (manancial que atravessa a cidade) situado em um vale central, que recebe grande parcela das águas pluviais tornando sua planície em zonas de inundação, locais onde hoje ainda possui trechos habitados, haja vista as constantes inundações nos últimos anos.

A rede de drenagem municipal apresenta-se ineficiente, o que se sobrecarrega, pelo fato da criação de novos loteamentos na região que se intensificaram, em grande parte os novos empreendimentos localizam-se em trechos de maior cota gerando-se uma alta impermeabilização do solo, que vai na contramão das premissas da recente lei de uso e

ocupação do solo municipal, implementada no Plano Diretor (atualmente é vigente da Lei Complementar Municipal nº 67 e sua emenda nº 70, de 18 de março de 2020 Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo que define a porcentagem de cobertura do terreno).

Após o tema de pesquisa ser proposto em 2018, verificou-se uma recorrência crônica de alagamentos nos mesmos pontos (Figura 2), a ausência de dados históricos acerca do conteúdo dificulta os registros acerca da temática, entretanto algo que foi registrado pela Rádio 104,3 FM e publicado em perfil na rede social (*Facebook*) auxiliou no enriquecimento e direcionamento do trabalho. No mês de fevereiro de 2019, após uma onda de intensas chuvas, a área de estudo mais uma vez não suportou a demanda e ocorreu inundação e em uma entrevista o secretário de obras do município falou sobre a situação.

Segundo o secretário de obras, Edson "Baiano", os serviços de manutenção estão sendo feitos em diversas ruas e avenidas da cidade, em trechos que se encontram com o asfalto danificado, dificultando a mobilidade urbana. A solução, segundo ele, é implementar um sistema de drenagem fluvial, que irá direcionar o acúmulo de água da chuva para a lateral dos passeios, aliviando o impacto no meio da via. (Reportagem da Rádio 104,3 FM, via *Facebook*, 2019).

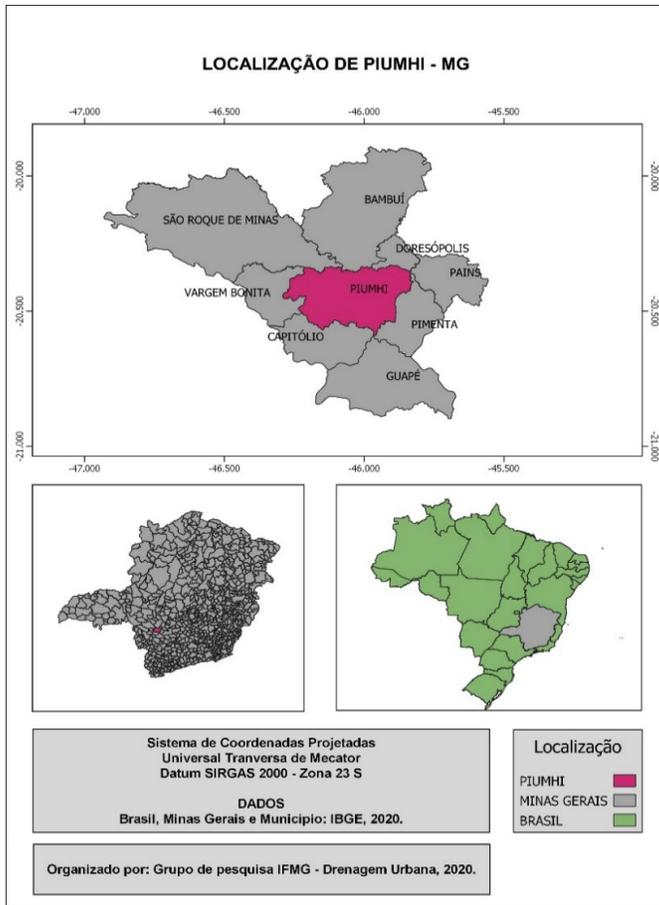


Figura 1: Representa a localização geral do município diante do estado

Fonte: Arquivo Pessoal, grupo de pesquisa IFMG, 2020.



Figura 2: Forte chuva atingida na Rua Amazonas dia 13/02/19.

Fonte: Publicado em grupo de rede social, 2019.

A abordagem executada pelo município mais uma vez mostrou-se ineficiente, já que em janeiro do ano corrente também se verificaram inundações. Desse modo, a publicização de medidas técnicas e viáveis com alto potencial de resolução da problemática faz se necessária e visa auxiliar o poder público a garantir mais segurança e conforto a população.

Assim exposto, o trabalho, estabelecendo um paralelo com o conceito abordado por Canholi (2014), executou uma metodologia utilizando a modelagem em *Geographic Information System* (GIS) para determinar a área de influência da “micro-bacia” de drenagem, com o objetivo de correlacionar o conceito GIS ao *Smart City* por meio de *software* livre *Quantum GIS* que facilitará aos gestores públicos replicar a metodologia para identificação de áreas que sofram impactos pela ineficiência da rede de drenagem, além de apresentar propostas de solução para a zona de estudo.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Os alagamentos urbanos causam diversos prejuízos, não apenas naturais, mas perdas econômicas e humanas de acordo com sua intensidade e volume (TUCCI, 2006). Dentre as soluções que podem ser empregadas em drenagem urbana, tem-se duas divisões características de acordo com sua natureza, as medidas estruturais e as não estruturais.

Partindo do princípio de medidas não estruturais, onde busca-se evitar grandes intervenções, são empregados por conceitos básicos e inovadores de drenagem, com a metodologia empregada por Canholi (2014).

Os conceitos “inovadores” mais adotados para a readequação ou o aumento da eficiência hidráulica dos sistemas de drenagem tem por objetivo promover o retardamento dos escoamentos, de forma a aumentar os tempos de concentração e reduzir as vazões máximas; amortecer os picos e reduzir os volumes de enchentes por meio da retenção em reservatórios; e contar, tanto quanto possível, o run-off no local da precipitação, pela melhoria das condições de infiltração, ou ainda em tanques de contenção. (CANHOLI, 2014, pag 16)

Já no ponto de vista tecnológico, sendo está uma medida de gerenciar, quantificar e qualificar os pontos de interesse, Afaneh e Shahrour (2017) expressam a importância do conceito de *Smart City* com modelagem GIS, na qual o estudo realizado foi proferido na Universidade de Lille na França, onde mostra aplicação do GIS sendo utilizada para um gerenciamento de dados operacionais de um projeto *Smart City* sendo feito da seguinte forma: cadastramento e georreferenciamento das redes de água potável, esgoto, rede elétrica e aquecimento urbano. O que torna a modelagem em GIS um recurso muito eficiente para o cadastramento destes ambientes para que possa (em uma linguagem simplória) esboçar uma mapa com todos os pontos de interesse urbano, algo que vem sendo amplamente debatido por meio do *ArcGIS Urban* que possui recursos de direcionamento habitável e até de previsão de crescimento demográfico e suas implicações diante do

ambiente selecionado, mundialmente trabalhos e pesquisas semelhantes estão envolvidos neste tipo de nicho, e/ou que envolvam caracterização de ambientes.

Como uma metodologia similar à apresentada por Afaneh e Shahrour, dentro deste projeto utilizou-se de um *software* livre para uma aplicação de tais técnicas visando, quantificar os problemas e após suas interpretações dos dados obtidos apontar possíveis medidas de correção, que podem ser estruturais ou não.

3 | METODOLOGIA

O processo de modelar é de certa forma interpretado como “lapidar algo bruto” ou seja, decompor dados reais e gerais em sistemas simplificados, usando como suporte diversos tipos de linguagem para unificar em único dado em forma de camadas. (FILHO, 2000).

A utilização do *software* livre *Quantum GIS* possibilitou a execução de mapas iniciais e finais do estudo, a partir dos dados coletados.

O trabalho de sensoriamento remoto inicia-se com a delimitação da região da bacia (Figura 3) por meio de um Modelo Digital de Elevação (MDE) disponível pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com a base de dados atualizada em novembro de 2011, através da sua plataforma chamada Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA), onde foi possível adquirir folhas cartográficas de declividade e altitude (podendo realizar mapas de curvas de níveis e declividade), aliado a esse, a base do sistema do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), presente na sua plataforma do IDE-Sisema (*Web GIS*) fornece mapa hidrográfico da região. Outro passo importante para análise da ocupação do solo é o resultado conteúdo disponível pelas imagens de satélite da missão espacial *Landsat*, adquiridas na base de dados Norte Americana da *United States Geological Survey* (USGS) neste processo é trabalhado com imagens multiespectrais irradiadas, que em formatos de bandas geram uma composição de características RGB (*Red, Green e Blue*), realizando o processo de unificação da mesma (tecnicamente chamado de miscelânea) é possível contrastar a coloração de vegetação perímetro urbano e corpo hídrico, efeito deste processo estão expresso nos resultados.

Tais arquivos extraídos possuem formato Vetorizado em forma de *Shapefile* e camada *Raster* georreferenciada o que permite a utilização de *softwares* a base do sistema GIS para modelagem local destes documentos, realizando delimitação da bacia e utilizando o que foi observado em trabalho de campo (entretanto com utilização de GPS de alta precisão os resultados obtidos teria maior acurácia) além anotação das variações topográficas e pelo QGIS acompanhado a curvas de níveis e suas convergências. O resultado está contido no mapa da Figura 3 reunindo os dados topográficos de curvas de nível, as variações de declividade e a bacia delimitada. Ressalva-se que é imprescindível a execução de georreferenciamento com GPS de alta precisão, o que não foi possível nessa

primeira abordagem. Todavia, as análises globais não foram prejudicadas e os pontos críticos foram localizados e validados com observações em campo.

Outro processo que compõe esse estudo, sendo este o mais importante, realizou-se com trabalho de campo coletando dados de quantidade, situação e dimensionamento das bocas de lobos (BL) (Figura 4 apresenta as BL existentes que estão distribuídas pela área de contribuição), além da geometria das vias, calçadas e sarjetas.

Com os dados adquiridos utilizou-se tabela de cálculo baseada no manual Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) para dimensionamento de quantidade e geometria de BL a partir dos dados de vazão, declividade da via, altura e capacidade da sarjeta, quantidade mínima de boca de lobo e sua capacidade, todas essas estão apresentadas abaixo. Ademais, foram confrontados a quantidade e localização das BL do projetado nesse estudo com o disponível em campo.

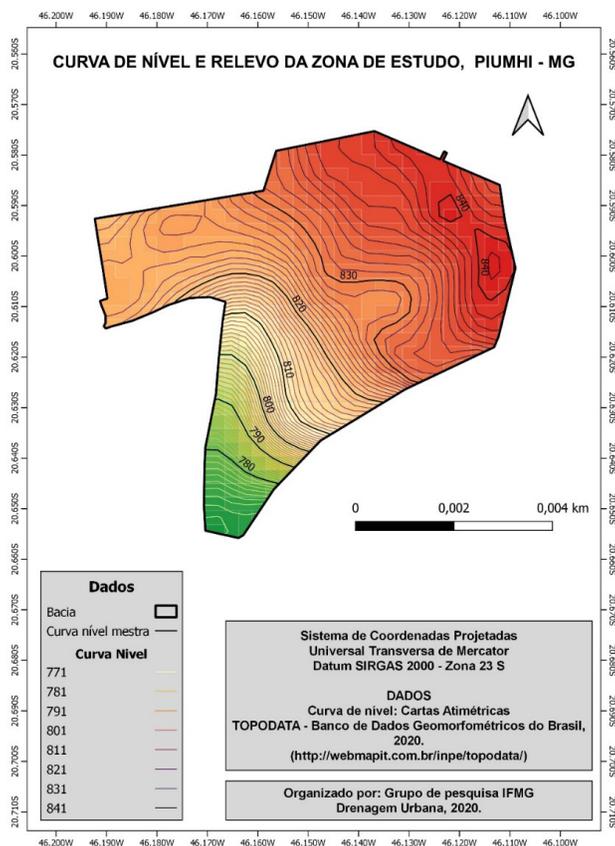


Figura 3: Mapa Curvas de Nível da Bacia.

Fonte: Arquivo Pessoal, 2020.

MAPA BACIA HIDROGRÁFICA - BOCAS DE LOBO LOCADAS EM TRABALHO DE CAMPO

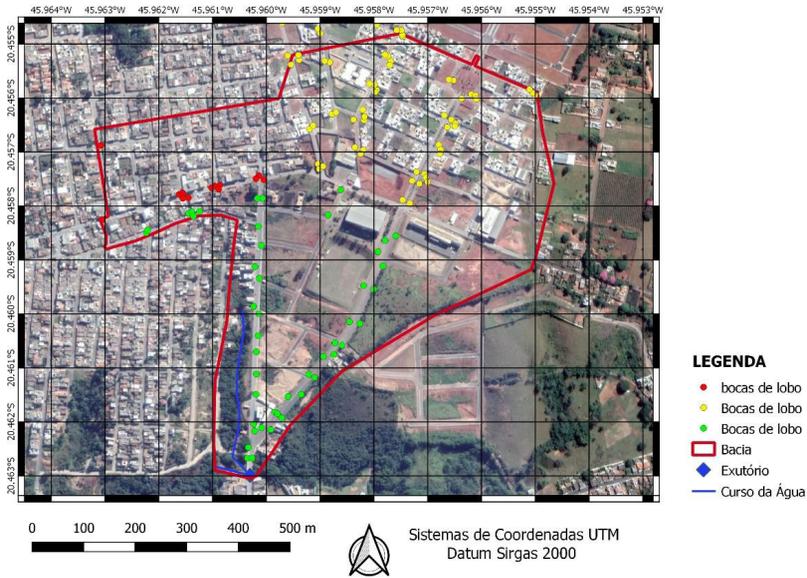


Figura 4: Mapa da Bacia com as bocas de lobo localizadas.

Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

Vazão da Chuva

$$Q = \frac{(C \times i \times A)}{360} \quad \text{Equação 01}$$

Q : vazão de precipitação (m^3/s); C : Coeficiente de escoamento superficial; i : intensidade pluviométrica (mm/h); A : área de contribuição acumulada (ha).

Declividade da via

$$I = \frac{(Cot_m - Cot_j)}{L} \quad \text{Equação 02}$$

Cot_m : Cota montante (m); Cot_j : Cota jusante (m); L : comprimento da via (m).

Capacidade da sarjeta

$$Q_s = 0,375 \times \left(\frac{z}{n}\right) \times \sqrt{I} \times y_0^{8/3} \quad \text{Equação 03}$$

Q_s : Capacidade de uma sarjeta (L/s); y_0 : Altura máxima de água na guia (m); z : $\tan(\theta) = x_0/y_0$; I : inclinação longitudinal da sarjeta (greide da rua); n : coeficiente de rugosidade de Manning.

Largura de água na sarjeta

$$L_s = z \times y_c$$

Equação 04

L_s : largura de água na sarjeta (m); y_c : altura de água calculada na sarjeta sem boca de lobo (m).

4 | RESULTADOS

Através da imagem simplificada do satélite *Landsat 8 OLI* e *Landsat 5 TM* feito pelo download da USGS, é possível identificar que grande parte da zona de estudo é ocupada por área urbana, ou seja, quase toda impermeabilizada (Figura 7) quanto ao uso e ocupação do solo somente na região de estudo, que devido a essa aproximação feita do *Landsat* os pixel geram uma distorção. Sub dividido entre 3 características distintas, Áreas Urbanas, Pasto e Vegetação nativa, o que geral resultados satisfatórios quando comparados Figura 5 com a Figura 6 onde é nítido o crescimento urbano.



Figura 5: Mapa satélite de 2013

Fonte: Google Earth, 2019.



Figura 6: Mapa satélite de 2019

Fonte: Google Earth, 2019.

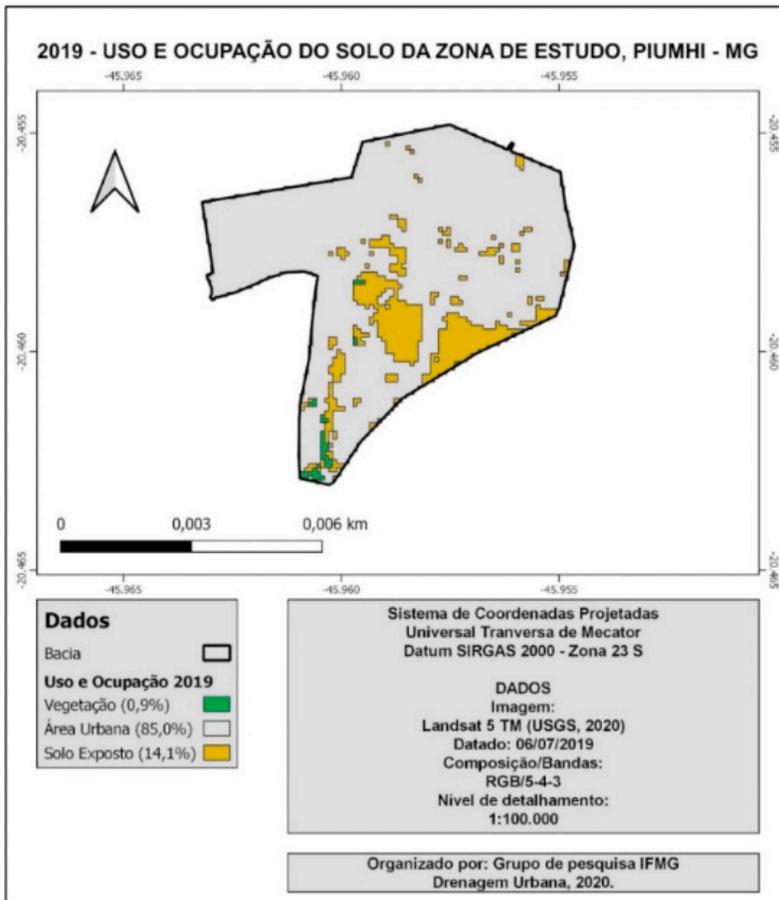


Figura 7: Mapa de Uso e Ocupação do Solo somente na zona de estudo 2019.

Fonte: Arquivo Pessoal, 2020.

Observa-se que existe grande convergência de um alto fluxo de água e da rede drenagem indo da região de maior declividade para menor, ocasionando um baixo tempo de concentração e uma alta velocidade de vazão, ou seja o curso d'água a jusante é altamente influenciado pela declividade da via, altura da sarjeta, além dos parâmetros discutidos como topografia e expansão urbana desordenada que reduz área de permeabilidade do solo.

O que intensifica o escoamento superficial são as obstruções das bocas de lobo (Figuras 8 e 9) onde basicamente impede quase que por completo a entrada de água, ou seja, a boca de lobo perde sua função que era auxiliar na drenagem da água escoada pela sarjeta e/ou via, condicionando o fluxo da água a persistir em um escoamento superficial, sendo um problema condicionado à uma ineficiência da manutenção pública no setor de limpeza urbana.



Figura 8: Boca de Lobo completamente obstruída

Fonte: Arquivo Pessoal, 2019



Figura 9: Boca de lobo com Resíduos.

Fonte: Arquivo Pessoal, 2019

No trabalho técnico-científico verificou-se que há trechos sobrecarregados e em desacordo com o dimensionamento convencional, uma vez que há menos bocas de lobo do que o calculado e devido à obstrução em algumas boca de lobo o volume que seria drenado é repassado para o trecho seguinte. Essa contribuição de fluxo de água que as bocas de lobo anteriores não drenaram faz com que o volume quase dobre na segunda e assim sequentemente, que por ventura gera inundações já que não há capacidade de suporte. No trabalho de campo foi executada a locação e identificação das bocas de lobos e se observou ao todo 125 bocas de lobo, que setorizadas por bairros condicionou-se a nomenclatura de setor 1, 2, 3 e 4 (Figura 10), que trabalhado nas planilhas verificou-se no **setor 1** uma baixa drenagem.

Entretanto historicamente o **setor 1** já exista em relação aos demais e a rede atual tinha capacidade para tal vazão. Todavia, como já mostrado anteriormente o processo de urbanização acarretou uma alta impermeabilização do solo e ao mesmo tempo não foi aplicado melhorias no sistema de drenagem, sendo que o mesmo hoje em dia precisa suportar uma vazão muito superior do que antes, com a mesma estrutura de quando foi projetado, assim como visto nas Figuras 6 e 7. Aos demais locais como **setor 2** (Pérola Negra) apresentou uma certa consistência em quantidade observada e dimensionada, mas se observou que falta uma manutenção as bocas de lobos existentes, pois grande parte se encontra com excesso de sujeira e resíduos de construção civil que obstrui a entrada de fluxo de água e aumenta o escoamento superficial.

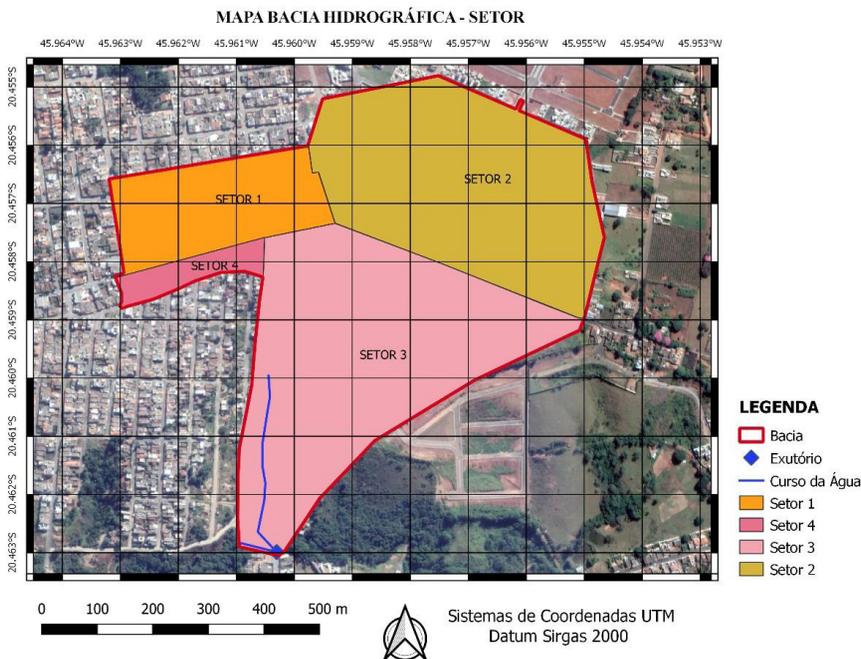


Figura 10: Mapa por Setores

Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

Diante deste trabalho foi possível traçar e sistematizar regiões que geram conflito de drenagem urbana dentro dos bairros estudados. Por meio das planilhas de cálculo, apresentou como resultado a escassez de bocas de lobo no **setor 1** e geometria deficiente das vias entre os **setores 1 e 4**. Observou-se a ausência de manutenção sanitárias no **setor 4**. Que na soma destes fatores corrobora para alto volume da vazão nas vias de maior declividade.

Este trabalho busca-se contribuir aos gestores públicos, desse modo, apresenta-se algumas medidas paliativas não estruturais, outrossim tal situação requer modernização, que visam mitigar os transtornos causados por essas inundações, definido por Canholi (2014) as medidas não estruturais sendo eficazes e de custos mais baixos como exemplo: ações de regularização do uso e ocupação do solo, assim como sistemas de alerta de chuvas. A aplicação da Lei Municipal 2019-067 possui dificuldades por conta de sua aprovação por estar em revisão mesmo após o decreto (o que alterou-se recentemente através da Lei Complementar nº 70, de 18 de março de 2020), de fato uma cobrança dos gestores, pode-se apontar soluções uma melhor ocupação territorial, o que complementa o discurso de uma não intervenção estrutural a Lei Municipal 2018-57 apresenta na seção II em seu artigo sexto que a conservação e limpeza de passeios e sarjetas é de responsabilidade do proprietário/possuídos, sendo expressamente proibido destinar esses resíduos aos bueiros

e bocas de lobo, resultando passivelmente a multa.

No primeiro momento é necessária a manutenção do sistema existente com maior periodicidade a fim de garantir o fluxo contínuo das águas das chuvas (sem obstruções), estabelecendo compromisso público dessa verificação sempre que anteceder períodos chuvosos, o que aliviará a falta de planejamento urbano. No segundo momento medidas estruturais deverão ser aplicadas já que aponta no **setor 1** (Nova Esperança/Novo Tempo) ausência de sistema de drenagem e no **setor 1 e 4** (Novo Tempo e parte do Totonha Tomé) geometrias irregulares: vias, sarjetas e calçadas. Busca-se como sequência da pesquisa elaborar Manual de Drenagem para que seja feito levantamento detalhado do sistema existente das suas tubulações subterrâneas e suas ramificações, para dimensionamento detalhado visando atualização da rede de drenagem. Outro ponto fundamental que convergirá para uma cidade de status *Smart City* é implementação de sistemas de alertas e previsões de inundações. Catalogando todos os pontos de drenagem existentes e gerenciando remotamente a qualidade do sistema através de uma modelagem em GIS delimitando áreas sujeitas a inundações em função do risco, que apontará eventuais locais onde fatidicamente ocorrem falhas no sistema de drenagem.

5 | CONCLUSÃO

Diante deste estudo identificou-se alguns entraves acerca da legislação municipal, na qual era branda no ponto de vista do zoneamento urbano (o que alterou-se durante a pesquisa), contudo o trabalho pode aferir tópicos importantes que precisam de uma atenção dos gestores públicos, tais como: limpeza urbana, regularização das geometrias de sarjetas e calçadas além de um trabalho de conscientização social para que tenha-se uma destinação correta dos resíduos (seja eles sólidos ou de construção civil).

A pesquisa realizada poderá proporcionar atuação no nicho científico acadêmico, além de uma progressão no mercado de trabalho, com uma maior visibilidade para questão socio-ambiental em torno de drenagem urbana e suas consequências. Consequentemente beneficiando o bem-estar social da população de Piumhi, acrescentando a isso uma proposta ao poder público, assim como nas grandes cidades, um manual de drenagem urbana para uma melhor qualidade de gestão.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Câmpus Avançado Piumhi pelo o apoio ao trabalho desenvolvido.

REFERÊNCIAS

104, Rádio. Chuvas deixam a Rua Severo Veloso em estado crítico. 21 de Fev 2019. Post do Facebook. Disponível em: <https://w,aww.facebook.com/search/top/?q=104%20fm&epa=SEARCH_BOX>. Acesso em: 01/03/19.

AFANEH, A., SHAHROUR, I. **Use of SunRise Smart City project, large-scale demonstrator of the Smart City**. Conference: 2017 Sensors Networks Smart and Emerging Technologies (SENSET). 2017.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CARVALHO, M. T. M; PAULA, J. M. P; GONÇALVES, P. H. **Gerenciamento de obras públicas e as políticas de infraestrutura do brasil contemporâneo** - Governança da Política de Infraestrutura: condicionantes institucionais ao investimento 2018.

FILHO, B.S.S. **Modelagem de Dados Espaciais: Curso de Especialização em Georreferenciamento. Departamento de Cartografia Centro de Sensoriamento Remoto**. Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG Belo Horizonte, 2000.

ROLNIK, R; KLINK, J. **Crescimento econômico e desenvolvimento urbano**. Novos estud. – CEBRAP no.89 São Paulo Mar. 2011.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://ibge.gov.br/> Acesso em: 29 de Fevereiro de 2020.

TUCCI, C.E.M. **Inundações Urbanas**. In: TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T (Eds.). Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade/UFRGS, cap. 1, p. 15-36, 2006.

SNIS - **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/> Acesso em: 25 de Abril de 2020.

ZHANG, G, JIE, F; **Application of BIM in Urban Rainwater Operation and Maintenance**. International Seminar on Automation, Intelligence, Computing, and Networking (ISAICN 2019)

CAPÍTULO 5

ANTROPIZAÇÃO DAS MICROBACIAS URBANIZADAS DO MUNICÍPIO DE GURUPI-TO: FATORES FÍSICOS E QUÍMICOS

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 20/07/2020

Gurupi-Tocantins

<http://lattes.cnpq.br/9924853431293022>

Nelita Gonçalves Faria de Bessa

Universidade de Gurupi-UnirG

Gurupi-Tocantins

<http://lattes.cnpq.br/0642136935271113>

Miréia Aparecida Bezerra Pereira

Universidade de Gurupi-UnirG

Gurupi-Tocantins

<http://lattes.cnpq.br/6893435308426650>

Rafaela Alves Dias Xavier

Universidade de Gurupi-UnirG

Gurupi-Tocantins

<http://lattes.cnpq.br/1860115930837921>

Hilda Rodrigues da Silva

Universidade de Gurupi-UnirG,

Gurupi-Tocantins

<http://lattes.cnpq.br/4118332377043790>

Agatha Sousa Oliveira

Escaleno Engenharia

Gurupi-Tocantins

<http://lattes.cnpq.br/9380352189448088>

Gabriella Nunes Cerqueira

Universidade de Gurupi-UnirG,

Gurupi-Tocantins

Maira Cristina Fernandes Marinho Matos

Universidade de Gurupi-UnirG

Gurupi-Tocantins

<http://lattes.cnpq.br/8692163544722843>

Alessandra Gomes Duarte

Universidade de Gurupi-UnirG

Gurupi-Tocantins

<http://lattes.cnpq.br/4445677747401048>

Rise Consolação luata Costa Rank

Universidade de Gurupi-UnirG

RESUMO: Este estudo teve como objetivo monitorar a qualidade das águas das microbacias hidrográficas urbanizadas do município de Gurupi, Estado do Tocantins, pertencentes às bacias dos rios Santo Antônio e Santa Tereza, afluentes da grande bacia do Rio Tocantins. Amostras de água foram coletadas nos córregos das microbacias Água Franca, Mutuca, Dois Irmãos e Pouso do Meio, em pontos ao longo das APPs do meio urbano, observação da ausência de saneamento básico e indicadores de pressão de uso nos locais, sendo analisados estatisticamente os parâmetros físicos químicos a partir das recomendações do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) e do Ministério da Saúde, sendo: cloreto, pH e acidez. As águas destes cursos hídricos não são utilizadas para abastecimento humano. Entretanto, existe pressão de usos destas microbacias especialmente no meio urbano, tais como: irrigação, pesca, banho, fins domésticos, dessedentação de animais. Os níveis de pH, acidez e cloreto encontram-se dentro dos limites aceitáveis, com evidentes ações humanas contribuindo na modificação destes atributos por meio de seus usos diversos. A principal fonte poluidora é de origem antropogênica proveniente, principalmente, da falta de

saneamento básico local, o que traz consequências socioambientais e para saúde da população.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos hídricos; Qualidade da água; Saneamento básico; Saúde pública; Interdisciplinar.

ANTHROPIZATION OF URBANIZED MICRO-BASINS IN THE MUNICIPALITY OF GURUPI-TO: PHYSICAL AND CHEMICAL FACTORS

ABSTRACT: This study aimed to monitor the water quality of urbanized hydrographic watersheds in the municipality of Gurupi, State of Tocantins, belonging to the Santo Antônio and Santa Tereza river basins, tributaries of the great Tocantins River basin. Water samples were collected in the streams of the Água Franca, Mutuca, Dois Irmãos and Pouso do Meio microbasins, at points along the APPs of the urban environment, observation of the lack of basic sanitation and usage pressure indicators in the places, being statistically analyzed the chemical physical parameters based on the recommendations of the National Environment Council (Conama) and the Ministry of Health, being: chloride, pH and acidity. The waters of these water courses are not used for human supply. However, there is pressure on the use of these micro-basins, especially in urban areas, such as: irrigation, fishing, bathing, domestic purposes, and animal drinking. The pH, acidity and chloride levels are within acceptable limits, with evident human actions contributing to the modification of these attributes through their different uses. The main source of pollution is anthropogenic in origin, mainly due to the lack of local basic sanitation, which has socio-environmental and health consequences for the population.

KEYWORDS: Water resources; Water quality; Basic sanitation; Public health; Interdisciplinary

1 | INTRODUÇÃO

A qualidade dos rios está conectada ao estado de conservação de suas bacias e microbacias, pois as águas que eles recebem provêm de nascentes, afluentes e águas fluviais que fluem em direção ao seu leito. Nesse percurso, as águas podem transportar uma grande quantidade de resíduos sólidos, dentre tais o “lixo” doméstico e oriundos do comércio destinados inadequadamente, resultado da ação antropogênica. Estes fatos colaboram para poluição dos cursos hídricos, gerando impactos ambientais e prejudiciais à saúde humana.

O comprometimento da qualidade da água representa cerca de 16% das internações da população brasileira, devido as doenças veiculadas pela água, culminando no seguinte cenário: internações nas regiões Norte e Nordeste por doenças associadas à poluição hídrica respondendo por cerca de 6% das hospitalizações totais nessas regiões; fato que poderia ser evitado, caso as condições de esgotamento sanitário fossem adequadas, o que incorreria em minimização de gastos em saúde; constitui falta de integração de políticas de meio ambiente, saneamento, educação e assistência à saúde (PAIVA; SOUZA, 2018). Destaca-se dentre os vários agravantes para saúde humana, a diarreia aguda, que é uma

doença relacionada a diversos fatores socioambientais que favorecem a transmissão dos agentes causadores do agravo e o adoecimento dos indivíduos expostos, especialmente os mais vulneráveis, entre eles, as crianças e os idosos, assumindo o monitoramento da qualidade de água fator importante para gestão em saúde e ambiental.

A qualidade das águas de cursos hídricos urbanizados no Brasil vem sendo estudadas a fim de gerar dados que podem subsidiar medidas locais de gestão ambiental. A diminuição da mata ciliar e o despejo de dejetos nos mananciais têm afetado a disponibilidade de água nos corpos hídricos e essa escassez não se restringe somente a quantidade de água disponível, como também a perda de sua qualidade, onde a avaliação dessa qualidade ocorre pela averiguação das suas naturezas físicas, químicas e biológicas, porém, ainda existem grandes falhas neste monitoramento e no controle da qualidade da água (SOARES; FERREIRA, 2017).

A cidade de Gurupi, Estado do Tocantins, está inserida na área de duas bacias hidrográficas pouco estudadas quanto à qualidade de suas águas, sendo elas: Bacia do Rio Santa Teresa e Rio Santo Antônio, fazendo parte da grande bacia hidrográfica do Rio Tocantins. Na área urbana do município passam quatro microbacias, sendo: córrego Mutuca, Água Franca, Pouso do Meio e Dois Irmãos, nos quais, foram coletados os dados para a presente pesquisa.

Estudos anteriores realizados por Silva e Bessa et al. (2018) visando obter uma base de dados sobre a drenagem e hipsometria para auxiliar medidas de gestão territorial da bacia do Rio Santo Antônio, Tocantins, identificaram susceptibilidade da bacia hidrográfica ao escoamento superficial devido a topografia muito favorável, sendo fator que contribuiu com a degradação dos cursos hídricos associados, tais quais as microbacias urbanizadas de Gurupi-TO. Destacaram, ainda, a importância quanto ao desenvolvimento de outros estudos como análise da qualidade de água e enquadramento do corpo hídrico para subsidiar o debate no âmbito do comitê de bacias acerca da vulnerabilidade ou potenciais destes cursos hídricos para o desenvolvimento do município e Estado, destacando as pressões antrópicas decorrentes da agricultura, pecuária, turismo recreativo e abastecimento humano.

Do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo analisar a qualidade das águas das microbacias urbanizadas do município de Gurupi-TO pertencentes as bacias dos rios Santo Antônio e Santa Tereza, para parâmetros físico-químicos como o pH, acidez, análise de cloreto da água. Foram consideradas complementares as percepções visuais dos pesquisadores ao coletar a água quanto a indicadores de ausência de saneamento básico no local e de usos inadequados pela população e alguma interferência negativa na qualidade da água.

2 | METODOLOGIA

2.1 Localização da área de estudo

O estudo foi realizado na cidade de Gurupi (Figura 1), que está localizada no sul do Estado do Tocantins há aproximadamente 200 Km da capital, Palmas. Fica no limite divisório de águas entre o Rio Araguaia e o Rio Tocantins, às margens da BR – 153 (Rodovia Belém – Brasília). Gurupi é a terceira maior cidade do Tocantins, sendo o polo regional de toda a região sul do Estado.

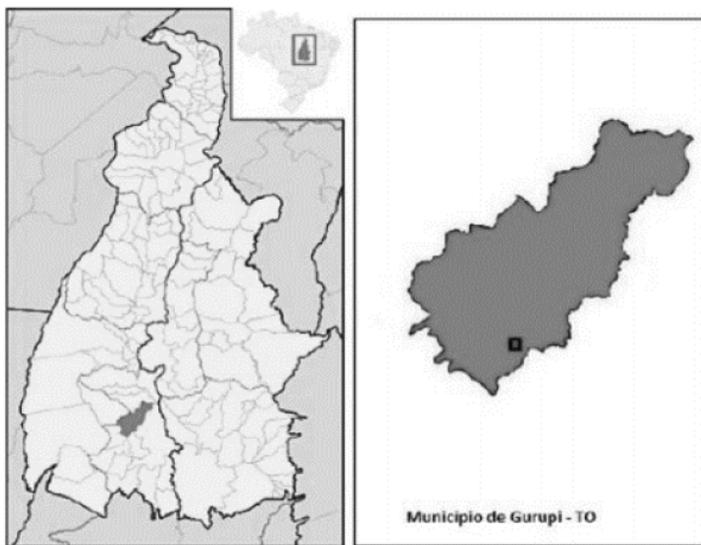


Figura 1: Mapa de localização do Município em estudo (Gurupi-TO).

Fonte: SANTOS (2009)

É um importante polo econômico para a região e destaca – se economicamente através de atividades agropecuárias e pecuária, seguido de comércio e de serviços. Segundo o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, a cidade possuía uma população estimada em 76755 habitantes e conta com uma área de 1.836 km². O clima segundo a classificação de Koppen é tipicamente tropical megatérmico, quente e úmido durante todo o ano com período chuvosos entre os meses de outubro e abril e estiagem entre os meses de maio a setembro com pluviosidade média anual de 1483 mm, em média. A temperatura média anual que varia entre a mínima de 12° e a máxima de 30°C, mas nos meses mais quentes do ano chega a 42°C à luz do dia, dependendo da época do ano.

Os dados foram coletados nos córregos que estão inseridos na bacia do rio santo

Antônio e Santa Tereza (Figura 2) que possui uma área de 6.058,31 Km², sendo eles: Água Franca, Mutuca, Dois Irmãos, Pouso do Meio (Figura 3), tendo suas nascentes situadas próximas a área urbana passível a influência das ações humanas. As amostras de água foram coletadas em pontos distintos da bacia, sendo eles: acesso a banhistas, área de agricultura e piscicultura, despejo de esgotos e nascentes. Foram analisados os parâmetros físicos químicos para aferir a qualidade da água: pH, cloreto e acidez.

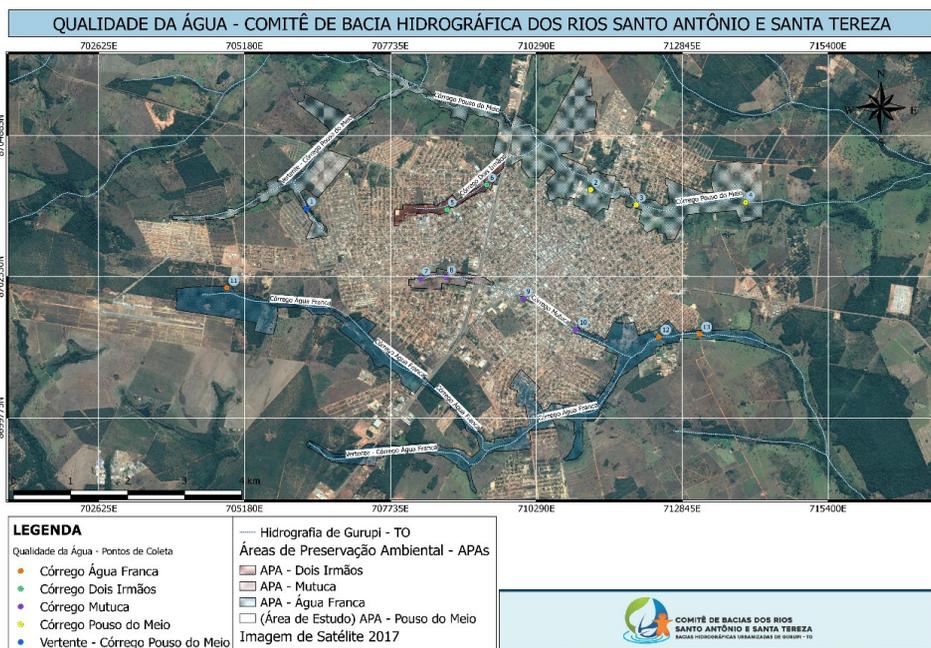


Figura 02: Mapa de hidrografia do município de Gurupi-TO.
(Fonte: Comitê de Bacias dos Rios Santo Antônio e Santa Tereza)

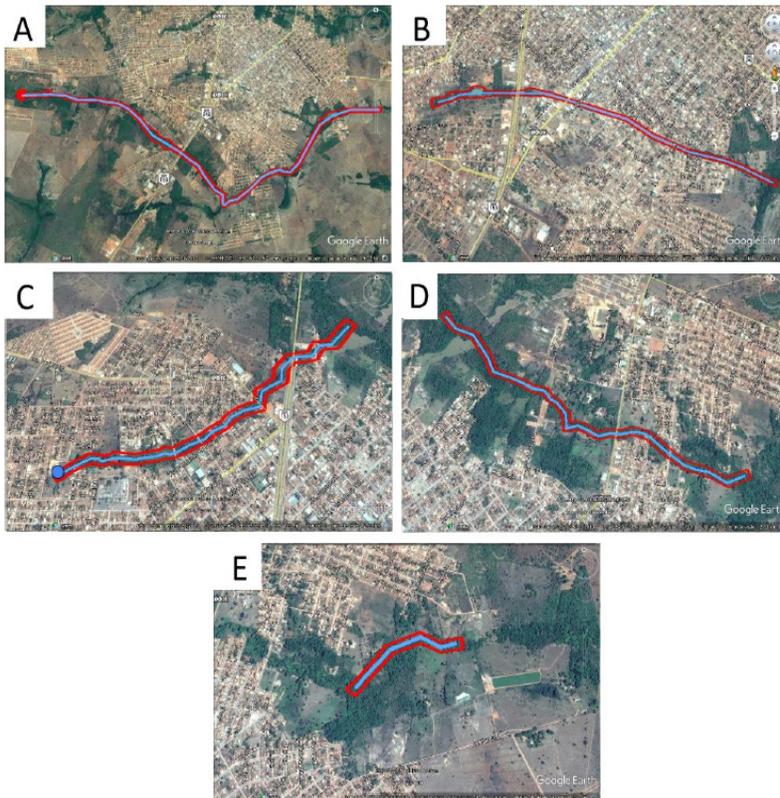


Figura 3: Córregos que fazem parte da microbacia dos rios Santo Antônio e Santa Tereza do município de Gurupi-TO: Córrego Água Franca (A), córrego Mutuca (B), córrego Dois Irmãos (C) córrego pousado do meio I (D) e córrego Pousado do Meio II. (Fonte: Google Earth).

2.2 Processo de Amostragem

As amostras das águas em estudo foram coletadas em pontos distintos escolhidos de acordo com alguns critérios de localização: acesso a banhistas, área de agricultura e piscicultura, despejo de esgotos e nascentes. As amostras foram coletadas em recipientes de polietileno tereftalato exaustivamente lavados e enxaguados. Foram coletados amostras de três pontos, exceto no córrego mutuca que foram quatro, sendo recolhida a uma margem de aproximadamente 30 centímetros da superfície. Em seguida as amostras foram acondicionadas em uma caixa térmica com gelo com o intuito de preservar ao máximo os parâmetros que servirão como indicadores para a qualidade da água dos córregos. Posteriormente as amostras foram armazenadas em um sistema refrigerado.

Em cada ponto visitado os pesquisadores realizaram percepção de campo visual e anotações em caderneta quanto as evidências de ausência de saneamento básico no local e de usos inadequados pela população, sendo fator de alguma interferência negativa na

qualidade da água.

As análises químicas para aferir os padrões de qualidade da água foram realizadas em um período inferior a 48h após a coleta das amostras, afim de se obter resultados mais próximos possíveis dos níveis reais. As mesmas foram realizadas no Laboratório de Farmacobotânica da Universidade de Gurupi, Tocantins.

Realizaram-se no total 13 amostras de água, sendo apenas uma coleta em cada ponto, conforme descrição dos mesmos a seguir (Figuras 4, 5, 6 e 7).

Córrego Água Franca

□ Ponto 1: Vertente da nascente do córrego, próximo a faculdade Unirg de Gurupi, Tocantins;

□ Ponto 2: Represa da universidade federal do Tocantins que utiliza a agua do córrego para projetos da faculdade;

□ Ponto 3: Área próximo a residências, no setor Vila São José.



Ponto 1



Ponto 3

Figura 4: Pontos de amostragem do córrego Água Franca.

Fonte: acervo dos autores

Córrego Mutuca

□ Ponto 1: Nascente do córrego próximo ao setor Daniela;

□ Ponto 2: Área próximo a um projeto de irrigação de hortaliças que utiliza a água do córrego;

□ Ponto 3: Área próximo ao local onde há maior acesso do público (próximo a bares, supermercados e restaurantes);

□ Ponto 4: Próximo a residências na cidade de Gurupi e onde há destinação de esgotos.



Ponto 1



Ponto 2



Ponto 3



Ponto 4

Figura 5: Pontos de amostragem do córrego Mutuca

Fonte: acervo dos autores

Córrego Dois irmãos

□ Ponto 1: Nascente do córrego próximo ao setor jardim tropical e perto de um clube da cidade;

□ Ponto 2: Área próxima a uma fazenda que utiliza a água do córrego para banho, criatório de peixes e irrigação;

□ Ponto 3: Área próxima ao local onde há acesso de pessoas e onde é utilizada em viveiro da cidade.



Ponto 1

Ponto 2

Ponto 3

Figura 6: Pontos de amostragem do córrego Dois Irmãos

Fonte: acervo dos autores

Córrego Pouso do Meio

- Ponto 1: Vertente da nascente do córrego próximo ao setor Parque das Acácias;
- Ponto 2: Área próximo a um local que utiliza água do córrego para limpeza do campo de tênis;
- Ponto 3: Área próximo ao local onde maior acesso do público (próximos a bares, supermercados residências, restaurantes), onde há maior urbanização e que passa no meio da cidade.



Ponto 1

Ponto 2

Ponto 3

Figura 7: Pontos de amostragem do córrego Pouso do Meio

Fonte: acervo dos autores

2.3 Parâmetros Analisados

As descrições e análise crítica dos parâmetros seguiram com base nas recomendações do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) e do Ministério da Saúde.

A metodologia utilizada na análise do cloreto se baseia na volumetria de precipitação,

usando o Cromato de Potássio (K_2CrO_4) como indicador e Nitrato de Prata ($AgNO_3$) como titulante, baseando-se no método de Mohr. Para o cálculo do cloreto e acidez, utilizou as seguintes fórmulas respectivamente:

$$Cl = \frac{(V_i - 0,2) \times 0,5 \times 1000F}{V_{alt}}$$

$$MgCaCo3 = \frac{V \times Fc \times 1,0 \times 1000}{V_a}$$

A acidez refere-se ao comportamento que a água assume quando seu pH é menor que 7. Alguns sólidos e ácidos, como o ácido sulfídrico (H_2S), quando em quantidades excessivas na água, geram esta característica. O dióxido de carbono (CO_2) também é um grande agente causador. Determinou-se o método de acidez adicionando 4 gotas de fenolftaleína a amostra de água. E, posteriormente, fez-se a titulação da solução no bécker da amostra, até que a mesma mudasse de cor, e observou-se a quantidade de solução de NaOH gasta. Uma água com acidez alta apresenta geralmente um sabor mais amargo e pode contribuir para o aumento do potencial corrosivo do meio.

A análise do pH, potencial Hidrogeniônico, pode ser de origem natural ou antropogênica, sendo identificada por meio de substâncias que aderem à água. Neste parâmetro leva-se em consideração a concentração de íons hidrônio (H^+) que determina o índice de concentração numa faixa que vai de 0 a 14, sendo considerada ácida (quando $pH < 7$); neutra (quando $pH = 7$) e básica (quando $pH > 7$). “Quando encontrado em valores baixos na água de abastecimento contribuem para sua corrosividade e agressividade, enquanto incrustações são possibilidades do pH em valores elevados” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Determinou-se o pH utilizando um pHmetro. Inicialmente o aparelho foi calibrado com as duas soluções tampão, imergindo o eletrodo no frasco da solução, primeiramente na de pH 4,0 e logo após na de pH 7,0, efetuando-se a lavagem do eletrodo a cada troca de solução e enxugando-o com papel absorvente. Após a calibração, foram efetuadas as leituras do pH das amostras de água.

A análise dos dados obtidos foi realizada empregando análise de variância e teste de médias, utilizando o programa computacional SISVAR 4.3.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo dados do CONAMA, as condições de qualidade da água devem seguir

parâmetros específicos: sendo o pH com valores permitidos em águas doces variando de 6 a 9; Cloreto: valor máximo permitido 250 mg/L e sem valores encontrados para a acidez.

O pH, potencial hidrogeniônico é medido pela quantidade de prótons de H⁺, e representa a concentração ácida ou alcalina do ambiente aquático (SANTOS et al, 2018). De acordo com as tabelas 1 e 2, observou-se que todos os córregos obtiveram valores abaixo de 7, considerado ácido. Porém, com alguns pontos dentro do estabelecido pelo CONAMA, que deve variar de 6 a 9. Na nascente do córrego Mutuca próximo ao setor Daniela e em um dos pontos do córrego Dois irmãos (área próxima ao local onde há acesso de pessoas e onde é utilizada em um viveiro da cidade), os valores foram bem abaixo do permitido, sendo assim, não aconselhado para o consumo humano. Um fator que pode intervir nos valores de pH dos córregos, segundo Borges et al. (2003), é o tipo de solo em que a água percorre. Em cursos d'água com pH menor que 7, ou seja, mais ácido, faz com que aumente a solubilidade de agroquímicos, além de que dificulta a atividade bentônica, ao restringir a decomposição e a ciclagem de nutrientes, metodologias que podem reduzir organismos vitais para a cadeia alimentar, como o grupo planctônico e seres invertebrados (HERMES; SILVA, 2004).

	PONTOS DE COLETA												
	MUTUCA				ÁGUA FRANCA			DOIS IRMÃOS			POUSO DO MEIO		
	M1	M2	M3	M4	A1	A2	A3	D1	D2	D3	P1	P2	P3
PH	5,92 b	6,52 a	6,55 a	6,55 a	6,02 c	6,5 b	6,98 a	6 b	6,82 a	4,52 c	6,02 b	6,98 a	6,93 a
ACIDEZ	5,8 a	2,9 b	2,7 b	3 b	1,4 c	2,2 b	4,01 a	13 a	1,6 c	2,5 b	1,5 a	1,1 a	1,4 a
CLORETO	0 c	0,5 b	0 c	2,0 a	1 c	1,5 b	5,01 a	3,0 a	3,0 a	2,5 a	0,5 a	0 b	0 b

Tabela 1: Análise dos resultados físico-químicos da água amostrada em cada ponto de coleta dos Córregos inseridos na Bacia do Rio Santo Antônio e Santa Tereza.

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não se diferencia estatisticamente quanto aos pontos de coleta nos córregos a 5% de probabilidade pelo teste F

	pH	Acidez	Cloreto
Mutuca	6,368 c	3,591 b	0,625c
Água Franca	6,492 b	2,538 c	2,504 b
Dois Irmãos	5,778 d	5,533 a	2,841 a
Pouso do meio	6,642 a	1,341 d	0,167 d

Tabela 2: Análise dos resultados físico-químicos da água amostrada em cada córrego da microbacia urbanizada, inseridos na Bacia do Rio Santo Antônio e Santa Tereza.

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não se diferenciam estatisticamente quanto aos pontos de coleta nos córregos a 5% de probabilidade pelo teste F

Acidez, pode se fazer referência a um composto capaz de transferir íons (H⁺) em uma reação química, podendo assim diminuir o pH de uma solução aquosa. Controlar a acidez constitui acrescentar substâncias neutralizadoras, onde são as mesmas indicadas para a elevação de pH (KATO, 1983). Na análise da acidez, houve uma variação significativa em todos os pontos dos córregos.

Os cloretos geralmente estão distribuídos na natureza em forma de sais, sendo os principais o cloreto de sódio (NaCl), o de cálcio (CaCl₂) e o de potássio (KCl). É um dos principais ânions inorgânicos presentes na água e sua concentração é maior em águas residuais do que em água bruta, pois o cloreto de sódio (NaCl) é um sal comumente usado na dieta humana e passa inalterado através do sistema digestivo (CLESCERI et al., 1999). A amostra de água dos pontos analisados que apresentou a maior concentração de cloreto foi no ponto córrego Água Franca onde o valor resultou em 5.

Já a menor concentração de cloreto ocorreu no córrego Mutuca com valor de -0,5. Contudo, verificou-se que o cloreto analisado está dentro da normalidade para águas doces que permite um valor máximo de 250 mg/L.

A poluição das águas representa danos além dos ambientais, comprometendo a saúde da população, inclusive crianças onde no Brasil foram contabilizados 218.012 indivíduos internados por essa doença em 2018, sendo 36,2% deste total compostos apenas crianças menores de 5 anos (BRASIL-DATASUS, 2019), onde a diarreia por água contaminada pode acarretar letalidade neste grupo vulnerável. Destaca-se a importância de políticas públicas, programas e ações com vistas à ampliação do saneamento básico, ao planejamento de ações de saúde pública e à garantia do acesso também destas ações no âmbito de todos os níveis educacionais formais, inclusive educação infantil.

São vários os fatores que comprometem a qualidade da água dos corpos hídricos, dentre tais, destaca-se segundo Tundisi (2003), a supressão de matas ciliares, o avanço da

urbanização sobre as planícies de inundação, a poluição dos corpos hídricos pelo despejo de resíduos in natura, o crescimento da população e o aumento das demandas para suprir novos usos têm gerado uma grande pressão sobre os recursos hídricos, ocasionando graves problemas relacionados à disponibilidade da água. Notadamente, estes fatores ocorrem na realidade analisada no presente estudo, requerendo intervenções sendo o monitoramento da qualidade de água um indicador de gestão necessário bem como considerar, de acordo com Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008), a abordagem sistêmica, integrada e preditiva na gestão das águas, com descentralização para a bacia hidrográfica, valorização dos “serviços” prestados pelos ecossistemas aquáticos. Portanto, esse comprometimento com a qualidade da água deve ter início com a preservação dos mananciais e reservatórios garantindo a presença das matas ciliares e fiscalizando o despejo de esgoto doméstico, agricultura e indústria, com prioridades na recuperação de mananciais poluídos, tratamento do esgoto e monitoramento da qualidade da água (SOARES; FERREIRA, 2017).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os níveis de pH, acidez e cloreto encontram-se dentro dos limites aceitáveis estabelecido pela Resolução N°. 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, apesar de observar que as ações humanas contribuem na modificação destes atributos por meio de seus usos diversos.

Conclui-se que a principal fonte poluidora das águas das micro bacias hidrográficas urbanizadas do município de Gurupi-TO é de origem antropogênica proveniente, principalmente, da falta de saneamento básico local, como também pelo baixo nível de água que se encontrava em alguns rios.

Como fator limitante do estudo atribui-se a necessidade de coleta em mais pontos e considerando a sazonalidade regional, embora os resultados observados já sejam indicativos de preocupação e podem amparar a adoção de medidas de gestão ambiental e em saúde pública em escala municipal.

É de suma importância o cumprimento da garantia do direito universal ao saneamento básico à população. É urgente a implementação de infraestrutura de saneamento básico para a comunidade que vive às margens e nas proximidades desses rios e córregos em meio urbano. É preciso que haja efetividade também da política pública no campo da educação em saúde e sobre qualidade da água e saneamento básico, haja visto a contribuição com a saúde dos moradores, minimização de internações hospitalares decorrentes de agravos veiculados pela água contaminada e, ao mesmo tempo, manutenção da qualidade das águas dos cursos hídricos que, felizmente, ainda temos em meio urbano. Ações coordenadas de educação em saúde podem ser articuladas por meio das Unidades de Saúde da Família, agentes municipais de saúde, Universidade e gestão pública municipal. Informações com dados e sobre a importância da manutenção da qualidade química e física da água dos

mananciais, associadas aos destaques quanto ao papel de cada cidadão tanto em suas condutas e posturas, também relativas ao controle social, contribuem na implementação e/ou aperfeiçoamento destes processos sócio educacionais em escalas locais regionais.

Os resultados deste estudo contribuem com a formação de banco de dados das características físicas e químicas das águas dos córregos da bacia do rio Santo Antônio e Santa Teresa no município de Gurupi e servem como subsídio para a tomada de decisão e encaminhamentos para a gestão municipal, que podem decorrer da sociedade civil organizada tal qual Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Santo Antônio e Santa Tereza assim como por órgãos ambientais e Ministério Público, mitigando adoção de programas, projetos e ações urgentes a serem viabilizadas a fim de preservar e conservar os recursos naturais. O monitoramento da qualidade das águas de cursos hídricos em meio urbano deve ser uma prática mais fomentada pelo poder público, visto que poderá direcionar ações mitigatórias evitando efeitos danosos à saúde da população e ao meio ambiente devido aos usos inadequados.

AGRADECIMENTOS

A Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, projeto “Projeto ‘comitê de bacias hidrográficas dos rios Santo Antônio e Santa Tereza e revitalização da bacia urbanizada de Gurupi-TO”, convênio nº01/2014 (aditivada vigência dez/2020), Universidade UnirG, Gurupi-TO/SEMARH-TO/FERH-TO.

REFERÊNCIAS

SILVA, J. S.; BESSA, N. G. F.; FAGUNDES, F.; SCHMITT, E.; COSTA, B. S. S. Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio como instrumento de apoio à gestão de recursos hídricos em Tocantins. **Revista Cereus**. 2018. v.10, n.4. Disponível em: <http://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/2044/750>. Acesso em: 15 de julho de 2020.

BRASIL-DATASUS. Ministério da Saúde. **Sistema de informações sobre morbidade hospitalar do SUS**. DATASUS [internet]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/niuf.def>. Acesso em: julho de 2019.

CALIJURI, M.C.; BUBEL, A.P.M. **Conceituação de Microbacias**. In: LIMA, W de P.; ZAKIA, M.J.B. (Orgs.) *As florestas plantadas e a água. Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento*. São Carlos: Ed. RiMA, 2006. 226p.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A E.; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewast. 20th**. Ed. Whashington, DC: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 1998. 1325p.

CONAMA, “Resolução no 158/2004”. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Brasília, 2005.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GURUPI, Prefeitura. Dados do Município. Disponível em: <<http://www.gurupi.to.gov.br/?page=dados-municipio>>. Acesso em: maio de 2017.

KATO, M. T. "Acidez". **Curso Qualidade da Água, do Ar e do Solo**. Escola de Engenharia Mauá. São Caetano do Sul/SP, 1983.

KATO, M. T. "pH". **Curso Qualidade da Água, do Ar e do Solo**. Escola de Engenharia Mauá. São Caetano do Sul/SP, 1983.

LOPES, Jefferson et al. Relatório Prática 2: Cloretos. 2010. 22 p. **Relatório** (Engenharia Química)-FATEB, Paraná, 2010. Disponível em:<<http://file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Relat%C3%B3rio%20Pr%C3%A1tica%20-%20Cloretos.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2017.

PAIVA, Roberta Fernanda da Paz de Souza; SOUZA, Marcela Fernanda da Paz de. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 1, e00017316, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2018000105003&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 17 Julho 2020.

SOARES, Elisa Mercês; FERREIRA, Rafael Lopes. Avaliação da qualidade da água e a importância do saneamento básico no Brasil. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**. v. 13, n.6. jun/dez – 2017. Disponível em: <https://www.uninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/viewFile/762/316>. Acesso em: 15 de julho de 2020.

SANTOS; N. B. C., SANTOS; R. H. G. SILVA, R. F. Aplicação da Análise Multivariada e da Resolução CONAMA 357/2005 para Análise da Qualidade de Água em Rios de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.11. n.5. (2018) 1859-1875.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. 1 ed. São Carlos: Rima, IIE, 2003. 248p

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632p.

CAPÍTULO 6

CUSTO BENEFÍCIO NA UTILIZAÇÃO DE MND *TUNNEL LINER* EM SUBSTITUIÇÃO AO MÉTODO TRADICIONAL DE ABERTURA DE VALA EM PISTA DE ROLAMENTO

Data de aceite: 01/09/2020

Data de Submissão: 05/07/2020

José Anderson de França

Graduado em Engenharia Civil pelo Centro
Universitário do Vale do Ipojuca (UNIFAVIP/
Wyden)

Kananda Raquel Manso da Silva França

Graduando em Engenharia Civil pelo Centro
Universitário do Vale do Ipojuca (UNIFAVIP/
Wyden)

Eduardo Cabral Silva

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade
Federal de Pernambuco; Docente do Centro
Universitário do Vale do Ipojuca (UNIFAVIP/
Wyden);

RESUMO: A região nordeste brasileira, ao longo dos anos passa por situações críticas com o abastecimento de água. Por meses e até anos essa região sofre com o castigo da seca e conseqüentemente a falta de água para as tarefas mais básicas. Para minimizar a situação, as autoridades nacionais se reuniram e projetaram uma forma alternativa de suprir essa necessidade, a saber: Adutora do Agreste. O traçado principal desse projeto acompanha o traçado da rodovia federal BR 232. Na construção de uma adutora de água uma das mais recorrentes atividades é a escavação de valas para o assentamento de tubulações de acordo com a previsão de projeto. Este trabalho

mostra qual o custo benefício em se empregar o Método Não Destrutivo MND *Tunnel Liner* ao invés do método tradicional de escavação sob pista rolante de considerável trafego. Fazendo uma abordagem das características dos dois métodos e comparando a viabilidade do *Tunnel liner* em substituição ao Método Tradicional de escavação. Para isso, utilizou-se os métodos da pesquisa qualitativa e quantitativa (estudo de caso) da adutora do agreste em uma área estudada que é compreendida da cidade de Arcoverde até a cidade de São Caitano no agreste pernambucano. Também foi utilizado na construção da pesquisa uma entrevista com o corpo técnico da adutora do agreste composto por dois engenheiros civis e um técnico sênior de edificações, bem como bibliografia disponível. Os resultados mostraram a viabilidade social e ambiental e relativa viabilidade econômica no emprego do *Tunnel Liner*.

PALAVRAS-CHAVE: MND, *Tunnel Liner*, Escavação de Vala Método Tradicional.

COST BENEFIT IN THE USE OF MND TUNNEL LINER IN REPLACEMENT TO THE TRADITIONAL METHOD OF OPENING OF TRACK IN TRACKING

ABSTRACT: The northeastern Brazilian region, over the years, goes through critical situations with the water supply. For months and even years this region suffers from the punishment of drought and consequently the lack of water for the most basic tasks. To minimize the situation, the national authorities met and designed an alternative way to meet this need, namely: Adductor do Agreste. The main layout of this project follows the layout

of the federal highway BR 232. In the construction of a water pipeline, one of the most recurrent activities is the excavation of ditches for laying pipes according to the project's forecast. This work shows the cost benefit of using the MND Tunnel Liner Non-Destructive Method instead of the traditional excavation method under a considerable amount of traffic. Taking an approach of the characteristics of the two methods and comparing the viability of the Tunnel liner in substitution to the Traditional Method of excavation. For this, we used the methods of qualitative and quantitative research (case study) of the adductor of agreste in a studied area that is comprised from the city of Arcoverde to the city of São Caitano in the harsh Pernambuco. An interview was also used in the construction of the research with the technical staff of the agreste pipeline composed of two civil engineers and a senior building technician, as well as available bibliography. The results showed the social and environmental viability and relative economic viability in the use of the Tunnel Liner.

KEYWORDS: MND, Tunnel Liner, Ditch Excavation Traditional Method.

1 | INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil é, frequentemente, castigado pela escassez hídrica. Com exceção da faixa litorânea, as regiões Agreste e Sertão dos estados que compõem essa região são penalizados por baixos totais pluviométricos anuais e irregularidades nas chuvas interanuais. Nesse sentido, se torna extremamente necessário as intervenções de infraestrutura hídrica pelas políticas públicas, no intuito de mitigar os efeitos da seca nordestina (CAMPOS, 2013).

O estado de Pernambuco possui, aproximadamente, 60% do seu território contido nas regiões Agreste e Sertão, sendo, portanto, um Estado bastante afetado pela falta de água. As obras de infraestrutura hídrica no Estado são bastante expressivas e subsidiam o desenvolvimento regional de diversas áreas (IBGE, 2017).

O Ramal do Agreste é um empreendimento de infraestrutura hídrica que complementa o projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional que tem como objetivo mitigar a seca no Agreste pernambucano. Em complementação ao Ramal do Agreste, está sendo construído o Sistema Adutor do Agreste Pernambucano que tem suas obras regidas pelo consorcio composto pelas empresas Passarelli, Grupo PB e Obras Técnicas Ltda (OTL).

As obras de assentamento de adutoras, de uma forma geral, causam uma série de transtornos à população, tais como, dificuldade de locomoção devido as intervenções no terreno, prejuízos econômicos para o comércio, poluição sonora, visual e atmosférica, entre outros. Em rodovias de fluxo intenso, como é o caso da BR-232 – local que passará o eixo principal do Sistema Adutor do Agreste – busca-se um número mínimo de intervenções ao longo da via, a fim de não ocasionar muitos transtornos aos condutores e as equipes de trânsito, assim como, evitar prejuízos as rodovias e as pessoas que moram próximo as suas margens.

A instalação de adutoras, geralmente, em sua totalidade é realizada através do processo de escavação e assentamento de tubos de diferentes diâmetros, a depender da necessidade proposta no cálculo de dimensionamento do projeto, e posteriormente, o terreno é recomposto. Essa metodologia tradicional foi utilizada em boa parte do trajeto da adutora do agreste, no entanto, em alguns trechos foi utilizado o Método não Destrutivo - MND de escavação *Tunnel Liner*.

O presente trabalho analisou o método MND *Tunnel Liner* e fez comparações pontuais com o método de escavação tradicional (abertura de vala) na obra da adutora do agreste Pernambucano.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Método tradicional

A NBR 12266 (ABNT, 1992), é responsável por estabelecer os critérios mínimos para a execução de escavações de valas para tubulações de água, esgoto ou drenagem urbana. Quando empregado na travessia de pista de rolamento, a escavação de vala pode trazer efeitos negativos ao projeto, pois as aberturas de trincheiras provocam deterioração prematura do pavimento e grande interferência no tráfego, gerando custos que recaem sobre as municipalidades e seus cidadãos (DEZOTTI, 2008). O método de abertura de vala nem sempre é viável, e um dos fatos que provam isso é que quando uma tubulação é instalada sob uma estrutura de pavimento flexível usando métodos tradicionais, a escavação provocará deformações no solo devido a dificuldades associadas com a recomposição da trincheira na compactação do solo e das camadas asfálticas (DEZOTTI, 2008). Os deslocamentos do solo tendem a se manifestar na superfície do pavimento, com os maiores valores ocorrendo na linha central da tubulação instalada, os quais, além de provocar rachaduras nas bordas da trincheira, resultam em uma redução da vida em serviço e do desempenho do pavimento conforme afirmado por Tighe et. al. (2002) citado por Dezotti (2008). Segundo os mesmos autores, quando uma tubulação é instalada sob uma estrutura de pavimento flexível usando métodos tradicionais uma descontinuidade da superfície é introduzida conforme figura 1.



Segundo Dezotti (2008) os impactos sociais, ambientais e financeiros envolvidos na utilização do método tradicional são os seguintes:

- Interrupção no tráfego de veículos;
- Perdas de acessibilidade;
- Perdas econômicas municipal-local;
- Danos no pavimento;
- Danos a estruturas adjacentes;
- Vibração e barulho;
- Poluição de ar;
- Instabilidade na segurança local;
- Outros impactos ambientais, sociais e financeiros.

E com relação as máquinas e equipamentos tem-se:

- Retroescavadeiras;
- Escavadeiras hidráulicas;
- Valadoras;
- Pás carregadeiras;
- Compactadores;
- Máquinas de corte de pavimento;
- Caminhões.

2.2 Método não destrutivo tunnel liner

O Método Não Destrutivo (MND) tem por definição a ciência referente a reparação,

instalação e reforma de dutos, tubos e cabos subterrâneos, utilizando-se técnicas que diminuem ou eliminem a necessidade de escavações. Podem reduzir os custos sociais, danos ao meio ambiente, como também, apresentar uma alternativa econômica para a instalação, reparo e reforma com vala a céu aberto (ABRATT, 2007).

Os métodos não destrutivos se dividem em dois grandes grupos principais: métodos de recuperação não destrutivos e métodos de construção não destrutivos (RIGHI, 2015). Os métodos de recuperação abrangem todos os métodos de reparo, reabilitação e ou substituição de uma rede subterrânea existente. Por métodos de construção não destrutivos subentendem-se todos os métodos para instalação de novas redes subterrâneas (DEZOTTI, 2008)

Independentemente do método não destrutivo a ser utilizado, seja de recuperação ou de construção, deve-se sempre que possível fazer uma investigação um tanto minuciosa para não ser pego de surpresa no desenvolver das escavações (ABPE, 2013).

A Companhia de Saneamento do Maranhão (CAEMA), através de sua Especificação Técnica (ET 12/08, 2002, *TUNNEL LINER*) define esse procedimento como sendo execução de túneis com anéis de chapa de aço com perfil ondulado (*“Liner Plante”*) em que a medida que se escava é feito em seguida o procedimento de montagem para garantir a estabilidade do perfil de solo. E ainda nos especifica que *“Liner Plante”* são os anéis segmentados de chapa de aço de perfil ondulado com dispositivos para fixação de parafusos. Esse método é caracterizado por utilizar chapas de aço corrugado na montagem de túneis que quando subterrâneos não interfere o tráfego. É classificado como um método não destrutivo de escavação e se encontra em oposição aos tradicionais métodos encontrados nas construções civis. É indicado principalmente para obras subterrâneas e de preferência em áreas urbanas (pois seu objetivo é evitar estrangulamentos na paralisação de atividades cotidianas e ainda assim repassar segurança na execução). Esse método não é uma solução nova, pois vem sendo utilizado com certa frequência desde anos 80, mas com pouca tecnologia empregada, e a partir de 1914 vem sendo desenvolvidos testes e estudos relacionado a essa tecnologia, porém nos últimos anos vem sendo cada vez mais aperfeiçoado e utilizado nos mais diversos seguimentos da construção como: “redes de esgotos, passagens de veículos e pedestres, passagens de cabos de telefonia e energia, além de aplicações em obras metroviárias e na mineração”, entretanto o ramo de maior aplicação é o de drenagem de águas pluviais (NAKAMURA, 2012).

2.2.1 Materiais

Os materiais empregados na execução dos serviços conforme Caema (2002) são:

- Chapas de aço corrugadas galvanizadas;
- Parafusos e porcas galvanizadas;

- Solo-cimento para preenchimento de vazios;
- Gaxetas vedantes;
- Materiais para construção do poço de serviço, conforme Projeto.

De acordo com o especialista em fundações pesadas e geotecnia Luiz Naresi citado por Nakamura (2012), diz que em caso de aplicação do MND *Tunnel Liner* em área litorânea ou em situações de agressividade ambiental, o ideal é utilizar revestimento epóxi em caso de danos no material das chapas galvanizadas no transporte.

2.2.2 Equipamentos

São utilizados para execução dos serviços, os seguintes equipamentos segundo Caema (2002):

- Bombas de deslocamento positivo ou de pistão, para injeção de argamassa de solo-cimento nos vazios;
- Equipamentos manuais para escavações;
- Ferramentas para montagem das chapas de aço.

2.2.3 Execução

O poço de ataque será o primeiro passo para o desenvolvimento dos trabalhos. Esse poço consiste em uma abertura no início do túnel com dimensões adequadas para o emprego das máquinas e equipamentos e também dos materiais (CAEMA, 2002). Rocco (2006) afirma que as escavações são realizadas com seis pessoas revezando entre escavação e retirada de solo, podendo chegar a 1,5 metros de comprimento diário.

A montagem dos anéis é seguida de escoramento das chapas de aço corrugado, mediante a montagem das mesmas com seus parafusos. Os parafusos usados são de 5/8" x 1. 1/2" que serão colocados nas laterais das chapas ao longo do perfil (DNER, 2005, citado por REBOUÇAS, 2010). Os materiais extraídos de dentro do túnel poderão ser depositados fora do emboque para posterior remoção pelos caminhões basculantes. Conforme avanço das escavações, em caso da não consolidação do solo será necessária injeção de solo cimento por ponteira penetrante para assegurar a consolidação do solo (DNIT, 2004, citado por REBOUÇAS, 2010). Após a chegada ao outro lado do túnel faz-se o desemboque (que caracteriza a finalização das escavações) e preenche os espaços entre os corrugados e o solo com solo cimento para evitarem-se recalques, sendo necessária uma verificação para comprovar o total preenchimento dos vazios (REBOUÇAS, 2010).

3 | METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 Classificação da pesquisa

Esse trabalho é de cunho quali-quantitativo (estudo de caso), o qual busca de forma ampla e detalhada explicar a temática dos métodos de escavação, tradicional e método não destrutivo, assim como, suas vantagens e desvantagens do ponto de vista socioeconômico e logístico. A classificação da pesquisa quanto quantitativa dar-se pelo fato da análise estatística dos dados coletados e qualitativa por centrar-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais (SOUZA e KERBAUY, 2017).

A caracterização da pesquisa quanto aos objetivos, é de cunho explicativo. Nesse tipo de pesquisa, segundo Gil (2008), há uma busca para identificação dos fatores determinantes para a ocorrência dos fenômenos.

No presente estudo as variáveis envolvidas estão relacionadas de forma esclarecedora e os objetivos estão bem definidos, caracterizando a pesquisa, com relação ao seu caráter, como experimental e explicativo (GIL, 2008).

3.2 Área de estudo

O Agreste Pernambucano é uma das 5 mesorregiões do estado de Pernambuco. A região é formada por 71 municípios e área de 24.400 km², o que representa pouco mais de 24% do Estado. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE a população do Agreste pernambucano ultrapassou 2.374.000 habitantes no ano de 2016.

No contexto hidrológico, a região Agreste do Estado de Pernambuco apresenta grande variabilidade espaço-temporal da precipitação, assim como irregularidade das chuvas interanuais, o que favorece a ocorrência de escassez hídrica em boa parte da Região (ANDRADE et al., 2018).

A Adutora do Agreste é uma obra de infraestrutura hídrica que complementa o Sistema Adutor do Agreste Pernambucano. Este empreendimento é financiado pelo Governo Federal, com complementação orçamentária do Governo do Estado de Pernambuco, e executado através do Ministério da Integração Nacional. O investimento total estimado para execução da obra é de R\$ 3 bilhões (COMPESA, 2016).

Esse sistema de abastecimento de água será o maior já operado pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA e consistirá num dos maiores sistemas de abastecimento integrados do mundo. Segundo dados da própria companhia, o Sistema contemplará 68 cedes municipais e 80 localidades urbanas, o que trará benefícios diretos para mais de 2 milhões de habitantes.

A água oriunda do Eixo Leste da transposição do São Francisco será aduzida do ponto de captação, reservatório de Ipojuca – localizado no município de Arcoverde, até o município de Gravatá. As tubulações devem ter extensão em torno de mil quilômetros e contendo uma série de subunidades, tais como, adutoras de água bruta e tratada,

reservatórios, estações de tratamento de água, etc (TCU, 2018).

O foco e observação da pesquisa se darão em uma das partes integrantes da construção da adutora do agreste, mais precisamente, no traçado que compreende o km 70 da BR 232, entre os municípios de Arcoverde e Caruaru, no Agreste pernambucano.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico debateu-se os métodos de escavações tradicional e o Método Não Destrutivo, a fim de verificar qual destes se ajusta melhor às obras realizadas às margens de rodovias de tráfego intenso, já que, toda nova construção produz impactos, sejam ambientais ou socioeconômicos, tal como a construção da Adutora do Agreste no trecho da BR 232. Na ocasião, espera-se evidenciar as vantagens e desvantagens entre os métodos propostos, auxiliando assim a tomada de decisão para desenvolver obras que causem menos impactos ambientais e que sejam socioeconomicamente viáveis.

No trecho compreendido entre os municípios de Arcoverde e Caruaru, ao longo da BR 232, foram realizadas 6 escavações utilizando o MND, figura 3.

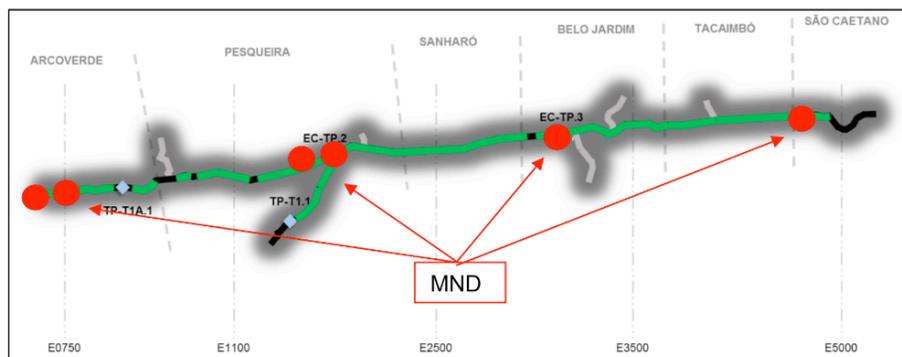


Figura 3 - Localização das construções MND na adutora do agreste

Fonte: Autor (2017)

4.1 Análise do método não destrutivo em relação ao método tradicional

Considerando que o km 258 da BR-232 nas proximidades do município de Arcoverde, onde passa o eixo principal da adutora do agreste, tem um Volume Médio Diário Ano (VMDA) de 7.032 veículos (DNIT, 2017), as intervenções realizadas nas vias, caso fosse adotado o método tradicional de escavação, seriam extremamente inconvenientes para os condutores e, sobretudo, as intervenções com interrupção do tráfego aumentam o risco de acidentes.

Durante o período de estágio nas obras da Adutora do Agreste, o autor do presente

trabalho, por meio de entrevistas estruturadas com as pessoas que moram ou trafegam pelas margens da BR-232, constatou que a poluição atmosférica, principalmente poeira, conforme figura 4, nas escavações utilizando o MND é muito menor, quando comparadas as obras de escavação com o método convencional. Em diversos momentos as obras de escavação da adutora, utilizando o método tradicional, foram interrompidas devido a manifestações realizadas pelas comunidades que vivem as margens da BR-232 devido à grande emissão de poeira oriundas das jazidas que são utilizadas para recomposição do solo, constando esses relatos no Relatório Diário de Obra do consorcio. Em contrapartida, esses problemas não ocorrem com as escavações com MND, haja vista que nesse processo não há necessidade de recomposição do solo, conseqüentemente, não há necessidade de exploração de jazidas.



Figura 4 - Poluição visual na escavação tradicional da adutora do agreste

Fonte: Autor (2017)

Em termos ambientais, o MND também tem vantagens muito significativas com relação ao método tradicional, haja vista que as intervenções no lençol freático são menores, assim como o nível de poluição atmosférica e as intervenções na vegetação local. Dezzoti (2008), defende que o custo benefício faz a escolha do MND valer a pena em escavações de vias de grande fluxo de veículos. Isso porque as paralisações não serão necessárias, e a obra de MND passará quase que despercebida com relação a poluições ambientais e sonoras.

Outro ponto de destaque, diz respeito a conservação das vias, as quais não sofrerão impactos em seu rolamento utilizando o MND, o que preservará as mesmas.

Deve-se chamar a atenção para um dos pontos negativos da aplicação do MND em termos de tempo de execução das obras. Observa-se por meio dos Relatórios Diários

de Obras – RDO da empreiteira que os processos escavação que utilizam o MND, sem que haja nenhum tipo de fator interveniente, levam mais tempo para serem concluídos, haja vista que o MND *tunnel liner* a escavação é feita manualmente, e na medida em que se avança são instaladas as chapas metálicas, que cumprem a função de revestimento e contenção.

No entanto, observa-se também que nas escavações realizadas pelo método tradicional são relatadas, por meio dos RDOs, uma série de fatores intervenientes que estendem a duração das obras, tais como, interrupções devido ao tráfego intenso de veículos, rompimento de tubulações, quebra de máquinas escavadeiras entre outras. Rebouças (2010) reforça essa constatação afirmando que a produtividade do MND *Tunnel Liner* é reduzida quando comparada ao método tradicional, e destaca que em comprimento de escavação, a diferença seria em torno de 30 a 50 metros mensais, porém considerando que não haveria nenhuma interferência na execução de ambos os métodos. Sendo que neste trabalho levou-se em consideração as interrupções por situações inesperadas.

O MND, tipo *Tunnel Liner*, aplicado sob o pavimento da BR 232 próximo a mimoso distrito de Arcoverde, mostrou-se muito eficiente, visto que utilizou chapas corrugadas de fácil manuseio e escavação manual, com baixo custo operacional e baixa complexidade de execução. Segundo Nuvolari (2003), o custo direto em muitas situações, para a execução do MND, já é equivalente ao método com abertura de valas a céu aberto, no entanto, as vantagens são enormes, como a precisão na execução da obra, redução de prazos e etapas do cronograma físico-financeiro e grande redução do custo social.

Informações da Abratt (2008) colocam que, quando se trata de vantagens socioeconômicas, o método não destrutivo é bem mais viável, pois apesar dos custos com tubulações cravadas serem cerca de 20% mais alto em relação aos métodos convencionais, quando se leva em conta a precisão do trabalho, os prazos menores e a não-interferência no trânsito, essa diferença perde a importância.

4.2 Tabela comparativa dos métodos pesquisados

<i>Tunnel Liner</i>	Método tradicional
Não interfere o fluxo normal de veículos.	Precisa parar o trânsito e organizar desvios.
Trabalho manual, baixo custo com maquinas e equipamentos.	Maior parte do trabalho realizado com maquinas e equipamentos de grande porte como escavadeiras hidráulicas.
Menos riscos para sociedade com relação a acidentes.	Segurança comprometida para quem utiliza a via.

Agressão do ambiente reduzido.	Agressão ao meio ambiente significativa.
Sem registros de insatisfações da sociedade.	Reclamações relatadas nos diários de obra.
Poucas interferências por causa de problemas no desenvolvimento da obra.	Várias interferências por causa de problemas como tubulações existentes furadas.
Mão de obra reduzida.	Mão de obra aumentada e especializada.
Quase que imperceptível em execução.	Muitas máquinas e mão de obra trabalhando, poluição sonora e visual.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, o método não destrutivo é considerado como uma atividade de aplicação geral, ou seja, pode ser aplicado em diversos segmentos de obras de engenharia civil com diversas vantagens quando comparado ao método tradicional. Dentre as vantagens do MND, pode-se destacar a eliminação do processo de abertura de valas, redução de danos ambientais e no pavimento, e o fator de não ser necessário a interrupção do fluxo de veículos. O custo relacionado ao método tradicional se equipara ao MND, apesar de que inicialmente ser menos oneroso, pois o método tradicional gera uma série de fatores intervenientes que atrapalha a obra e gera custos adicionais nas planilhas orçamentárias fazendo com que o custo benefício por optar pelo *Tunnel Liner* em pavimentos de movimentação intensa seja bem mais atraente. Esse critério serve também para comparar agilidade na execução dos métodos. No MND *Tunnel Liner* o processo de execução é mais lento, entretanto não há quase nenhuma interferência externa ou interna no desenvolvimento da obra. Por outro lado, o método tradicional apesar de ser mais rápido, demonstrou ser instável e inconstante na execução, gerando custos a mais e transtornos para os construtores e usuários.

Praticamente todas as características relacionadas a mão de obra do *Tunnel Liner* para o tipo de emprego mencionado neste trabalho contempla uma escolha mais acertada, por ser bem menos a quantidade de efetivos com relação ao método tradicional. Também pode-se destacar a simplicidade pela qual os equipamentos do MND se sobressaem com relação a escavação tradicional. Enquanto o primeiro utiliza praticamente equipamentos manuais, o segundo na maior parte do tempo utiliza equipamentos de grande porte e mão de obra especializada.

Ressalta-se que para obter sucesso na utilização do MND, é essencial realizar levantamentos precisos e investigações de campo em prol de minimizar o risco de imprevistos durante sua execução.

O MND, desde que executado de forma bem planejada, reduz os riscos de grandes

escavações, no emprego em travessias de estradas (foco desse trabalho), rios e áreas de grandes centros urbanos, com isso reduzindo os riscos de danificar pavimentos, de causar grandes interferências no solo, incidentes, interrupções do tráfego e parada de linhas de produção, o que significa menor custo de material e redução no cronograma de obra comparando com métodos tradicionais. Com isso, o MND *Tunnel Liner* dispõe de uma ótima alternativa, quando utilizado em áreas de grande tráfego semelhantes as rodovias da BR 232, para minimização de impactos socioeconômicos e ambientais.

REFERENCIAS

__ABRAHAM, D. M.; BAIK H. S. GOKHALE S. (2002) **Development of decision support system for selection of trenchless technologies to minimize impact of utility construction on roadway.** Springfield, VA: National Technical Information Service, 2002.

__ABRATT; ISTT, **Um Guia dos Métodos Não Destrutivos (MND)** para instalação, recuperação, reparo e substituição de redes, dutos e cabos subterrâneos com o mínimo de escavação, SP, 2010.

__ABRATT; ISTT, **Um Guia dos Métodos Não Destrutivos (MND)** para instalação, recuperação, reparo e substituição de redes, dutos e cabos subterrâneos com o mínimo de escavação, SP, 2006.

__ALVARES, J. V. T. RIBOSKI, J. G et al. **Método Não Destrutivo CIPP (Cured In Place Pipe) para recuperação e substituição de redes em obras subterrâneas.** Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR. [s.n.t] (sem notas tipográficas).

__ANDRADE, A. R. S et al. **Geoestatística aplicada a viabilidade espacial e padrões nas series temporais da precipitação no agreste pernambucano.** Journal of Environmental Analysis and Progress, v. 03, n. 01, p. 126-145, 2018.

__ARAÚJO, C. B. C. et al. Reunião de Pavimentação Urbana, 20ª RPU. **Utilização de método não destrutivo (mnd) para drenagem urbana em vias de grande fluxo: estudo de caso da travessia da br – 116, km 5,52.** 2017. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: Junho de 2017.

__ARMCO STACO, **Tunnel Linear, Aplicações.** São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.armcostaco.com.br/pt/produto/3.html>. Acesso em: 29 jun. 2017.

__ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.266:** Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro, 1992.

__ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7.675:** Tubos e conexões de ferro dúctil e acessórios para sistemas de adução e distribuição de água – Requisitos. Rio de Janeiro 2005.

__ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.682:** Revestimento de argamassa de cimento em tubos de ferro fundido dúctil. Rio de Janeiro 1993.

__ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11.827:** Revestimento externo de zinco em tubos de ferro fundido dúctil. Rio de Janeiro 1991.

__AZUAGA, Denise. **Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil**. Tese de mestrado em Engenharia – UFRJ, 2000.

__BORGES, Alberto de Campos. **Topografia: aplicada à engenharia civil**. V.2. 2. ed. 11. reimp. São Paulo, Edgard Blücher, 2013.

__BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18- Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em:<<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-18-condicoes-e-meio-ambiente-de-trabalho-na-industria-da-construcao>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

__CAMPOS², J. N. B. **Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos**. Ceara, Universidade Federal do Ceará (UFC), 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v28n82/05.pdf>>. Acesso em julho de 2018.

CEHOP, Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas. **Rede de Drenagem: Bueiros tubulares e celulares**. [s.n.t] (sem notas tipográficas).

__DEZOTTI, M. C. Tese de USP, **Análise da utilização de métodos não destrutivos** como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas, SP, 2008.

__EXECUÇÃO DE *TUNNEL LINER*. [s.l]: [s.n], 2002.

__FAIXA DE DOMÍNIO. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio>>. Acesso em: 21 ago. 2017.

__GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. 1ª Ed. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2009.

__HELLER, Léo. PADUA, Valter Lúcio. **Abastecimento de Água para Consumo Humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

__LIMA, Ricardo. **Modelação de um sistema adutor**. 2008. Tese – Faculdade de engenharia. Porto, Portugal: 2008.

__MARTINS, Tiago. **Sistemas de Abastecimento de Água para Consumo Humano – Desenvolvimento e Aplicação de Ferramenta Informática para a sua Gestão Integrada**. 2014. Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental – Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária, Bragança, 2014.

__MASCARENHAS, A. M. **Estudo de caso: Escavação e tratamento para emboque de túnel em rocha utilizando o método natm - Região portuária, centro do rio de Janeiro/RJ**. 2014. Monografia. Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

__MATTOS. Aldo Dórea. Material de 1ª, 2ª e 3ª Categorias. Disponível em:<<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/material-de-1-2-e-3-categorias-318190-1.aspx>>. Acesso em: 21 ago. 2017.

__NAKAMURA, Juliana. **Transporte: Execução de Tunnel Liner**. Artigos Acadêmicos. [s.l.]. set. 2012. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/18/execucao-de-tunnel-liner-sistema-nao-destrutivo-composto-por-265044-1.aspx>>. Acesso em: 9 maio, 2017.

__NUVOLARI, A. (coord) et al. **Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

__PADULA, R. Transporte: **Fundamentos e propostas para o Brasil**: 1. Ed. Brasília: Coronário Editora Gráfica Ltda, 2008.

__REBOUÇAS, Diego Fortes. **Estudo do uso de métodos não destrutivos em travessias de tubulações por interferência**. 2010. Monografia – Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, Bahia: 2010.

__RIGHI, R. B. S. **Recuperação e implantação de redes subterrâneas pelo método não destrutivo – perfuração horizontal direcional**. 2015. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

__ROCCO, Jefferson. Tese de USP, **Métodos e procedimentos** para a execução e o georreferenciamento de redes subterrâneas da infra-estrutura urbana, SP, 2006.

SANTOS, Jéssica dos. **Estudo de Modelo de Calibração para ajuste de parâmetros de rugosidade, demanda e vazamento visando eficiência hídrica e energética em redes de abastecimento de água**. Estudo de caso em São Lourenço - MG. 2016. 181 f. Dissertação (Mestrado em de Energia) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2016.

__SOUZA, K. R.; KERBAUY, M. T. M. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quanti-qualitativa na pesquisa em educação. **Educação e Filosofia**, v. 31, n. 61, p. 21-44, jan./abr. 2017.

__SOUSA, Osvaldo Pereira. **Entrevista concedida a Anderson França**. Belo Jardim, 24 abr. 2017.

__STALLIVIERE. Iran Carlos Correia. **Topografia Aplicada a Engenharia Civil**. 13ª edição. Porto Alegre, RS. 2012.

APLICAÇÃO DO DESIGN THINKING PARA O LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES DE UM PROJETO SOCIAL EM SÃO LUIS - MA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Marcos Vinicius Oliveira de Sá

UNDB Centro Universitário
São Luis, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/0801912015436396>

Keven Costa Ribeiro

UNDB Centro Universitário
São Luis, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/8449595596158927>

Marcela Andrade de Carvalho

UNDB Centro Universitário
São Luis, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/0801912015436396>

Alexandre José de Andrade Malheiros

UNDB Centro Universitário
São Luis, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/4849660497761281>

Wanderson Santos Silva

UNDB Centro Universitário
São Luis, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/0461525812386748>

Thiago Ferreira Silva

UNDB Centro Universitário
São Luis, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/1116610570148063>

RESUMO: O Design Thinking é uma ferramenta usada na resolução de problemas. Com esta ferramenta é possível organizar ideias,

pensamentos e desejos do cliente possibilitando soluções mais assertivas para ele. Esta abordagem foi aplicada em um projeto social em São Luís – MA, no bairro da Ilhinha, o referido projeto atua na área de educação e esportes beneficiando a comunidade local. O objetivo deste trabalho realizar um levantamento de necessidades, através da abordagem do Design Thinking, de um projeto social. O trabalho foi realizado através de entrevista não estruturada para a caracterização de personas e construção de boards de problema também foi realizada uma revisão de literatura por meio de artigos científicos. Os resultados mostraram que as necessidades do projeto social se concentravam em itens básicos como bebedouro, ventilador, lousa, banheiros e cadeiras. Assim a utilização do Design Thinking mostrou-se eficiente para a realização do levantamento de necessidades, evidenciando os anseios e desejos do cliente.

PALAVRAS-CHAVE: Design Thinking. Necessidades. Projeto Social. Personas.

ABSTRACT: Design Thinking is a tool that is used in problems solving. With this tool it is possible to organize the ideas, thoughts and wishes of client enabling assertive solutions for him. This approach was applied in a social project in São Luis - MA, in the neighborhood of Ilhinha, this project works in the area of education and sports benefiting the local community. The objective of this work was to conduct a necessities survey, through the Design Thinking approach, of a social project. The work was fulfilled through an unstructured interview for the characterization of personas and the construction of problem

boards, it was also performed a literature review through scientific articles. The results showed that the needs of the social project were concentrated on basic items such as drinking fountain, ventilator, blackboard, toilets and chairs. Thus, the use of Design Thinking proved to be efficient for the realization of the needs survey, highlighting the customer's wishes and desires.

KEY-WORDS: Design Thinking. Demands. Social Project. Personas.

1 | INTRODUÇÃO

A crescente urbanização junto à inércia urbanística vem gerando cenários complexos para o Poder Público e a coletividade. O aumento da população acontece em descompasso com as estruturas urbanas disponíveis e acarreta problemas urbanos (MILARÉ, 2005). “Se por um lado habitar pode ser pleno de todas as condições necessárias para a vida [...] quando este habitar é desprovido de infraestruturas a sua presença assume um impacto depreciativo e marcante na paisagem urbana” (PEREIRA FILHO, 2015, p. 2).

Conforme Santos (1996) o rápido crescimento populacional pelo qual município de São Luís passa, acarretou no aumento da ocupação desordenada e fez surgir inúmeros problemas de ordem ambiental, socioeconômico e urbano. O bairro da Ilhinha no município de São Luís no estado do Maranhão é um exemplo do processo de urbanização. De acordo com Pacheco (2001) o nome do bairro Ilhinha advém do fato de que a região apresentava características de uma ilhota e no local acontecem competições de futebol, então passou a ser chamada de campo da Ilhinha e popularmente tornou-se Ilhinha com a atração de povoações. Assim o lugar foi recebendo sucessivas construções de casas tornando-se um aglomerado de casas física e socialmente segregadas.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), um aglomerado subnormal é classificado como um conjunto de no mínimo 51 unidades habitacionais carentes de serviços públicos essenciais que ocupa ou ocupou uma propriedade alheia, podendo ser pública ou particular, de forma desordenada e densa. Segundo o IBGE a Ilhinha é um aglomerado subnormal. Para Masullo, Nascimento e Carvalho (2013), regiões com aglomerados subnormais são as mais populosas, divergindo com as regiões que têm maior acessibilidade à educação, saúde, transporte, saneamento e lazer. Na Ilhinha, foram identificadas as piores condições de habitabilidade, e a ausência de serviços como abastecimento de água, rede de coleta de esgoto e coleta de resíduos. Ressalta-se que entre os anos 2000 e 2010 houve um grande incremento populacional em São Luís, aumentando a demanda pelos serviços citados acima, contudo estes serviços não acompanharam esse crescimento. (PEREIRA, CUTRIN JUNIOR E RODRIGUES, 2013).

Os problemas enfrentados nas regiões periféricas do Brasil tornaram visíveis as desigualdades sociais. A exibição e veemência desses problemas mostraram comunidades socialmente fragilizadas e um ambiente favorável para o desenvolvimento de projetos sociais (ARAÚJO FILHO, 2011). Em meio a toda realidade da periferia urbana, na comunidade da

Ilhinha há um projeto social denominado de Ilhinha dos sonhos. De acordo com CEPAL (1995), um projeto social busca através de um conjunto de atividades transformar parte da realidade de um local, solucionando um problema para atender as necessidades de um grupo que não tem condições de solucionar.

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento de necessidades de um projeto social utilizando o design thinking como ferramenta. Os objetivos específicos são realizar a caracterização do projeto social, elaborar os personas dos envolvidos e apresentar as necessidades que o projeto enfrenta. Este trabalho se caracteriza pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa e com levantamento de informações em campo. O estudo foi realizado em um projeto social na cidade de São Luis, denominado Ilhinha dos Sonhos. A coleta de informações foi feita através de entrevista não estruturada com os organizadores do projeto, alunos e pais de alunos. Foi utilizada ferramentas do Design Thinking, como a técnica de criação de personas, para a caracterização dos sujeitos pesquisados e compreensão de suas necessidades, além disso, em visita ao local foi realizada interação com o público atendido pelo projeto, colocando os pesquisadores no lugar dos pesquisado para fazer valer a empatia, um dos pilares do Design Thinking. Este trabalho justifica-se pelo fato de aproveitar ferramentas inovadoras, como o Design Thinking, para conhecer a forma que projetos sociais colaboram no bem estar das comunidades periféricas e levantar os problemas e necessidades que estes projetos enfrentam.

2 I CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO SOCIAL ILHINHA DOS SONHOS

Um Projeto social consiste em um plano ou um esforço solidário que visa promover melhores condições e perspectivas em diversos aspectos de uma sociedade. Estas iniciativas trazem o fortalecimento da cidadania e dos indivíduos, permitindo aos mesmos vislumbrar um futuro melhor e alternativas diferentes das que são proporcionadas pelo contexto em que estão inseridos (FORGEP, 2016).

A maioria dos projetos sociais estão concentrados na atuação com crianças e adolescentes em regiões periféricas, que apresentam vulnerabilidade social (BRETÁS, 2007). Órgãos do estado, institutos e empresas privadas, tem se sensibilizado, com as ações desenvolvidas por projetos sociais, e demonstrado interesse para ajudá-los, principalmente financeiramente.

O projeto social em questão, Ilhinha dos Sonhos, está localizado em São Luis - MA, no bairro Ilhinha que fica em uma região periférica da cidade com alto índice de criminalidade. Essa iniciativa trabalha com crianças e adolescentes, oferecendo reforço escolar, aulas de esportes, através do futebol e ações sociais voltadas à saúde e assistência social à comunidade. Atualmente o Ilhinha dos Sonhos concentra energias na área da educação com a escolinha de reforço seja bem-vindo e no esporte com a escolinha seja bem-vindo esportiva. O foi projeto idealizado e é desenvolvido pelos próprios moradores da

comunidade da Ilhinha, com o objetivo de prestar assistência às crianças da comunidade através de atividades das aulas de reforço escolar e práticas esportivas. Ocupando-as com tais práticas em seu tempo livre, a fim de evitar com que as crianças se encontrem desocupadas e vulneráveis ao envolvimento com o crime. Além disso presta assistência com alimentação, oferecendo lanche às crianças.

O Ilhinha dos sonhos atende a mais de 100 crianças e adolescentes, com idades entre 8 à 14 anos na escolinha de reforço e no esporte atende adolescentes de até 16 anos. As aulas ocorrem em dois turnos, manhã e tarde, cada turno com uma média 30 alunos. O professor responsável pelas aulas é um voluntário, morador do próprio bairro, que se encontrava desempregado. Já as atividades esportivas acontecem em quadras ou campos fora do bairro e atende em média à 40 crianças, sendo o técnico e professor, também morador do próprio bairro.

Através do projeto Ilhinha dos sonhos é possível atender várias necessidades da comunidade e oferecer oportunidade de desenvolvimento.

3 | DESIGN THINKING

Com base no mundo globalizado e pela constante evolução da tecnologia, surge a necessidade dos empreendimentos de buscarem formas de entender cada vez mais seus clientes, visando atender as suas expectativas e desejos. Dessa forma, muitos empreendimentos adotam o Design Thinking por ser uma abordagem que favorece os questionamentos permitindo aproximação com o problema abordado. Escutando a comunidade, para assim, entender sua realidade, fazendo com que a solução desenvolvida seja eficiente e impacte as pessoas (MELO; ABELHEIRA, 2015).

A metodologia do Design Thinking tem como premissa um conjunto de ideias e insights para desenvolvimento de propostas futuras. Onde apoiado em seus três pilares: empatia, colaboração e experimentação; colocam as pessoas no centro do processo, desde a fase de imersão ao final do projeto, considerando a fundo as suas necessidades.

“O designer thinking se baseia em nossa capacidade de sermos intuitivos, reconhecer padrões, desenvolvermos ideias que tenham um significado emocional além do funcional, nos expressarmos em mídias além de palavras ou símbolos” (BROWN, 2010, p. 04).

Para Vianna et al. 2012, o Design Thinking é uma abordagem focada no ser humano que vê na multidisciplinaridade, colaboração de pensamentos, processos e caminhos que levam a soluções inovadoras. Esta abordagem leva em consideração a sensibilidade e os métodos do designer para atender às necessidades das pessoas com o que é tecnologicamente viável (BROWN, 2010). O pensamento de design busca compreender problemas que prejudicam o bem-estar das pessoas, através da empatia, colocando-se no lugar do outro e buscando conhecer o contexto em que essa pessoa está imersa, realizando

a identificação das causas e as consequências das dificuldades para ser mais assertivo na busca por soluções (MARTINS ET AL., 2016).

Seguindo os princípios do Design Thinking, foi realizada uma visita ao local de estudo, que é a sede do projeto, onde foi possível sentir e perceber o ambiente onde são desenvolvidas as atividades, conhecer os problemas enfrentados e conversar com os usuários do projeto. Para isso foi utilizado o método das personas, que é uma das ferramentas usadas durante as fases do Design Thinking. Por meio desse método realiza-se a identificação de personagens, concebidos a partir da síntese de comportamentos observados que personaliza a representação das motivações, desejos, expectativas e necessidades, reunindo características significativas de um grupo maior (MJV, 2016).

A empatia é um dos principais pilares do Design Thinking, é através dela que podemos compreender e desenvolver o problema apresentado. Através das técnicas de Design Thinking buscou-se conhecer e entender as necessidades e dores dos usuários do projeto e da comunidade que será impactada o mesmo.

Para extrair informações foi definido duas personas que representam os envolvidos no projeto, os personas adulto e criança, a fim de possibilitar uma visão mais clara sobre os pensamentos e sentimentos desses diferentes perfis.



Figura 01 - Persona Adulto

Fonte: Próprio Autor (2019)



Figura 02 - Persona Criança

Fonte: Próprio Autor (2019)

Os adultos daquela comunidade se sentiam inseguros e apreensivos em relação a sua vida financeira e ao futuro dos filhos. Muito se sentiam aflitos com a insegurança retratada naquela localidade. Quando perguntadas sobre a sua perspectiva de vida, eles responderam que consideravam impossível sair dessa situação pois é muito difícil sair da pobreza quando se nasce nela, e por isso se sentiam inferiores perante outras pessoas.

As crianças têm uma visão mais voltada à falta de estrutura da escola, no ponto de vista delas o espaço necessita de um ambiente para brincadeiras, além disso sentem falta de um espaço maior e de um novo quadro para facilitar visualização da aula. É possível perceber que há uma superlotação de crianças, e que somente um professor consiga atender a todas as crianças. E por fim, é notável a timidez das crianças e sua carência emocional.

4 | LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES

Na visita ao projeto social, a primeira coisa que chama atenção é a falta de infraestrutura do bairro como um todo, sem saneamento básico e deficiência nas habitações. Muitas das moradias são palafitas que consistem em pequenas casas de madeira feitas à sua margem do mangue, outras já são de alvenaria, mas apenas uma minoria possui acabamento. Ainda na ida ao local foi constatado, através de conversa com moradores, que seus habitantes possuem baixo poder aquisitivo, a maioria dos homens, pais de família, trabalhavam na construção civil e com o advento da crise econômica muitos perderam seus empregos. No local existem muitas pessoas desempregadas e várias em situação de extrema pobreza.

Contudo pôde se verificar a existência de várias mercearias pequenas, geralmente na sala das casas, pequenas vendas de comidas e até mesmo roupas, pequenos negócios de onde alguns moradores geram sua própria renda.

Foram construídos dois personas, o persona Adulto e o Persona Criança. O persona Adulto pensa e sente insegurança quanto ao futuro dos filhos e dificuldades para o seu desenvolvimento, ele vê um ambiente desfavorável e violência. Já o persona Criança sonha em um espaço para brincar e uma escola de reforço melhor. Este mesmo persona enxerga uma escola sem suporte e deficiência de professores, emocionalmente é tímida e carente, e reproduz o comportamento dos adultos em sua volta.

A sede do projeto fica em uma casa alugada com dimensões de 2,5m x 12m, o pequeno local de cômodo único, abriga as atividades da escolinha de reforço e o escritório do projeto. Atualmente a iniciativa enfrenta problemas como dificuldade financeira para pagar o aluguel da sede e para manter o lanche que é oferecido diariamente as crianças que frequentam a escolinha de reforço, falta de infraestrutura física, já que o ambiente bastante pequeno é insuficiente para acomodar a mesa, cadeiras e prateleira de livros e materiais de apoio. Durante a realização das aulas de reforço, cerca de 30 crianças por turno compartilham uma única mesa longa, sentadas em bancos, apertadas entre si.

Outros problema que está em voga e foram bem incisivos no persona Criança foi a falta de banheiro, sendo que muitas crianças fazem necessidades fisiológicas no quintal, ausência de bebedouro, lousa muito pequena para as aulas, as crianças compartilham uma única mesa, que é longa e dividem o mesmo banco ficando apertadas entre si, também foi constatado pouco espaço para o armazenamento de livros, cadernos e outros materiais de apoio às aulas.

Foi possível notar também a ausência de um sistema de ar-condicionado ou ventilação, causando desconforto térmico aos usuários do local. Aos fundos da escolinha, existe uma região alagadiça onde se encontram várias moradias do tipo palafita, e o acesso à essas casas é feito através de pontes improvisadas, com tábuas que são notavelmente frágeis. Essa situação representa insegurança para as crianças que participam das atividades do projeto e que precisam circular por ali.

A escolinha de seja bem-vindo desportiva, que integra a Ilhinha dos sonhos, também enfrenta dificuldades como a falta de um espaço próprio e adequado para desenvolver suas atividades. Falta de materiais como bolas, uniforme entre outros. O projeto apresentou um terreno onde pretende-se construir a sede e um campo de futebol. O terreno dispõe de espaço suficiente para a construção da escolinha de reforço, campo e um espaço destinado a atividades de cunho econômico.

5 | CONCLUSÃO

Diante de tudo o que foi apresentado, é possível concluir que os integrantes do

projeto, tanto crianças como organizadores, apresentaram em seus personas inseguranças, incerteza e falta de perspectiva. Destaca-se que a maior necessidade é a falta de recursos e conseqüentemente a falta de infraestrutura física. O projeto apresenta uma proposta consolidada e possui um espaço onde tem a intenção de construir o projeto, entretanto a falta de recursos é um empecilho.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, Decilrado da Silva. A importância dos projetos sociais desportivos na sociedade brasileira: Análise do projeto Riacho Doce em Belém-Pará, Brasil. 2011. 176 f. Dissertação (Mestrado), Universidade do Porto, Porto, 2011.

BRETÃS, A. Onde mora o perigo? Discutindo uma suposta relação entre ociosidade, pobreza e criminalidade. Educação, esporte e lazer. Boletim 09, junho 2007. Disponível em: http://www.tvebrasil.com.br/salto/boletins2007/eel/070611_educacaoesporte.doc. Acesso em: 12 ago 2019.

Brown, T. 2010. Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro: Elsevier.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE - CEPAL. (1995). Manual de formulação e avaliação de projetos sociais.

FORGEP (Brasil). Elaboração de Projetos Sociais. Brasília: Governo Federal, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Aglomerados subnormais do censo de 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/agsn/>. Acesso em: 25 ago. 2019

MARTINS, Amilton Rodrigo de Quadros et al. Uso de Design Thinking como Experiência de Prototipação de Ideias no Ensino Superior. Future Studies Research Journal, São Paulo, v. 8, n. 1, p.208-224, jan. 2016.

MASULLO, Yata Anderson Gonzaga; NASCIMENTO, Talita de Sousa; CARVALHO, Dionatan Silva. PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DO ESPAÇO DETERMINANDO DESIGUALDADES E CONTRADIÇÕES NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS – MA. Geografia em Questão, Cascavel, v. 1, n. 6, p.32-48, jan. 2013

MELO, Adriana; ABALHEIRA, Ricardo. Design thinking & thinking design: metodologia, ferramentas e reflexões sobre o tema. São Paulo: Novatec, 2015

MILARÉ, Edis. Direito do Ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2005.

MJV. Personas: uma ferramenta poderosa no Design Thinking. 2016. Disponível em: <https://blog.mjv.com.br/personas-uma-ferramenta-poderosa-no-design-thinking>. Acesso em: 26 ago. 2019.

PACHECO, João Batista. O CONCEITO GEOGRÁFICO DE BAIRRO: uma aplicação à questão do Sítio Campinas/Basa e da Ilhinha. Revista de Políticas Públicas, São Luis, v. 12, n.5, p.1-14, jan. 2001.

PEREIRA FILHO, Walber da Silva. O espaço colateral presente em São Luís (MA):: caso ilhinha. In: CONGRESSO INTERNACIONAL ESPAÇOS PÚBLICOS, 1., 2015, Porto Alegre. Anais.... Porto Alegre: 2015. v. 1, p. 1 - 8. Disponível em: <https://www.academia.edu/17243090/O_Espa%C3%A7o_Colateral_existente_em_S%C3%A3o_Lu%C3%ADs_MA_Caso_Ilhinha>. Acesso em: 25 ago. 2019.

PEREIRA, Paulo Roberto Mendes; CUTRIM JUNIOR, Valdir; RODRIGUES, Zulimar Márita Ribeiro. DESIGUALDADES INTRAURBANAS DOS INDICADORES DE SANEAMENTO EM SÃO LUÍS - MA. In: VI JORNADA INTERNACIONAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS, Não use números Romanos ou letras, use somente números Arábicos., 2013, São Luis. Anais. São Luis, 2013.

SANTOS, J.H.S. dos. Análise por geoprocessamento da ocupação na Franja Costeira ao Norte da Cidade de São Luís – MA. Rio de Janeiro: IGEO/PPGG/UFRJ. 149 p.1996.

VIANNA, M. et al. Design thinking: inovação em negócios. Rio de Janeiro: MJV, 2012.

ESTUDO DA FORMA DO AGREGADO GRAÚDO E SUA INFLUÊNCIA NO MÓDULO DE ELASTICIDADE DO CONCRETO

Data de aceite: 01/09/2020

Danillo de Almeida e Silva

Universidade de Brasília, Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo - UnB.
Brasília – Distrito Federal.
<https://orcid.org/0000-0001-6402-8086>

André Luiz Bortolacci Geyer

Universidade Federal de Goiás, Faculdade de
Engenharia Civil – UFG.
Goiânia – Goiás.
<https://orcid.org/0000-0003-2799-4474>

Guilherme de Sousa Fernandes

Universidade de Brasília, Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo - UnB.
Brasília – Distrito Federal.
<https://orcid.org/0000-0001-5655-2814>

RESUMO: A porosidade do concreto está intimamente relacionada com a durabilidade e desempenho das edificações. O estudo mais aprofundado dos fatores relacionados à quantidade de vazios presentes no concreto endurecido se faz necessário para uma melhor compreensão da qualidade e durabilidade das edificações. O presente trabalho relata um estudo sobre forma e classificação do agregado graúdo para concreto, e sua influência sobre o módulo de deformação do concreto.

No desenvolvimento da metodologia da pesquisa, foram descritas a caracterização da forma, através de parâmetros estabelecidos por normas nacionais e internacionais, além de

outras referências que estabelecem diretrizes para a classificação da forma do agregado graúdo britado. Com base nestas referências, estabeleceram-se critérios e parâmetros para determinar a forma do agregado graúdo britado em (quatro) categorias: forma cúbica, forma alongada, forma lamelar e forma alongada-lamelar. Posteriormente, houve a produção dos concretos para cada forma do agregado, e apresentação das análises e resultados dos corpos de provas submetidos aos ensaios do módulo de elasticidade do concreto aos 28 dias. Analisando-se os resultados dos ensaios, observa-se que quanto maior a relação a/c, maior será seu módulo de elasticidade (GPa) e menor sua resistência (MPa). Já para os concretos com menor a/c, estes apresentaram maiores valores na resistência à compressão e menores deformações. Podemos atribuir estes resultados a uma micro estrutura mais compacta e diâmetros de poros menores, o que acarreta em menor deformação do concreto.

Os concretos produzidos com agregados irregulares proporcionam maiores índices de vazios, ocasionado pelo aumento da a/c, e, esses vazios permitem uma maior elasticidade do concreto. A rede de poros funciona como concentrador de tensão, permitindo que o concreto trabalhe, quando sujeito a esforços, porém, os torna mais frágeis rompendo a baixa resistência.

PALAVRA-CHAVE: Agregado, Forma, Influência, Elasticidade, Concreto.

ABSTRACT: The porosity of concrete is closely related to the durability and performance

of buildings. The further study of the factors related to the amount of voids present in the hardened concrete is necessary for a better understanding of the quality and durability of the buildings. The present work reports a study on the form and classification of coarse aggregate for concrete, and its influence on the concrete deformation module. In the development of the research methodology, the characterization of the form was described, through parameters established by national and international standards, in addition to other references that establish guidelines for the classification of the form of coarse crushed aggregate. Based on these references, criteria and parameters were established to determine the shape of the coarse crushed aggregate in (four) categories: cubic shape, elongated shape, lamellar shape and elongated-lamellar shape. Subsequently, there was the production of concretes for each form of the aggregate, and presentation of the analysis and results of the specimens submitted to the tests of the modulus of elasticity of the concrete at 28 days. Analyzing the results of the tests, it is observed that the higher the a / c ratio, the greater its modulus of elasticity (GPa) and the lower its resistance (MPa). For concretes with lower a / c , these showed higher values for compressive strength and lower deformations. We can attribute these results to a more compact microstructure and smaller pore diameters, which results in less concrete deformation. The concretes produced with irregular aggregates provide higher voids indexes, caused by the increase of a / c , and these voids allow a greater elasticity of the concrete. The pore network works as a stress concentrator, allowing the concrete to work, when subjected to efforts, however, it makes them more fragile by breaking the low resistance.

KEYWORD: *Aggregate, Form, Influence, Elasticity, Concrete.*

1 | INTRODUÇÃO

A forma do agregado afeta o comportamento do concreto, tanto no estado fresco, como no estado endurecido, pois têm influência na trabalhabilidade, no ângulo de atrito interno e na compacidade, entre outros fatores que são influenciados pela quantidade de água de amassamento (MEHTA; MONTEIRO, 2008), (SILVA, 2012).

A forma do agregado se refere à sua geometria tridimensional, porém como é difícil representar corpos tridimensionais irregulares, é mais conveniente definir certas características geométricas desses corpos, tais como alongamento, achatamento, cubicidade, esfericidade e angulosidade (NUNES; MARQUES, 2007).

Os agregados lamelares e alongados são frágeis e facilmente quebráveis, prejudicando a obtenção de maiores resistências no concreto. Além disso, a angulosidade acentuada das partículas provoca o aumento no consumo de água necessária para uma dada trabalhabilidade. Por fim, com o aumento no tamanho e quantidade de partículas lamelares e alongadas, associadas ao acúmulo de água próximo à superfície do agregado, ocorre o enfraquecimento da sua aderência na zona de transição (MEHTA; MONTEIRO, 2008).

Silva (2012) cita que a massa específica é inversamente proporcional à porosidade. Naturalmente, os fatores que afetam a porosidade dos componentes do concreto são: forma do agregado, pasta de cimento e zona de transição, os quais são extremamente

importantes para a durabilidade do concreto.

Mehta e Monteiro (2008) relatam que entre as características do agregado graúdo que afetam o módulo de deformação do concreto, a porosidade é a mais importante, uma vez que esta determina a rigidez do concreto. Sabe-se que a rigidez controla a capacidade do agregado em restringir deformações do concreto. Pressupõe-se, então, que agregados mais densos e com alto módulo de deformações resultam em concretos com módulos de deformações maiores.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Forma do agregado graúdo

O estudo sobre a forma do agregado para concreto é um assunto já estudado por pesquisadores como Wadell (1932), Krumbein (1941) e Powers(1953). Estes foram os primeiros a propor um método de classificação para a forma do agregado. Atualmente, existem várias pesquisas sobre a classificação da forma do agregado graúdo, tais como O'Reilly (1998), Fowler (2005), Frazão (2007), Nunes, Marques(2007), Fabro, Gava e Grigoli (2011), Silva(2012), Silva e Geyer (2018) e normas regulamentadoras como British

Standard 812-105.1(BS, 1989), British Standard 812-105.2(BS, 1990); DIN EN 933-3 (1997), DIN EN 933-4(1999), COMMITTEE 213R-87 (ACI, 1999), ABNT 7809 (NBR, 2008), que fazem referência à forma ideal do agregado graúdo para concreto e concreto betuminoso. Existem métodos para a avaliação da forma dos agregados que, basicamente, podem ser definidos em dois processos:

- Método direto, que consiste em fazer medições geométricas sobre cada uma das partículas, a partir de determinar parâmetros (índice de cubicidade, índice de lamelação e índice de alongamento);
- Método indireto, que determina certas propriedades do conjunto de partículas do agregado, seja através de mecanismos que relacionam as dimensões e permitem classificar o grau de cubicidade, seja por meio de índices de frequências de cada tipo de forma ou do conjunto

2.2 Análise da forma do agregado graúdo

Foram analisadas onze normas de diferentes países e oito propostas de pesquisadores, sobre a determinação da forma do agregado graúdo britado, sendo todas para uso em concreto de cimento Portland ou concreto betuminoso.

As normas analisadas são semelhantes e utilizam a relação de suas dimensões para determinar sua forma. Entretanto, diferenciam-se em determinados pontos, como o método direto e indireto e/ou suas relações. No método direto, algumas normas utilizam apenas duas dimensões do agregado (comprimento/espessura) para determinar a sua forma, obtendo-se uma relação das suas dimensões. Outras normas utilizam as três dimensões

do agregado (comprimento/largura e largura/espessura), obtendo-se duas relações de suas dimensões para determinar sua forma. Outro ponto distinto entre as normas é sua razão, ou seja, índice de forma.

NORMAS / PESQUISAS	Uso	Método	FORMA							
			Cúbica	Relação	Alongada	Relação	Lamelar	Relação	Alongada-lamelar	Relação
ABNT 7809 (NBR, 2008)	Concreto	Direto	1	c / e	n.e	n.e	n.e	n.e	> 3	c / e
ABNT 1225 (NBR, 1993)	Concreto	Direto	$\leq 2 \text{ e } \leq 2$	c/l e l/e	$> 2 \text{ e } \leq 2$	c/l e l/e	$> 2 \text{ e } > 2$	c/l e l/e	$\leq 2 \text{ e } > 2$	c/l e l/e
(ABNT MB-894 (NBR, 1989)	Lastro	Direto	$> 0,5 \text{ e } > 0,5$	l/c e e/l	$< 0,5 \text{ e } > 0,5$	l/c e e/l	$> 0,5 \text{ e } < 0,5$	l/c e e/l	$< 0,5 \text{ e } < 0,5$	l/c e e/l
DNER-ME 086 (DNER, 1994)	Conc. Betuminoso	Indireto	$\geq 0,5$	e / c	n.e	n.e	$< 0,5$	e / c	n.e	n.e
EN 933-3 (DIN, 1997)	Concreto	Indireto	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e
EN 933-4 (DIN, 1999)	Concreto	Direto	1	c / e	n.e	n.e	n.e	n.e	> 3	c / e
COMITTEE 213R-87 (ACI, 1999)	Concreto	Direto	n.e	n.e	> 3	c / l	> 3	l / e	> 5	c / e
(ASTM 4791 (D, 2005)	Concreto	Direto	n.e	n.e	> 3	c / l	> 3	l / e	n.e	n.e
(ASTM 5821 (D, 2001)	Concreto	Indireto	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e
British Standard 812-105.1 (BS, 1989)	Concreto	Direto	n.e	n.e	$< 0,6$	e / c	n.e	n.e	n.e	n.e
British Standard 812-105.2 (BS, 1990)	Concreto	Direto	$< 1,8$	c / e	$> 1,8$	c / e	n.e	n.e	n.e	n.e
Powers (1953)	Concreto	Direto	Utilizada para comparar e expressar descritivamente o grau de arredondamento em: muito anguloso, anguloso, sub-anguloso, subarredado, arredondado e bem arredondado							
O'reilly (1998)	Concreto	Indireto	Método físico-matemático O'reilly Diaz, (Método de Dosagem de Concreto de Elevado Desempenho)							
Peterssen et al. (2001)	Conc. Betuminoso	Direto	Cúbica	-	Alongada	-	Disco	-	Lâmina	-
(D'Agostino (2004)	Concreto	Indireto	Utiliza imagens digitalizadas para obter parâmetros: Relação de aspecto = Comprimento do maior eixo / Comprimento do menor eixo							
Fowler (2005)	Concreto	Indireto	Utilizou um diagrama triangular para traçar (profundidade/comprimento) e (comprimento-espessura) / (comprimento-profundidade),							
Mehta e Monteiro (2008)	Concreto	Direto	Arredondada	-	Alongada	-	Angulosa	-	Achatada	-
Fabro, Gava e Grigoli (2011)	Concreto	Indireto	Utiliza o processamento digital de imagens para medir a maior dimensão de cada grão do agregado para calcular o coeficiente de forma do mesmo							
Silva e Geyer (2018)	Concreto	Direto	$< 1,8 \text{ e } < 1,8$	c/e e l/e	$> 1,8 \text{ e } < 2,4$	c/e e l/e	$> 2,4 \text{ e } < 3,0$	c/e e l/e	$> 3,0 \text{ e } > 3,0$	c/e e l/e
Comprimento: c										
Largura: l										

Espessura: e		Obs:
n.e: não consta na norma		A NBR 7225 utiliza o termo quadrática, em vez de alongada-lamelar

Tabela 1 Determinação do índice de forma

Anorma ABNT 7809 (NBR, 2008) utiliza, para concreto hidráulico, a razão entre suas dimensões de 3:1, sendo este valor predominante entre as normas analisadas para uso em concreto. No entanto, a ASTM D 4791 (2005) tem uma aceitação de até 5:1 para agregados britados, tendo uso para concreto hidráulico. Outras normas, como a ABNT 7225 (NBR, 1993) utilizam uma razão de 2:1 para determinação da forma do agregado britado. A norma British Standard 812-105.1 (BS, 1989) determina o índice de achatamento do agregado graúdo como a razão entre suas dimensões espessura/comprimento menor que 0,6. A norma British Standard 812-105.2 (BS, 1990) determina o índice de alongamento, estabelece parâmetros de classificação entre forma cúbica e forma alongada, utiliza a razão entre suas dimensões e define até qual índice é classificado como forma cúbica e a partir de qual índice é classificado como forma alongada.

Método Powers (1953) tradicionalmente é utilizado para comparar e expressar descritivamente o grau de arredondamento em: muito anguloso, anguloso, sub-anguloso, subarredondado, arredondado e bem arredondado. No método O'Reilly (1998), o procedimento consiste em selecionar 20 grãos aleatoriamente de cada fração do agregado a ser analisado, e fotografar a partícula em duas posições, nos eixos a/b e b/c e girando em 90° em relação ao outro, o que equivale a determinar os fatores de 40 medições em cada agregado.

O Método Perersen (2001) analisa a forma do agregado em termos de razão de alongamento, razão de planicidade, fator de forma e esfericidade. Utiliza-se um analisador de imagens, classificando-os em quatro formas: cúbica, alongada, disco e laminar. Método D'Agostino (2004) utilizou imagens digitalizadas para obter parâmetros que caracterizassem a forma do agregado miúdo, a fim de calcular os parâmetros de arredondamento, obtidos a partir de uma equação.

Método Fowler (2005) utiliza um diagrama triangular para traçar profundidade/comprimento, comprimento/espessura e comprimento/profundidade, produzindo um esquema para a especificação da forma combinada e um esquema em forma de diagrama.

Método Mehta e Monteiro (2008) relata que a forma dos agregados diz respeito às características geométricas das partículas, podendo ser classificadas como arredondada, alongada, angulosa ou achatada.

Método Fabro, Gava e Grigoli (2011) utiliza o processamento digital de imagens para medir a maior dimensão de cada agregado para calcular o coeficiente de forma do mesmo. Com o resultado das análises das imagens, obtém-se a maior dimensão do grão, com a qual, baseando-se na norma, pode-se calcular o coeficiente de forma para cada fração,

segundo a equação. Método Silva e Geyer (2018) utiliza as três dimensões de um agregado comprimento/largura e largura/espessura, tendo duas relações de suas dimensões para determinar sua forma. E estabelece critérios e parâmetros para determinar a forma do agregado graúdo britado em: forma cúbica, forma alongada, forma lamelar e forma alongada-lamelar

2.3 Classificação da forma do agregado graúdo

A forma do agregado se refere à sua geometria tridimensional, porém como é difícil representar corpos tridimensionais irregulares, é mais conveniente definir certas características geométricas desses corpos, tais como alongamento, achatamento, cubicidade, esfericidade e angulosidade (NUNES; MARQUES, 2007).

Conforme estudos de Krumbiech (1941), Paraguassu e Frazão (1998), Al-Rousan et al. (2007), Silva e Geyer (2018) e Ueno e Ogawa (2020), os métodos comumente utilizados para determinar a forma dos agregados, se baseiam na medição de dimensões dos fragmentos por meios de linhas imaginárias que definem comprimento, largura e espessura.

Considerando a forma ideal no processo de britagem e as dimensões exatas (imaginando uma forma perfeita), podemos classificar a forma do agregado graúdo segundo a razão de suas dimensões comprimento/espessura e largura/espessura.

A fim de caracterizar adequadamente a forma de um agregado graúdo, é necessário as informações de três dimensões da partícula: maior dimensão (comprimento), dimensão intermediária (largura), e menor dimensão (espessura). As formas equidimensionais são índices que são expressos em termos de três dimensões.

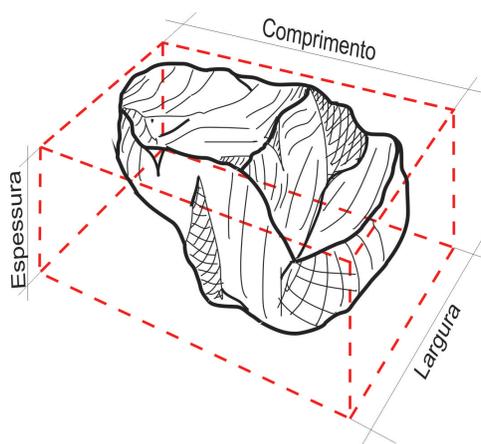


Figura 1 Projeção da forma ideal da partícula sobre a verdadeira

Forma	Razão	Índice
Cúbica	$c/e < e/l/e <$	1,8
Alongada	$c/e > e/l/e <$	1,8
Lamelar	$c/e > e/l/e >$	2,4
Alongada-Lamelar	$c/e > e/l/e >$	3,0

Tabela 2 Índice de forma do agregado graúdo

2.4 Módulo de elasticidade do concreto

O ensaio prescrito pela ABNT 8522 (NBR, 2008) determina que o módulo de elasticidade inicial (E_{ci}) é obtido relacionando tensão e deformação do corpo de prova feito por uma amostra do concreto empregado. Neste caso, o corpo de prova cilíndrico é de 15x30 cm. Segundo o procedimento desta norma, deve-se inicialmente romper dois corpos de prova com o intuito de se obter a resistência à compressão (F_c). Obtendo-se o valor da resistência à compressão estimada, determinam-se os níveis de carregamento para o cálculo das deformações em mais três corpos de prova. O Gráfico 2 apresenta a forma e a intensidade do carregamento aplicado.

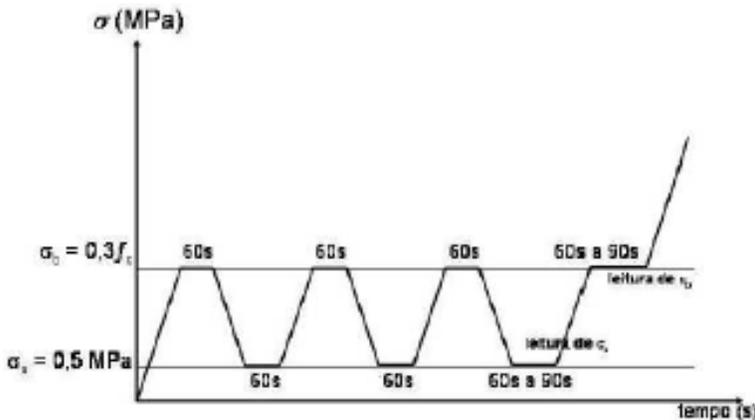


Gráfico 1 Carregamento para determinação do módulo de elasticidade ABNT 8522 (NBR, 2008)

O Gráfico 5 representa, esquematicamente, o carregamento para determinação do módulo de elasticidade ABNT 8522 (NBR, 2008), após as leituras das deformações e tensões aplicadas, e utiliza a Equação 1 no cálculo de E_{ci} .

Equação 1 Determinação do módulo de elasticidade

$$E_{ci} = (s_b \square s_a) (e_b \square e_a) x 10^3$$

Onde:

S_b = Tensão maior em Mega Pascal ($S_b = 0,3fc$);

S_a = Tensão menor em Mega Pascal ($S_a = 0,5 \text{ MPa}$);

e_b = Deformação específica média dos corpos de prova ensaiados sob a tensão maior;

e_a = Deformação específica média dos corpos de prova ensaiados sob a tensão menor.

3 | INFLUÊNCIA DA FORMA DO AGREGADO GRAÚDO NO CONCRETO

3.1 Trabalhabilidade do concreto

A forma do agregado graúdo é importante do ponto de vista geológico. Durante a britagem de partículas, a grosso modo equidimensionais (também chamadas cúbicas ou esféricas) devem ser geradas mais do que partículas alongadas e lamelares. Estas últimas são fracas e elas podem algumas vezes ser quebradas com os dedos e tendem a produzir misturas ásperas, exigindo água adicional ou superplastificante para a trabalhabilidade desejada (AÏTCIN, 2000).

A trabalhabilidade do concreto é a maior ou menor facilidade com que eles podem ser lançados e adensados, envolvendo eficazmente as armaduras, e preenchendo perfeitamente os moldes, sem deixar vazios, os maiores dos quais são denominados ninhos. No entanto, esta trabalhabilidade tão desejada pode ser prejudicada quando a quantidade de formas lamelares presentes em uma amostra excede um limite tolerável, comprometendo assim as propriedades mecânicas do concreto, tanto no estado fresco, quanto endurecido.

Segundo Frazão (2007), agregados com graus mais elevados de cubicidade apresentam resistência mais elevada e propiciam melhor trabalhabilidade do concreto de cimento Portland.

Estudos de Jamkar e Rao (2004) grading, shape and surface texture have significant influence on the properties of concrete, both in fresh and hardened state. Specifications in various codes, on concrete mix proportioning, regarding size and grading of the aggregate are much clear than their counterparts regarding shape and surface texture, which is broadly classified into angular/crushed and rounded/uncrushed. The lack of quantitative definition of aggregate particle shape and surface texture often leads to inconsistent results, and requirement of number of trials for achieving desirable properties of concrete. Index of Aggregate Particle Shape and Texture (IAPST) indicam que a influência das propriedades do agregado na trabalhabilidade e resistência mecânica diminuem com o aumento da quantidade de cimento. Os agregados alongados em comparação aos agregados com forma cúbica tendem a quebrar-se ao longo de seu eixo, devido a sua esbeltez. Assim, a forma do agregado afeta a resistência do concreto e sua vida útil (FOWLER, 2005).

3.2 Porosidade e permeabilidade do concreto

Segundo Petersen et al. (2001a), Jamar e Rao (2004) grading, shape and surface texture have significant influence on the properties of concrete, both in fresh and hardened state. Specifications in various codes, on concrete mix proportioning, regarding size and grading of the aggregate are much clear than their counterparts regarding shape and surface texture, which is broadly classified into angular/crushed and rounded/uncrushed. The lack of quantitative definition of aggregate particle shape and surface texture often leads to inconsistent results, and requirement of number of trials for achieving desirable properties of concrete. Index of Aggregate Particle Shape and Texture (IAPST, Mehta e Monteiro (2008), partículas de formas equidimensionais são geralmente preferíveis, ao invés de partículas planas ou alongadas, para uso como agregados em concreto. A razão disto é que apresentam menos área de superfície por unidade de volume e geralmente produzem melhor empacotamento das partículas. As partículas lamelares produzem uma mistura com baixa trabalhabilidade com determinado teor de água, o que leva à compactação pobre e um alto conteúdo de vazios, resultando em baixa resistência e durabilidade.

Os agregados contendo partículas lamelares e alongadas são prejudicados, porque estes elementos dificultam o adensamento do concreto, impedindo a interpenetração das partículas em seu empacotamento, diminuindo sua trabalhabilidade, aumentando sua porosidade e, conseqüentemente, aumentando sua permeabilidade.

As partículas irregulares têm influência negativa nas propriedades do concreto. Os agregados graúdos irregulares provocam acúmulo de água, aparecimento de bolhas e, conseqüentemente, um aumento na porosidade do concreto, o que provoca baixa resistência e diminui a vida útil da estrutura de concreto.

As partículas lamelares e alongadas são frágeis e facilmente quebráveis, prejudicando a obtenção de maiores resistências no concreto. Além disso, a angulosidade acentuada das partículas provoca o aumento no consumo de água necessária para uma dada trabalhabilidade. Por fim, com o aumento no tamanho e quantidade de partículas lamelares associadas a um acúmulo de água próximo à superfície do agregado, **há o** enfraquecimento da aderência na zona de transição (MEHTA; MONTEIRO, 2008), (SILVA, 2012).

3.3 Resistência do concreto

Deve-se atentar para o fato de que a forma das partículas britadas varia de acordo com o seu tamanho. Grãos menores, em geral, são mais alongados. Para os agregados graúdos, deve-se dar preferência à forma equidimensional. Partículas que se distanciam dessa forma tendem a ter maior área superficial. Partículas alongadas ou lamelares tendem a se acomodar segundo um plano e se rompem em flexão quando compactadas, funcionando como pequenas vigas bi-apoiadas sobre outras partículas (NUNES; MARQUES, 2007).

Quando uma partícula é submetida a esforços mecânicos superiores à sua

resistência, a ruptura leva a propagação de trincas já existentes e a iniciação de novas trincas em seu interior, o que causa a fragmentação da partícula. Os esforços mecânicos aplicados podem ser normais (compressão ou tração) ou tangenciais (cisalhamento). A resposta de qualquer sólido à aplicação de tais esforços se dá na forma de deformações, as quais podem ser classificadas como elásticas e inelásticas (HONÓRIO, 2010).

Segundo Fowler (2005), as partículas lamelares ou planas, orientadas na vertical, podem causar uma fraqueza estrutural na compressão e também diminuir a resistência do concreto.

Segundo Neville (1997), tanto a forma, quanto a textura do agregado exercem forte influência sobre a resistência à compressão do concreto, principalmente nas primeiras idades e o efeito da forma e da textura é mais significativo em concretos de alta resistência. Ao mantermos a mesma mineralogia do agregado, os concretos com agregados de superfície mais rugosa, tendem a apresentar maior resistência que os concretos com agregados de superfície mais lisa e arredondadas. A forma equidimensional tem como características alta quantidade de arestas, que apresentam maior aderência entre pasta de cimento/agregado e, conseqüentemente, maior compacidade.

4 | METODOLOGIA

4.1 Classificação da forma do agregado graúdo para concreto

Este trabalho apresenta um estudo sobre a influência da forma do agregado graúdo britado e sua relação com o módulo de elasticidade do concreto.

Como metodologia da pesquisa, foram utilizados parâmetros estabelecidos por normas nacionais e internacionais, além de outras referências que estabeleceram diretrizes para a classificação da forma do agregado graúdo britado. Com base nessas referências, estabeleceram-se critérios e parâmetros para determinar a forma do agregado graúdo britado em 4 (quatro) categorias: forma *cúbica*, forma *alongada*, forma *lamelar* e forma *alongada-lamelar*, conforme método proposto por Silva e Geyer (2018).



Figura 2 Forma cúbica e alongada do agregado graúdo



Figura 3 Forma lamelar e alongada-lamelar do agregado graúdo

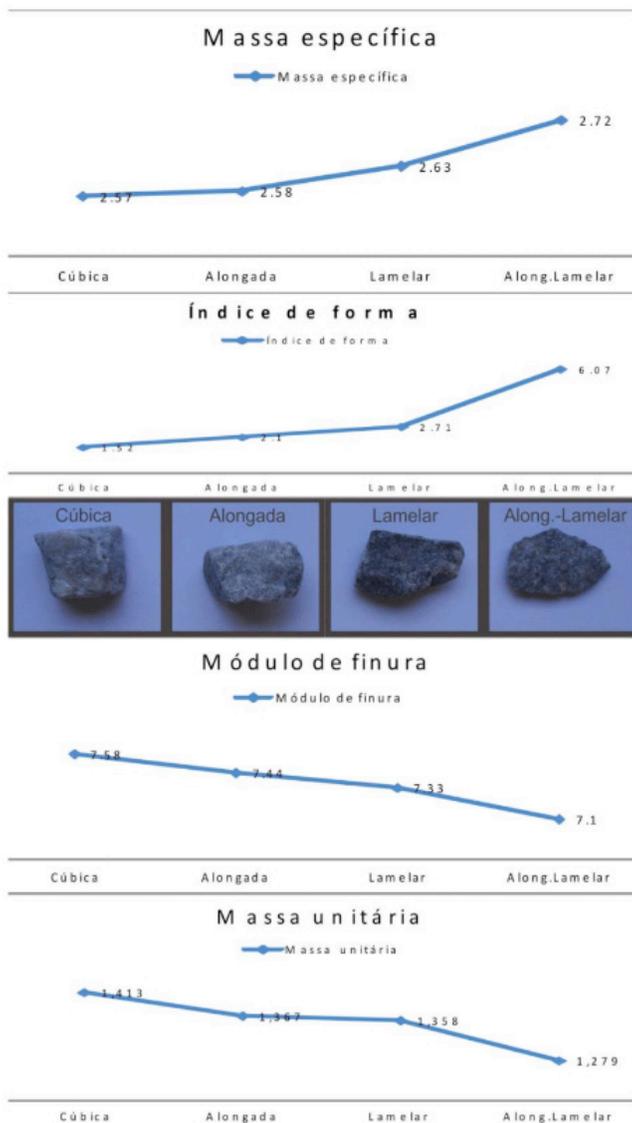


Gráfico 2 Gráfico comparativo da forma do agregado.

No Gráfico 1 são apresentados os resultados dos ensaios em forma de gráficos para a forma cúbica, forma alongada, forma lamelar e forma alongada-lamelar. Segundo os resultados, o índice de forma e massa específica aumenta com a irregularidade do agregado graúdo e, a massa unitária, ou módulo de finura, diminui com o aumento da irregularidade do agregado graúdo.

Amostra -10 kg - Brita I				
Forma	n° de Partículas	Índice	Peso (kg)	%
Cúbica	C331	1,52	3,35	33,50%
Alongada	A363	2,10	3,11	31,10%
Lamelar	L204	2,71	1,61	16,10%
Alongada-Lamelar	AL365	6,07	1,93	19,30%
TOTAL	1.263 (Partículas)	3,20	10,00	100,00%

Tabela 3 Porcentagem das formas

Na Tabela 3 são apresentadas as porcentagens que compreendem cada forma do agregado, em uma determinada amostragem. Após a classificação e separação dos agregados em quatro categorias (formas cúbica, alongada, lamelar e alongada-lamelar) pelo método proposto, as mesmas foram submetidas a ensaios para uma melhor compreensão de suas características, tais como granulometria, massa específica, massa unitária, módulo de finura e índice de forma, conforme Tabela 4 e Gráfico 1.

Ensaio	Cúbica	Alongada	Lamelar	Alongada-Lamelar
Módulo de finura	7,58	7,44	7,33	7,10
DMC (mm)	25	25	25	25
Massa unitária (kg/dm ³)	1,413	1,367	1,358	1,279
Massa específica (kg/dm ³)	2,57	2,58	2,63	2,72
Índice de forma	1,52	2,10	2,71	6,07

Tabela 4 Ensaio dos agregados.

Esta parte do programa experimental teve como propósito classificar e separar as partículas em quatro categorias, tendo como parâmetros a Tabela 2, que analisa a proporção entre suas dimensões, comprimento, largura e espessura.

5 I PROGRAMA EXPERIMENTAL

5.1 Produção dos concretos

Todo o programa experimental incluiu a dosagem, moldagem dos corpos-de-prova e ensaios mecânicos, que foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção da EEC/UFG. Foram moldados, para a realização dos ensaios experimentais, corpos-de-prova cilíndricos 10x20 cm para o ensaio de resistência à compressão, tração diametral e módulo de elasticidade 15x30 cm.

Foram definidos 12 traços, divididos em quatro formas, sendo um traço com a forma cúbica, forma alongada, forma lamelar e forma alongada-lamelar, totalizando 132 corpos de prova. Para a produção dos traços, se fixou o Abatimento do Tronco de Cone de Abrams em 9 ± 1 cm, sem o uso de aditivo.

Foi definido em laboratório o teor de argamassa da forma cúbica (alfa em 0,52). Conforme o índice de forma do agregado aumenta e, conseqüentemente, a irregularidade do agregado graúdo, variou-se o teor de alfa em + 0,01 para cada forma, para o traço de forma alongada estabelecemos o teor de argamassa (alfa em 0,53), forma lamelar (alfa em 0,54) e forma alongada-lamelar (alfa em 0,55). Este procedimento foi necessário para se manter o mesmo acabamento nos concretos com diferentes agregados.

Forma/Agregado	Traço 1:3,5	Traço 1:5	Traço 1:6,5
Cúbica	C-I	C-II	C-III
Alongada	A-I	A-II	A-III
Lamelar	L-I	L-II	L-III
Alongada-lamelar	AL-I	AL-II	AL-III

Tabela 5 Legenda dos traços

Forma Cúbica						Forma Lamelar					
Traço	Cimento	Areia grossa	Brita 1	Água	Cimento (kg/m³)	Traço	Cimento	Areia grossa	Brita 1	Água	Cimento (kg/m³)
3,5	1	1,34	2,16	0,426	473,7	3,5	1	1,43	2,07	0,458	466,3
5	1	2,12	2,88	0,544	355,8	5	1	2,24	2,76	0,58	351,1
6,5	1	2,9	3,6	0,657	285,3	6,5	1	3,05	3,45	0,735	278,9

Forma Alongada						Alongada-Lamelar					
Traço	Cimento	Areia grossa	Brita 1	Água	Cimento (kg/m³)	Traço	Cimento	Areia grossa	Brita 1	Água	Cimento (kg/m³)
3,5	1	1,385	2,115	0,445	469,3	3,5	1	1,475	2,025	0,468	464,0
5	1	21,8	2,82	0,556	354,2	5	1	2,3	2,7	0,598	348,8
6,5	1	2975	3,525	0,714	280,6	6,5	1	3,125	3,375	0,785	274,9

Tabela 6 Dosagens dos traços de concreto para cada forma

As confecções dos concretos seguiram a seguinte sequência na colocação dos materiais na betoneira: brita I + areia + 30% de água → 30s betoneira ligada + cimento e adição de água aos poucos, até a consistência desejada. A trabalhabilidade foi avaliada pelo Abatimento do Tronco de Cone de Abrams, que foi fixado em 9 ± 1 cm.



Figura 4 Mistura dos materiais.



Figura 5 Abatimento do tronco de cone de Abrams.

Foi utilizado o método EPUSP-IPT como método de dosagem para a produção dos concretos com forma *cúbica, alongada, lamelar e alongada-lamelar*. E foram realizados os ensaios à compressão simples e tração por compressão diametral para os concretos produzidos aos 7, 14 e 28 dias e ensaio de módulo de elasticidade aos 28 dias.



Figura 6 Ensaio à Compressão.



Figura 7 Ensaio à Tração Diametral.



Figura 8 Ensaio Módulo.

6 | RESULTADOS

Ensaio do Módulo de elasticidade de corpos de prova cilíndricos de 15x30 cm foram rompidos aos 28 dias, conforme procedimentos prescritos pela norma ABNT 8522 (NBR, 2008). Utilizou-se um capeamento superficial em enxofre com o objetivo de regularizar a

superfície do corpo de prova cilíndrico para rompimento na prensa. A Tabela 5, Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8 apresentam os resultados dos ensaios do módulo de elasticidade dos concretos produzidos com suas respectivas formas.

Corpos de provas		MPa	GPa	Média GPa
Traço C I	C I - 01	34,1	22,6	23,3
	C I - 02	36,7	26,3	
	C I - 03	33,1	21,1	
Traço C II	C II - 04	25,5	27,2	28,4
	C II - 05	25,3	29,8	
	C II - 06	25,2	28,2	
Traço C III	C III - 07	18,1	35,9	37,5
	C III - 08	18,3	41,5	
	C III - 09	18,1	35,1	

Tabela 7 Resultado do traço com forma cúbica

Corpos de provas		MPa	GPa	Média GPa
Traço A I	A I - 01	35	23,1	25,1
	A I - 02	35,7	26,8	
	A I - 03	37,1	25,1	
Traço A II	A II - 04	25,5	28,2	26,3
	A II - 05	25,6	27,7	
	A II - 06	22,2	22,9	
Traço A III	A III - 07	16,6	35,9	35,4
	A III - 08	16,6	33,6	
	A III - 09	17,1	36,7	

Tabela 8 Resultado do traço com forma alongada

Corpos de provas		MPa	GPa	Média GPa
Traço L I	L I - 01	30,6	17,9	21,8
	L I - 02	31,3	24,3	
	L I - 03	31,1	23,2	
Traço L II	L II - 04	21,8	31,6	27,4
	L II - 05	22	35,5	
	L II - 06	22	25,1	
Traço L III	L III - 07	15,5	34,3	39
	L III - 08	14,5	45,1	
	L III - 09	15,9	37,5	

Tabela 9 Resultado do traço com forma lamelar

Corpos de provas		MPa	GPa	Média GPa
Traço AL I	AL I - 01	28,5	22,2	19,7
	AL I - 02	30	17,9	
	AL I - 03	24,3	19	
Traço AL II	AL II - 04	21	29,8	32,8
	AL II - 05	18,5	33,6	
	AL II - 06	19,4	35,1	
Traço AL III	AL III - 07	12	43,9	44,3
	AL III - 08	12,5	42,7	
	AL III - 09	12	46,4	

Tabela 10 Resultado do traço com forma Alongada-lamelar

Conforme o aumento no teor de argamassa dos traços, se faz necessário um acréscimo na relação água/aglomerante para manter a mesma trabalhabilidade. O concreto com forma alongada-lamelar apresentou um maior consumo de água, comparado com as outras formas, para manter a trabalhabilidade desejada para o estudo. Os Gráficos 3, 4, 5 e 6 apresentam a relação a/c dos traços de concreto produzidos com forma cúbica e forma alongada-lamelar.

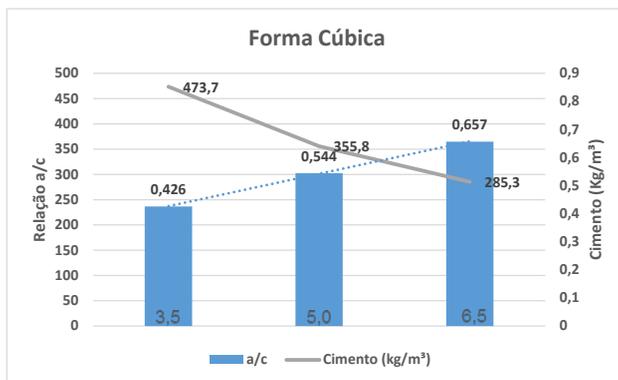


Gráfico 3 Relação entre a/c da forma cúbica

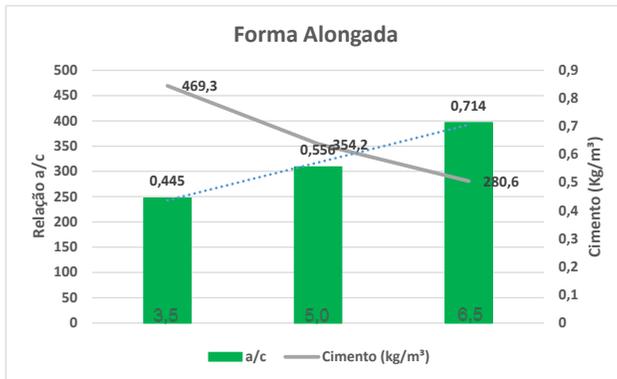


Gráfico 4 Relação entre a/c da forma alongada

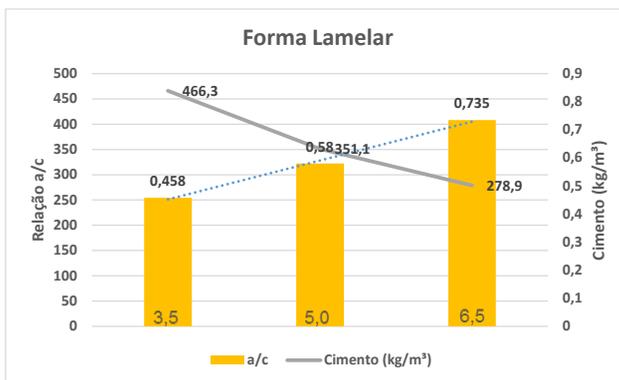


Gráfico 5 Relação entre a/c da forma lamelar

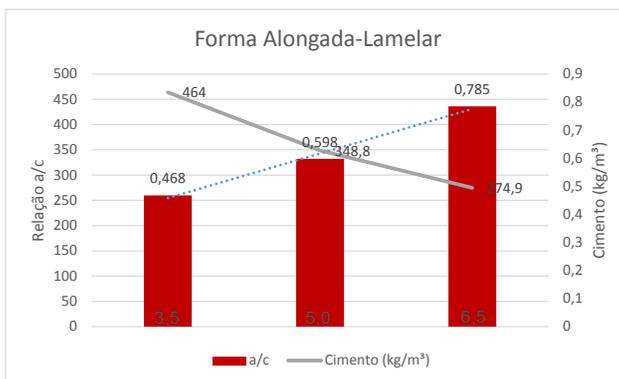


Gráfico 6 Relação entre a/c da forma alongada-lamelar

Analisando-se os resultados dos ensaios, observa-se que com o acréscimo da relação a/c, houve um aumento no módulo de elasticidade dos concretos e um decréscimo

na resistência à compressão. A Tabela 5 demonstra que uma maior relação a/c tem como resultado uma menor resistência à compressão.

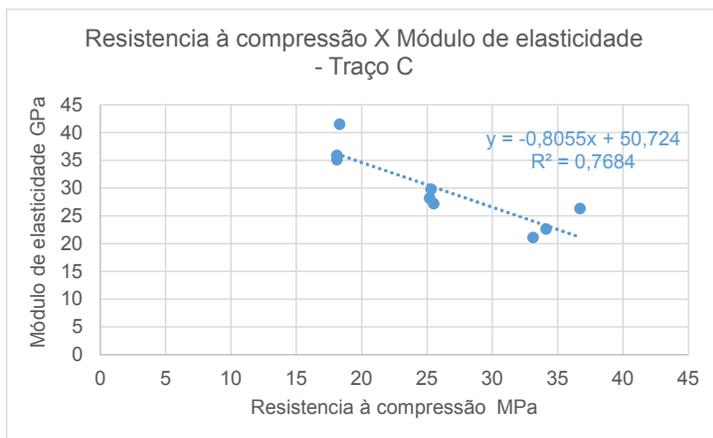


Gráfico 7 Relação entre resistência à compressão e módulo de elasticidade da forma cúbica aos 28 dias

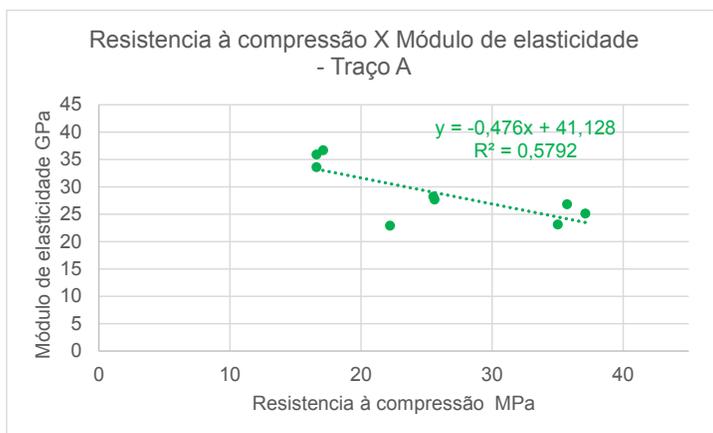


Gráfico 8 Relação entre resistência à compressão e módulo de elasticidade da forma alongada aos 28 dias

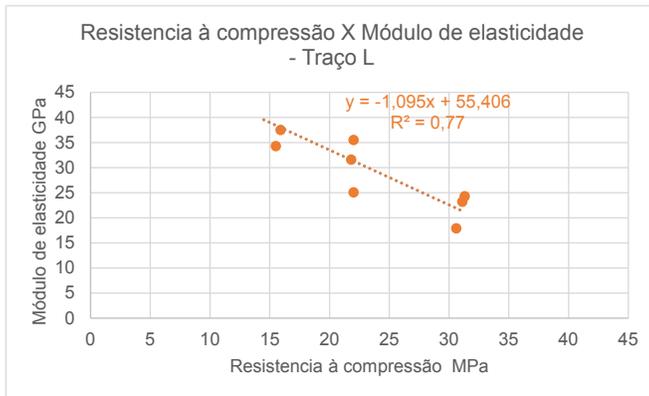


Gráfico 9 Relação entre resistência à compressão e módulo de elasticidade da forma lamelar aos 28 dias

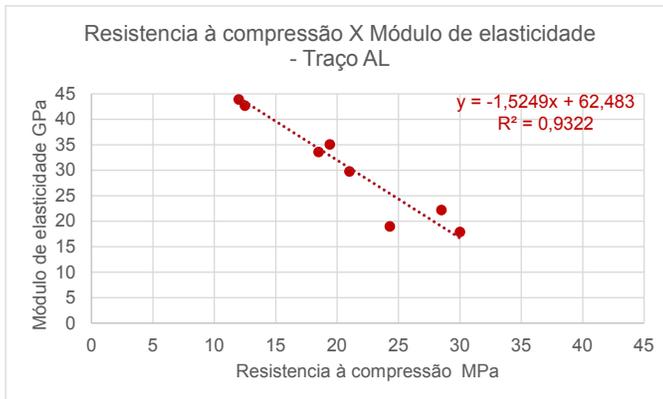


Gráfico 10 Relação entre resistência à compressão e módulo de elasticidade da forma alongada-lamelar aos 28 dias

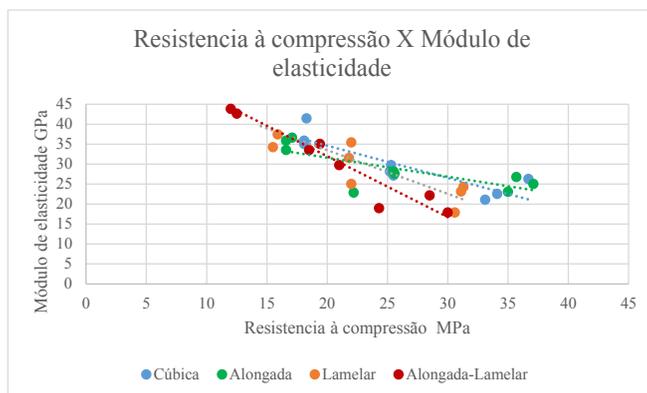


Gráfico 11 Comparativo entre resistência à compressão e módulo de elasticidade das formas cúbica, alongada, lamela e alongada-lamelar aos 28 dias

7 | ANÁLISE E DISCUSSÕES

A forma equidimensional “forma cúbica” possibilita baixa porosidade, menor consumo de cimento, melhores propriedades mecânicas, maior durabilidade do concreto, maior fluidez e economicidade. Isabel (2005) sugere a determinação da razão entre a maior e a menor dimensão da partícula, e seus dados experimentais indicam que, quando a maior parte das partículas tem uma razão menor do que 3:1, a forma das partículas tem pouca influência na qualidade do concreto. A resistência do concreto é afetada se mais de 50% das partículas tiverem uma relação de 5:1, o que pode provocar baixa compactação e elevado índice de vazios, resultando em baixa resistência e menor durabilidade do concreto.

Alguns pesquisadores fazem referência do índice de partículas lamelares, as quais podem ocasionar perda da qualidade do concreto. Segundo Neville (1997), é indesejável a presença de mais de 15% de partículas irregulares no concreto. As partículas indesejadas devem ser evitadas ou limitadas a, no máximo, 15% em massa (ISABEL, 2005). A resistência do concreto é afetada se mais de 50% das partículas tiverem uma relação de 5:1, o que as classifica, segundo a Tabela 1, como forma alongada-lamelar, o que pode provocar baixa compactação e elevado índice de vazios, resultando em baixa resistência e menor durabilidade do concreto.

Os concretos produzidos com agregado com baixo índice de forma (cúbica e alongada) apresentaram alta resistência à compressão e baixo módulo de elasticidade. A forma equidimensional dos agregados permitiu uma maior compactação entre agregado e pasta de cimento, que somado a baixa relação a/c , provocou baixa porosidade do concreto, elevando sua resistência à compressão. Esse fator produz uma micro estrutura com quantidades e diâmetros de poros menores, o que acarreta em menor deformação do concreto.

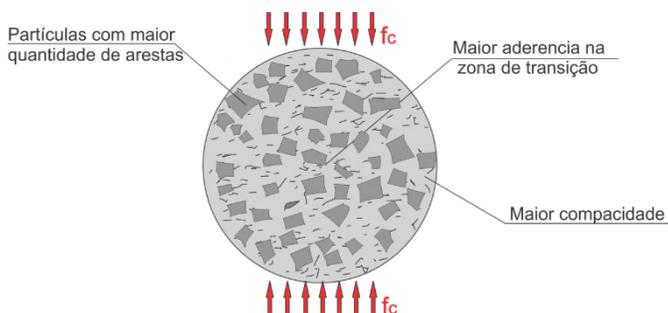


Figura 9 Detalhe esquemático do empacotamento do agregado com forma cúbica e alongada

A figura 9 apresenta um detalhamento esquemático do arranjo entre agregado e pasta de cimento, ocasionado pelas partículas cúbicas.

Os concretos produzidos com agregados com formas irregulares (lamelar e Alongada-lamelar) produzem maiores índices de vazios, tornando-se concentradores de tensões e permitindo que o concreto trabalhe quando sujeito a esforços. Porém, isto os torna mais frágeis, rompendo a baixa resistência.

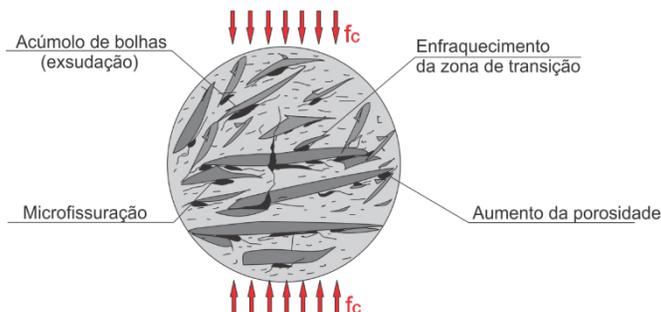


Figura 10 Detalhe esquemático do empacotamento do agregado alongado-lamelar

A figura 10 apresenta o detalhe esquemático do arranjo entre agregado e pasta de cimento ocasionado pelas partículas irregulares.

Segundo Mehta e Monteiro (2008), a água de exsudação interna tende a se acumular em torno das partículas irregulares. Nessas regiões, a zona de transição na interface pasta-agregado tende a ser fraca e com grande tendência à microfissuração. Estas interpretações podem ser observadas nos resultados do concreto produzido com formas lamelares e alongada-lamelar, nas quais o alto índice de irregularidade e o alto consumo de cimento estão presentes.

8 | CONCLUSÃO

A Elasticidade descreve materiais que retornam à sua forma de repouso depois que tensões aplicadas são removidas. Já a plasticidade descreve materiais que se deformam permanentemente após uma tensão aplicada, superando um determinado limite de elasticidade deste material. Tem-se como objeto o concreto, que é um material heterogêneo, logo, o que determina o seu comportamento elástico são a fração volumétrica, a densidade e o módulo dos principais componentes, além das características da zona de transição na interface da micro estrutura do concreto. Uma vez que a densidade é inversamente proporcional à porosidade, naturalmente, os fatores que afetam a porosidade do concreto são relacionados às características do agregado, relação a/c , pasta de cimento e micro estrutura do concreto. No concreto, a relação direta entre resistência e módulo de elasticidade advém do fato de que ambos são afetados pela porosidade das faces constituintes, porém não no mesmo grau.

As formas irregulares funcionam como barreiras, dificultando a mobilidade da pasta de cimento, devido ao seu alto índice de área superficial, característica da forma alongada-lamelar. Esta forma é considerada indesejada para o concreto, tendo índice $> 3,0$ c/e, que em porcentagem superior a 50% de uma amostragem podem provocar queda de qualidade do concreto, como no caso do concreto de forma alongada-lamelar com 100% dos agregados graúdos com índice de 6,07 c/e.

O concreto com agregado de formas irregulares (lamelar e alongada-lamelar) produzem maiores índices de vazios ocasionados pelo aumento da relação a/c. Esses vazios permitem uma maior elasticidade do concreto, funcionando como concentradores de tensões, permitindo que o concreto trabalhe quando sujeitos a esforços, porém isso os torna mais frágeis, rompendo-se a baixa resistência.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7225 - **Materiais de pedra e agregados naturais**, Terminologia, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT 7809 - Agregado graúdo - **Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro** - Método de ensaio - Rio de Janeiro, 2008a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT 8522 - Concreto - **Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão** - Rio de Janeiro, 2008b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT MB-894 - Lastro-parão - **Determinação da forma do material, método de ensaio** - Rio de Janeiro - RJ, 1989.

ACI COMMITTEE 213R-87. **Guide for Structural Lightweight Aggregate Concrete** - 1999.

AÏTCIN, P. C. **Concreto de alto desempenho**. Tradução de Geraldo G. Serra. p. 667, 2000.

AL-ROUSAN, T. et al. **Evaluation of image analysis techniques for quantifying aggregate shape characteristics**. Construction and Building Materials, v. 21, n. 5, p. 978–990, maio 2007.

American Society for Testing and Materials D 5821 - **Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate** - ASTM 2001.

American Society for Testing and Materials D 4791 - **Standard Test Method for Flat and Elongate Particles in Coarse Aggregates** - ASTM 2005.

British Standard 812-105.1. Testing aggregates: **Methods for determination of particle shape - Flakiness index**, 1989.

British Standard 812-105.2. Testing aggregates — Part 105: **Methods for determination of particle shape — Section 105.2 Elongation index of coarse aggregate**, 1990.

D. W. FOWLER. **Determination of aggregate shape properties using x-ray tomographic methods and the effect of shape on concrete rheology.** The University of Texas at Austin, 2005.

D'AGOSTINO, L. Z. **Uso de finos de pedraira no preparo de argamassas de assentamento.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

European Committee For Standardization - DIN EN 933-3. **Tests for geometrical properties of aggregates - Part 3: Determination of particle shape - Flakiness index,** 1997.

European Committee For Standardization - DIN EN 933-4. **Tests for geometrical properties of aggregates - Part 4: Determination of particle shape - Shape index,** 1999.

DNER-ME 086/94 Agregado – **determinação do índice de forma, Método de Ensaio,** Norma Rodoviária - Rio de Janeiro - RJ, 1994.

FABRO, F.; GAVA, G.; GRIGOLI, H. **Influence of fine aggregates particle shape in concrete performance.** Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 4, n. 2, p. 191–212, 2011.

FRAZÃO, E. B. Tecnologia para produção e utilização de agregados: **Agregados para Construção Civil no Brasil.** 2007.

HONÓRIO, O. **ESTUDO DE AUMENTO DE CAPACIDADE DA PLANTA DE BRITAGEM DA USINA I DE GERMANO.** 2010.

ISABEL, M, G, F. **Caracterização petrográfica, química e física de agregados graníticos em concreto: estudo de caso de obra.** Faculdade de Ciência da Universidade de Porto, 2005.

JAMKAR, S. S.; RAO, C. B. K. **Index of Aggregate Particle Shape and Texture of coarse aggregate as a parameter for concrete mix proportioning.** Cement and Concrete Research, v. 34, n. 11, p. 2021–2027, nov. 2004.

M. C. POWERS. **A New Roundness Scale for Sedimentary Particles.** SEPM Journal of Sedimentary Research, v. Vol. 23, n. 2, p. 117–119, 1953.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais.** In: 3ª ed. ed. São Paulo - SP: Editora Pini, 2008. p. 573.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto.** 2ª ed. Pin ed. São Paulo, 1997.: [s.n.].

NUNES, M. F.; MARQUES, E. P. **Agregados para a construção civil: Materiais de construção civil e princípios da ciência e eng. de materiais.** v. 01 p. 481–524.

O'REILLY, V. A. **Método de dosagem de concreto de elevado desempenho.** In: TRADUÇÃO: AVELINO A. DE PÁDUA, L. T. S. E N. D. B. (Ed.). . Pini ed. São Paulo - SP: 1998, 1998.

PARAGUASSU, A. B.; FRAZÃO, E. B. **Materiais Rochosos para Construção.** Associação Brasileira de Geologia de Eng. Ambienta, v. Único, n. São Paulo, p. 331- 342., 1998.

PETERSEN, D. et al. **Coarse Aggregate Shape and Size Properties Using a New Image Analyzer.** Journal of Testing and Evaluation, v. 29, n. 5, p. 461, 2001a.

PETERSEN, R. et al. **Quantification of Coarse Aggregate Shape and Its Effect on Engineering Properties of Hot-Mix Asphalt Mixtures.** Journal of Testing and Evaluation, v. 29, n. 6, p. 513, 2001b.

SILVA, D. DE A. E. **Estudo da Influência do Índice de Forma do Graúdo nas Propriedades Mecânicas do Concreto.** Dissertação de (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, 2012.

SILVA, D. DE A.; GEYER, L. B. **Análise e classificação da forma do agregado graúdo britado para concreto.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 05, n. 12, p. 18–28, 2018.

UENO, A.; OGAWA, Y. **Influence of coarse aggregate shape on optimum fine to total aggregate ratio using a virtual voids-ratio diagram in concrete compaction.** Cement and Concrete Composites, v. 106, 1 fev. 2020.

W. C. KRUMBEIN. **Measurement and Geological Significance of Shape and Roundness of Sedimentary Particles.** SEPM Journal of Sedimentary Research, v. Vol. 11, n. 2, p. 64–72, 1941.

WADELL, H. **Volume, Shape, and Roundness of Rock Particles.** The Journal of Geology, v. 40, n. 5, p. 443–451, 1932.

IMPERIAL BLUE QUARTZITE CHARACTERIZATION PURPOSING THE REMOVAL OF STAINS IN NATURA

Data de aceite: 01/09/2020

Data da submissão: 04/08/2020.

Juliano Tessinari Zagôto

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus
Nova Venécia
Nova Venécia – Espírito Santo
<https://orcid.org/0000-0002-2878-4615>

Rogério Danieletto Teixeira

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus
Nova Venécia
Nova Venécia – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/9949772398048843>

Bruno do Vale Miotto

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus
Nova Venécia
Nova Venécia – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/5537464122676675>

Bárbara Gonçalves Rocha

Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri – Campus Janaúba
Janaúba – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7316107942989770>

ABSTRACT: The blue quartzite of the *Serra do Espinhaço*, Northern of Bahia is marketed under different commercial names, such as: “Azul Imperial”, “Azul Boquira” and “Azul Macaúbas”. The bluish color, which generates the exotic features to the rock, comes from the minerals rich in boron, mainly the dumortierite. This ornamental stone has high market value and, currently, has

a great demand for this type of rock, mainly for export. However, in some portions of this stone pit, there are stain spots of yellowish to reddish tons that cause the final price of the benefited rock (slabs) to lose up to 40% of its market value. Thus, the purpose of this work aims to characterize this material in order to identify the minerals that cause the stains and provide a chemical treatment capable of returning the market value to the rock. For this purpose, characterization tests were used, such as: petrographic description of rock samples, X-ray fluorescence (FRX) and X-ray diffraction (XRD). Analyzes showed a presence of minerals containing Iron (Fe), Aluminum (Al) and Titanium (Ti), possible causes of such changes in rock coloration.

KEYWORDS: Ornamental stones; Technological characterization; Quartzite; Removal; Stains.

1 | INTRODUCTION

Ornamental stones according to the standards of ABNT – Brazilian Association of Technical Standards (2013), ornamental rocks constitute material natural stone used in internal and external claddings, structures, architectural composition, decoration, furniture and funerary art. These rocks are composed by certain properties to be used as cladding in various applications: floors, walls, countertops, sinks, counters, tables, etc. For a rock to be considered ornamental, two basic requirements must be obeyed:

- Present aesthetic (ornamental) beauty, a continuous pattern, that is, they must be homogeneous (without patches or holes occurring irregularly);
- Contain technological characteristics, physical indexes, alterability indexes within the standards acceptable by the technical standards.

The main types of rocks used as ornamental are marbles (metamorphic rocks) and granites (igneous plutonic rock). This predominant classification in the market is rather generic, and generally, does not correspond to the geological classification of the rock. Currently, in the interior of Brazil, other types of rocks are being exploring, such as quartzites, slates (metamorphic rocks from sedimentary protolithic), basalts (igneous volcanic rock) and conglomerates (sedimentary rocks).

The chromatic pattern is the main attribute considered for the commercial qualification of an ornamental rock and commercially the main ornamental rock groups are the granites and marbles.

One of the characteristics that stand out in the choice of ornamental cladding is its beauty. However, some minerals, when weathered, can cause changes in the desired beauty pattern by decreasing considerably its economic value, as in the case of the imperial blue quartzite, object of this research.

In addition to the desirable aesthetic part for ornamental and cladding rocks, the selection and use of materials should take into account their characteristic that reflects the physical-mechanical behavior of the rocks in the normal conditions of use, allowing the diagnosis of visual pathologies due to inadequate selection and application of materials.

Mattos (2000) presents in Table 1 the pathologies found in rocks and its aesthetic consequences.

DEFECT	CAUSE	CONSEQUENCE	PREVENTION	REPAIR
Rust and reddish spots	Slabs with remains of steel grit or in touch with substances containing Iron and water	Oxidation of Iron or Steel grit and absorption by the rock	Deep Cleaning on each slab and waterproofing the slabs in contact with Iron	Use of Special products for removal (It depends of spot intensity)
Rust and reddish spots	Rock with Iron minerals	Minerals with rusty Iron	Discard this type of rock	None.

Table 1 - Pathologies, causes, consequences, prevention and repair in ornamental rocks.

Note: A selection of faulty slabs, out of the chromatic pattern or out of size and thickness must be performed at the time of unloading of the plates.

2 | MATERIALS AND METHODS

The research carried out, from the point of view of its nature, can be classified as applied, because it aims to find out a methodology for the removal of spots in the imperial blue quartzite, from a demand of a rock company of the city of Nova Venécia / ES.

The approach to the proposed problem was quantitative, since the methane sulphonic acid in the rock in question over a period of 216 hours. From the point of view of their objectives, this was an explanatory type of research, since was intended to identify and relate methanesulfonic acid ($\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H}$ - 7 – 10%) to exposure time. As for the technical procedures used, it was experimental research, because the variables were analyzed as time of exposure (Gil, 1994).

Previously the definition of the product to be used for stain removal, it was carried out the following characterization tests: petrographic description, fluorescence (XRF), X-ray diffraction (XRD) of the powder that fills the fractures. These tests were carried out by the laboratories of the Mineral Technology Center (CETEM / NRES - Cachoeiro de Itapemirim - ES) and Institute of Technological Research (IPT - São Paulo - SP).

After the characterization a test, a rock sample with stains was submitted to methanesulfonic acid reaction cycles as in Table 2.

CYCLE	TIME (h)	EXPERIMENTAL CONDITIONS*
I	24	uncovered
II	48	covered
III	120	covered
IV	144	uncovered
V	216	covered

Table 2 – React cycles methanesulfonic acid (7-10%) on the rock sample.

***Experimental Conditions:** In the uncovered condition, methanesulfonic acid was applied on surface of the sample and left exposed to the environment. Covered condition reproduced conditions similar to those used in industry. For this, the sample was covered with plastic.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Petrographic Description

Macroscopic petrographic analysis described the rock as a blue quartzite with a thin equigranular textural and fine / medium grain, with grains of up to 1 mm. Also presented as minerals secondary brownish oxides in brownish and with clear evidence of percolation,

sometimes intra-stratum and sometimes out of order the foliation. Mineralogical composition of the rock can be observed in the Table 3.

MINERALOGICAL COMPOSITION	PERCENTAGE (%)
Quartz	75
Kyanite	15
Muscovite	7
Dumortierite	3

Table 3 - Mineralogical composition of the rock.

Microscopic petrographic analysis classified the rock as muscovite kyanite quartzite (Best, 2003). The most important minerals for this work are described microscopically below:

- Dumortierite: very strong pleochroism between shades ranging from deep blue to colorless, lamellar habit with poorly developed cleavage planes. The crystals are hipidiomorphic and are in rectilinear contacts with the quartz matrix. They are found mainly in the S_0 / S_1 foliation and also filling discontinuous fractures. The average sizes are 0.10 mm. Note: The percentage of this (3%) was much lower than those found in the literature, which describe values between 15% and 20% (Figures 1 and 2).

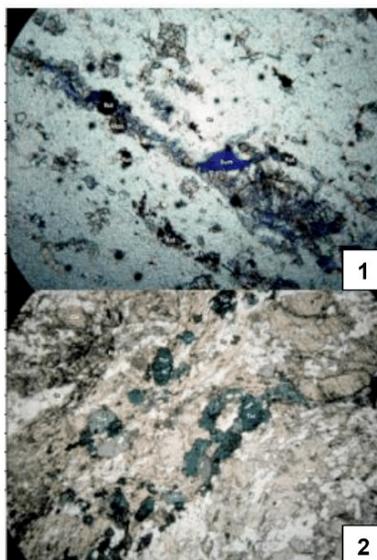


Fig. 1 and 2 - Photomicrography of the sample in light natural and plane polarized light at 10x magnification, respectively. Dum = dumortierita; Tur = tourmaline; Cia = kyanite; Rut = rutile; Qz = quartz; Ms = muscovite; Mon = monazite.

- Rutile: micrometric xenomorphic crystals occur exclusively in hydrothermal veins composing the association described above. In most occurrences, they are in advanced secondary alteration, presenting the “cloud” microscope, characteristic of leucoxene, highlighting thus a reddish-brown coloration (Figure 3).



Fig. 3 - Photomicrography of the Imperial Blue quartzite showing the contact between a hydrothermal veinule with the quartzite matrix. Note the presence of rutile-associated tourmaline, monazite and muscovite. Tur = tourmaline; Rut = rutile; Qz = quartz; Mon = monazite; Leuc = leucoxene.

3.2 X-Ray Fluorescence (XRF)

The results of the chemical analysis of X-ray fluorescence (XRF), performed through the AXIOS Panalytical model spectrometer, can be observed in the Table 4.

CHEMICAL COMPOSITION	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	PPC
PERCENTAGE (%)	7,0	90,5	0,15	0,78	0,32	0,20	0,60

Table 4 - Chemical X-ray fluorescence analysis (XRF).

3.3 X-Ray Diffraction (XRD)

The result of the qualitative mineralogical analysis of the powder that fills the fractures indicated the presence of quartz, mica (muscovite), kaolinite, pyrophyllite, feldspar (microcline) and pomegranate (andradite) (Figure 4).

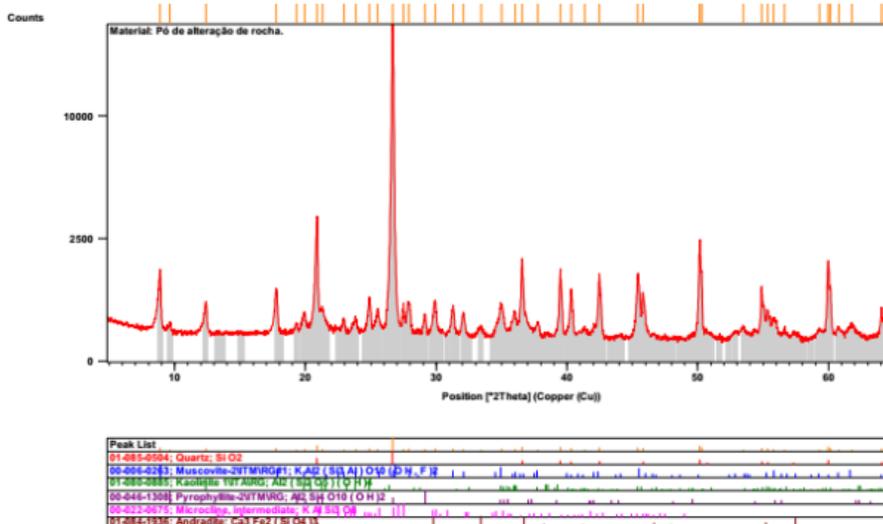


Fig. 4 - X-ray diffraction of material "Rock-altering powder".

3.4 Reaction Cycles of Methanesulfonic Acid (7 - 10%)

The applications of Methanesulphonic acid in the spotted rock attempted to reproduce in the laboratory the procedures performed in the ornamental stone industry. It is an unprecedented work, in addition to the difficulty of finding references in the area, the methodology of covering or not the sample followed a determined by the researchers. The effects of acid action on the rock may be observed in Figure 5 (A and B).

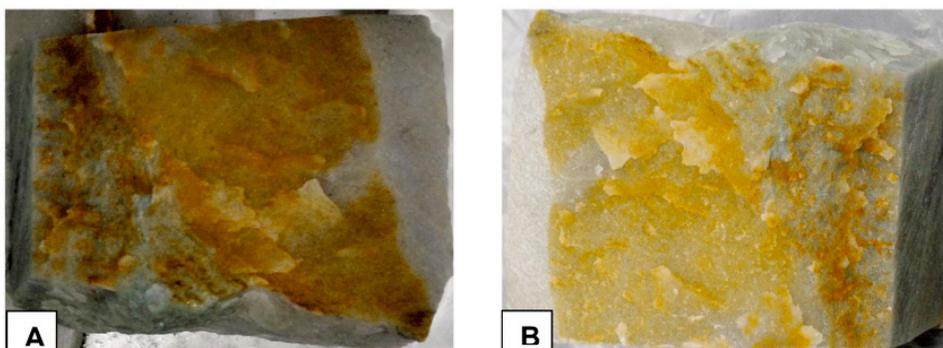


Fig. 5 - Comparative photos of the action of methanesulfonic acid on the imperial blue quartzite surface.

Figure 5A shows the previously stained rock before the application of methanesulfonic acid. After 16 hours of the action of methanesulfonic acid as cycles under experimental conditions (uncovered and covered), it is possible to observe a visual decrease in the intensity of the spotting (Figure 5B).

4 | CONCLUSIONS

The alteration of the rutile and monazite minerals generate products of reddish-brown coloration, which, viewed under a microscope, resemble leucoxene, which are those responsible for the spots found in the imperial blue quartzite.

Methane sulfonic acid demonstrated potential to remove stains on rock studied.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors gratefully acknowledge the Federal Institute of Espírito Santo (Ifes) - Campus Nova Venécia, Graniti Indústria Comércio e Exportação LTDA, BASF and CNPq. This work was presented at the Global Stone Congress (GSC) in Ilhéus (BA) in 2018.

REFERENCES

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15012 – Rochas para revestimento de Edificações – Terminologia**. Rio de Janeiro, 2013.

BEST, M. G. **Igneous and Metamorphic Petrology**. Blackwell Publishing – Brigham Young University – 2003 – 729 pág.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1994. 207 p.

SENAI.DN. **Cartilha de aplicação de rochas ornamentais**. Brasília, 2000.v.1. 37p.

CAPÍTULO 10

USO DO METACAULIM NAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTOS E SEUS EFEITOS SOBRE A DURABILIDADE USE OF METACAULIM IN COATING MORTARS AND THEIR EFFECTS ON DURABILITY

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 07/07/2020

João Gabriel Souza dos Reis

Universidade Católica de Pernambuco, Recife
– Pernambuco

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5592644745933370>

Romilde Almeida de Oliveira

Universidade Católica de Pernambuco, Recife
– Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/9272579827887449>

Leonardo José Silva do Vale

Universidade Católica de Pernambuco, Recife
– Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/1349775024383837>

Klayne Kattiley dos Santos Silva

Universidade Católica de Pernambuco, Recife
– Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/5297167370669295>

Guilherme Henrique Nascimento de Barros

Universidade Católica de Pernambuco, Recife
– Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/8840716686259620>

Rayssa Valéria da Silva

Universidade Católica de Pernambuco, Recife
– Pernambuco

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5592644745933370>

Carlos Fernando Gomes do Nascimento

Universidade Federal de Pernambuco, Recife –
Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/8084586098803603>

Pedro Daltro Macedo de Alencar

Universidade Católica de Pernambuco, Recife
– Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/4185653845985742>

José Mateus Gomes Bandeira da Silva

Instituto Federal de Pernambuco, Recife –
Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/8367067801164902>

Maria Eduarda Barbosa Ramos de Aguiar

UNIFACISA, Campina Grande – Paraíba

<http://lattes.cnpq.br/3879749039619922>

RESUMO: Um dos conceitos que mais tem produzido mudanças nas normas e, por consequência, na forma de projetar e construir é o de durabilidade. Relacionado com ele, de forma equivalente, está o conceito de vida útil e que não pode ser tratado sem o relacionar com os de manutenção, controle de qualidade e custo do ciclo de vida. Certamente que a constatação de grande número de manifestações patológicas definiu esta tendência. A argamassa já é utilizada como material de construção há mais de 11.000 anos, sendo, de início, constituída de cal e areia. Com a modernização dos métodos construtivos, foram incluídos outros materiais em sua composição, como o cimento Portland, adições minerais e aditivos orgânicos. Sabe-se do efeito benéfico que as adições minerais pozolânicas promovem no sentido de refinar poros e diminuir a sua interconexão na pasta de cimento, reduzindo com isso a permeabilidade e a entrada de agentes agressivos. Foram moldados corpos de prova com os traços (1:1:6 – Cimento, cal

e areia) duas formas de adição (por substituição de parte do cimento e adição simples) e teores de metacaulim (5%, 10% e 15%). Efetuou-se uma análise paramétrica dos resultados objetivando verificar os percentuais que otimizam o desempenho em relação às propriedades que interferem na vida útil e durabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Durabilidade, Revestimentos, Pozolanas.

ABSTRACT: One of the concepts that has produced the most changes in standards and, consequently, in the way of designing and building is that of durability. Related to it, in an equivalent way, is the concept of useful life, which cannot be treated without relating it to maintenance, quality control and life cycle cost. Certainly, the finding of a large number of pathological manifestations defined this trend. Mortar has been used as a building material for over 11,000 years, and was initially made up of lime and sand. With the modernization of construction methods, other materials were included in its composition, such as Portland cement, mineral additions and organic additives. It is known of the beneficial effect that pozzolanic mineral additions promote in order to refine pores and decrease their interconnection in the cement paste, thereby reducing the permeability and the entry of aggressive agents. Specimens were molded with the lines (1: 1: 6 - Cement, lime and sand) two forms of addition (by replacing part of the cement and simple addition) and contents of metakaolin (5%, 10% and 15%). A parametric analysis of the results was carried out in order to verify the percentages that optimize the performance in relation to the properties that interfere in the useful life and durability.

KEYWORDS: Durability, Coatings, Pozzolans.

1 | INTRODUÇÃO

A argamassa já é utilizada como material de construção há mais de 11.000 anos, sendo, de início, constituída de cal e areia. Com a modernização dos métodos construtivos, foram incluídos outros materiais em sua composição, como o cimento Portland e aditivos orgânicos.

Sabe-se que o processo de produção do cimento Portland demanda muita energia, pois ele é resultante mistura e queima do calcário e argila (e eventuais corretivos químicos de natureza silicosa, aluminosa ou ferrífera). Estima-se que, para cada tonelada de clínquer, que é o produto da calcinação do calcário e argila, são emitidos cerca de 800 a 1000 kg de CO₂. Com o objetivo de diminuir esses índices, pesquisadores estão buscando soluções acerca da problemática envolvida. As soluções, sem dúvida, passam pela matéria da diminuição do gasto energético na produção e na menor utilização no cimento nas diversas etapas da construção civil.

Diversas pesquisas já comprovam que se podem substituir percentagens de cimento sem perda das principais propriedades físicas e químicas do concreto ou da argamassa. (GRUBER et al., 2001; COURARD, 2003; GALVÃO, 2004; POON et al., 2006; MOTA et al., 2011; MOTA et al., 2012; FIGUEIREDO et al., 2014; BARBOSA et al., 2015; MOTA et al., 2015; MOTA, 2015; MOTA et al., 2016; MEDEIROS, 2017). Dentre esses compostos,

estão as adições minerais que, além do mais, ainda aprimora as propriedades mecânicas e garante maior vida útil da construção.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Argamassas

Argamassas são materiais de construção, com propriedades de aderência e endurecimento, obtidos a partir da mistura homogênea de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo e água, podendo ainda conter aditivos e adições minerais (COSTA, 2016).

São materiais muito empregados na construção civil, sendo os seus principais usos no assentamento de alvenarias e nas etapas de revestimento, como emboço, reboco ou revestimento de camada única de paredes e tetos, além de contrapisos para a regularização de pisos e ainda no assentamento e rejuntamento de revestimentos de cerâmica e pedra. (ISAIA, 2011).

2.1.1 Principais aplicações

a. Assentamento de alvenaria

A argamassa de assentamento de alvenaria é usada para a elevação de paredes e muros de tijolos ou blocos e tem por função unir as unidades de alvenaria, selar as juntas garantindo a estanqueidade, absorver as deformações naturais e distribuir as cargas uniformemente sobre o conjunto. Para que se cumpram essas funções, devem-se possuir propriedades como trabalhabilidade, resistência mecânica, capacidade de absorver deformações e aderência. (COSTA, 2016).

b. Revestimentos

Os revestimentos, sejam em superfícies internas ou externas, exercem papel importante de regularização, impermeabilização, proteção contra intempéries e melhoria das condições termoacústicas nos ambientes.

De acordo com a NBR 13529 (ABNT, 2013), o sistema de revestimento é o “conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo, compatível com a natureza da base, condições de exposição, acabamento final e desempenho, previstos em projeto”. Ele deve ser capaz de recobrir a superfície de concreto ou alvenaria, ao mesmo tempo em que cria um substrato adequado para receber o acabamento final, como pintura e revestimento cerâmico. As camadas constituintes são as seguintes: base; chapisco: convencional, industrializado, rolado; emboço; reforço; reboco; revestimento final.vh

2.1.2 Propriedades

Dependendo do uso e aplicação, a argamassa pode interagir de maneira diferente com o substrato. Portanto, as propriedades da mesma só podem ser avaliadas de maneira

mais eficiente se considerar a interação com o material com o qual elas estarão em contato.

Para garantir que as funções sejam atendidas de maneira integral, a argamassa deve possuir algumas características, tais como: trabalhabilidade, consistência, plasticidade e adesão inicial; retração; aderência; resistência mecânica; permeabilidade a água e capacidade de absorver deformações.

2.1.3 Causas e fatores contribuintes para o surgimento de manifestações patológicas

As causas mais comuns são a inexistência de projeto, desconhecimento das características dos materiais empregados e utilização de materiais inadequados, erros de execução (tanto no preparo da base, como por deficiência de mão de obra), desconhecimento ou não observância de Normas Técnicas e por falhas na manutenção (BAUER, 1997).

2.1.4 Principais manifestações patológicas

O termo patologia é empregado na engenharia civil quando ocorre perda ou queda de desempenho de um produto ou componente da estrutura. Silva (2016) infere que as manifestações patológicas podem ser geradas durante uma de três etapas da construção: Concepção da estrutura (projeto); Execução da estrutura; Utilização da estrutura.

Na construção civil existem inúmeros tipos de manifestações patológicas, os quais ocorrem por diversos fatores, podendo ser analisados e identificados através de seus sintomas.

a. Fissuras

Para Bauer (1997) a fissura ocorre por função de fatores inerentes ao revestimento, como o consumo de cimento, granulometria (teor de finos), porcentagem de água de amassamento presente, e outros fatores que podem ou não contribuir na fissuração, como a resistência de aderência ao substrato, a quantidade e dimensões das camadas, se as camadas tiveram tempo de pega respeitado antes de ser aplicada a próxima, a perda de água de amassamento por sucção da base ou pela evaporação.

As fissuras podem variar constantemente (fissuras passivas), ou variar em função de movimentações higrotérmicas ou outras (fissuras ativas). Desta forma, podem ser classificadas em relação ao modo em que surgem, de acordo com desenho que projetam na superfície da parede, podendo ser fissuras geométricas ou mapeadas.

b. Vesículas

Conforme exposto por Bauer (1997), a presença de materiais dispersos na argamassa que manifestam posterior variação volumétrica, gerando vesículas (bolhas) no revestimento. Esses materiais podem ser impurezas, como piritas e torrões ferruginosos, matéria orgânica ou torrões de argila. A hidratação tardia de óxidos de cálcio da cal também pode ser considerada um fator importante.

c. Descolamentos

Descolamentos ocorrem quando uma ou mais camadas do revestimento de argamassa são separadas, apresentando magnitudes variáveis, desde pequenas áreas até grandes dimensões, podendo abranger a totalidade de uma alvenaria. De acordo com Bauer (1997) há três maneiras de se manifestarem: com empolamento, em placas, ou com pulverulência. Um dos sinais desta patologia é a ocorrência de um som cavo (oco) nas placas cerâmicas quando percutidas, ou se observa o estufamento da camada de acabamento.

d. Eflorescência

Bauer (1997) define como depósitos salinos, principalmente alcalinos e alcalinos terrosos, na superfície de alvenarias ou revestimentos, provenientes da migração de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes da alvenaria.

A ocorrência do fenômeno está intimamente relacionada às propriedades de absorção e permeabilidade das argamassas. Segundo Carasek (2011), para que ocorram eflorescências três fatores são essenciais e devem existir concomitantemente: presença de sais solúveis, presença de água e pressão hidrostática para propiciar a migração da solução.

2.2 Pozolanas

Segundo a NBR 12653 (ABNT, 2014a), pozolanas são materiais silicosos ou silicoaluminosos que, por si sós, possuem pouca ou nenhuma atividade aglomerante, mas que, quando finamente divididos e na presença da água, reagem com o hidróxido de cálcio à temperatura ambiente para formar compostos com propriedades aglomerantes.

As pozolanas são normalmente utilizadas de duas formas: como substituição parcial do cimento ou como adição em teores variáveis em relação à massa ou volume do cimento. Independente da maneira utilizada, a reação pozolânica e os benefícios associados são semelhantes.

Segundo Netto (2006), a substituição parcial do cimento por pozolana implica na economia de energia e na redução do custo de fabricação do cimento.

A principal propriedade de uma pozolana é a sua capacidade de reagir e se combinar com o hidróxido de cálcio, formando compostos estáveis de poder aglomerante, tais como: silicatos e aluminatos de cálcio hidratados. Portanto, tende a diminuir o calor de hidratação, melhorando a resistência à fissuração térmica.

Sabe-se do efeito benéfico que as adições minerais pozolânicas promovem no sentido de refinar poros e diminuir a sua interconexão na pasta de cimento (ocupando os espaços vazios da matriz cimentícia, com o produto da reação pozolânica à medida que a hidratação do cimento libera o hidróxido de cálcio), reduzindo com isso a permeabilidade e a entrada de agentes agressivos (ALMEIDA, 2012; MOTA, 2015).

A NBR 12653 (ABNT, 2014a) classifica os materiais pozolânicos segundo três

classes (Classe N, Classe C e Classe E). Essa classificação é em função da sua origem, requisitos químicos e físicos estabelecidos nesta mesma Norma.

A atividade pozolânica pode ser definida, segundo Medina (2011), como a capacidade que uma determinada pozolana tem de reagir com o hidróxido de cálcio. No caso do metacaulim pode ser medida, dentre outros fatores, pela taxa de desidroxilação (teor de sílica amorfa), durante o tratamento térmico. Existem outras diversas metodologias empregadas na verificação de atividade pozolânica, que costumam ser divididos em métodos físicos, aqueles que medem as características mecânicas, e os métodos químicos, que são os que analisam as reações químicas. (GOÉS, 2016).

Os métodos físicos e químicos são normatizados pela NBR 12653 (ABNT,2014a), NBR 5751 (ABNT, 2012) que determina o índice de atividade pozolânica com cal hidratada e a NBR 5752 (ABNT, 2014a) que determina o índice de atividade pozolânica com cimento Portland.

A interação física com o cimento Portland modifica a reologia dos compósitos: concreto, argamassa e pasta, no estado fresco e confere propriedades especiais relacionadas à durabilidade e ao desempenho mecânico no estado endurecido.

Essas contribuições conferem aos compósitos propriedades especiais relacionadas à durabilidade e ao desempenho mecânico, quando comparadas às propriedades desses compósitos sem a sua presença, tais como: aumento da resistência à compressão, redução da porosidade e a permeabilidade, aumento da resistência a sulfatos, aumento da resistência à difusibilidade de íons cloreto, mitigação da reação álcali agregado, redução da ocorrência de eflorescências, aumento da resistividade elétrica (MEDINA, 2011).

2.2.1 Metacaulim

O metacaulim é o material pozolânico amorfo (de estrutura cristalina desordenada), obtido por processo industrial de ativação térmica entre 600 e 850 °C e moagem de argilas caulínicas e caulins, o que provoca a desidroxilação da estrutura cristalina da caulinita, formando uma fase de transmissão de alta reatividade (MEDINA, 2011).

O impacto ambiental é relativamente baixo, pois o beneficiamento do caulim gera areia quartzosa que pode ser aproveitada como agregado miúdo na construção civil, bem como o processo de calcinação leva somente à emissão de vapor d'água a atmosfera (MOTA, 2015).

2.2.2 Influência nas propriedades da argamassa

É possível enumerar dois dos efeitos fundamentais associados à incorporação, em argamassas e concretos, de adições minerais: físico (efeito filer) e químico (efeito pozolânico).

O metacaulim, como material pozolânico, reage com o hidróxido de cálcio liberado

pelo cimento em sua hidratação, para formar compostos com características aglomerantes. No estado fresco, como ainda não existe a hidratação do cimento suficiente para ativar as reações pozolânicas, o metacaulim (ou qualquer outro material pozolânico), altera as propriedades da argamassa fresca devido apenas às suas características físicas.

2.2.3 *Influência na durabilidade*

Durabilidade consiste na capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e pelo contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto (ABNT, 2014b).

Segundo a ISO 13823 (ISO, 2008) entende-se por vida útil “o período efetivo durante o qual uma estrutura ou qualquer de seus componentes satisfazem os requisitos de desempenho do projeto, sem ações imprevistas de manutenção ou reparo”.

Segundo Zarzar Júnior (2007), a busca por conhecimento a respeito da durabilidade e vida útil de matérias, componentes e construções está fundamentada nos aspectos ambientais e econômicos.

Conforme afirma Perim (2013), a redução da porosidade capilar é muito importante para a durabilidade, já que muitos mecanismos de transporte de massa associados à entrada de agentes agressivos no concreto são afetados por essa propriedade. Em síntese, com exceção da deterioração mecânica, todas as demais influências nocivas advêm do transporte de fluidos. Neste contexto, as reações pozolânicas produzem silicatos e silico-aluminatos de cálcio hidratado, que precipitam nos poros capilares e reduzem a permeabilidade e a absorção. Certas pozolanas são mais efetivas que outras na redução da permeabilidade nas primeiras idades. Entretanto, sob condições normais de serviço, a permeabilidade de concretos contendo a maioria das pozolanas é reduzida em idades mais tardias. (LACERDA e HELENE, 2005).

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foram ensaiados corpos de prova cilíndricos com os traços (1:2:6 – Cimento, cal e areia) duas formas de adição (por substituição de parte do cimento e adição simples) e três teores de metacaulim (5%, 10%, e 15%).

3.1 Materiais

a) Cimento Portland CP II Z- 32, da marca Elizabeth, classificado de acordo com a NBR 16697 (ABNT, 2018).

b) Cal Hidratada tipo CH-I, da marca Extracal.

c) Areia natural de natureza quartzosa.

d) Metacaulim HP Ultra, da marca Metacaulim do Brasil.

e) Água proveniente do laboratório de estruturas da UNICAP.

3.2 Métodos

Foram confeccionados 15 corpos de prova (CP) de cada família, totalizando 105 CP no formato cilíndrico com dimensões 5 cm x 10 cm. O preparo da mistura foi realizado conforme preconizado pela norma NBR 16541 (ABNT, 2016a).

No estado fresco, foi realizado ensaio de consistência. No estado endurecido, foram realizados ensaio de absorção total, velocidade de onda ultrassônica e posteriormente o rompimento na prensa para verificar a resistência do mesmo à compressão.

3.2.1 Consistência

O ensaio de consistência foi realizado conforme preconizado pela norma NBR 13276 (ABNT, 2016b). A relação água/aglomerante foi fixada em 1,5, após ensaio de consistência.

3.2.2 Absorção de água por imersão

O ensaio de absorção foi realizado em três exemplares após 28 dias de cura úmida e obedecendo a norma NBR 9778 (ABNT, 2009).

3.2.3 Velocidade de propagação de onda ultrassônica

O ensaio de ultrassom mostra que quanto mais alta for a velocidade de propagação da onda ultrassônica no meio, mais compacto será o material. Realizou-se pelo método da transmissão direta e seguindo os preceitos da NBR 8802 (ABNT, 2019a). Utilizou-se os doze exemplares de cada família que, posteriormente, foram utilizados no ensaio de resistência à compressão.

3.2.4 =Resistência à compressão

O ensaio de resistência à compressão ocorreu aos 28 dias com 12 exemplares por família, seguindo a norma NBR 7215 (ABNT, 2019b).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ensaio de consistência buscou ajustar a relação água/aglomerante da argamassa. O índice foi ajustado para uma consistência de 280 ± 20 mm. Os resultados estão expressos na Tabela 1.

Família	REF	5A	5S	10A	10S	15A	15S
Resultado (mm)	295	292	289	294	290	292	280

Tabela 1 – Índice de consistência

Observou-se que o incremento de metacaulim não provocou mudanças significativas na consistência da argamassa, o que viabilizou a fixação do teor de água/aglomerantes em 1,5 para todas as famílias.

O ensaio de absorção foi realizado em três corpos de prova, tendo os resultados médios expressos, em porcentagem na Tabela 2.

Família	REF	5A	5S	10A	10S	15A	15S
Absorção (%)	12,0	13,8	13,3	14,2	14,4	14,8	15,0

Tabela 2 - Resultados do ensaio de absorção

Os resultados de absorção por imersão mostraram que não existe um efeito marcante das amostras com adições frente à amostra de referência, todavia, amostras com adição pura apresentam melhor desempenho frente àquelas com substituição de parte do cimento por metacaulim e sem adição.

A Tabela 3 expressa os valores médios obtidos após ensaio de propagação de velocidade. Os corpos de prova utilizados foram os mesmos que posteriormente foram rompidos na prensa para verificar a resistência à compressão

Família	REF	5A	5S	10A	10S	15A	15S
Velocidade (m/s)	2525	2581	2680	2841	2680	2925	2912
Desvio padrão	60	58	56	63	57	59	65

Tabela 3 - Velocidade de propagação de onda ultrassônica

Apesar do aumento relativo em comparação com a amostra de referência, todas as amostras foram classificadas como regular, de acordo com os valores prescritos por Barbosa et al. (2015), onde os autores classificam por regular quando a velocidade da propagação regular está entre 2000 e 3000 m/s.

Os resultados do ensaio de resistência à compressão estão expressos na Tabela 4.

Família	REF	5A	5S	10A	10S	15A	15S
Resistência (MPa)	6,8	7,58	6,6	8,43	7,18	9,41	7,82
Desvio padrão	0,52	0,61	0,55	0,62	0,55	0,56	0,65

Tabela 4 - Resultados do ensaio de resistência à compressão

Verifica-se que crescimento da resistência à compressão apresenta valores mais significativos para as amostras que receberam a adição de metacaulim, quando comparadas com a amostra de referência. Este resultado está em concordância com a literatura (BARBOSA et al., 2015; MOTA et al). A amostra 15A (15% de adição) apresentou o melhor resultado, atingindo resistência cerca de 38% maior que o de referência.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram alinhamento com outros pesquisadores que estudaram os benefícios promovidos por adições minerais, haja vista o aumento da resistência e redução da permeabilidade, devido fundamentalmente ao refinamento dos poros.

Conforme resultados experimentais colhidos em laboratório, pode-se apresentar as seguintes considerações:

- a. Verificou-se na resistência à compressão um incremento máximo de 38% aos 28 dias, utilizando 15% de adição em relação à família referência. Ao utilizar a booleana como substituição, observou-se um incremento de 15% em comparação com a família de referência. Poder-se-á inferir, analogamente, uma melhoria quanto à aderência, considerando a tendência da relação direta entre essas duas propriedades;
- b. Na absorção total se verificou parâmetros bem similares entre as famílias. Sabe-se que as reações pozolânicas ocorrem a longo prazo. Por conseguinte, em períodos maiores espera-se que sejam observados incrementos mais relevantes.
- c. Com relação à compacidade das amostras, verificadas através do ensaio de velocidade de propagação de onda ultrassônica, não se observou melhoria significativa. Isso se deve, em parte, ao curto prazo de hidratação das peças.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Manual de revestimentos de argamassa**. 1. ed. São Paulo, SP, 2002a.

_____. **Guia básico de utilização do cimento Portland**. 7.ed. 28f. São Paulo, 2002b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica**. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 5751: Materiais pozolânicos: determinação de atividade pozolânica: índice de atividade pozolânica com cal**. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânica – Terminologia**. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 5752: Materiais pozolânicos: determinação de atividade pozolânica com cimento Portland: índice de atividade pozolânica com cimento**. Rio de Janeiro, 2014a.

_____. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014b.

_____. **NBR 16541: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura para a realização de ensaios**. Rio de Janeiro, 2016a.

_____. **NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro, 2016b.

_____. **NBR 16697: Cimento Portland – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2018.

_____. **NBR 8802: Concreto endurecido - Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica**. Rio de Janeiro, 2019a.

_____. **NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2019b.

ALMEIDA, K. S. **Análise comparativa da capacidade de proteção de adições minerais pozolânicas quanto à corrosão de armaduras por íons cloretos**. 2012. 176 f. Dissertação (Mestrado – Engenharia Civil) Universidade de Pernambuco. Recife, 2012.

BAUER, R. J. F. **Patologia em revestimento de argamassa inorgânica**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2., 1997. Salvador, 1997.

BARBOSA, F. R.; MOTA, J. M. F.; COSTA e SILVA, A. J.; OLIVEIRA, R. A. **Influência do uso da pozolana metacaulim nas propriedades relacionadas com a durabilidade de argamassas inorgânicas**. XIII Congresso Latino-Americano de Patologia da Construção. Lisboa, 2015.

CARASEK, H. **Patologia em argamassas de revestimentos**. Notas de aula - Universidade Federal de Goiás. 2011. Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/03/patologias-em-argamassa.pdf>>, acessado 08/11/2018.

COURARD, L.; DARIMONT, A.; SCHOUTERDEN, M.; et al. **“Durability of mortars modified with metakaolin”**. Cement and Concrete Research, pp. 1473-1479, v. 33, 2003.

COSTA, M. R. M. M.; **Notas de aula da disciplina tecnologia de argamassas**. Universidade Federal do Paraná, 2016. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/0/0d/TC034_Aula_Argamassas_Gradua%C3%A7%C3%A3o_2014_parte_I.pdf> Acesso em: 08 de dezembro de 2018.

FIGUEIREDO, C. P.; SANTOS, F. B.; CASCUDO, O.; CARASEK, H.; CACHIM, P.; VELOSA, A. **The role of metakaolin in the protection of concrete against the deleterious action of chlorides**. REVISTA IBRACON DE ESTRUTURAS E MATERIAIS, pp. 685-706, V.7, N.4, 2014

GALVÃO, S. P.; **Avaliação do desempenho de argamassa de reparo estrutural à base de cimento Portland modificadas por polímero e contendo adições**. 2004. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2004.

GRUBER, K.A.; RAMLOCHAN, T.; BODDY, A.; HOOTON, R.D.; THOMAS, M.D.A. **Increasing concrete durability with high-reactivity metakaolim**. Cement and Concrete Composites, pp. 479-484, v. 23, 2001.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **General principles on the design of structures for durability**. ISO 13823. 2008.

_____. **Buildings and constructed assets - Service life planning -- Part 2: Service life prediction procedures**. ISO 15686-2. 2012

ISAIA, G.C. (Ed.) **Concreto – Ciência e Tecnologia**. Vols. 1 e 2. IBRACON, São Paulo, 2011.

LACERDA, C. S.; HELENE, P. R. L. **Estudo da influência da substituição de cimento Portland por metacaulim em concretos**. 2005. 257 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

MEDEIROS, M. H. F.; RAISDORFER, J. W.; HOPPE FILHO, J. **Influência da sílica ativa e do metacaulim na velocidade de carbonatação do concreto: relação com resistência, absorção e relação a/c**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.17, n.4, p. 125-139, 2017.

MOTA, J. M. F.; OLIVEIRA, R. A; DOURADO, K. C. A. **Utilização de pozolana em argamassas de reforço para alvenarias resistentes**. In: 7º Congresso Internacional sobre Patologia e reabilitação de estruturas - CINPAR. Fortaleza, 2011.

MOTA, J. M. F, COSTA e SILVA, A. J., BARBOSA, F. R., CARVALHO, J. R. **Influência da pozolana metacaulim nas propriedades de argamassa de revestimento**. In: XIV ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, XIV, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2012.

MOTA, J. M. F.; BARBOSA, F. R.; COSTA e SILVA, A. J.; SILVA; G. A.; GALVÃO, S. P.; SOUZA, P. A. S.; OLIVEIRA, R. A. **Estudo comparativo entre o desempenho de argamassas inorgânicas contendo metacaulim – opções de substituição de parte do cimento e simples adição à mistura.** In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, XI, Porto Alegre, 2015.

MOTA, J. M. F. **Reforço de alvenaria resistente com argamassa armada com adição de metacaulim.** 2015. 197 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2015.

MOTA, J. M. F.; OLIVEIRA, R. A.; CARNEIRO, A. M. P. **Durabilidade de argamassas com adição de metacaulim para reforço de alvenaria.** Revista Matéria, pp. 1105-1116, V.1, N.04, 2016.

MEDINA, E. A. **Pozolanicidade do metacaulim em sistemas binários com cimento Portland e hidróxido de cálcio.** 2011. 134 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

PERIM, J. R. **Influência do metacaulim na durabilidade de concretos usuais de mercado sujeitos à carbonatação acelerada.** 2013. 176 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2013

SILVA, E. M. **Manifestações patológicas em revestimentos: análise e terapia.** Trabalho de conclusão de curso. 2016. 63 f. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2016.

ZARZAR JÚNIOR, F.C. **Metodologia para avaliação da vida útil de elementos construtivos baseada no método dos fatores.** 2007. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2007.

CAPÍTULO 11

VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DO LÁTEX DA SERINGA AMAZÔNICA (*HEVEA BRASILIENSIS*) COMO ADITIVO EM CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND PARA MELHORA DE SUAS PROPRIEDADES FÍSICAS

Data de aceite: 01/09/2020

Data da submissão: 21/07/2020

José Costa Feitoza

Instituto Federal do Amazonas - IFAM,
Departamento Acadêmico de Infraestrutura
Manaus – Amazonas

Link: <http://lattes.cnpq.br/3971767267331000>

Natália da Mata Batista

Instituto Federal do Amazonas - IFAM,
Faculdade de Engenharia Civil
Manaus – Amazonas

Link: <http://lattes.cnpq.br/8810868943429556>

RESUMO: A Floresta Amazônica possui inúmeras espécies de árvores e entre elas está a seringueira (*Hevea brasiliensis*), árvore da família *Euphorbiaceae*, cuja madeira é branca, leve e, por meio de cortes, chamados de sangrias, na casca do tronco extrai-se o látex. Na Amazônia o látex teve seu auge no século XIX no qual os seringueiros obtinham seu sustento através da sua extração e essa atividade contribuiu para o desenvolvimento econômico da região. Nesta pesquisa, o látex empregou-se adicionando-o em conjunto com a mistura homogênea de pasta de cimento, na fabricação do concreto de cimento Portland. Também participam desta composição o seixo rolado, a areia residual, o cimento Portland (CP II Z 32) e a água potável. Caracterizam-se os materiais minerais segundo as especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A dosagem do concreto de cimento

Portland segue em obediência à metodologia da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). A trabalhabilidade e o comportamento mecânico do concreto de cimento Portland com a adição de látex da seringueira foram avaliados, por meio dos ensaios de absorção, consistência do concreto (Slump Test) e da confecção de corpos de prova cilíndricos para a determinação da resistência por compressão axial aos 7 e 28 dias e resistência à tração por compressão diametral aos 28 dias. Verificou-se que o látex da seringueira não possui aderência ao seixo rolado, melhora na absorção e a massa específica diminuiu demonstrando que o látex como aditivo torna o concreto mais permeável, podendo ser usado para fins não estruturais.

PALAVRAS-CHAVE: Cimento Portland; Concreto de cimento Portland; Látex da seringueira; Dosagem do concreto; Resistência à compressão.

FEASIBILITY OF THE APPLICATION OF LATEX FROM THE AMAZONIC SYRINGE (*HEVEA BRASILIENSIS*) AS AN ADDITIVE IN PORTLAND CEMENT CONCRETE TO IMPROVE ITS PHYSICAL PROPERTIES

ABSTRACT: The Amazon Forest has numerous species of trees and among them is the rubber tree (*Hevea brasiliensis*), a tree of the *Euphorbiaceae* family, whose wood is white, light and, through cuts, called bleeds, in the bark of the trunk is extracted the latex. In the Amazon, latex reached its peak in the 19th century in which rubber tappers obtained their livelihood through extraction and this activity contributed to the economic development of the region. In this

research, latex was used by adding it together with the homogeneous mixture of cement paste, in the manufacture of Portland cement concrete. Pebbles, residual sand, Portland cement (CP II Z 32) and drinking water also participate in this composition. Mineral materials are characterized according to the specifications of the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT). The Portland cement concrete dosage follows the methodology of the Brazilian Portland Cement Association (ABCP). The workability and mechanical behavior of Portland cement concrete with the addition of rubber latex were evaluated by means of absorption tests, concrete consistency (Slump Test) and the making of cylindrical specimens to determine the compressive strength axial at 7 and 28 days and tensile strength by diametrical compression at 28 days. It was found that the rubber latex does not have adherence to the rolled pebble, improves absorption and the specific mass decreased, demonstrating that the latex as an additive makes the concrete more permeable and can be used for non-structural purposes.

KEYWORDS: Portland cement; Portland cement concrete; Rubber latex; Concrete dosing; Compressive strength.

1 | INTRODUÇÃO

A necessidade de desenvolvimento de novas linhas de pesquisa sustentáveis se acentua a cada dia, devido aos escassos recursos naturais a que o mundo globalizado, em todos os setores econômicos, está submetido. Por isso, ultimamente novas práticas e formas de concretos alternativos vêm sendo elaboradas a fim de se mitigar os danos ao meio ambiente também na construção civil. É imprescindível a inserção de materiais alternativos nos meios e modos de produção na economia mundial. Por isso urge a utilização de agregados e aditivos alternativos na construção civil, que tem como função de melhorar as suas propriedades e reduzir os recursos materiais na produção (EVANGELISTA, 2004). Para a produção de concreto durável e aceitável, a NBR 6118:2014 ratifica que sejam atendidos os seguintes aspectos: As estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que, sob condições ambientais previstas na época do projeto, conservem sua segurança estabilidade e aptidão em serviço durante um período mínimo de 50 anos, sem exigir medidas extras de manutenção e reparo (ABNT NRB 6118:2014, 2014).

Para que haja elo, então, entre sustentabilidade e produção de concreto resistente e durável, o material alternativo escolhido a ser empregado é o látex da seringa como aditivo em concretos, para melhora de performance, posto que o látex ou borracha natural é um polímero resistente à deformação por compressão muito importante, aplicado em diversos materiais. Mesmo com o aperfeiçoamento e pesquisas de diversos polímeros, esse polímero simples de origem natural ainda é largamente utilizado em diversos objetos de usos cotidiano (LORENA, 2017). É um material ainda hoje importante nos seringais amazônicos. O auge da produção amazônica foi de 42 mil toneladas anuais e o Brasil dominou o mercado mundial de borracha natural. Manaus, a capital do Amazonas, teve

seu desenvolvimento econômico e social pelo ciclo da borracha, datado do século XIX. É um material resiliente, resistente à fadiga, aderência boa aos metais, dentre outras propriedades (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2017).

O presente trabalho, então, evidencia a viabilidade da aplicação do látex extraído da seringa, fundamentado no extrativismo de borracha praticado na região amazônica a mais de dois séculos, que tem como finalidade a produção de látex, principalmente da espécie *Hevea brasiliensis*, popularmente conhecida como seringueira, árvore pertencente à família Euforbiaceae e de grande ocorrência natural na região amazônica (GAMA, 2017). Para redução de danos ambientais, é imperioso, pois, afirmar que a adição de materiais alternativos tais qual o látex, regional, sustentável e resistente, nos diversos segmentos econômicos traz significativas melhoras.

Neste trabalho pretende-se misturá-lo ao concreto, procurando melhorar o seu desempenho mecânico quanto às propriedades físicas. Ademais, futuras pesquisas deverão ser tomadas ensejando agregar novos componentes ao látex, para mistura ao concreto, a fim de que se chegue a um melhor patamar de concreto.

2 | OBJETIVOS PROPOSTOS NO PLANO DE TRABALHO

Analisar a viabilidade técnica e econômica do uso do látex extraído da seringa na confecção de concreto, visando melhores performances tais qual a elevação da resistência mecânica. Caracterizar os agregados graúdos (brita ou seixo rolado), agregados miúdos (areia ou pó de pedra), aglomerante hidráulico (cimento Portland) e látex, como aditivo.

Estimar a dosagem mineral ideal com a adição de látex no concreto, a fim de se obter vantagem com a diminuição de outros agregados na mistura. Analisar as vantagens da utilização do aditivo de látex em relação ao concreto convencional, a influência do material aplicado na resistência, impermeabilidade, etc., do concreto. Analisar o material regional como viés alternativo de desenvolvimento para novos estudos.

3 | METODOLOGIA

O método executivo empregado no projeto se embasa em pesquisas bibliográfica e experimental para fundamentação teórica, caracterização dos materiais para o concreto e procedimento dos ensaios, segundo normas técnicas. A caracterização dos agregados graúdos será feita conforme normas ABNT NBR NM 53:2009 – Determinação da Massa Específica e Absorção, e ABNT NBR NM 51:2001 – Ensaio de Abrasão “Los Angeles” (ABNT NBR NM 53:2009, 2009; ABNT NBR NM 51:2001, 2001). A dosagem dos agregados miúdos será feita de acordo com ABNT NBR NM 52:2009 – Determinação da Massa Específica e Massa Específica Aparente (ABNT NBR NM 52:2009, 2009). A análise da composição granulométrica dos agregados para concreto será feita conforme as normas ABNT NBR NM 248:2003 e ABNT NBR 7211:2009 (ABNT NBR NM 248:2003, 2003; ABNT NBR 7211:2009,

2009). Com relação à caracterização do cimento Portland, realizar-se-á a determinação do tempo de pega conforme a norma ABNT NBR NM 65:2003 – Determinação do Tempo de Pega (ABNT NBR NM 63:2003,2003). Com relação ao preparo, controle, recebimento e aceitação do concreto, far-se-á mediante norma ABNT NBR 12655:2015 (ABNT NBR 12655:2015, 2015).

Os agregados graúdos utilizados na confecção do concreto serão a brita, provenientes do distrito de Moura, localizado no município de Barcelos, Amazonas. E os agregados miúdos serão a areia, da região metropolitana de Manaus. Também é feita caracterização do látex da seringa, a fim de se obter propriedades importantes como a viscosidade, massa específica (real e aparente), etc. O material substancial da seringueira será viabilizado pela Secretaria de Produção Rural - SEPROR, e buscar-se-á estudos complementares sobre a borracha (manejo, produção) junto a órgãos ambientais tais qual o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, e Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas - IPAAM. Serão realizados fundamentalmente procedimentos laboratoriais para a dosagem ideal do látex na mistura cimentícia.

A execução dos ensaios far-se-á mediante instrumentos e equipamentos em laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM – Campus Manaus Centro, com recorrência a outras instituições de ensino superior para suplante de quaisquer ausências de aparato laboratorial. Também se demonstrará aplicação tecnológica por meio de pesquisa de cunho prático, evidenciando a contribuição da mistura do látex ao concreto para diversos fins.

4 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O concreto é composto de três elementos básicos: cimento Portland, agregados e água, podendo ser adicionado outros componentes com finalidade de melhorar ou modificar suas propriedades iniciais, como desenvolver novas propriedades especiais (BORJA *apud* KETT, 2011).

A escolha conveniente destas adições/aditivos é restrita a experiência dos estudiosos e engenheiros do concreto na atualidade, após extensos estudos de comprovada eficiência e integridade (BORJA, 2011).

O uso de adições provém do período de 1500 A.C., na Grécia, adotando-se um material de origem vulcânica. Essa afirmação evidencia o uso de aditivos minerais na construção civil ser anterior à invenção do concreto. Outros aditivos foram adotados posteriormente, como na Alemanha, que utilizava esses materiais adotando-os de tufo vulcânicos (SOUZA, 2003).

Contudo, a busca de adições para uso na produção de argamassa e de concreto não se restringiu somente aos materiais de origem vulcânica. Foram adotados em outras regiões, posteriormente, materiais como a argila calcinada. Atualmente, devido a fatores

econômicos, ecológicos e técnicos, tende-se a aumentar o consumo de adições minerais no concreto (SOUZA, 2003).

A construção civil é um dos setores que provoca maior impacto ambiental, devido ao elevado consumo de matéria-prima (SOUZA,2003). A construção civil consome entre 14% a 50% dos recursos naturais que são extraídos do planeta. Contudo, a utilização de resíduos como matéria-prima na construção civil pode vir a reduzir a quantidade de recursos naturais retirados do meio ambiente (SOUZA apud Sjostrom, 2003).

É importante, pois, a busca de adições de materiais alternativos na confecção do concreto. O látex da seringa é material regional, ecológico e fomenta a economia local. É um polímero que quando adicionado a argamassa e revestimentos para construção, aumenta a ligação ao substrato, fornece impermeabilidade e elasticidade (ISOMAT, 2017).

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela abaixo apresenta os resultados dos ensaios de caracterização dos materiais.

Massas específicas dos materiais (g/cm³)			
Cimento	Areia	Seixo	Látex
3,02	2,64	2,65	0,98

Tabela 1 – Massas Específicas após Caracterização dos Materiais.

Observou-se que o látex possui massa específica menor que a da água.

As tabelas 2, 3, 4 e 5 apresentam os resultados da absorção dos corpos de prova com adições de látex de 0%, 1%, 3% e 5%.

CP	Massa Úmida	Massa Seca	Volume dos CP's	Absorção	Massa Específica
	(g)	(g)		(%)	(g/cm ³)
1	3608	3562	1570	1,29	2,27
2	3658	3610		1,33	2,30
3	3588	3536		1,47	2,25

Tabela 2 – Absorção dos Corpos de Prova com 0% de Adição de Látex.

CP	Massa Úmida	Massa Seca	Volume dos CP's	Absorção	Massa Específica
	(g)	(g)	(cm ³)	(%)	(g/cm ³)
1	3546	3500	1570	1,31	2,23
2	3550	3498		1,49	2,23
3	3568	3522		1,31	2,24

Tabela 3 – Absorção dos Corpos de Prova com 1% de Adição de Látex.

CP	Massa Úmida	Massa Seca	Volume dos CP's	Absorção	Massa Específica
	(g)	(g)	(cm ³)	(%)	(g/cm ³)
1	3408	3348	1570	1,79	2,13
2	3430	3372		1,72	2,15
3	3422	3364		1,72	2,14

Tabela 4 – Absorção dos Corpos de Prova com 3% de Adição de Látex.

CP	Massa Úmida	Massa Seca	Volume dos CP's	Absorção	Massa Específica
	(g)	(g)	(cm ³)	(%)	(g/cm ³)
1	3184	3121	1570	2,02	1,99
2	3198	3137		1,94	2,00
3	3188	3128		1,92	1,99

Tabela 5 – Absorção dos Corpos de Prova com 5% de Adição de Látex.

As tabelas de absorção mostram que quanto maior a adição de látex, maior é a absorção de água do corpo de prova cilíndrico e, conseqüentemente, menor é a massa específica encontrada.

A tabela 6 apresenta os resultados das determinações dos abatimentos (Slump Test) de acordo com as porcentagens de adições.

Traço	Slump
	(cm)
0%	5
1%	8
3%	14,5

Tabela 6 – Resultados das Medições do Slump Test.

Os resultados do Slump Test aumentaram de acordo com a adição de látex ao concreto.

As tabelas 7 e 8 apresentam os resultados dos ensaios de resistência à compressão axial e tração por compressão diametral.

Resistência à Compressão Axial (Mpa)						
CP	7 dias			28 dias		
	0%	1%	3%	0%	1%	3%
1	15,07	13,46	8,22	23,14	19,23	10,96
2	14,03	13,40	7,72	21,22	18,44	10,90
3	15,5	12,66	7,01	20,36	17,54	9,79
Média	14,87	13,17	7,65	21,57	18,40	10,55
Desvio Padrão	0,76	0,45	0,61	1,42	0,85	0,66

Tabela 7 – Resultados Ensaio de Resistência à Compressão Axial com 7 e 28 dias.

Resistência à Tração por Compressão Diametral (Mpa)			
CP	28 dias		
	0%	1%	3%
1	2,23	1,93	1,15
2	2,07	1,97	1,44
3	2,37	2,48	1,19

Tabela 8 – Resultados Ensaio de Resistência à Tração por Compressão Diametral com 28 dias.

Na tabela 7 é possível perceber que tanto com 7 dias de moldagem quanto com 28 dias de moldagem os corpos de prova apresentaram queda na resistência. Com 0% de adição de látex há uma média de 14,87 Mpa e com 3% de adição de látex a média é de 10,55 Mpa.

Para obter-se outros resultados foi realizado o ensaio de resistência à tração por compressão diametral e através da tabela 8 constata-se que os 9 corpos de prova também apresentaram diminuição da resistência à tração conforme aumentou a adição de látex. Esses resultados são proporcionais aos resultados de resistência à compressão axial, comprovando a diminuição da resistência.

6 | CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos, observou-se que o látex da seringueira apresentou características que não são favoráveis ao uso como aditivo para concreto. Durante a confecção dos corpos de provas, a mistura com látex apresentou odores que atrapalharam

a trabalhabilidade. As resistências à compressão e tração diminuíram conforme e esses resultados são significativos.

Foi observado que o látex não possui aderência ao seixo rolado enquanto a mistura de concreto era executada. A absorção melhorou e a massa específica diminuiu demonstrando que o látex tornou o concreto mais permeável, podendo ser usado para fins não estruturais.

Concluiu-se que o concreto com adição de látex não é viável para estruturas que exijam altas resistências, porém é possível mudar o agregado graúdo de seixo para brita. A brita possui mais aderência se comparada ao seixo rolado. Dessa forma, o látex vai aderir mais facilmente com a superfície do agregado e poderá apresentar outros resultados de resistência.

O látex apresentou resultados pouco satisfatórios, porém ainda há muitos objetos para estudo da sua viabilidade na construção civil.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM.

A Secretaria de Produção Rural do Amazonas –SEPROR.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 6118-2014. Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimentos. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____. NBR NM 51:2001. Ensaio de Abrasão “Los Angeles”. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____. NBR NM 52:2009. Determinação da Massa Específica e Massa Específica Aparente. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____. NBR NM 53:2009. Determinação da Massa Específica e Absorção. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____. NBR NM 248:2003. Determinação da Composição Granulométrica. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____. NBR NM 65:2003. Determinação do Tempo de Pega. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____. NBR NM 67:1998. Concreto — Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____. NBR 5738:2016. Concreto — Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____ NBR 6118:2014. Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____ NBR 7211:2009. Agregados para Concreto – Especialização. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____ NBR 7215:2019. Cimento Portland — Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____ NBR 7222:2011. Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____ NBR 11768:2011. Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

_____ NBR 12655:2015. Preparo, controle, recebimento e aceitação do concreto. Disponível em: www.abntcolecoes.org.br. Acesso em 12 de Setembro de 2018.

BORJA, Edilberto *apud* KETT. Efeito da Adição de Argila Expandida e Adições Mineraias na Formulação de Concretos Estruturais Leves Autoadensáveis. *Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia. Programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica*. Natal, Rio Grande do Norte (2011).

BORJA, Edilberto. Efeito da Adição de Argila Expandida e Adições Mineraias na Formulação de Concretos Estruturais Leves Autoadensáveis. *Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia. Programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica*. Natal, Rio Grande do Norte (2011).

EVANGELISTA, Ana, et al. Estudo de Materiais Alternativos para Produção de Concretos e Argamassas. *ICTR, Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável*. (2004).

GAMA, João Ricardo Vasconcellos, et al. Potencial de Produção dos Seringais de Jamaraquá, Estado do Pará. *Advances in Forestry Science* 4.1 (2017): 77-82.

LORENA, Suzana. Látex. *InfoEscola*. Disponível em: <http://www.infoescola.com/quimica/latex/>. Acesso em 18 de Setembro de 2018.

PORTAL SÃO FRANCISCO. História da Borracha. Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br>. Acesso em 18 de Setembro de 2018.

SOUZA, Paulo. Verificação da Influência do Uso de Metacaulim de Alta Reatividade nas Propriedades Mecânicas do Concreto de Alta Resistência. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul* (2003).

SOUZA, Paulo *apud* Sjostrom. Verificação da Influência do Uso de Metacaulim de Alta Reatividade nas Propriedades Mecânicas do Concreto de Alta Resistência. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul* (2003).

ISOMAT, Companhia. Aditivos de Concreto e Argamassa. Disponível em: <http://www.isomat.com.br>. Acesso em 18 de Setembro de 2018.

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO CONVENCIONAL SUBMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 03/08/2020

Débora Maria Schein

Cidade: Santo Ângelo/RS

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5008354523358719>

Rafaela Wagner

Cidade: Santo Ângelo

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5079829190367855>

Caroline dos Santos Santa Maria

Cidade: Santo Ângelo

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9091523797748849>

Nelson Seidler

Cidade: Santo Ângelo

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6257112526709355>

RESUMO: O concreto, quando submetido a situações de incêndio, sofre comprometimentos de suas propriedades, os quais podem alcançar grandes proporções e até mesmo resultar no colapso da estrutura. Este trabalho tem como objetivo a investigação da interferência da elevação da temperatura nas propriedades do concreto. Para tanto, foram preparados traços experimentais de acordo com a metodologia de dosagem de Paulo Helene e Terzian, com o traço 1:5 de cimento e agregados, com um fator água/cimento igual a 0,5 e slump ± 8 . Desta forma, foram moldados 30 corpos de prova para tipo de cimento estudado, sendo 6 deles como referência, 12 submetidos a temperatura de 300°C e 12 a temperatura de 500°C. Os

mesmos foram submetidos ao resfriamento rápido e ao resfriamento lento, usuais em intervenções de combate a incêndios. Os cimentos utilizados foram o CP-II- 32 F, CP-IV, CP-V ARI. As amostras foram ensaiadas em relação à resistência à compressão e resistência à tração por compressão diametral e, de maneira geral, as maiores perdas de resistências foram observadas nos corpos de prova submetidos à temperatura de 500°C e resfriados rapidamente. Além disso, em relação ao resfriamento o CP-IV foi o que menos sofreu alterações, porém em relação à temperatura sofreu as maiores variações dentre os cimentos estudados.

PALAVRA-CHAVE: Concreto, Temperatura, Incêndio, Resistência Mecânica, Resfriamento

ANALYSIS OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF CONVENTIONAL CONCRETE SUBJECTED TO HIGH TEMPERATURES

ABSTRACT: Concrete, when subjected to fire situations, suffers damage to its properties, which can reach large proportions and even result in the collapse of the structure. This work aims to investigate the interference of temperature rise in the properties of concrete. For that, experimental mixes were prepared according to the dosing methodology of Paulo Helene and Terzian, with the mix 1: 5 of cement and aggregates, with a water / cement factor equal to 0.5 and slump ± 8 . In this way, 30 specimens were molded for the type of cement studied, 6 of them as a reference, 12 submitted to a temperature of 300 ° C and 12 to a temperature of 500 ° C. They were

subjected to rapid cooling and slow cooling, which are common in fire-fighting interventions. The cements used were CP-II-32 F, CP-IV, CP-V ARI. The samples were tested in relation to the compressive strength and tensile strength by diametrical compression and, in general, the greatest losses of strength were observed in the specimens submitted to the temperature of 500 ° C and cooled quickly. In addition, in relation to cooling, CP-IV was the one that suffered the least changes, however in relation to temperature it suffered the greatest variations among the studied cements.

KEYWORDS: Concrete, Temperature, Fire, Mechanical resistance, Cooling

1 | INTRODUÇÃO

O concreto, por ser um dos materiais mais utilizados no mundo, exige que sejam realizadas muitas pesquisas para avaliar suas propriedades em situações peculiares e incomuns, como é o caso de uma eventual exposição ao fogo. Pesquisas voltadas ao comportamento do concreto em situações de incêndio tornam-se cada vez mais importantes, uma vez que o desenvolvimento de tecnologias do concreto para estas situações permite que as estruturas continuem apresentando um desempenho mínimo em temperaturas superiores às de serviço e que o calor não conduza o material à perda total da sua capacidade de suporte.

Quando uma edificação é atingida por um incêndio, os seus usuários ficam sujeitos a um elevado risco de vida e a construção pode sofrer riscos estruturais consideráveis, podendo até serem levadas ao colapso.

Em princípio, o concreto apresenta um desempenho adequado ao ser submetido a elevadas temperaturas, pois é um material não combustível e possui baixa condutividade térmica. Outro fundamento é que, durante o processo de aquecimento, o concreto não desprende gases tóxicos e resiste a um tempo considerável quando exposto ao fogo, mantendo boas características (LORENZON, 2014).

Pesquisas referentes a elementos de concreto em altas temperaturas conduzem a resultados muito variáveis, pois se sabe que o concreto é um material composto, cujos diferentes constituintes não reagem da mesma forma diante das altas temperaturas, o que torna o efeito do fogo um grave problema. A elevação gradual de temperatura provoca efeitos distintos no concreto e nas argamassas, verifica-se alteração na coloração, perda de resistência mecânica, esfarelamento superficial, fissuração ou até mesmo a própria desintegração da estrutura. Devido à perda de água que ocorre nesta situação, verificam-se ainda expansões e/ou contrações térmicas e modificações no arranjo cristalino de alguns dos constituintes do material (MORALES; CAMPOS; FAGANELLO, 2011).

Tem-se que a composição do concreto é um dos fatores que deve ser levado em consideração, pois tanto a pasta quanto o agregado podem se alterar com o acréscimo de temperaturas e de maneiras diferentes. A umidade inicial, o tamanho da peça e a taxa de crescimento da temperatura são fatores importantes que exercem influência, pois governam

o desenvolvimento de pressões internas dos produtos gasosos de sua decomposição (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Propriedades térmicas do concreto

O concreto é um material que pode ser classificado como um mal condutor de calor, devido a suas propriedades caloríficas. Sua condutividade térmica é baixa, variando de 1,4 a 3,6 J/m².s.°C/m e sua difusibilidade térmica (velocidade com que ocorrem variações de temperatura na massa de concreto), segundo Morales; Campos; Faganello (2011), situa-se entre 0,002 e 0,006 m²/h, variando em função do tipo de agregado.

A massa específica não interfere consideravelmente na condutividade dos concretos convencionais, porém a natureza mineralógica dos agregados exerce grande influência nesta propriedade. Tem-se que o agregado basáltico é o de menor condutividade térmica, na faixa de 2 J/m².s.°C/m (SOUZA et al., 2010). De acordo com Lorenzon (2014), o tipo de agregado utilizado na produção do concreto influencia na perda de resistência à compressão devido à ação do fogo, porém, antes dos 500°C a diferença é desprezível.

Outra propriedade relacionada à variação de temperatura é o calor específico, ou seja, a capacidade térmica do concreto, que varia de cerca de 800 a 1200 J/kg°C, este valor aumenta em relação a temperatura e é inversamente proporcional a massa específica do concreto (MORALES; CAMPOS; FAGANELLO, 2011).

2.2 Efeitos da alta temperatura no concreto

O concreto quando submetido a situações de elevação exacerbada de temperatura, como nos casos de incêndio, sofre várias consequências em seus componentes. Dentre as variáveis que influenciarão no grau de alteração que poderá ocorrer no concreto estão o tempo de exposição, nível de temperatura atingida e o traço do concreto.

Algumas das mudanças que ocorrem são o esfrelamento da superfície calcinada, a separação parcial de pequenas camadas superficiais e os chamados lascamentos explosivos, os quais costumam ocorrer dentro dos primeiros 30 minutos a temperaturas de 250 a 400°C. Pesquisas revelam que a probabilidade de ocorrer lascamentos durante um incêndio cresce com a esbeltez de elementos estruturais e a ocorrência de altas tensões de compressão na seção ao longo de um incêndio (COSTA; SILVA, 2002).

Outras formas de deterioração são o esfrelamento superficial resultante da ação da elevada temperatura na parte carbonatada do concreto, a fissuração consequente da evaporação de água interna e a dilatação térmica dos componentes. (MORALES; CAMPOS; FAGANELLO, 2011). Segundo Lima (2004), a aderência entre o agregado graúdo e a pasta de cimento também é amplamente prejudicada pela elevação de temperatura.

De acordo com Lorenzon (2014), a pasta do concreto, composta de cimento, areia e

água, possui grandes quantidades de água capilar e água adsorvida, as quais evaporam ao longo do aumento da temperatura e geram um acréscimo de pressão de vapor no interior dos poros do material. Segundo Morales; Campos; Faganello (2011), estas tensões de origem térmica dentro da matriz de concreto influenciam na desintegração das regiões superficiais dos elementos estruturais.

Na fase inicial do incêndio verifica-se o aumento gradual da temperatura, geralmente dentro de um curto espaço de tempo e em temperaturas abaixo de 250°C o efeito sobre a resistência mecânica do concreto é muito pequena. Nesta fase começa a ocorrer a desidratação do gel de C-S-H, bem como a retração por perda de água. Acima de 300°C já ocorre uma perda considerável de resistência mecânica do concreto, fato que se intensifica em situações de resfriamento rápido, sendo que o mesmo pode ser responsável pelas maiores perdas de resistência mecânica. Quando realizado o resfriamento lento há uma possibilidade de se recuperar até 90% da resistência do concreto. (MORALES; CAMPOS; FAGANELLO, 2011). A tabela 1 apresenta os efeitos da temperatura, ao longo do seu acréscimo, no concreto.

TEMPERATURA [°C]	EFEITO	RESISTÊNCIA RESIDUAL [%]
100-200	Lascamento, início da desidratação C-S-H**	100
200-300	Retração por perda de água da tobermorita**** e dilatação dos agregados	90
300-400	Intensificação da desidratação do C-S-H**, ocorrência de fissuras superficiais	80
400-500	Retração acentuada por desidratação do hidróxido de cálcio	40
500-600	Desidratação acentuada do hidróxido de cálcio	30
575	Expansão do quartzo, com fissuração da matriz cimentícia	-
600-700	Transformação dos agregados. $\text{CaCO}_3^* \rightarrow \text{CaO}^* + \text{CO}_2^*$	-
870	Transformação do quartzo em tridimita***	-

*Carbonato de cálcio transformando-se em óxido de cálcio + dióxido de carbono.

**Composto químico do cimento Portland, descrito por $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

***Cristal de baixa resistência mecânica gerado após a exposição do quartzo a altas temperaturas.

****Gel mineral que se forma na interface matriz cimentícia - agregado graúdo durante durante a cura do concreto

Tabela 1 - Efeitos causados no concreto e suas respectivas temperaturas de origem

Fonte: MACEDO et al.(2016)

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização dos materiais

3.1.1 Cimento

Os cimentos empregados na pesquisa foram o CP II- 32F, CP-IV e o CP-V ARI, todos

de acordo com a NBR 16697 (2018). Suas composições químicas estão apresentadas na tabela 2.

Óxidos	Resultados em %		
	CP II-F-32	CPIV-32	CPV-ARI
AL ₂ O ₃	4,25	9,43	4,38
SiO ₂	18,03	29,98	19,08
Fe ₂ O ₃	2,94	4,12	2,97
CaO	61,27	44,96	61,57
MgO	2,71	2,17	3,15
SO ₃	2,59	2,21	3,08
Perda ao Fogo	6,75	4,79	3,58

Tabela 2 - Composição química do cimento (Cimentos Itambé)

Fonte: Cimentos Itambé, (2020)

3.1.2 Agregados

Em relação aos agregados graúdos, a norma NBR 7211 (2009) os define como materiais pétreos, obtidos por fragmentação artificial ou natural, inertes, com propriedades adequadas, possuindo dimensão nominal máxima inferior a 152 mm e mínima superior ou igual a 0,075mm. Os agregados graúdos utilizados são de origem basáltica provenientes da cidade de Santo Ângelo/RS, sendo estes caracterizados como Brita 1, com a variação de diâmetros entre 9,5 e 19 mm.

Ainda de acordo com a NBR 7211 (2009), os agregados miúdos são aqueles cujos grãos passam pela peneira ABNT 4,8 mm e ficam retidos na peneira ABNT 0,150mm. Estes podem ser de origem natural, resultado de um processo de britagem, ou uma mistura de ambos. O agregado miúdo empregado na pesquisa é a areia média de rio, proveniente da cidade de Santa Maria/RS, a qual possui origem mineral.

3.1.3 Água

A água para ser utilizada nos concretos deve ser potável, com as mesmas propriedades da água utilizada para consumo humano. Portanto, utilizou-se na pesquisa água potável advinda da Companhia Rio-grandense de Saneamento, da cidade de Santo Ângelo/ Rio Grande do Sul.

3.2 Dosagem

Para a dosagem foi utilizada a metodologia da análise experimental de Paulo Helene

e Terzian (2001), definindo o traço intermediário fixo de 1:5, de cimento e agregados, um teor argamassa de 52% e slump 8 ± 1 , e o fator água/cimento adotado foi igual a 0,5.

3.3 Apresentação das amostras

Foram moldados 30 corpos de prova por tipo de cimento. Destes, 6 foram ensaiados sem serem submetidos a elevação de temperatura, para servirem de referência ao estudo e 24 foram levados à mufla. A tabela 3 apresenta os tipos de cimentos e as temperaturas analisadas, bem como a quantidade de corpos de prova destinados a cada variável.

CIMENTO	TEMPERATURA 300°C		TEMPERATURA 500°C		TEMPERATURA AMBIENTE
	Resfr. Lento	Resfr. Rápido	Resfr. Lento	Resfr. Rápido	
CP- II - 32 F	6	6	6	6	6
CP- IV	6	6	6	6	6
CP- VARI	6	6	6	6	6

Tabela 3 - Quantidade de corpos de prova moldados para cada variável e tipo de cimento

Fonte: Autores

3.4 Moldagem e Cura dos Corpos de Prova

Para o presente trabalho optou-se por analisar corpos de prova de concreto com dimensões de 10 x 20 cm, visto que outros pesquisadores relatam que corpos de prova 5x10cm apresentam muita variação de resultados em suas amostras. Após a pesagem e seleção dos materiais, foi realizada a concretagem através de uma betoneira com capacidade para 100 litros. Primeiramente foi adicionado o agregado graúdo e metade da quantidade de água a ser utilizada. Logo após foi adicionado o cimento em sua totalidade e, posteriormente, a quantidade restante de água e o agregado miúdo. O adensamento foi realizado com o auxílio de uma haste metálica de 16 mm e ponta arredonda e se sucedeu em 2 camadas de 12 golpes. A figura 1 representa o adensamento dos corpos de prova e a figura 2 os corpos de prova recém moldados.



Figura 1 - Adensamento dos corpos de prova através de haste metálica



Figura 2 - Corpos de prova cilíndricos moldados

Em 24 horas após a moldagem os corpos de prova foram desmoldados, identificados e levados à câmara úmida, com 95% de umidade e temperatura de 23 ± 2 graus Celsius, onde permaneceram por 28 dias, até serem levados à mufla para serem submetidos à elevação de temperatura.

3.5 Aquecimento e resfriamento

Após 28 dias em câmara úmida os corpos de prova foram submetidos ao aquecimento na mufla com uma elevação média de temperatura de $20^\circ\text{C}/\text{min}$.

Posteriormente a estabilização da temperatura desejada os corpos de prova foram mantidos na mufla durante 1 hora, assemelhando-se assim a um tempo de exposição ao fogo de 1 hora. Para simular um resfriamento lento, passado esse período, para cada tipo de cimento e temperatura 6 corpos de prova foram retirados da mufla e deixados em temperatura ambiente. O resfriamento brusco foi realizado nos outros 6 corpos de prova, através da imersão dos mesmos, imediatamente após serem retirados da mufla, em água saturada de cal à temperatura de 21°C . A figura 3 apresenta os corpos de prova na mufla, logo após a abertura da mesma. A figura 4 representa o resfriamento lento e a figura 5 o resfriamento rápido sendo realizado.



Figura 3 - corpos de prova sendo retirados da mufla



Figura 4 - Corpos de prova elevados a 300°C sendo resfriados lentamente



Figura 5 - Resfriamento rápido dos corpos de prova

3.6 Ensaio de Resistência à Compressão Axial

Para a realização do ensaio de resistência à compressão foram atendidas as determinações da norma NBR 5739 (2010) e o mesmo foi realizado aos 28 dias de idade do concreto, após completo resfriamento dos corpos de prova.

O ensaio foi realizado através de uma prensa hidráulica, com capacidade de 2000 kN, monitorada por computador. A figura 6 ilustra a realização deste ensaio.

3.7 Ensaio de Resistência à Tração por Compressão Diametral

Este ensaio foi realizado de acordo com a norma NBR 7222 (2011) com a mesma prensa utilizada no ensaio de resistência à compressão. A figura 7 demonstra o referido ensaio.



Figura 6- Ensaio de Resistência à compressão

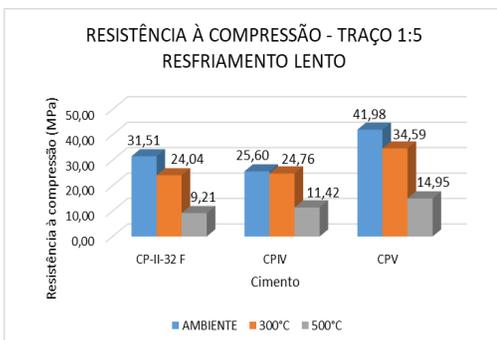


Figura 7- Ensaio de Resistência à tração por compressão diametral

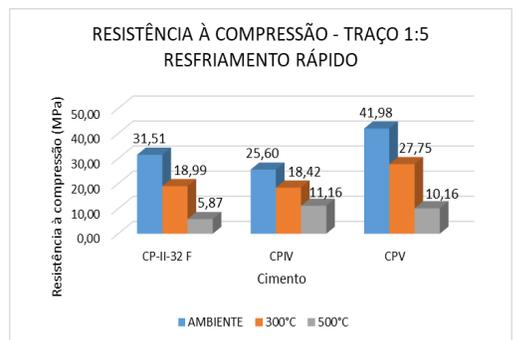
Foram realizadas Análises da Variância amostral (ANOVA) comparando seus resultados com os valores encontrados na pesquisa em laboratório, complementando a análise dos mesmos e com isto facilitando as conclusões da pesquisa.

4 | RESULTADOS

As figuras 8 e 9 apresentam, respectivamente, os gráficos com os resultados dos rompimentos e a porcentagem de perda de resistência dos corpos de prova em relação a suas referências.

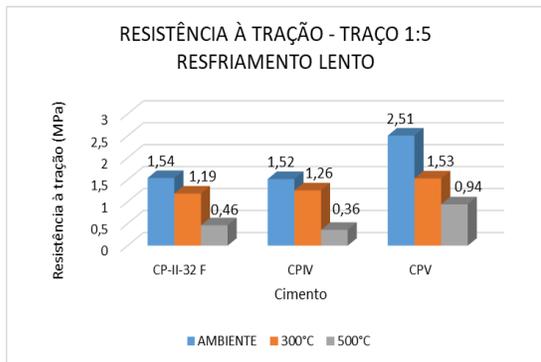


(a)

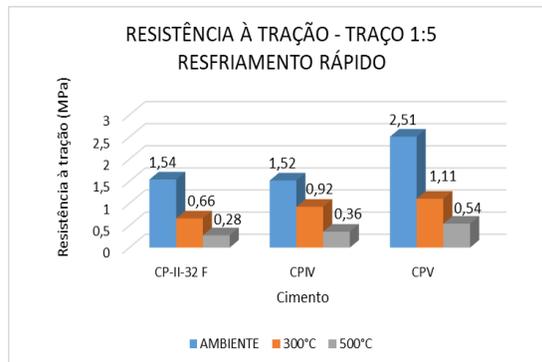


(b)

Figura 8 - Gráficos dos resultados dos rompimentos à compressão (Autores)



(a)



(b)

Figura 9 - Gráficos dos resultados dos rompimentos à tração (Autores)

Resistência à compressão lento		
CIMENTO	redução a 300°C (%)	redução a 500°C (%)
CPII	17,79	68,52
CPIV	3,27	55,39
CPV	17,60	64,38

(a)

Resistência à compressão rápido		
CIMENTO	redução a 300°C (%)	redução a 500°C (%)
CPII	35,07	79,93
CPIV	28,03	56,39
CPV	33,90	75,79

(b)

Resistência à tração lento		
CIMENTO	redução a 300°C (%)	redução a 500°C (%)
CPII	22,94	69,91
CPIV	16,92	76,26
CPV	38,96	62,37

(c)

Resistência à tração rápido		
CIMENTO	redução a 300°C (%)	redução a 500°C (%)
CPII	57,14	81,82
CPIV	39,34	76,26
CPV	55,85	78,46

(d)

Figura 10 - Porcentagens das perdas de resistência mecânica em relação aos corpos de prova referência (Autores)

Analisando as figuras 8 e 9 e 10, pode-se perceber que o CP-IV, quando exposto ao resfriamento lento, quase não sofreu alterações em sua Resistência à Compressão a 300°C. A 500°C, este tipo de cimento continuou sendo o que menos sofreu variações, porém perdeu mais de 50% da sua resistência inicial. Os resultados atingidos pelo CP-II e pelo CP-V são semelhantes entre si quando observados nestas mesmas condições.

Considerando-se o resfriamento rápido pode-se destacar que o CP-II foi o que mais sofreu alterações em sua Resistência à Compressão, seguido do CP-V, para ambas as temperaturas. O CP-IV continuou apresentando os melhores resultados de resistência para este tipo de resfriamento. Para esta condição de resfriamento e elevação da temperatura a 500°C, é importante destacar que alguns corpos de prova moldados com CP-IV sofreram deterioração física, não podendo assim ser utilizados para os ensaios de resistência

mecânica.

Segundo a Análise da Variância, para o cimento CP-II-F, percebeu-se que não existem diferenças significativas entre resfriamento lento e rápido, tanto a 300°C quanto a 500°C, nas resistências à compressão. Entretanto, para as mesmas temperaturas na Resistência à Tração, pode-se concluir que existem diferenças consideráveis nestes dois tipos de resfriamento, nesta mesma análise.

Quanto ao concreto moldado com CP-V é possível perceber alterações significativas na sua Resistência à Compressão a 500°C, porém a 300°C não apresentou diferenças consideráveis, o que se repete na resistência à tração. Também, de acordo com ANOVA, para o CP-IV não foram verificadas alterações significativas na Resistência à Compressão entre tipos de resfriamento para a mesma temperatura.

De modo geral pode-se verificar que a diferença numérica entre as porcentagens de perda de resistência dos corpos de prova entre resfriamento lento e rápido foi considerável, porém a análise científica pela ANOVA constatou que o único tipo de concreto com alterações significativas foi o composto de CP-V quando elevado a 500°C, nos demais não houve diferenças significativas entre os dois tipos de resfriamento nos corpos de prova rompidos à compressão. Porém, nos corpos de prova rompidos à tração, essa diferença estatística foi facilmente perceptível e puderam-se notar grandes variações nas resistências dos corpos de prova com CP-II-F-32 tanto a 300°C quanto a 500°C e com CP-V a 500°C apenas.

Fazendo uma análise da composição química dos cimentos, mais especificamente da propriedade de perda ao fogo, como esperado o CP-II-F foi o que obteve maior perda de resistência, já o CP-IV obteve melhores desempenhos que o CP-V mesmo apresentando em sua composição um valor maior para a perda ao fogo que o CP-V.

5 | CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados pôde-se observar que os corpos de prova formados de CP-IV apresentaram maior variação de resistência de 300°C para 500°C tanto à compressão como à tração. Deste modo, em relação ao CP-IV é possível concluir que este tipo de cimento apresenta variações muito pequenas na sua resistência quando submetido à temperatura de 300°C, o que não se observou a 500°C, onde é possível perceber perdas de mais de 50% em relação à resistência inicial. Em partes pode-se justificar a baixa resistência do CP-IV a 500°C pela deterioração física destes corpos de prova ocorrida no resfriamento rápido nesta pesquisa.

Na Análise da Variância, para o CP-IV não foram verificadas alterações significativas entre os tipos de resfriamentos para a mesma temperatura. Isso nos leva a conclusão de que, em relação ao resfriamento, o CP-IV foi o que menos sofreu alterações, porém em relação a temperatura sofreu as maiores variações dentre os cimentos estudados. A ocorrência deste comportamento pode ser justificada pelo fato de ser encontrada, em sua

composição química, grande quantidade de cinza volante, parte reagindo como reação pozolânica e parte sem reagir. Como a cinza volante tem propriedades isolantes em caso de incêndios, pode-se atribuir esta propriedade como uma razão para este concreto ter resistido às temperaturas iniciais, em 300°C.

Em todos os casos a perda numérica de resistência foi maior no resfriamento rápido e a 500°C. O concreto composto de CP II teve a maior perda, chegando a perder 80 % de sua resistência quando rompido a tração, após passar por aquecimento a 500 graus e resfriamento rápido. Os resultados atingidos pelo CP-II e pelo CP-V são semelhantes entre si quando observados nas mesmas condições.

Ao final desta pesquisa pode-se concluir que o concreto que apresentou melhor desempenho foi o constituído de CP-IV, quando aquecido a 300 graus e resfriamento lento, com uma redução de somente 3 % em sua resistência.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16697: **Cimento Portland – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2018.

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

HELENE, Paulo R. L.; TERZIAN, Paulo. **Manual de dosagem e controle do concreto**. São Paulo: Pini, 2001. 349 p.

_____. NBR 5739: **Concreto – ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2010.

_____. NBR 7222: **Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2011.

COSTA, C.N; SILVA V.P. **Estruturas de concreto armado em situação de incêndio**. Jornadas Sul Americanas de Engenharia Estrutural. Brasília, 2002.

LIMA, R.C.; KIRCHHOF, L.D.; CASONATO, C.A.; SILVA FILHO.; L.C.P..**Efeitos de alta temperatura no concreto. II Seminário de patologias nas edificações**. Porto Alegre, 2004.

LORENZON, A. **Análise da resistência residual do concreto após exposição a altas temperaturas**. Trabalho de conclusão de curso. Pato Branco, 2014.

MACEDO et al. **Análise Termoestrutural de Vigas de Concreto Armado em Situação de Incêndio**. Ibracon, Belo Horizonte-MG, 2016.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2014. xxi, 751 p.

MORALES, G.; CAMPOS, A.; FAGANELLO, A. M. P. **A ação do fogo sobre os componentes do concreto.** Semana: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, V. 32, p 47 – 55, 2011.

SOUSA, A. A. A., MORENO JR, a. I., **Efeito de altas temperaturas na resistência à compressão, resistência à tração e módulo de deformação do concreto.** IBRACON, 2010.

CAPÍTULO 13

QUANTIFICAÇÃO DE ENTULHO CLASSE A E C DESTINADO À ÁREA DE RCCD DE GURUPI-TO

Data de aceite: 01/09/2020

Beatriz Cerqueira de Almeida

Graduandos do curso de Engenharia Civil pela Universidade de Gurupi - UNIRG

Lara Ferreira Assunção

Graduandos do curso de Engenharia Civil pela Universidade de Gurupi - UNIRG

Luiza Souza Magalhães

Graduandos do curso de Engenharia Civil pela Universidade de Gurupi - UNIRG

Ryhan Marcos Dias Batista

Graduandos do curso de Engenharia Civil pela Universidade de Gurupi - UNIRG

Victor de Aguiar Baldão

Graduandos do curso de Engenharia Civil pela Universidade de Gurupi - UNIRG

Asafe Gomes

Enga. Agrônoma, Geomessora, Diretora de Meio Ambiente da Secretaria Municipal de Produção, Cooperativismo e Meio Ambiente, Gurupi-TO.

Bárbara Gomes Ferreira

Docente do curso de Engenharia Civil, Disciplina: Mecânica Geral, legislação e Álgebra linear. Mestranda em Ciências Florestais e Ambientais – UFT, Gurupi/TO,

Antônio Parreira de Vasconcelos Neto

Docente do curso de Engenharia Civil, Disciplina: Pontes e Viadutos; Tópico Especiais

para Engenharia, Esp. Em Gestão Ambiental de Empresas, Gurupi/TO,

Daniel Ramos de Souza

Engenheiro Civil - UNIRG. Mestrando em Ciências Florestais e Ambientais – UFT.

Nelita Gonçalves Faria de Bessa

Docente do curso de Engenharia Civil, Disciplina: Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Construção Civil, Mestre em Ciências Agrárias, Doutora em Biologia e Ecologia Tropical – Universidade de Gurupi - UNIRG

RESUMO: O setor da construção civil tem avançado na adoção de medidas mais sustentáveis nos empreendimentos, buscando atendimento aos requisitos da sustentabilidade e certificação. A elevada quantidade de entulhos gerados nos empreendimentos deste setor constitui um dos grandes problemas, por outro lado, tem-se alternativas para o aproveitamento deste componente dos Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCCD). O objetivo do estudo foi levantar o volume de entulhos gerados em Gurupi-TO, destacando potenciais para o processamento e aplicações no próprio setor da construção civil. Foram realizadas análises quantitativas e qualitativas do entulho tipo A e do resíduo classe C (gesso) descartados no local específico para tal finalidade, definido pelo poder público local. Verificou-se a predominância de 89% dos resíduos de Classe A (tijolos e telhas) e 11% da Classe C (gesso). O estudo possibilitou visualizar a importância de adotar medidas que

buscam reduzir as perdas em obras, o conceito de obra limpa torna-se alinhado para redução de entulhos nas áreas de RCCD. A criação de materiais decorrentes do reaproveitamento desse entulho, deve ser cada vez mais recorrente, com suporte de políticas públicas que buscam incentivar essas práticas.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos, Sustentabilidade, Construção civil, Interdisciplinar.

ABSTRACT: The civil construction sector has advanced in adopting more sustainable measures in enterprises, seeking to meet the requirements of sustainability and certification. The high amount of debris generated in the ventures of this sector is one of the major problems, on the other hand, there are alternatives for the use of this component of Civil Construction and Demolition Waste (RCCD). The objective of the study was to raise the volume of debris generated in Gurupi-TO, highlighting potentials for processing and applications in the civil construction sector itself. Quantitative and qualitative analyses were carried out from on-site visits for the disposal of this material. In the comparative data between two classes, the predominance of 89% of Class A waste (bricks and tiles) and Class C (gypsum) with 11% of the amount researched stands out. The study made it possible to visualize the importance of adopting measures that seek to reduce losses in works, the concept of clean works becomes aligned to reduce debris in the RCCD areas. The creation of materials resulting from the reuse of this rubble should be increasingly recurrent, supported by public policies that seek to encourage these practices.

KEYWORDS: Solid Waste, Sustainability, Civil Construction, interdisciplinary

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional acelerado tem gerado efeitos negativos em diversos aspectos, e uma das consequências decorre do alto volume de descartes dos resíduos sólidos. A problemática estende-se até os locais de destinação desses materiais que, em sua maioria, estão depositados de forma incorreta, prejudicando o ecossistema a ponto de inibir suas funcionalidades. (VEDRONI, 2007).

Em uma análise global, a Organização das Nações Unidas demonstrou preocupações no âmbito da alta geração dos resíduos, solicitando intervenções governamentais. A organização ainda destacou que, conforme detalhado por United Nations Environment Programme – UNEP, as cidades geram 1,3 bilhão de toneladas de resíduos sólidos todos os anos. A estimativa é que até 2025 essa quantidade quase duplique, com aproximadamente 2,2 bilhões de toneladas de resíduos ao ano (MAIA; RODRIGUEZ, 2019).

Os detritos descartados de obras da construção civil são considerados como Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCCD), gerados a partir da construção e demolição de habitações em sua maioria, seja oriundo de áreas comerciais e/ou industriais. Esses resíduos são classificados conforme a resolução N°307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Podem ser de classe A (tijolos, telhas e areia), denominadas neste caso de entulhos, classe B (papel, papelão e plástico), classe C (gesso e isopor) ou classe D (tinta, verniz e solventes).

O resíduo de classe A é de interesse para reciclagem e retorno à cadeia produtiva, pois poderá resultar em agregado reciclado, cujo valor comercial pode ser até 47% mais econômico que o agregado natural da britagem. O gesso é outro resíduo do segmento, atualmente com estudos evidenciando as possibilidades de reuso.

Nesse cenário, estudos dos resíduos de construções vem sendo desenvolvidos buscando contribuir para a sustentabilidade em suas dimensões social, ambiental, institucional e econômica. No presente estudo, de caráter exploratório, buscou-se identificar e estimar o volume de entulho da classe A e resíduos da classe C, depositados em área pública destinada para RCCD do município de Gurupi - TO.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo exploratório de abordagem quantitativa efetivada *in loco* tendo por finalidade o levantamento de entulhos da construção civil descartados na área de RCCD de Gurupi – TO e seus potenciais de retorno a cadeia produtiva do segmento. A metodologia partiu do ponto inicial da revisão bibliográfica de artigos, dissertações, monografias e teses, disponíveis na Biblioteca Brasileira Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e no Google Acadêmico. Para isso, as palavras-chaves utilizadas na busca foram: sustentabilidade; resíduos da construção; entulhos; custo ambiental; demolições e reutilização de resíduos.

Em segundo plano, o estudo exploratório se deu a partir da identificação visual dos RCCD por técnico de amostragem (topógrafo Gaspar Moura, técnico em edificações da Secretaria de Meio ambiente), estudantes/professores de Engenharia Civil - UnirG, com amostragem ocorrendo em 4% dos montes ou pilhas (NBR 10.007/2004) de resíduos homogêneos depositados na área pública de RCCD de Gurupi – TO, sendo: 119 montes de entulho da classe A e 14 de resíduos da classe C (gesso). Para quantificar os resíduos foi feita a cubagem dos montes, com medição em trena da circunferência (C), altura (H) resultante da média das diagonais ($H_{diagonal}^2 = 2 + (H_{vertical})^2$), aplicação da fórmula ($D = C/\pi$; $R = D/2$), com cálculo do volume do cone/monte ($V = \pi * R^2 * h/3$) e respectiva densidade ($d = m/V$; Kg/m^3).

Os dados coletados em campo foram lançados em tabelas no software Microsoft Excel, sendo apresentados em gráficos e tabelas.

RESULTADOS

O local de estudo foi a área cedida pela prefeitura para descarte dos Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCCD), localizada no município de Gurupi–TO (figura 1), compreendendo uma área total de aproximadamente 242.432,95 m². A área fica 5,9 km do centro da cidade onde recebe entulhos de empresas privadas, públicas e da comunidade.

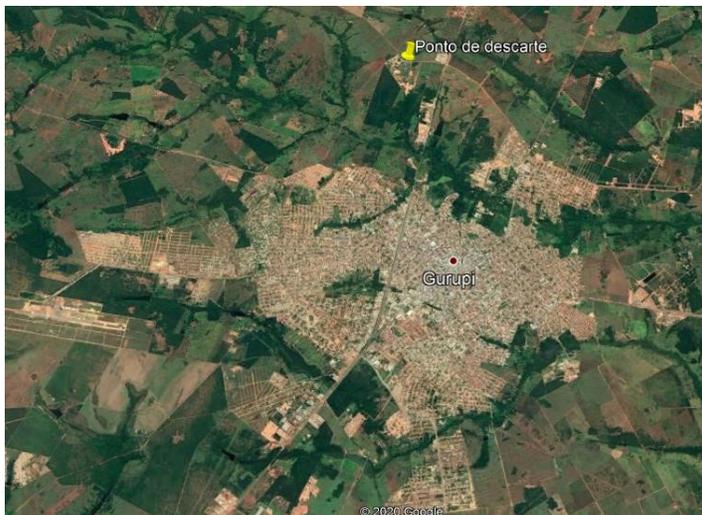


Figura 1 – Ponto de Descarte RCCD de Gurupi-TO.

Fonte: Google Earth (Adaptado)

A coleta de dado foi acompanhada por profissionais da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Produtividade do município (Figura 2). Os graduandos de engenharia civil da UnirG conduziram o manejo da coleta dos dados em campo, realizando uma caminhada em toda área, orientados por técnico de amostragem, colaboradores da prefeitura municipal e docentes do curso de Engenharia civil da universidade.

Na área objeto de estudo verificou-se que o depósito em montes se dava em decorrência da quantidade despejada por cada caminhão que chegava com carregamento de RCCD. Desta forma, a primeira análise visual possibilitou identificar aqueles montes cuja característica se aproximava mais do resíduo da classe A (entulho) e da classe C, elegendo nesta classe o gesso para quantificação pelo critério da disponibilidade e da homogeneidade aparente do monte.



Figura 2 – Equipe coletora dos dados e destinação de RCCD, área pública, Prefeitura Municipal de Gurupi-TO.

Fonte: Próprio Autor

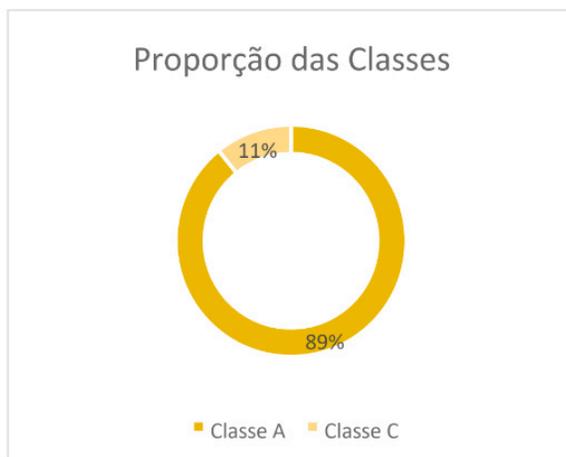
A quantidade e densidade de entulho da classe A e C, em uma área de 1,69ha atualmente ocupada com RCCD, estão apresentadas na tabela 1. Os resultados demonstram um volume predominante de entulhos (classe A), com peso de 521 toneladas aproximadas, sendo alvenaria, telhas e materiais similares, sendo potenciais de processamento e retorno para cadeia produtiva do próprio segmento da construção civil.

Segundo Rocha et al. (2014), a reutilização destes componentes de Classe A, servem como alternativas complementares de bases para pisos, revestimentos primários de vias automotivas ou até mesmo passar em um processo de reciclagem, sendo destinado a trituração e posteriormente utilizados como agregado graúdo na própria construção civil, utilizando a logística reversa.

Classe	Peso (t)	Densidade (kg/m3)
Classe A	521	753,58
Classe C	63,1	818,44

Tabela 1 – Resultados do peso e densidade dos resíduos.

A composição das classes fica ainda mais nítida em valores proporcionais. Conforme Gráfico 1, os resíduos de classe C correspondem a 11% do valor coletado, em números reais se aproximam de 63,1 toneladas. Essa classe refere-se aos resíduos gerados no acabamento das construções como gesso e isopor, havendo na atualidade perspectivas de sua utilização. Apolinario (2015) avaliou este tipo de RCCD como alternativa para produção de argamassas de gesso, com resultados promissores para esta aplicação, sendo indicativo de potencialidade.



Essas medidas dependem de investimentos por parte do poder público e privado em alternativas sustentáveis com viabilidade socioambiental e aplicáveis na realidade urbana de muitos municípios brasileiros. O campo educacional, podendo ser por meio de processos de educação ambiental formal ou informal, é imprescindível de institucionalização tanto nos ambientes da gestão pública municipal, como prefeitura, agências de infraestrutura, escolas quanto junto as empresas construtoras, coletoras de RCCD e sociedade de modo geral. A temática resíduos da construção civil pode ser trabalhada nestes ambientes de forma interdisciplinar, sendo potencial de negócio sustentável a ser empreendido por meio de parcerias locais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estimativa volumétrica de entulhos da Classe A pode subsidiar a gestão municipal quanto ao uso de agregados reciclados médios e grãos como brita, para uso em fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagem, brita corrida para uso em obras de base e sub-base de pavimentos e aterros e o rachão para uso em obras de pavimentação, drenagem e terraplanagem.

Agregados reciclados podem ser obtidos com britador, esteira transportadora e peneirador. O gesso, se processado e analisado, tem aplicações em projetos paisagísticos. A prefeitura, empresários e instituições de ensino superior e técnico da área de Engenharia Civil e afins poderão contribuir nessa perspectiva, uma vez que existe no município associação formal de trabalhadores a partir dos resíduos sólidos, podendo ser potenciais empreendedores da reciclagem de entulhos.

A busca por metodologias que visam a redução de desperdício em obras devem ser tratadas em primeiro plano, para que esse material não chegue ou chegue em quantidades reduzidas às áreas destinadas aos RCCD. Em segundo plano, os resíduos da construção, uma vez nos RCCD, podem ser reciclados, apresentando-se novos materiais, usualmente empregados na própria construção civil. Sugere-se que mais estudos sejam efetivados na perspectiva da realização de um plano de negócios para o segmento do processamento de entulhos, sendo o mesmo efetivado em pequena escala. Abre-se possibilidades para que a própria gestão municipal adquira pequenos itens de equipamentos do tipo reciclador de entulhos, a exemplo do tipo queixada, ou mesmo possa estabelecer parceria com organização social para a efetivação do processamento destes resíduos, potenciais de aplicação em benefício da política pública de resíduos sólidos.

Em outro olhar, tem-se o despertar para a quantidade de resíduos gerados, evidenciando a importância de adotar medidas que buscam reduzir as perdas em obras, estabelecer o conceito de obra limpa e redução de entulhos nas áreas de RCCD. A criação de materiais decorrentes do reaproveitamento desse entulho, deve ser cada vez mais recorrente, com suporte de políticas públicas que buscam incentivar essas práticas. A universidade e cursos afins podem estar inseridos no debate para definição de estudos posteriores e/ou medidas possíveis, factíveis e sustentáveis a ser empreendidas pelo poder público, com parcerias. Há de se ter sensibilização cada vez mais para o aperfeiçoamento de políticas públicas locais em favor da conservação ambiental, podendo gerar trabalho e renda, atendendo as dimensões da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

APOLINARIO, G. M. Reutilização do resíduo de gesso da construção civil. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil), UNIJUÍ, Ijuí, 2015.

CERVO, A.; BERVIAN, P. A.; DA SILVA, R. **Metodologia Científica**. 6ª ed. São Paulo: Pearson, 2006

CONAMA. Resolução nº 416, de 30 de dezembro 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: 22 de maio de 2020.

MAIA, D. S.; RODRIGUES, C. R. Planos De Resíduos Sólidos: Abordagem da problemática no brasil e situação atual de implantação destes instrumentos. **Semana Acadêmica**, Fortaleza, v. 1, 2019. Disponível em: < <https://semanaacademica.org.br/artigo/planos-de-residuos-solidos-abordagem-d-a-problematica-no-brasil-e-situacao-atual-de>>. Acessado em: 03 Jul. 2020.

ROCHA, V. G.; CANCIO, E. P.; PROENÇA, R. R. Gestão E Reuso De Resíduo Classe A. **Revista UNIFACS - XIII SEPA - Seminário Estudantil de Produção Acadêmica**. Salvador, v.1, 2014. Disponível em: <<http://www.revistas.unifacs.br/index.php/sepa>>. Acessado em: 03 Jul. 2020.

VEDRONI, J. W. Estudo de caso sobre a utilização do RCD (resíduos de construção e demolição) em reaterros de valas nos pavimentos de Piracicaba SP. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Belo Horizonte, 1989.

PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES: ESTUDO DE CASO EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 03/07/2020

Ismael Marrathman Dias Costa

Universidade Tiradentes, Departamento de Engenharia Civil.
Aracaju – SE.

Marcos Augusto Barbosa de Amorim

Universidade Tiradentes, Departamento de Engenharia Civil.
Aracaju – SE.

Yuri Sotero Bomfim Fraga

Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil.

Brasília – DF

<http://lattes.cnpq.br/5055016786232011>

RESUMO: A manifestação patológica na construção civil ocorre quando uma construção apresenta defeitos ou quando ela não atende mais as funções para as quais foi projetada. Para cada manifestação patológica ocorrida há uma maneira diferente de tratar, assim como na medicina há vários tipos de operação para tratar de diferentes doenças. Quando se trata de manifestações patológicas na construção civil, o mais indicado é identificar as falhas e os sintomas, para que dessa forma seja produzido um diagnóstico correto. O objetivo da presente pesquisa consiste em identificar e analisar as manifestações patológicas encontradas em um

condomínio residencial e classificá-las levando em consideração a gravidade, a urgência e a tendência. Para isso, foi realizada uma inspeção em um condomínio residencial, onde as manifestações patológicas foram identificadas através de registro fotográfico e classificadas de acordo com o método GUT. O método GUT tornou possível a hierarquização de riscos referentes às manifestações patológicas avaliadas. Dessa forma, foi possível concluir que as rachaduras encontradas na edificação necessitam maior atenção dentre as manifestações patológicas identificadas.

PALAVRAS-CHAVE: Patologia; Construção Civil; Edificações; Manutenção.

CONSTRUCTION PATHOLOGY: CASE STUDY IN RESIDENTIAL BUILDING

ABSTRACT: The pathological manifestation in civil construction occurs when a construction has defects or when it no longer meets the functions for which it was designed. For each pathological manifestation that occurs there is a different way of treating it, just as in medicine there are several types of operation to treat different diseases. When it comes to pathological manifestations in civil construction, the most appropriate is to identify the flaws and symptoms, so that a correct diagnosis is produced. The objective of this research is to identify and analyze the pathological manifestations found in a residential condominium and to classify them taking into account the severity, urgency and tendency. For this, an inspection was carried out in a residential condominium, where the pathological manifestations were identified

through photographic record and classified according to the GUT method. The GUT method made it possible to rank the risks related to the pathological manifestations evaluated. Thus, it was possible to conclude that the cracks found in the building need more attention among the pathological manifestations identified.

KEYWORDS: Pathology; Civil Construction; Buildings; Maintenance.

1 | INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia na construção civil deve ser incentivado para atender as demandas atuais. Apesar disso, é importante salientar que a busca pela entrega das obras em tempo recorde pode trazer sérios problemas como o aparecimento das manifestações patológicas.

Os problemas patológicos identificados em construções, de modo mais abrangente, geralmente aparecem por inúmeros fatores como falhas no planejamento na execução e, ao longo do tempo, por falta de manutenção adequada. Outro fator são as questões ambientais, pois dependendo da região, o clima e seus fatores podem ser um grande processo degradante (HELENE e PEREIRA, 2007).

Para que as manifestações patológicas existentes possam ser eliminadas, é fundamental realizar um estudo detalhado das suas origens (NAZARIO e ZANCAN, 2011). Este estudo, além de fornecer um melhor conhecimento do mecanismo envolvido no fenômeno, pode auxiliar no diagnóstico dos problemas encontrados.

A pesquisa então se justifica pelo fato de que as manifestações patológicas em edificações são geradas por algum motivo sobretudo relacionado a algum erro cometido, sendo importante encontrar onde se iniciou o problema, como foi todo o processo de construção da obra, se houve manutenção preventiva de acordo com as normas vigentes ao longo dos anos, para desse modo diagnosticar o que levou a gerar determinada manifestação patológica (MARCELLI, 2007).

A ABNT NBR 15575:2013 (Norma de Desempenho), a NBR 5674:2012 (Norma de Manutenção) e a NBR 14037:2011 (Norma do Manual de Uso, Operação e Manutenção) são fundamentais para que se tenham bons resultados na construção civil, sobretudo no tocante ao surgimento de manifestações patológicas e quanto ao seu tratamento. As normas citadas apresentam um aparato de conhecimentos técnicos e cuidados para que a edificação seja projetada e construída obedecendo aos padrões necessários para dar conforto e segurança aos seus usuários, que devem ficar sempre atentos para fazer sempre que preciso as manutenções preventivas com o auxílio de um profissional competente da área da engenharia.

Diante do exposto, essa pesquisa tem como objetivo identificar e classificar as manifestações patológicas encontradas em um condomínio residencial e apresentar as possíveis medidas corretivas para cada tipo de deficiência, obedecendo as normas vigentes. Além disso, propõe-se classificar as manifestações patológicas levando em consideração a

gravidade, a urgência e a tendência.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Diagnóstico e Tratamento das Manifestações Patológicas

Designa-se genericamente por patologia das construções o campo da engenharia civil que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência de falhas. Tais fatores trazem à tona a necessidade de uma adequada sistematização dos conhecimentos nesta área, para posterior diagnóstico e geração de planos de intervenção para resolução das manifestações apresentadas (SOUZA e RIPPER, 1998).

O diagnóstico das manifestações patológicas pode ser definido como a identificação da natureza e origem dos defeitos. Descobrir as principais causas dos problemas não é tarefa fácil tendo em vista o número de processos apresentados pelas diversas etapas construtivas (CREMONINI, 1988). O diagnóstico é o entendimento dos fenômenos, trata-se das múltiplas relações de causa e efeito e entendimento dos principais motivos de ocorrência a partir de dados conhecidos, tentando-se determinar a possível origem do problema através do seu efeito (DO CARMO, 2016).

Após a formulação do diagnóstico e das hipóteses causadoras dos problemas deve estar explícito nas conclusões e recomendações, a necessidade do projeto de recuperação dos elementos que tiveram seu desempenho comprometido, especificando os processos e materiais utilizados para realização dos reparos. Muitas vezes este projeto requer a formatação de plantas e memoriais descritivos, fato este, que dependerá diretamente do nível e complexidade dos problemas patológicos apresentados (HELENE e PEREIRA, 2007).

O diagnóstico exige criteriosamente que seja levada em conta a sensibilidade das hipóteses e modelos a fim de associar cientificamente o efeito à causa da manifestação patológica. Se não houver informações suficientes para se entender a relação causa e efeito por motivos financeiros, pode-se optar pela técnica de definição da estrutura a partir do seu comportamento. Tal estudo é realizado através de métodos estatísticos englobados nas técnicas da análise multivariável, que definem o estado atual da edificação através da instrumentação das variáveis mais significativas (HELENE e PEREIRA, 2009).

Atualmente, a quantificação de dados por modelos matemáticos tornou-se mais viável pelo surgimento de novas tecnologias no que tange a avanços de instrumentos e métodos utilizados na análise de problemas patológicos. A maioria dos instrumentos utilizados são conhecidos pelas universidades brasileiras, porém, infelizmente o mercado ainda não possui conhecimento destas técnicas. Tais equipamentos são mais usados para formatação de trabalhos acadêmicos e por variados motivos não são de conhecimento do

público geral, fato este que não impede a realização destes tipos de exames em situações que ocorrem no dia a dia, mas ainda há poucos casos de aplicações no campo profissional dessas técnicas e análises, o que impede a modelagem não linear de dados e geração de diagnósticos completos (SANTUCCI, 2015).

2.2 Método GUT

Desenvolvido por Kepner e Tregoe na década de 1980, o método GUT surgiu da necessidade de resoluções de problemas complexos nas indústrias americanas e japonesas (KEPNER e TREGOE, 1981 *apud* FÁVERI e SILVA, 2016).

Proposta como uma ferramenta utilizada para definir prioridades a diversas alternativas de ação, a matriz GUT responde racionalmente às questões como: “O que deve ser feito primeiro?” ou “Por onde começar?”. A fim de responder essas perguntas, a ferramenta tem como objetivo ordenar a importância das ações, levando em consideração a gravidade, a urgência e a tendência do fenômeno, de forma a escolher a tomada de decisão mais favorável e menos prejudicial a situação (MEIRELES, 2001).

A principal vantagem de utilizar a Matriz GUT para fins de gerenciamento é que o auxílio oferecido ao gestor possibilita uma avaliação quantitativa dos problemas em estudo, tornando possível a priorização das ações corretivas e preventivas para o extermínio total ou parcial do problema (PERIARD, 2011). Na figura 1 é mostrada a ordem de prioridade do método GUT.

G GRAVIDADE	U URGÊNCIA	T TENDÊNCIA
5 = extremamente grave	5 = precisa de ação imediata	5 = irá piorar rapidamente se nada for feito
4 = muito grave	4 = é urgente	4 = irá piorar em pouco tempo se nada for feito
3 = grave	3 = o mais rápido possível	3 = irá piorar
2 = pouco grave	2 = pouco urgente	2 = irá piorar a longo prazo
1 = sem gravidade	1 = pode esperar	1 = Não irá mudar

Figura 1- Prioridades do método GUT.

Fonte: Periard (2011).

Através da Figura 1 é possível observar que a aplicação do método consiste em classificar a gravidade em notas de 1 a 5, sendo 1 sem gravidade e 5 extremamente grave. A urgência também é classificada em notas de 1 a 5, sendo 1 podendo esperar e 5 precisando de ação imediata. Por fim, a tendência é classificada em notas de 1 a 5, sendo 1 que não mudar e 5 que irá piorar rapidamente se nada for feito. O método consiste na multiplicação desses fatores, sendo a nota mais alta atribuída a prioridade de intervenção.

3 | METODOLOGIA

Foi realizado um estudo de caso em um condomínio residencial localizado na cidade de Aracaju-SE, litoral brasileiro. O condomínio possui torre única com 13 pavimentos e quatro apartamentos por pavimento. A edificação foi construída em 2007 e nunca passou por reformas, sendo realizados apenas pequenos reparos nesse período.

Esse estudo de caso consistiu em realizar uma visita *in loco* na edificação para realizar através de registos fotográficos a identificação das manifestações patológicas encontradas. Além do registro fotográfico, foram realizadas anotações para auxiliar no diagnóstico detalhado. Dessa forma, foi possível classificar a prioridade das intervenções que devem ser realizadas para corrigir as manifestações patológicas através do método GUT, que leva em consideração gravidade, urgência e tendência das manifestações patológicas.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Fissuras, trincas e rachaduras

Na edificação foram encontradas fissuras, trincas e rachaduras. Segundo Corsini (2010), as fissuras podem começar a surgir de forma pacífica. Na execução do projeto arquitetônico é um dos tipos mais comuns de manifestações patológicas nas edificações e podem interferir na estética, na durabilidade e nas características estruturais da obra. Ela pode ser um indício de algum problema estrutural mais grave pelo fato de toda fissura dar origem a uma possível manifestação patológica mais grave (trinca e rachadura). Sugere-se como tratamento para fissuras com abertura igual ou inferior a 1mm, a utilização de massa flexível, já nos casos onde a espessura é superior a 1mm é recomendado fazer o preenchimento da abertura com um reparo estrutural flexível de maior penetração.

As trincas podem ser definidas como o estado em que um determinado objeto ou parte dele se apresenta partido, separado em partes. Nesse caso, a abertura ultrapassa a camada do revestimento e podem afetar diretamente a estrutura interna. Para reparar é sugerido preencher as aberturas com mastique acrílico, fita acrílica, selantes de PU ou impermeabilizantes acrílicos.

As rachaduras são falha contínuas devido à falta de resistência de um determinado

material às tensões e influências internas e externas a ele aplicadas. É um estado em que um determinado objeto ou parte dele apresenta uma abertura de tal tamanho que ocasiona interferências indesejáveis. É o tipo de abertura mais grave e dependendo do local onde ocorre impossibilita o uso da edificação. Elas são aberturas de tamanho consideráveis, acima de 3 mm, por onde podem passar luz, vento e água. Tem como característica a grande abertura, pronunciada, profunda e acentuada, geralmente a estrutura é praticamente condenada, tendo que ser refeita, como mostrado na Figura 2.



Figura 2- Rachadura no teto da área administrativa.

Fonte: Acervo próprio (2020).

4.2 Desplacamento cerâmico

A norma de desempenho, ABNT NBR 15575:2013, estabelece critérios de avaliação de 5 sistemas: estrutura, pisos, vedações verticais, coberturas e hidrossanitários. Os critérios de avaliação estabelecidos preveem testes de sistemas, ou seja, dos diversos elementos e componentes do sistema trabalhando em conjunto. Por este motivo não se pode dizer que individualmente um material atende ou não aos critérios da norma.

Normalmente o deslocamento cerâmico está relacionado com a dilatação térmica e os coeficientes de dilatações diferentes dos materiais, pois um dilata e retrai mais que o outro ocasionando o desprendimento em algum momento. Essa manifestação patológica foi encontrada em diversos pontos da edificação, conforme ilustrado na Figura 3.



Figura 3- Deslocamento cerâmico nas áreas de circulação comum.

Fonte: Acervo próprio (2020).

4.3 Manchas e umidade

Os problemas dentro da construção civil causados por umidade podem estar relacionados com até 60% das manifestações patológicas encontradas em edificações em fase de uso e operação e podem levar a prejuízos de caráter funcional, de desempenho, estéticos e estruturais podendo representar risco à segurança e à saúde dos usuários (SOUZA, 2008). A saturação de água nos materiais sujeitos à umidade tem como consequência o aparecimento de manchas características e posterior deterioração. Segundo Araújo (2014), na construção civil, os defeitos decorrentes da penetração de água ou devido à formação de manchas de umidade geram problemas bastante graves e de difíceis soluções, tais como:

- Prejuízos de caráter funcional da edificação;
- Desconforto dos usuários e em casos extremos os mesmos podem afetar a saúde dos moradores;
- Danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações; e
- Diversos prejuízos financeiros.

Para o tratamento adequado se faz necessário, avaliar primeiro se os blocos estão quebradiços e desagregando. A argamassa de assentamento não pode estar pulverulenta e com orifícios e os blocos precisam ter boa qualidade, caso contrário, devem ser substituídos. A argamassa de assentamento com orifícios pode ser reparada com argamassa de cimento, areia, adesivo e água. Para o acabamento final recomenda-se a aplicação de uma resina acrílica ou hidrofugante, pois ao longo de sua vida útil a parede

ela está sujeita ao intemperismo e dilatações térmicas. Além disso, a ABNT NBR 9575:2010 dispõe da obrigatoriedade de um projeto básico de impermeabilização, em todas as obras e áreas que necessitem desta proteção. Na Figura 4 é possível observar algumas manchas identificadas nas paredes o condomínio.



Figura 4- Manchas na (a) parede externa das áreas comuns; (b) na fachada do hall de entrada.

Fonte: Acervo próprio (2020).

4.4 Capilaridade

O aparecimento da capilaridade ocorre nas áreas inferiores das paredes das edificações, uma vez que estas tendem a absorver a água do solo úmido (umidade ascensional) através de sua fundação. Ela ocorre devido aos materiais que apresentam canais capilares, por onde a água passará para atingir o interior das edificações. Têm-se como exemplos destes materiais os blocos cerâmicos, concreto, argamassas e madeiras. A figura 5 apresenta capilaridade no rodapé de um dos apartamentos.



Figura 5- Capilaridades no rodapé da parede do apartamento.

Fonte: Acervo próprio (2020).

4.5 Infiltrações

De acordo com Righi (2008), a infiltração é a umidade que passa de uma área para outra através de pequenas trincas nas divisórias que as separam. Esta água de percolação geralmente é ocasionada pela água da chuva e pode ser intensificada com o vento. Descobrir a possível causa da infiltração e depois saber quais procedimentos tomar que vão desde a afastamento de telhas até a má impermeabilização da laje são essenciais para corrigir esse tipo de manifestação patológica. Na figura 6 são mostradas infiltrações causadas pela água da chuva em algumas áreas administrativas do condomínio.



Figura 6- Infiltração causada pela água da chuva no teto da administração do condomínio

Fonte: Acervo próprio (2020).

4.6 Classificação das manifestações patológicas pelo método GUT

A classificação de prioridade para correção das manifestações patológicas é de suma importância, uma vez que ela é responsável por nortear o nível de criticidade, podendo desta forma ordenar as manifestações patológicas que de fato tem maior influência negativa e que precisam ser sanadas com mais agilidade. O Quadro 1 apresenta o nível de prioridades na manutenção das manifestações patológicas encontradas no condomínio estudado, utilizando o método GUT.

Natureza Patológica	Gravidade	Urgência	Tendência	(GxUxT)	Classificação
Fissuras	2	3	3	18	3º
Trincas	2	2	3	12	4º
Rachaduras	5	5	5	125	1º

Deslocamento cerâmico	1	1	1	1	6°
Manchas e umidade	1	1	2	2	5°
Capilaridade	1	1	1	1	6°
Infiltração	3	4	4	48	2°

Quadro 1 – Classificação das manifestações patológicas pelo método GUT.

Fonte: Acervo próprio (2020).

De acordo com a classificação mostrada no Quadro 1, fica notório que a rachadura, dentre todas as manifestações patológicas encontradas na edificação pesquisada é a que tem maior impacto negativo sobre a estrutura, uma vez que se não tratada de forma emergencial pode incidir em um abalo estrutural. O segundo lugar da classificação refere-se à infiltração, sendo que esta pode interferir diretamente em um elemento estrutural muito importante, a laje, ocasionando a oxidação das armaduras, que se postergada trará outros malefícios, tendo grande potencial de comprometimento da estrutura se não for solucionada com agilidade. Logo em seguida aparecem as fissuras que são a consequência de uma trinca não tratada e que pode se tornar uma rachadura. As demais colocações são referentes as manifestações patológicas que tem uma menor capacidade de influência negativa na estrutura propriamente dita, que em uma escala de prioridade, podem aguardar até os primeiros itens da classificação serem sanados, mas que não devem ser esquecidos.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do referencial teórico ficou evidente a necessidade de diagnosticar as manifestações patológicas e de levar em consideração o seu tratamento com a utilização de técnicas e profissionais habilitados, evitando assim o retrabalho e possivelmente problemas mais graves para a edificação.

A propositura da análise das manifestações patológicas no condomínio pesquisado trouxe à tona ainda uma questão que se refere a própria manutenção predial que muitas vezes por si só já evitaria que as manifestações patológicas acontecessem, pois é importante salientar que medidas preventivas são primordiais na durabilidade do imóvel.

Em relação a utilização do método GUT para o estabelecimento de ordem de prioridade de resolução entre os problemas encontrados, foi comprovado a sua aplicabilidade individual na área de estudo, visto que se tornou possível realizar a hierarquização de riscos referentes às manifestações patológicas avaliadas. Evidenciou-se que é primordial o tratamento das rachaduras encontradas na edificação, seguido pelo tratamento das infiltrações e pelas fissuras e trincas. As demais manifestações patológicas encontradas também devem ser tratadas assim que possível, porém no momento não trazem risco à

estrutura da edificação.

Sugere-se para trabalhos futuros o cálculo orçamentário para se fazer tais reparos, controles de qualidade mais rígidos durante a execução da obra, observando sobretudo os tipos de materiais empregados, bem como o incentivo aos empregadores de promover a capacitação para os empregados das obras desempenharem melhor as suas funções.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14037: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos**. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575: Edificações Habitacionais– Desempenho**. Rio de Janeiro. 2013.

ARAÚJO, L. O. C. DE. **Tecnologia e Gestão de Sistemas Construtivos de Edifícios**. Apostila da Disciplina de Tecnologia de Produção de Edificações em Concreto Armado. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2014.

CORSINI, R. **Trinca ou fissura?**. São Paulo: Técnica. 160, p., jul. de 2010. Disponível em: <<http://tecnica.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>>. Acesso em 06 nov. 2019.

DO CARMO, P. O. **Patologia das construções**. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2016.

FÁVERI, R.; SILVA, A. **Método GUT aplicado à gestão de risco de desastres: uma ferramenta de auxílio para hierarquização de riscos**. Revista Ordem Pública, v. 9, n. 1, 2016.

HELENE, P.; PEREIRA, F. (Ed.). **Rehabilitación y Mantenimiento de Estructuras de Concreto. Bogotá**, Colombia, SIKA, 2007. 600 p. ISBN 85-60457-00-3.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil: Causas e soluções para danos e prejuízos em obras**. 1ª ed. São Paulo: Pini, 2007.

MEIRELES, M. Ferramentas **administrativas para identificar, observar e analisar problemas**. 1.ed São Paulo: Art & Ciência, 2001.

NAZARIO, D.; ZANCAN, E. C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde**. 2011. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Universidade do Extremo Sul Catarinense. Santa Catarina, 2011.

PERIARD, G. **MATRIZ GUT: Guia Completo**. 2011. Disponível em: <https://www.daexe.com.br/2018/08/07/matriz-gut/>. Acesso em: 08 jun 2020.

RIGHI, G. V., **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenção e correções – análise de casos**. 2009. 94f. Dissertação de mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

SANTUCCI, J. **Patologia e desempenho das construções**. CREA-RS – Conselho em revista, Porto Alegre, n. 107, p. 26-31, abr. 2015.

SOUZA, M. F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. 64f. Monografia (Especialista em construção civil). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 10/08/2020

Allefy Teles Sampaio

Universidade de Fortaleza, Centro de Ciências
Tecnológicas
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/5997684195722736>

Jéssica Wanderley Souza do Nascimento

Instituto de Especialização do Amazonas –
Departamento de Engenharia
Manaus – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/1133589781222824>

Domingos Sávio Viana de Sousa

Universidade de Fortaleza, Centro de Ciências
Tecnológicas
Fortaleza - Ceará

RESUMO: Um edifício é o conjunto de materiais com grande rotatividade dos trabalhadores e mão de obra nem sempre qualificada e, junto com a agressividade do ambiente, contribuem para a ocorrência de patologias prévias. Patologias são as deformações no imóvel, chegando a comprometer a estrutura e a estética. Esse trabalho, tem como objetivo uma revisão bibliográfica das patologias mais ocorrentes, permitindo a amplitude do conhecimento a fim de minimizar problemas decorrentes de patologia. Por fim, a manutenção periódica de fachadas previne patologias mais agravantes.

PALAVRAS-CHAVE: Edificação. Patologias em edificações. Manutenção de fachadas.

ABSTRACT: A building is the set of materials with high turnover of workers and not always skilled labor and, along with the aggressiveness of the environment, contribute to the occasion of previous pathologies. Pathologies are the deformations in the property, coming to compromise both the structure and aesthetic. This work has as its aim a bibliographical review of the most frequent pathologies, allowing the breadth of knowledge in order to minimize pathology problems. Finally, periodic maintenance of facades prevents more aggravating pathologies.

KEYWORDS: Building. Building pathologies. Facade maintenance.

1 | INTRODUÇÃO

A palavra patologia é derivada do grego *pathos*, que significa doença, e *logos*, estudo. Patologia é o estudo de doenças, essa definição voga tanto na medicina, quanto na arquitetura e engenharia, conhecida como patologia das edificações, ela estuda as manifestações atípicas relacionadas a fachada. Fachada significa todas as faces exteriores de um edifício.

O estudo de patologia das edificações tem como objetivo esclarecer possíveis causas conforme suas origens, visando orientar tanto estudantes quanto profissionais acerca dos problemas que poderão interferir na estrutura causando situações mais graves. Para recuperação de alguma fachada, é necessário

um estudo prévio para detectar e localizar as manifestações patológicas a fim de descobrir a origem do problema, problema esse que pode estar na execução, no projeto ou na qualidade do material.

Neste contexto, entender o processo patológico nas fachadas, é o objetivo deste presente trabalho elaborado a partir de um resumo literário, como textos científicos e normas técnicas vigentes atualmente no país.

2 | REVESTIMENTOS

Revestimentos são procedimentos utilizados na camada externa que cobre qualquer material, destinado a proteger superfícies horizontais e verticais de um edifício ou obra de engenharia. Vale salientar que o trabalho a ser executado deve sempre estar de acordo com o projeto.

Abaixo, os tipos de revestimento em voga:

- Chapisco: formado por mistura de cimento, areia e aditivos, com finalidade de equalizar a superfície, melhorando a aderência do revestimento, evitando o desprendimento das camadas posteriores, como o emboço;
- Emboço: fase que intermedia o chapisco para o reboco ou aplicação cerâmica, cobre e regulariza a superfície da base, gerando uma boa aderência entre as camadas e ajudando na vedação, função também relacionada a impermeabilização, impedindo a ação de agentes externos no substrato (alvenaria);
- Reboco: cobre o emboço, formando uma superfície lisa, impermeável, com bom conforto acústico e tem a função de acabamento para receber os processos que antecedem a pintura.

3 | A PATOLOGIA E SUA ORIGEM

De acordo com Verçoza (1991), os problemas relacionados à construção civil são fragmentados desta forma: “40% referem-se ao projeto; 28% referem-se à execução; 18% referem-se aos materiais utilizados; 10% referem-se ao mau uso; 4% referem-se ao mau planejamento”. (Gráfico 1).

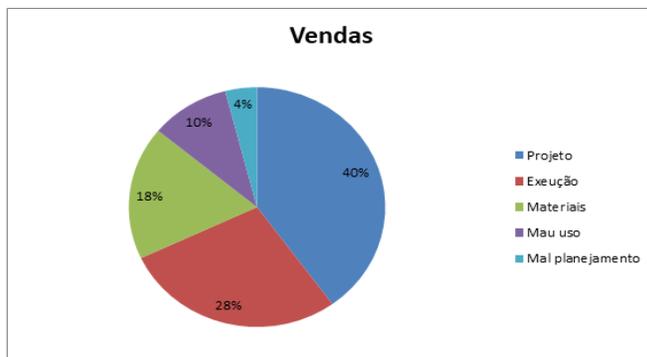


Gráfico 1 – Vendas

Fonte: o autor, 2019.

Segundo Oliveira (2013), as origens patológicas não têm fontes isoladas, sofrem intervenção de variáveis, que podem ser com sintomas, que são as causas. Se fosse tomado maiores cuidados, haveria menores invenções em manutenção. Seguir o projeto e usar materiais adequados evita gastos futuros.

Patologias são desenvolvidas por algumas falhas inerentes ao processo construtivo, esse é dividido em três partes:

1. Planejamento;
2. Projeto;
3. Materiais.

4 | IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE REVESTIMENTO

A construção civil sempre esteve em busca de soluções rápidas e eficazes para as soluções de problemas, essas atitudes imediatistas causam problemas de planejamento e execução. Problemas patológicos em fachada geram um grande impacto visual negativo tanto para moradores e clientes, quanto para a empresa que realizou a construção do edifício. Investir em um projeto de fachada de qualidade é de suma importância e não deve ser apenas algo arquitetônico, mas compor o projeto como um todo. Quando um projeto é elaborado por um profissional qualificado, é incorporado todas as experiências anteriores minimizando a probabilidade de possíveis problemas (Anexos A e B).

Segundo Cremonini (1988, p. 31): “Um programa que vise a diminuição ou eliminação de problemas patológicos deve agir diretamente nas etapas do processo construtivo, bem como criar um sistema de controle de qualidade eficiente em cada uma delas”.

5 | DESEMPENHO DOS REVESTIMENTOS EXTERNOS

Segundo Selmo (1989), citando BS 5262 (BSI, 1976), a durabilidade é um dos principais quesitos de desempenho, depende dos fatores:

- Proteção dos revestimentos por detalhes arquitetônicos convenientes;
- Penetração da umidade de infiltração;
- Efeito da poluição atmosférica;
- Natureza da base do revestimento, por questões de capacidade de ancoragem e problemas associados à reação de sulfatos e à movimentação de retração de secagem;
- Tipo de revestimento, composição e traço da argamassa, que têm influência intrínseca nas suas propriedades e compatibilidades com as características da base;
- Grau de umedecimento da base, em função de sua influência na aderência e surgimento de eventuais eflorescências nos revestimentos;
- O método de aplicação, principalmente, em função da natureza da base;
- Danos causados por abrasão ou impactos;
- Manutenção periódica.

Na fase do projeto, todos esses tópicos devem ser analisados, visando uma melhor prevenção de possíveis patologias.

6 | PRINCIPAIS PATOLOGIAS DOS REVESTIMENTOS EXTERNOS

As patologias apresentam diversas formas, a partir de análises, serão, por um profissional, sugeridos reparos para um possível resultado com êxito. Os estudos patológicos buscam precaver-se de possíveis acontecimentos que diminuam a qualidade dos revestimentos externos.

Pedro *et al* (2002) classifica as patologias de acordo com suas origens, que são elas:

- Congênitas: originam-se desde o princípio, erros ou omissões do profissional, não obediência à Normas Técnicas, geram falhas no momento da concepção;
- Construtivas: é gerada a partir de mão de obra não qualificada, ausência de metodologia para o assentamento das peças, geralmente a falha acontece no momento de execução da obra;
- Adquiridas: ocorrem durante a exposição do edifício, podendo ser resultado da exposição e da agressividade do meio ou decorrentes de manutenções inade-

quadas, desencadeando processos patológicos;

- Acidentais: identifica-se como uma atividade atípica.

6.1 Patologias em revestimentos argamassados

De acordo com Vieira (2007):

- Fissuras: podem interferir na durabilidade e na estética fatores como a quantidade de água de amassamento, a ausência de vergas e contravergas, a deformação contínua do concreto e o cobrimento parcial do substrato. (Figura 1)



Figura 1 – Caso de fissura em revestimento argamassado.

Fonte: condomínio SC, 2015.

- Descolamento com pulverulência ou argamassa friável: são observados a partir da fragmentação e, conseqüentemente, o tritramento da argamassa ao ser pressionada;
- Descolamento por empolamento: torna-se visível quando a camada de reboco se destaca da camada de emboço, formando bolhas com aumento progressivo. Tal problema é intensificado em camadas com maior proporção de cal;
- Descolamento em placas: a ruptura ocorre na ligação entre as camadas de emboço e reboco e a base em alvenaria.

6.2 Patologias em revestimentos cerâmicos

As patologias cerâmicas são classificadas por Roscoe (2008), como:

- Destacamentos ou deslocamentos: a perda de aderência é a principal característica. Quando as tensões surgem no revestimento cerâmico, ocorre tal patologia (Figuras 2 e 3);



Figura 2 – Perda de aderência no revestimento da fachada de prédio.

Fonte: AdNormas revista, 2019.



Figura 3 – Descolamento com empolamento de um grupo de ladrilhos em paredes exteriores

Fonte: Silva, 2010.

Trincas e fissuras: as trincas no corpo da placa cerâmica por esforços cerâmicos, como: compressão, flexão ou cisalhamento e normalmente são superiores a 1 milímetro. Fissuras são rompimentos com aberturas inferiores a 1 milímetro e que causam apenas ruptura parcial (Figura 4);



Figura 4 – Fissura na placa cerâmica do revestimento em parede externa.

Fonte: engenharia civil na internet, 2010.

- Eflorescências: causado por aparecimento de formações salinas nas superfícies, podendo ter formato de crostas duras e não solúveis em água;
- Gretamento: ocorre no período do assentamento da cerâmica de revestimento, quando o esmalte se rompe devido à incompatibilidade de dilatação entre a base e o esmalte;
- Manchas e bolor: manchas escuras, essa é a principal consequência visível da ação de fungos, alterando a estética. São causadas por infiltrações de água, geralmente associadas a desagregação dos revestimentos. (Figura 5).



Figura 5 – Manchas esbranquiçadas em fachada de prédio.

Fonte: Silva, 2010.

6.3 Patologias em pinturas

De acordo com os estudos realizados por Vieira (2007), foram listadas essas patologias no revestimento com pintura:

- Descascamento: normalmente ocorre quando a superfície não é preparada previamente para a pintura. Antes da pintura ser realizada, é necessário que o substrato seja raspado ou escovado (Figura 6);



Figura 6 – Descascamento da tinta em revestimento de pintura.

Fonte: Silva, 2009.

- Enrugamento: quando a camada da tinta é excessiva ou ocorre mudança na temperatura, a superfície apresenta ondulações;
- Saponificação: é caracterizado pelo “esfumaçamento” da pintura e ocorre devido a aplicação antes da cura do reboco, ou até mesmo quando o reboco possui excesso de cal;
- Eflorescência: patologia causada quando a aplicação da tinta é feita com o reboco ainda úmido, evaporando a água e tendo a junção da tinta com a cal e os sais;
- Desagregação: é causada pela destruição da pintura, caracterizando o esfarelamento da superfície;

7 | CONCLUSÕES

A falta do conhecimento técnico é um fator agravante para os problemas quando estamos analisando as fachadas, comprometendo também a estética e desvalorização do imóvel. Diferentemente da indústria, a construção civil é passiva de erros devido ao trabalho manual. É de suma importância que o projeto, o planejamento e a execução estejam em

constante comunhão.

Conhecer os materiais e suas propriedades diminuem as possíveis falhas. Por fim, a melhor e mais eficaz maneira de evitar as patologias de fachada, é a manutenção preventiva, visando minimizar o desenvolvimento delas.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Rogério Roque. **Patologia de fachadas**. 2005a, 73f. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Civil. Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.

BAUER, Roberto José Falcão. **Revestimentos: falhas em revestimentos**. Apostila. [S.l.]: Centro Tecnológico de Controle de Qualidade L. A Falcão Bauer, 1996. 75f.

CASA D'ÁGUA. **Tecnologia para construção**. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.casadagua.com/wp-content/uploads/2014/02/A1_077.pdf>. Acesso em jun. de 2019.

CONDOMÍNIO SC: informando o síndico catarinense. **Prédios em regiões litorâneas sofrem com a umidade**. Santa Catarina, 29 de jul. de 2015. Disponível em: <<http://www.condominiosc.com.br/jornal-dos-condominios/infraestrutura/2161-prediosem-regioes-litoraneas-sofrem-com-a-umidade>>. Acesso em jun. de 2019.

ENGENHARIA CIVIL NA INTERNET. **Patologia e reabilitação de revestimentos de fachada**. 30 de dez. de 2010. Disponível em: <<http://www.engenhariacivil.com/patologia-reabilitacao-revestimentos-fachada>>. Acesso em jul. de 2019.

MASSA CINZENTA: cimento Itambé. **Erro executivo causa maioria dos problemas em fachadas**. Brasília, 24 de ago. de 2016. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/erro-executivo-problemas-fachadas/>>. Acesso em jun. de 2019.

OLIVEIRA, Ferreira Daniel. **Levantamento de causas de patologias na construção**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

PEDRO, E. G.; MAIA, L. E. F. C.; ROCHA, M. O.; CHAVES, M. V. **Patologia em revestimento cerâmico de fachada**. Monografia, Faculdade de Engenharia e Arquitetura da FUMEC, Belo Horizonte, 2002.

QUEIROZ, Robson de Oliveira. **Patologia em fachadas construídas com revestimento de argamassa**. São Paulo, 2007a, 89f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi.

REVISTA AD NORMAS. **As patologias em revestimento cerâmico**. Rio de Janeiro, 16 de jun. de 2019. Disponível em: <<https://revistaadnormas.com.br/2019/06/18/as-patologias-em-revestimento-ceramico/>>. Acesso em jul. de 2019.

SABBATINI, Fernando Henrique; BAÍA, Luciana Leone Maciel. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Tecnologia de execução de revestimentos de argamassa**. In: Simpósio de Aplicação da Tecnologia do Concreto, 13, 1990, Campinas. Campinas: 13 SIMPATCOM, 1990.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M. M. S. B. **Características das argamassas de revestimento: crítico para a escolha**. In: Tecnologia de produção de revestimentos. Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica. São Paulo, 2003.

SILVA, P. A.; JONOV, P. M. C. **Curso de Especialização em construção civil: patologia das construções**. Minas Gerais, 2011.

SILVA, A. R. R. **Patologia em Fachadas com Revestimentos de Ladrilhos Cerâmicos**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

SOUZA, Roberto. [et al.]. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras**. São Paulo: Pini, 1996.

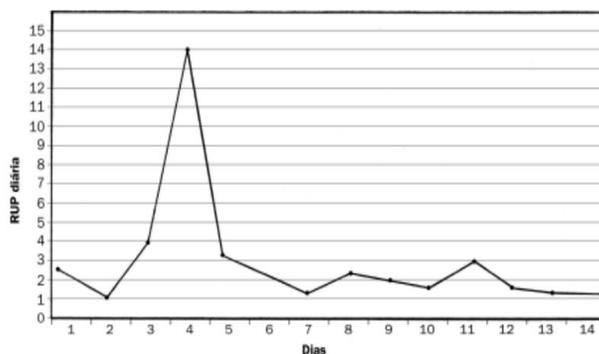
VERÇOSA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre: Sagra, 1991, 173p.

VIEIRA, F. A. G. Patologia em revestimento de fachadas. 2007. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville.

ORIGEM DA FALHA	RESPONSÁVEL PELA FALHA
Fase de Projeto	Projetista
Qualidade do Material	Fabricante
Etapa de execução	Mão de obra ou fiscalização e/ou construtora omissos
Etapa de uso	Operação e manutenção

ANEXO A - Representação de culpados.

Fonte: SILVA, Jonov (2001).



ANEXO B – Produtividade em fachadas.

Fonte: Espinelli e Cocito, 1999 III SBTA.

Data de aceite: 01/09/2020

Maria Aridenise Macena Fontenelle
(UFERSA)

RESUMO: Este artigo visa compartilhar a experiência vivenciada nas disciplinas Tecnologia das Construções; Orçamento Planejamento e Controle de Obras e Gestão da Produção na Construção como docente do curso de Engenharia Civil de uma Universidade Pública de Mossoró-RN, sobretudo no que diz respeito às produções técnicas e artísticas dos discentes. A pesquisa foi realizada através de um estudo de caso que contou com a observação participante, e registros fotográficos das estratégias pedagógicas utilizadas nas disciplinas citadas anteriormente. As estratégias inovadoras utilizadas pelos estudantes para apresentar o resultado da aprendizagem na referida disciplina foram: aquarelas sobre visitas à obra realizadas e sobre gestão da construção; produção de cordel sobre canteiro de obras; uma paródia sobre construções do futuro, um vídeo sobre segurança no canteiro de obras e outro sobre orçamento de obras. Os resultados demonstraram um bom rendimento da turma para além do conhecimento técnico a ativação do sensível.

PALAVRAS-CHAVE: engenharia civil, pedagogia Waldorf e arte

ABSTRACT: This article aims Technology of the Constructions shares the experience survived in

the disciplines; Budget Projection and Control of Works and Management of the Production in the Construction like teacher of the course of Civil Engineering of a Public University of Mossoró-RN, overcoat what concerns the technical and artistic productions of the pupils. The inquiry was carried out through a case study that disposed of the observation participant, and photographic registers of the pedagogic strategies used in the disciplines quoted previously. The innovatory strategies used by the students to present the result of the apprenticeship in the above-mentioned discipline were: watercolors on visits to the work carried out and on management of the construction; production of string on flowerbed of works; a parody on constructions of the future. The results demonstrated a good profit of the group for besides the technical knowledge the activation of the sensitive one.

KEYWORDS: civil engineering, pedagogy Waldorf and art

1 | CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Pedagogia Waldorf, metodologia de ensino baseada em procedimentos artísticos, existe desde o ano de 1919, quando Rudolf Steiner, seu criador, fundou a primeira escola em Stuttgart na Alemanha.

Essa pedagogia busca abranger os três veículos de expressão que são: o corpo, a mente e as emoções que correspondem respectivamente as funções do querer, sentir e pensar fundamental para a plena realização do potencial humano.

A educação do corpo, através de atividades práticas de jardinagem, marcenaria, construção, ginástica, trabalhos manuais entre outras, como é praticada nas Escolas Waldorf, fortalece também o caráter do indivíduo, pois desenvolve a sua força de vontade, criando nela qualidades como a disposição para enfrentar dificuldades e a perseverança.

A mente é educada por meio da transmissão do conhecimento de forma balanceada e adequada à idade do aluno.

As emoções são trabalhadas por meio da arte: música, canto, desenho, pintura, literatura, teatro, recitação, escultura e cerâmica. Por meio da expressão artística, são dadas muitas oportunidades para o refinamento da sensibilidade, e a harmonização de conflitos na área afetiva e social.

Nas Escolas Waldorf busca-se cultivar o sentimento de admiração que as pessoas têm em relação à natureza e ao mundo como forma de manter vivo o seu interesse em aprender. Arte e atividades práticas são também instrumentos a serviço das matérias acadêmicas.

Com a educação integrada de todos os aspectos do seu ser, o ser humano aprende a não dissociar seus pensamentos, sentimentos e ações, podendo tornar-se um adulto equilibrado e coerente.

Este artigo apresenta as estratégias inovadoras utilizadas pelos estudantes para apresentar o resultado da aprendizagem na referida disciplina foram: aquarelas sobre visitas à obra realizadas e sobre gestão da construção; produção de cordel sobre canteiro de obras; uma paródia sobre construções do futuro.

2 | VIVÊNCIAS ARTÍSTICAS FUNDAMENTAIS NA ESCOLA WALDORF

Para Steiner arte é aquilo que pode introduzir da forma mais bela na prática de vida da educação e que também é algo que atua sobre o crescimento, a saúde e o progresso do homem.

O cotidiano de uma escola Waldorf permite observar a utilização de diversos procedimentos artísticos na sala de aula durante toda a educação básica. Especialmente no período correspondente ao ensino fundamental, percebe-se que a pintura em aquarela e o uso de diversos tipos de narrativa – contos, mitos, biografias – norteiam a ação docente como base para o planejamento diário.

Uma narrativa pode subsidiar o ensino de qualquer conteúdo, desde a alfabetização, o ensino de matemática ou história, até alcançar disciplinas mais abstratas como, por exemplo, a geometria, dada no quinto ano.

A pintura em aquarela é utilizada para a elaboração imagética desses conteúdos e perpassa todos eles ao longo da formação do aluno.

LANZ (1999) considera que, na vida real das classes, as experiências feitas com elementos das artes plásticas se confundem, sendo que o princípio é constituído pelo

desenho de formas, antes da pintura. Explica que o desenho de formas se constituirá um assunto essencial durante várias épocas. Destaca ainda que os outros elementos não aparecem tão isoladamente, eles vivem no ensino de uma maneira geral.

3 | ESTUDO DE CASO

Tecnologia das Construções é uma disciplina do curso de Engenharia Civil que visa proporcionar aos discentes conhecimentos das etapas de execução dos serviços de uma obra de construção civil com visão dos processos, linguagem técnica e ferramentas básicas para gestão e produção de edificações.

Gestão e Produção da Construção é uma disciplina eletiva do curso de Engenharia Civil. No conteúdo programático é abordado: Qualidade e Produtividade na Construção Civil; Inovação na Construção, Tecnologias da Informação e Comunicação na Construção, Norma de desempenho, Construção Enxuta.

As principais estratégias de ensino utilizadas são: Aulas expositivas com discussão de conceitos e estudos de caso; Leitura e interpretação de textos; Seminários dos alunos para apresentação de artigo científico e de estudos de caso e/ou trabalhos práticos realizados por eles e Visitas técnicas.

3.1 Aquarelando a visita técnica

Nas visitas técnicas procura-se observar na prática os processos construtivos estudados em sala de aula e também inovações tecnológicas utilizadas nas obras visitadas. O relatório da visita é realizado através de pintura em aquarela que é uma vivência artística praticada na pedagogia Waldorf. Além das observações das visitas técnicas os discentes também pitam síntese de conteúdo da disciplina de Gestão e Produção da Construção.

As figuras 1 e 2 mostram os estudantes do curso de engenharia civil realizando a aquarela sobre síntese de conteúdo da disciplina de Gestão e Produção da Construção.

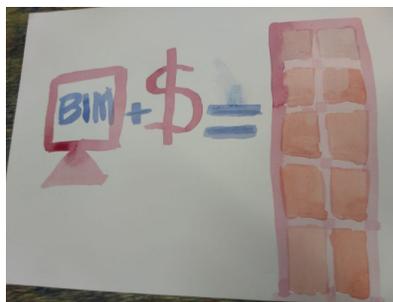


Figura 1 e 2 - Aquarela sobre síntese de conteúdo da disciplina de Gestão e Produção da Construção.

Durante a oficina de aquarela a pintura é utilizada como expressão de sentimentos e linguagem não verbal. Nesta oficina são apresentados a técnica e os materiais utilizados na mesma como: as tintas aquarelas, os pincéis, os papéis específicos para esta pintura, potes com água, para descansar os pincéis, e esponja para molhar o papel e tábua de madeira para fixar o papel molhado, antes dos participantes realizarem a pintura. As figuras 3 e 4 mostram a pintura sendo executada pelos estudantes do curso de engenharia civil sobre o momento mais significativo da visita técnica realizada e na figura 3 consta o resultado de parte das pinturas.

A aquarela, por exemplo, é um tipo de pintura realizada com uma tinta resultante de pigmentos de várias cores misturados, geralmente com goma arábica, e que precisa ser dissolvida em água para ser utilizada. O papel utilizado para este tipo de pintura deve possuir textura e gramatura diferenciada, pois, se muito fino, pode deformar ou rasgar com a água aplicada sobre o mesmo, uma vez que a quantidade de líquido presente no papel determina a variação de tons.



Figura 3 – Estudantes do curso de engenharia civil pintando em aquarela o momento mais significativo da visita técnica realizada.

Observa-se cuidado, concentração e alegria no semblante dos participantes (Figura 1) durante a pintura em aquarela.



Figura 4 – Estudantes do curso de engenharia civil pintando em aquarela o momento mais significativo da visita técnica realizada.

A figura 4 mostra algumas imagens abstratas, como se faltasse palavras para explicar a visita e a linguagem imagética fosse mais apropriada. Outras que explicitam que a obra estava sendo construída em região de praia.

A partir das imagens 1 e 2 é possível perceber o entusiasmo dos alunos nesta atividade quando comparado com o relatório redigido convencionalmente. Na imagem 3 fica evidente a técnica construtiva de concreto protendido estudada na visita técnica.

3.2 Produção de cordel sobre canteiro de obras

O trabalho de produção dos cordéis contou com a observação participante, e a coleta e análise de cordéis produzidos pelos estudantes do Curso de Engenharia civil em três canteiros de obras em Mossoró-RN.

Para isso, foi necessário discutir sobre as possibilidades e desafios desta ação educativa com alunos do curso de estudantes de Engenharia, na disciplina de Tecnologia das Construções no Curso de Engenharia Civil e perceber de que maneira a literatura de cordel pode contribuir como potencializadora da aprendizagem.

A atividade proposta foi denominada “Cordeleando”, sendo apresentada na disciplina de Tecnologia das Construções no Curso de Engenharia Civil. Para redação do cordel definido o tema “Condições e meio ambiente de trabalho na Construção Civil”. A produção tem início com uma avaliação da Gestão e Produção nos canteiros de obras. Em seguida, os estudantes com ajuda de um dos colegas que tinha experiência com literatura de cordel, vão produzindo os versos.

Os estudantes demonstraram uma certa facilidade, sendo estratégico que estes peçam a colaboração para os seus próprios versos.

A inovação didática, com a introdução de material diferenciado que envolva aspectos culturais da região a que pertencem os alunos, cria vínculos com os costumes de sua

“gente”, de sua “terra”, gerando, assim, uma alternativa de produção e transmissão de múltiplos conhecimentos (Nascimento, 2015; Souto et al., 2016). Além disso, ao despertar o interesse dos alunos, novos temas poderão ser trabalhados para a valorização de sua comunidade, por meio da convivência familiarizada com a cultura regional/local, articulando diferentes saberes produzidos pelos meios populares (Bressiani, 2016; Coelho, 2016; Santos, 2016)

A prática de produção compartilhada de literatura de cordel, sobre temáticas de Condições e meio ambiente de trabalho na construção civil, demonstrou ser capaz de aplicar os princípios da literatura de cordel.

A seguir são apresentados os versos de apresentação do cordel contendo os principais dados dos três canteiros avaliados.

Estudantes de Engenharia, disciplina de Tecnologia das Construções

*Um dia na sala de aula
A professora resolveu passar
Um trabalho de campo
Para um canteiro, estudar
Era uma avaliação e
Um plano de ação, executar.*

*O grupo depois formado
Então, sua obra foi procurar
Em meio à diversidade
Uma construção avaliar
Um prédio de laboratórios,
E dois edifícios, bom de se morar.*

*Com prescrição da NR 18
As observações foram feitas:
Layout, limpeza, segurança
Em algumas, não muito aceitas,
O método proposto era:
Dar 10 para as mais perfeitas.*

*Lista de avaliação
De gestão e produção, nos canteiros,
Avaliar não só a empresa
Mas também a organização dos pedreiros*

*Com um objetivo de:
Um dia sermos bons engenheiros*

A literatura de cordel é capaz de concretizar princípios universais identificados na proposta utilizada neste estudo em que se traduz habilidades e competências muito pouco valorizadas no ensino das engenharias e permitem repensar o papel da universidade como instituição cujo compromisso social tem sido reivindicado de maneira recorrente por diferentes setores da sociedade (Da Silveira et al., 2015).

A baixa oferta de escolarização ao longo do século 20 e o número alto de pessoas que não sabem ler e escrever, principalmente na zona rural de alguns estados do Nordeste, fazem com que, por exemplo, no RN, pessoas com maior grau de escolaridade utilizem o cordel como forma de transmitir conhecimento, lendo para seus amigos ou familiares que possuem pouco ou nenhum grau de instrução escolar. Nesse contexto, o cordel cumpre o papel social da linguagem fazendo uma ponte entre o enunciador e o enunciatário. É extremamente valioso reconhecer nele mais um meio de comunicação verbal capaz de informar, formar opiniões, questionamentos e reflexões e propiciar interação com o outro, oferecendo a oportunidade de entrar em contato com uma linguagem diferenciada que expõe a diversidade cultural (Da Silveira et al., 2015; Alves, 2016; Souto et al., 2016; Castro, 2017).

A seguir são apresentados os versos do cordel contendo os principais resultados da avaliação do primeiro canteiro visitado.

Os versos seguintes retratam os principais resultados da avaliação do terceiro canteiro de obras estudado.

Canteiro 3

*A obra dessas duas era
Modelo, de uma perfeita construção
Ficaram encantadas
E pensaram que só quem tem boa condição
Compra um apartamento
Nesta obra muito rica e de barão.*

*Era tudo em seus locais
Tubos de PVC juntos e guardados
Espaçados de acordo
Com a bitola como que fabricados
Ferramentas e uns tornos
Todos muito limpos e organizados.*

*Contaram as meninas que
Perto de dez essa obra ia tirar
Era uma nota boa
Que esta obra merecia ganhar
Tudo estava muito bom
E decidiram um verso assim criar:*

*Uma obra muito limpinha
Encontraram as engenheiras ao chegar
Deram uma espiadinha
Extintor bem na entrada a esperar
Os projetos na salinha
O engenheiro posto a analisar*

*Chegando na betoneira
Nenhuma porqueira pros peão tropeçar
Lá na mesa carpinteira
Uma boa gritaria deles a trabalhar
Alegria dos ferreiros
Ter mesa no canteiro pros ferros dobrar*

*Vital mesmo no canteiro
Sobe e desce todo dia a trabalhar
Pedreiro, aço, milheiro
Pra alvenaria segura levantar
Reboco com traço certo
Parede encunhar para não fissurar*

*No alto do bom prédio
Bruna e Jéssica muito animadas
Deixaram aquele tédio
De tanto imaginar belas fachadas
Estampadas num prédio
Numa laje concretada*

*Que um bom traço permite não fissurar
Conferiram a armadura
Por bom projeto se colocando a contar
Forma com madeira dura*

Viram o carpinteiro e pedreiro montar

*Na hora da despedida
Nos pavimentos abaixo a analisar
Uma ultima conferida
Prumo, revestimento, piso e alisar
Bem na hora da partida
O tapume organizado admirar*

*Esses versos às meninas
Elas mostraram, com muita animação
Falaram: - Como foi bom neste
Trabalho visitar, uma boa construção
Com certeza esta é uma
obra modelo, de boa produção.*

*Estavam conversando
Quando Bruna então assim, falou:
Este trabalho foi muito
Produtivo, acho que todo mundo gostou
Vamos agradecer de uma
Maneira falando tudo o que rolou.*

*Decidiram então que um
Cordel, iam com dedicação logo fazer
E a todos contar como
É um canteiro de obras conhecer
Em plena avaliação
Em que estavam assim, a desenvolver.
Foram à biblioteca
E começaram a confeccionar
O resultado é este
Que estão com cuidado a todos mostrar.
Agradecem aqueles que
Estão atentos, alertas a escutar.*

*Muito obrigado a
Aridenise que resolveu passar
Esse trabalho para um*

*Canteiro de obras, todos avaliar
Com resultado muito bom
Para a vida profissional vamos levar.*

Os resultados demonstram como o uso da literatura de cordel possibilita a interdisciplinaridade, a exploração de temáticas de gestão e produção, a construção da linguagem de forma contextualizada, a democratização da escolha dos conteúdos, o estímulo à produção textual e o desenvolvimento da oralidade e das capacidades de expressão. (Nascimento, 2015).

3.3 Paródia tecnológica

A Figura 10 mostra a Paródia da música sobre Construções do futuro produzida pelos discentes na disciplina de Gestão e Produção da construção.

Figura 10: Paródia da música sobre Construções do futuro

*Maria me pediu pra fazer uma canção
Um resumo de um trabalho de gestão
O tema é “Habitação 10 anos no futuro”
Essa paródia vai ser um tiro no escuro.*

REFRÃO

*Casas inteligentes, vamos ter com certeza
Integradas com a natureza
Casas pré-fabricadas: Construção modular
Geradores terão fonte solar
Evitar desperdício, aproveitando as sobras
Aumentar TI no canteiro de obras
Materiais multiuso, BIM em todo projeto
São as previsões de um futuro certo*

REFRÃO

*Casas inteligentes, vamos ter com certeza
Integradas com a natureza
Casas pré-fabricadas: Construção modular
Geradores terão fonte solar
Agora eu quero fazer uma observação
Professora, por favor, seja mãe
Pegue leve nessa correção
Para isso precisamos que os construtores
Trabalhem juntos com pesquisadores,
Com engenheiros, cientistas, vai dar tudo certo*

Quase esqueço o camarada arquiteto
REFRÃO
Casas inteligentes, vamos ter com certeza
Integradas com a natureza
Casas pré-fabricadas: Construção modular
Geradores terão fonte solar
Agora eu quero fazer outra observação
Professora, por favor, nos dê 10
Não nos faça cantar isso em vão
Evitar o desperdício, aproveitando as sobras
Aumentar TI no canteiro de obras
Materiais multiuso, BIM em todo projeto
São as previsões de um futuro certo

REFRÃO

Casas inteligentes, vamos ter com certeza
Integradas com a natureza
Casas pré-fabricadas: Construção modular
Geradores terão fonte solar
Em toda construção: Gestão da produção

Fonte: Autoria própria (2018)

A referida paródia depois de apresentadas pelos discentes é apreciada por outras turmas do curso de Engenharia Civil.

3.4 Vídeos tecnológicos

A figura 12 mostra o início do vídeo sobre Orçamento, Planejamento e Controle de Obras realizado pelos discentes ao final da referida disciplina.

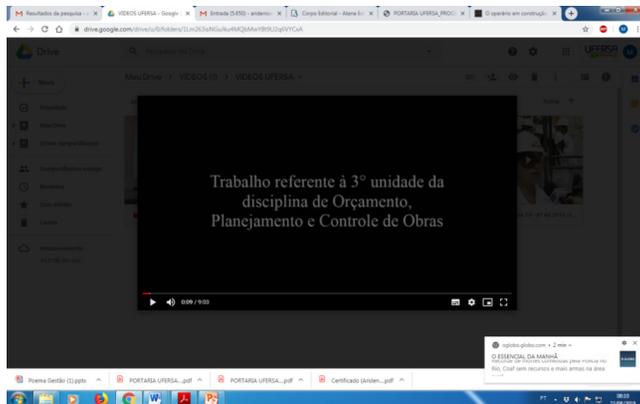
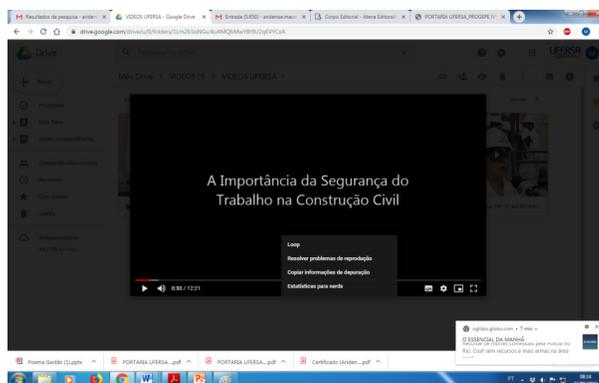


Figura 12 - Vídeo sobre Orçamento, Planejamento e Controle de Obras realizado pelos discentes ao final da referida disciplina.

A figura 13 mostra o início do vídeo sobre Segurança no Canteiro de Obras realizado pelos discentes ao final da disciplina de Tecnologia das Construções.



4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo possibilitou observar que o ensino da arte em algumas aulas no curso de engenharia civil, conforme relato dos alunos possibilitou mais leveza, relaxamento e tranquilidade no processo de ensino e aprendizagem.:

Como observador da atividade artística realizada pelos discentes, o docente concorda com Steiner quando afirma que esse tipo de prática proporciona sentido para compreender também com o intelecto e de permear também como o senso de dever aquilo que o indivíduo aprendeu a ver na arte como o belo e o humano puramente livre.

As produções técnicas e artísticas dos estudantes da disciplina de Tecnologia das Construções e de Gestão da Produção na Construção do curso de Engenharia Civil da UFERSA mostra que a sensibilidade pode ser ativada.

Os vídeos sobre Segurança no canteiro de obras, Orçamento na Construção Civil e Gestão da Produção nas Construções sintetizam temáticas abordadas em sala de aula sob a ótica dos estudantes. Esses vídeos estimulam outros discentes a usarem esse tipo de estratégia nos trabalhos de final das disciplinas, bem como o uso pelo docente com outras turmas da graduação e da pós-graduação.

REFERÊNCIAS

BACHEGA, César Augusto. **Pedagogia Waldorf, um olhar diferente à educação**. An. Sciencult, v.1, n.1, Paranaíba, 2009. P. 360-369.

BRESSIANI, L. A utilização da andragogia em cursos de capacitação na construção civil. 2016.

COELHO, M. J. **Princípios da andragogia como ferramenta para a criação de um ambiente transformador nas organizações** 2016.

LANZ, Rudolf. **A pedagogia Waldorf: caminho para um ensino mais humano**. 6. ed. São Paulo: Antroposófica, 1998.

LIMMER, Varl V. **Planejamento, orçamento e controle projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

NASCIMENTO, C. R. S. D. **A produção de poesia popular como prática pedagógica inovadora: um estudo de caso**. 2015.

ROMANELLI, Rosely Aparecida. A arte e o desenvolvimento cognitivo Um estudo sobre os procedimentos artísticos aplicados ao ensino em uma escola Waldorf. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação (FE) da Universidade de São Paulo.274p. 2008.

SANTOS, W. S. Andragogia e a educação de idosos, jovens e adultos. **Alumni-Revista Discente da UNIABEU-ISSN 2318-3985**, v. 4, n. 7, p. 38-47, 2016. ISSN 2318-3985.

SOUTO, P. C.; SOUSA, A. A. D.; SOUTO, J. S. Academic knowledge versus popular knowledge: cordel literature in the teaching of agricultural practices. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 97, n. 245, p. 195-212, 2016. ISSN 2176-6681.

SOBRE A ORGANIZADORA

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

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agregado 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 111, 112, 113, 114, 115, 125, 128, 143, 146, 147, 149, 150, 159, 160, 162

Alvará 25, 27, 28, 32, 34, 35

B

Bim 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 53, 197, 198

C

Concreto 9, 22, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 104, 107, 111, 112, 113, 114, 115, 124, 125, 128, 129, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 152, 155, 156, 157, 173, 176, 177, 182, 187, 192

Construção Civil 1, 2, 6, 7, 8, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 37, 50, 52, 88, 114, 124, 125, 126, 128, 137, 139, 143, 158, 159, 160, 162, 163, 164, 166, 167, 172, 176, 177, 179, 180, 185, 187, 190, 192, 193, 199

D

Design Thiking 83, 84

Drenagem Pluvial 39

Durabilidade 92, 93, 100, 111, 123, 124, 128, 129, 133, 135, 170, 175, 181, 182

E

Elasticidade 92, 98, 101, 103, 105, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 140

Enxuto 18

Escavação 69, 70, 71, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 81

F

Forma 3, 7, 12, 14, 15, 18, 20, 21, 22, 43, 44, 45, 65, 69, 70, 74, 79, 84, 85, 86, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 123, 126, 143, 145, 146, 159, 161, 163, 166, 169, 170, 174, 175, 179, 189, 194, 195, 197

H

Habitação 1, 2, 3, 4, 25, 26, 80, 197

Habite-se 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36

I

Impostos 15, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 35

Influência 41, 43, 57, 92, 93, 99, 100, 101, 111, 115, 128, 133, 134, 135, 138, 144, 146,

174, 175, 181

Infraestrutura Urbana 39

Interdisciplinar 55, 159, 163

L

Lean Construction 1, 2, 3, 6, 8, 9, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23

M

MND 69, 70, 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79

N

Necessidades 6, 9, 21, 83, 85, 86, 87, 88, 89

O

Ornamental Stones 116

P

Personas 83, 84, 85, 87, 89, 90

PMCMV 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 14, 15, 16

Pozolanas 124, 127, 129

Projeto Social 83, 84, 85, 88

Q

Qualidade da Água 55, 56, 57, 59, 60, 63, 65, 66, 68

Quartzite 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122

R

Recursos Hídricos 55, 66, 67

Removal 116, 118

Revestimentos 123, 124, 125, 127, 133, 135, 140, 162, 179, 181, 182, 184, 186, 187

S

Saneamento Básico 54, 55, 56, 59, 65, 66, 68, 88

Saúde Pública 55, 65, 66, 68

Smart City 39, 40, 43, 44, 52, 53

Stains 116, 118, 122

T

Technological Characterization 116

Tunnel Liner 69, 70, 71, 72, 73, 77, 78, 79, 81

V

Vala Método Tradicional 69

Vantagens 18, 19, 22, 74, 75, 77, 78, 138

Viabilidade Técnico-Econômica 1, 16

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



www.facebook.com/atenaeditora.com.br