



EDIÇÃO ESPECIAL — X ENSUS:

AMAZÔNIA INTERNACIONAL SUSTENTÁVEL: O LOCAL E O GLOBAL NOS DESAFIOS DE PROJETOS

Mix Sustentável

ISSN 2447-0899
ISSNe 2447-3073



V8. N5 | 2022
NOVEMBRO

VIRTUHAB | CTC | CCE

EDITORES

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. (UFSC)
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (UFSC)

CONSELHO EDITORIAL

Aguinaldo dos Santos, UFPR
Amilton José Vieira de Arruda, UFPE
Andrea Jaramillo Benavides, UTE (Equador)
Carlo Franzato, UNISINOS
Helena Maria Coelho da Rocha Terreiro Galha Bártolo, IPL (Portugal)
José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade, IPL (Portugal)
Jorge Lino Alves, UP - INEGI (Portugal)
Lisiane Ilha Librelotto, UFSC
Miguel Aloysio Sattler, UFRGS
Paulo Cesar Machado Ferroli, UFSC
Rachel Faverzani Magnago, UNISUL
Roberto Bologna, UniFI (Itália)
Tomás Queiroz Ferreira Barata, UNESP
Vicente de Paulo Santos Cerqueira, UFRJ

EDITORES DE SEÇÃO:

ARQUITETURA E URBANISMO

Andrea Jaramillo Benavides Santos – UTE - UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIA, Equador
Lisiane Ilha Librelotto – UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
Roberto Bologna, UniFI - UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE, Itália
Tomás Queiroz Ferreira Barata – FAU USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Brasil

DESIGN

Amilton José Vieira de Arruda Santos – UFPE – UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Brasil
Carlo Franzato – UNISINOS – UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS, Brasil
Jorge Lino Alves – UP-INEGI – UNIVERSIDADE DO PORTO, Portugal
Paulo Cesar Machado Ferroli – UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
Vicente de Paulo Santos Cerqueira – UERJ – UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, Brasil

ENGENHARIAS

Aguinaldo dos Santos – UFPR – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Brasil
Helena Maria Coelho da Rocha Terreiro Galha Bártolo – IPLeia – INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA, Portugal

AVALIADORES

Adriane Shibata Santos, UNIVILLE - UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE, Brasil
Adriano Heemann, UFPR - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Brasil
Aguinaldo dos Santos, UFPR - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Brasil
Albertina Pereira Medeiros, UDESC - UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA, Brasil
Alexandre Márcio Toledo, FAU/UFAL - UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS, Brasil
Aline Eyng Savi, UNESC - UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE, Brasil
Almir Barros da S. Santos Neto, UFSM - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, Brasil
Amanda Salvia, UFP - UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO, Brasil
Amilton José Vieira de Arruda, UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Brasil
Ana Carolina Kalume Maranhão, UnB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Brasil
Ana Claudia Maynardes, UnB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Brasil
Ana Kelly Marinoski Ribeiro, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
Ana Lúcia Papst de Abreu, IFSC - INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
Ana Paula Kieling, UNIVALI - UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
Ana Veronica Pazmino, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
Anderson Saccol Ferreira, UNOESC - UNIVERSIDADE DO OESTE DE SANTA CATARINA, Brasil
André Canal Marques, UNISINOS - UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS, Brasil
Andrea Jaramillo Benavides, IKIAM - UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA, Equador
Ângela do Valle, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
Anja Pratschke, USP - IAU - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Brasil
Anna Cristina Andrade Ferreira, UFERSA - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO, Brasil
Arnoldo Debatin Neto, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
Ayrton Portilho Bueno, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
Beany Monteiro Guimarães, UFRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, Brasil
Camila Correia Teles, UnB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Brasil
Carla Arcoverde de Aguiar Neves, IFSC - INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
Carla Martins Cipolla, UFRJ – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, Brasil
Carla Pantoja Giuliano, FEEVALE - UNIVERSIDADE FEEVALE, Brasil
Carlos Alberto Mendes Moraes, UNISINOS - UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS, Brasil
Carlos Humberto Martins, UEM - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, Brasil
Carlo Franzato, PUC-Rio - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO, Brasil
Cecília Prompt, Margem Arquitetura, Brasil
Celia Neves, TERRA BRASIL, Brasil
Celso Salamon, UTFPR - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Brasil
Cesar Fabiano Fioriti, UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Brasil
Chrystianne Goulart Ivanoski, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC., Brasil
Cláudia Queiroz Vasconcelos, UNIFESSPA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
Cláudio Pereira de Sampaio, UEL - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, Brasil
Coral Michelin, UPF - UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO, Brasil
Cristiane Mesquita, Universidade Anhembi Morumbi, Brasil
Cristiano Alves, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
Cristina Colombo Nunes, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Cristina Souza Rocha, UNIVERSIDADE DE LISBOA, Portugal
Cristine do Nascimento Mutti, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil

Jorge Lino Alves – UP-INEGI – UNIVERSIDADE DO PORTO, Portugal

Rachel Faverzani Magnago – UNISUL – UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA, Brasil

DESIGN

Larissa Porto (UFSC)

PERIODICIDADE

Four-monthly publication/ Publicação quadrimestral

CONTATO

lisiane.librelotto@ufsc.br

ferroli@cce.ufsc.br

DIREITOS DE PUBLICAÇÃO

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. (UFSC)

Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (UFSC)



UFSC | Universidade Federal de Santa Catarina

CTC | Centro Tecnológico

CCE | Centro de Comunicação e Expressão

VirtuHab

Campus Reitor João David Ferreira Lima

Florianópolis - SC | CEP 88040-900

Fones: (48) 3721-2540

(48) 3721-4971

AVALIADORES QUE PARTICIPARAM DESTA EDIÇÃO

- 1) Ayrton Bueno, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- 2) Alexandre Toledo, Universidade Federal de Alagoas (UFAL/FAU);
- 3) Aline Eying Savi, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC);
- 4) Aline Teixeira de Souza, Universidade Federal de Uberlândia (UFU);
- 5) Alisson Jorge Alves do Carmo, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);
- 6) Ana Claudia Maynardes, Universidade de Brasília (UNB);
- 7) Ana Cristina Andrade Ferreira, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA);
- 8) Ana Kelly Marinoski Ribeiro, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- 9) Ana Lígia Papo de Abreu, Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC);
- 10) Ana Paula Kieling, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- 11) Ana Veronica Pazmino, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- 12) André S. Francisco, Marítima;
- 13) André Canal Marques, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS);
- 14) Andrea Jaramillo Benavides, Universidad Regional Amazonica Ikiam;

Cyntia Santos Malaguti de Sousa, FAU - USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Brasil
Daiana Cardoso de Oliveira, UNISUL - UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA, Brasil

Daniela Neumann, UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Brasil

Danielle Costa Guimarães, UFIFAP - UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ, Brasil

Deivis Luis Marinoski, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil

Denise Dantas, FAU - USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Brasil

Douglas Luiz Menegazzi, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil

Eduardo Rizzatti, UFSM - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, Brasil

Elenir Carmen Morgenstern, UNIVILLE - UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE, Brasil

Eliana Paula Calegari, UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Brasil

Eliane Pinheiro, UEM - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, Brasil

Elvis Carissimi, UFSM - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, Brasil

Fabiane Escobar Fialho, FADERGS - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE DESENVOLVIMENTO DO RIO GRANDE DO SUL, Brasil

Fabiano Ostapiv, UTFPR - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Brasil

Fábio Gonçalves Teixeira, UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Brasil

Fernanda Hansch Beuren, UDESC - UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA, Brasil

Fernando Barth, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil

Fabricio Farias Tarouco, UNISINOS - UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS, Brasil

Francisco Assis Silva Mota, UFPI - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ, Brasil

Gabriel Cremona Parma, UNISUL - UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA, Brasil

Germannya D'Garcia de Araújo Silva, UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Brasil

Giovani Maria Arrigone, FACULDADE SENAI - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL, Brasil

Giselle Blasius Follmann, CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICA, Brasil

Guilherme Philippe Garcia Ferreira, UFPR - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Graciete Guerra da Costa, UFRR - UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA, Brasil

Helena Maria Coelho da Rocha Terreiro Galha Bártolo, IPEleiria - INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA, Portugal

Inara Pagnussat Camara, UNOESC - UNIVERSIDADE DO OESTE DE SANTA CATARINA, Brasil

Ingrid Scherdien, FEEVALE - UNIVERSIDADE FEEVALE, Brasil

Isadora Burmeister Dickie, UNIVILLE - UNIVERSIDADE REGIONAL DE JOINVILLE, Brasil

Isabela Battistello Espíndola, USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Brasil

Janaina Mazutti, UFP - UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO, Brasil

Ítalo de Paula Casemiro, UFRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, Brasil

Itamar Ferreira Silva, UFCG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

Ivan Luiz de Medeiros, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil

Jacqueline Keller, SENAC - FACULDADE SENAC FLORIANÓPOLIS, Brasil

João Candido Fernandes, UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Brasil

Jairo da Costa Junior, UNIVERSITY OF WESTERN, Australia

Jocelise Jacques de Jacques, UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Brasil

Joel Dias da Silva, FURB - UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU, Brasil

José Eustáquio Rangel de Queiroz, UFCG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, Brasil

José Guilherme Santa Rosa, UFRN - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade, IPEleiria - ESCOLA SUPERIOR DE ARTES E DESIGN - POLITÉCNICO DE LEIRIA, Portugal

Jorge André Ribas Moraes, UNISC - UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL, Brasil

Josiane Wanderlinde Vieira, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil

Júlio Cezar Augusto da Silva, INT - INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA, Brasil

15) Anja Pratschke, Universidade de São Paulo (USP);
16) Beany Monteiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ);
17) Bruno Ouro de Abreu, Universidade de Nottingham;
18) Camila Silva, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG);
19) Carla de Aguiar Neves, Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC);
20) Carla Giuliano, INPELL;
21) Carlos Fernando Machado Pinto, Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL);
22) Carlos Moraes, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS);
23) Cecília Prompt, Margem Arquitetura e Bioconstrução, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
24) Celia Neves, Rede PROTERRA e Rede TERRABRASIL;
25) Chrystianne Ivanóki, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
26) Cláudia Queiroz de Vasconcelos, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA);
27) Claudio Blanco, Universidade Federal do Pará (UFPA);
28) Claudio Pereira de Sampaio, Universidade Estadual de Londrina (UEL);
29) Cristiano Alves, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
30) Danielle Guimarães, Universidade Federal do Amapá (UNIFAP);
31) Débora Baraúna, Universidade Federal do Paraná (UFPR);
32) Deivis Marinoski, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
33) Diana Viana, Universidade de Brasília (UNB);
34) Elvis Carissimi, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);
35) Emanuele Gauer, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);
36) Emeli Lalesca Aparecida Guarda, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT);
37) Fabiane Fialho, Centro Universitário FADERGS Laureate International Universities;
38) Fabiano Ostapiv, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR);
39) Fabrício Tarouco, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS);
40) Fernanda Borges, Universidade Federal do Rio Grande (UFRG);
41) Gabriel Moraes de Outeiro, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA);
42) Gabriel Oscar Cremona Parma, Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL);
43) Geovana Blayer, Universidade Federal de Uberlândia (UFU);
44) Gheysa Caroline Prado, Universidade Federal do Paraná (UFPR);
45) Guilherme Henrique Fiorot, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS);
46) Hamilton Damasceno Costa, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA);
47) Humberto Carvalho, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
48) Ingrid Wanderley, UNIBRA/PPGDESIGN UFCG;
49) Itamar Silva, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG);
50) Ivan Luiz de Medeiros, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
51) Jacqueline Keller, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
52) Jacy Soares Corrêa Neto, Universidade Federal do Amapá (UNIFAP);
53) Jairo da Costa Junior, University of Western Australia;
54) João Cândido Fernandes, Universidade Paulista (UNESP/Bauru);
55) Joel Dias da Silva, Universidade Regional de Blumenau (FURB);
56) José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade, Instituto Politécnico de Leiria (IPLEIRIA/ESAD);
57) Kátia Valéria Marques Cardoso Prates, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR);
58) Lauro André Ribeiro, IMED e INESCC;
59) Letícia Mattana, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
60) Liliâne Chaves, Universidade Federal Fluminense (UFF);

Karine Freire, UNISINOS - UNIVERSIDADE DO VALE DOS SINOS, Brasil
Leonardo Corrêa Malburg, UNIVERSITY OF TWENTE, Netherlands, Países Baixos
Liliane Iten Chaves, UFF - UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, Brasil
Lisandra de Andrade Dias, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
Lisiane Ilha Librelotto, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
Luana Toralles Carbonari, UEM - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, Brasil
Luana Miranda Esper Kallas, UFG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOÍAS, Brasil
Lucila Naiza Soares Novaes, UFCE - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, Brasil
Luis Oliveira, WMG - UNIVERSITY OF WARWICK, Reino Unido
Luis Reyes Rosales Montero, UFCG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, Brasil
Luiz Vidal Gomes, UNERJ - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO, Brasil
Luciana de Figueiredo Lopes Lucena, UFRN - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, Brasil
Marcelo de Mattos Bezerra, PUC-Rio - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO, Brasil
Marcelo Gitirana Gomes-Ferreira, UDESC - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CATARINA, Brasil
Márcio Pereira Rocha, UFPR - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Brasil
Marco Antônio Rossi, UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Brasil
Marcos Brod Júnior, UFSM - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, Brasil
Marco Aurélio Petrelli, UNIVALI - UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ, Brasil
Maria Fernanda Oliveira, UNISINOS - UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
Maria Luísa Telarolli de Almeida Leite, USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Brasil
Maria Raquel Kanieski, UDESC - UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA, Brasil
Mariana Kuhl Cidade, UFSM - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, Brasil
Marina de Medeiros Machado, UFOP - UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO, Brasil
Marli Teresinha Everling, UNIVILLE - UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE
Marta Karina Leite, UTFPR - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Brasil
Manuela Marques Lalane Nappi, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
Marco Aurélio Soares de Castro, UNICAMP - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, Brasil
Maycon Del Piero da Silva, UNEOURO - FACULDADE DE OURO PRETO DO OESTE, Brasil
Michele Tereza Carvalho, UnB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Brasil
Miguel Aloysio Sattler, UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Brasil
Miguel Barreto Santos, IPEleiria - INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA, Portugal
Mônica Maranhã Paes de Carvalho, IESB - INSTITUTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DE BRASÍLIA, Brasil
Nadja Maria Mourão, UEMG - UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS, Brasil
Neide Schulte, UDESC - UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA, Brasil
Ney Dantas, UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Brasil
Niander Aguiar Cerqueira, UENF - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE, Brasil
Normando Perazzo Barbosa, UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, Brasil
Obede Borges Faria, UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Brasil
Patrícia Freitas Nerbas, UNISINOS - UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS, Brasil
Patrícia Marins Farias, UFBA - UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, Brasil
Paola Egert Ortiz, UNISUL - UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA, Brasil
Paula Schlemper de Oliveira, UnB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Brasil
Paulo Cesar Machado Ferroli, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA

- 61) Lisandra de Andrade Dias, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- 62) Lisiane Ilha Librelotto, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- 63) Luana Kallas, Universidade Federal de Goiás (UFG);
- 64) Luana Torales Carbonari, Universidade Estadual de Maringá (UEM);
- 65) Maria Luísa Leite, Universidade de São Paulo (USP);
- 66) Marli Everling, Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE);
- 67) Michele Fossati, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- 68) Miguel Filipe Barreto dos Santos, Instituto Politécnico de Leiria (IPL);
- 69) Naotake Fukushima, Universidade Federal do Paraná (UFPR);
- 70) Ney Dantas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);
- 71) Nuria Pérez Gallardo, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA);
- 72) Paola Egert Ortiz, Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL);
- 73) Patrícia Farias, Universidade Federal da Bahia (UFBA);
- 74) Patrícia Freitas Nerbas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS);
- 75) Paulo César Machado Ferroli, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- 76) Paulo Roberto Silva, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);
- 77) Rachel Magnago, Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL);
- 78) Regiane Pupo, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- 79) Renata Mansuelo Alves Domingos, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- 80) Renata Priore Lima, Universidade Paulista (UNIP);
- 81) Renato Büchele Rodrigues, Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI);
- 82) Ricardo Straioto, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- 83) Roberto Bernardo da Silva, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA);
- 84) Rogério Cattelan Antochaves de Lima, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);
- 85) Ronaldo Glufke, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);
- 86) Rosilaine Isoldi, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL);
- 87) Sérgio Tavares, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;
- 88) Sofia Bessa, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG);
- 89) Tiago Ficagna, Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI);
- 90) Tomás Queiroz Ferreira Barata, Universidade Estadual Paulista (UNESP/FAAC);
- 91) Vanessa Casarin, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- 92) Viviane Nunes, Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Politecnico di Milano/Italia.
- CATARINA, Brasil
- Paulo Roberto Silva, UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Brasil
- Paulo Roberto Wander, UNISINOS - UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS, Brasil
- Pedro Arturo Martínez Osorio, UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Brasil
- Rachel Faverzani Magnago, UNISUL - UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA, Brasil
- Rafael Burlani Neves, UNIVALI - UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ, Brasil
- Regiane Trevisan Pupo, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
- Renata Priore Lima, UNIP - UNIVERSIDADE PAULISTA, Brasil
- Rita de Castro Engler, UEMG - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MINAS GERAIS, Brasil
- Roberto Bologna, UniFI - UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE, Itália
- Rodrigo Antunes, UF - UNIVERSITY OF FLORIDA, Estados Unidos
- Rodrigo Catafesta Francisco, FURB - UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU, Brasil
- Rogério Antochaves, UFSM - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, Brasil
- Rogério José Camara, UnB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Brasil
- Ronaldo Glufke, UFSM - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, Brasil
- Rosiane Pereira Alves, UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Brasil
- Sérgio Ivan dos Santos, UNIPAMPA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA, Brasil
- Sérgio Manuel Oliveira Tavares, UP - UNIVERSIDADE DO PORTO, Portugal
- Sharmistha Banerjee, IIT - INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, Índia
- Silvio Bitencourt da Silva, UNISINOS - UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS, Brasil
- Silvio Burattino Melhado, USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Brasil
- Silvio Cezar Carvalho Prizibela, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
- Simone Barros, UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
- Sofia Lima Bessa, UFMG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Brasil
- Sonia Afonso, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
- Sonia Regina Amorim Soares de Alcantara, UFC - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, Brasil
- Sydney Fernandes de Freitas, UFRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, Brasil
- Tarcisio Dorn de Oliveira, UNIJUÍ - UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL, Brasil
- Tomás Queiroz Ferreira Barata, FAUUSP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Brasil
- Trícia Caroline da Silva Santana, UFRSA - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO, Brasil
- Uda Souza Fialho, UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Brasil
- Valéria Feijó, UNOCHAPECÓ - UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA DA REGIÃO DE CHAPECÓ, Brasil
- Vanessa Casarin, UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Brasil
- Vicente de Paulo Santos Cerqueira, UFRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, Brasil
- Vinicius Luis Arcangelo Silva, UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Brasil
- Virginia Pereira Cavalcanti, UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Brasil
- Viviane dos Guimarães Alvim Nunes, UFU - UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, Brasil
- Walter Franklin M. Correia, UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Brasil
- Wellington Gomes de Medeiros, UFCG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, Brasil
- Wilson Jesus da Cunha Silveira, UNISUL - UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA, Brasil

SOBRE O PERIÓDICO MIX SUSTENTÁVEL

O Periódico Mix Sustentável nasceu da premissa de que o projeto englobando os preceitos da sustentabilidade é a única solução possível para que ocorra a união entre a filosofia da melhoria contínua com a necessidade cada vez maior de preservação dos recursos naturais e incremento na qualidade de vida do homem. A sustentabilidade carece de uma discussão profunda para difundir pesquisas e ações da comunidade acadêmica, que tem criado tecnologias menos degradantes na dimensão ambiental; mais econômicas e que ajudam a demover injustiças sociais a muito estabelecidas. O periódico Mix Sustentável apresenta como proposta a publicação de resultados de pesquisas e projetos, de forma virtual e impressa, com enfoque no tema sustentabilidade. Buscando a troca de informações entre pesquisadores da área vinculados a programas de pós-graduação, abre espaço, ainda, para a divulgação de profissionais inseridos no mercado de trabalho, além de entrevistas com pesquisadores nacionais e estrangeiros. Além disso publica resumos de teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso defendidos, tendo em vista a importância da produção projetual e não apenas textual.

De cunho essencialmente interdisciplinar, a Mix tem como público-alvo pesquisadores e profissionais da Arquitetura e Urbanismo, Design e Engenharias. De acordo com a CAPES (2013), a área Interdisciplinar no contexto da pós-graduação, decorreu da necessidade de solucionar novos problemas que emergem no mundo contemporâneo, de diferentes naturezas e com variados níveis de complexidade, muitas vezes decorrentes do próprio avanço dos conhecimentos científicos e tecnológicos. A natureza complexa de tais problemas requer diálogos não só entre disciplinas próximas, dentro da mesma área do conhecimento, mas entre disciplinas de áreas diferentes, bem como entre saberes disciplinares e não disciplinares. Decorre daí a relevância de novas formas de produção de conhecimento e formação de recursos humanos, que assumam como objeto de investigação fenômenos que se colocam entre fronteiras disciplinares.

Desafios teóricos e metodológicos se apresentam para diferentes campos de saber. Novas formas de produção de conhecimento enriquecem e ampliam o campo das ciências pela exigência da incorporação de uma racionalidade mais ampla, que extrapola o pensamento estritamente disciplinar e sua metodologia de compartimentação e redução de objetos. Se o pensamento disciplinar, por um lado, confere avanços à ciência e tecnologia, por outro, os desdobramentos oriundos dos diversos campos do conhecimento são geradores de diferentes níveis de complexidade e requerem diálogos mais amplos, entre e além das disciplinas.

A Revista Mix Sustentável se insere, portanto, na Área Interdisciplinar (área 45), tendo como áreas do conhecimento secundárias a Arquitetura, Urbanismo e Design (área 29), a Engenharia Civil (área 10) e, ainda, as engenharias em geral.

CLASSIFICAÇÃO QUALIS

No QUALIS/CAPES 2020 recebeu a indicação de pré-avaliação para a categoria A4.

MISSÃO

Publicar resultados de pesquisas e projetos, de forma virtual e impressa, com enfoque no tema sustentabilidade, buscando a disseminação do conhecimento e a troca de informações entre acadêmicos, profissionais e pesquisadores da área vinculados a programas de pós-graduação.

OBJETIVO

Disseminar o conhecimento sobre sustentabilidade aplicada à projetos de engenharia, arquitetura e design.

POLÍTICAS DE SEÇÃO E SUBMISSÃO

A) Seção Científica

Contém artigos científicos para socializar a produção acadêmica buscando a valorização da pesquisa, do ensino e da extensão. Reúne 12 artigos científicos que apresentam o inter-relacionamento do tema sustentabilidade em projetos

de forma interdisciplinar, englobando as áreas do design, engenharia e arquitetura. As submissões são realizadas em fluxo contínuo em processo de revisão por pares. A revista é indexada em [sumários.org](http://sumarios.org) e no [google acadêmico](http://google.academico).

B) Seção Resumo de Trabalhos de Conclusão de Curso de Graduação, Iniciação Científica e Pós-graduação

Tem como objetivo a divulgação de Teses, Dissertações e Trabalhos de Conclusão de Curso na forma de resumos expandidos e como forma de estimular a divulgação de trabalhos acadêmico-científicos voltados ao projeto para a sustentabilidade.

C) Seção Mercadológica

É um espaço para resenhas e entrevistas (espaços de diálogo). Apresenta pelo menos duas entrevistas com profissionais atuantes no mercado ou pesquisadores de renome, mostrando projetos práticos que tenham aplicações na esfera da sustentabilidade. Deverá ainda disponibilizar conversas com especialistas em sustentabilidade e/ou outros campos do saber. Todos os números possuem o Editorial, um espaço reservado para a apresentação das edições e comunicação com os editores.

PROCESSO DE AVALIAÇÃO PELOS PARES

A revista conta com um grupo de avaliadores especialistas no tema da sustentabilidade, doutores em suas áreas de atuação. São 211 revisores, oriundos de 67 instituições de ensino Brasileiras e 8 Instituições Internacionais. Os originais serão submetidos à avaliação e aprovação dos avaliadores (dupla e cega).

Os trabalhos são enviados para avaliação sem identificação de autoria. A avaliação consiste na emissão de pareceres, da seguinte forma:

- aprovado
- aprovado com modificações (a aprovação dependerá da realização das correções solicitadas)
- reprovado

PERIODICIDADE

Publicação quadrimestral com edições especiais. São publicadas três edições regulares ao ano. Conta ainda com pelo menos uma edição especial anual.

POLÍTICA DE ACESSO LIVRE

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratização mundial do conhecimento.

ARQUIVAMENTO

Esta revista utiliza o sistema LOCKSS para criar um sistema de arquivo distribuído entre as bibliotecas participantes e permite às mesmas criar arquivos permanentes da revista para a preservação e restauração.

ACESSO

O Acesso pode ser feito pelos endereços: <http://mixsustentavel.paginas.ufsc.br/> ou diretamente na plataforma SEER/OJS em: <http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/>. É necessário acessar a página de cadastro, fazer o seu cadastro no sistema. Posteriormente o acesso é realizado por meio de login e senha, de forma obrigatória para a submissão de trabalhos, bem como para acompanhamento do processo editorial em curso.

DIRETRIZES PARA AUTORES

O template para submissão está disponível em:

<http://mixsustentavel.paginas.ufsc.br/submissoes/>. Todos os artigos devem ser submetidos sem a identificação dos autores para o processo de revisão.

CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos

os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores. A contribuição deve ser original e inédita, e não estar sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, deve-se justificar em “Comentários ao editor”.

O arquivo da submissão deve estar em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF.

As URLs para as referências devem ser informadas nas referências.

O texto deve estar em espaço simples; usar uma fonte de 12 pontos; empregar itálico em vez de sublinhado (exceto em endereços URL); as figuras e tabelas devem estar inseridas no texto, não no final do documento na forma de anexos.

Enviar separadamente todas as figuras e imagens em boa resolução.

O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Diretrizes para Autores e na página <http://mixsustentavel.paginas.ufsc.br/submissoes/>.

POLÍTICA DE PRIVACIDADE

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.

EDITORES, CONSELHO EDITORIAL E EQUIPE DE EDITORAÇÃO

Os editores são professores doutores da Universidade Federal de Santa Catarina e líderes do Grupo de Pesquisa VirtuHab. Estão ligados ao CTC – Centro Tecnológico, através do Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – PósARQ e ao CCE – Centro de Comunicação e Expressão, através do Departamento de Expressão Gráfica, Curso de Design.

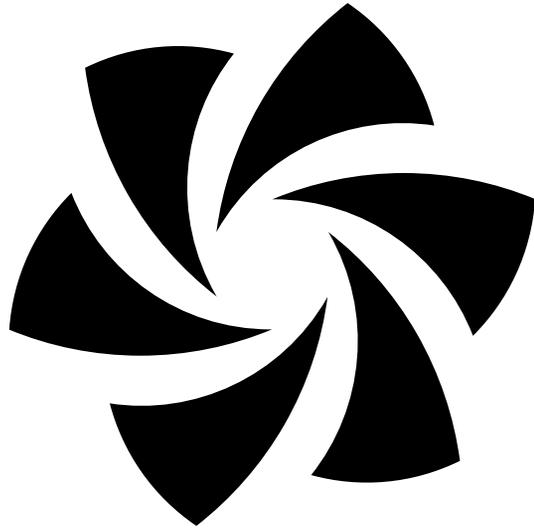
O Conselho Editorial atual é composto por Aguinaldo dos Santos, UFPR - Universidade Federal Do Paraná, Brasil; Amilton José Vieira de Arruda, UFPE - Universidade Federal De Pernambuco, Brasil; Andrea Jaramillo Benavides, IKIAM - Universidad Regional Amazónica, Equador; Carlo Franzato, UNISINOS - Universidade Do Vale Dos Sinos, Brasil; Helena Maria Coelho da Rocha Terreiro Galha Bártolo, IPL - INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA, Portugal; José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade, IPE - Escola Superior De Artes E Design - Politécnico De Leiria, Portugal; Jorge Lino Alves, UP - INEGI - Universidade Do Porto, Portugal; Lisiane Ilha Librelotto, UFSC - Universidade Federal De Santa Catarina, Brasil; Miguel Aloysio Sattler, UFRGS - Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Brasil; Paulo Cesar Machado Ferroli, UFSC - Universidade Federal De Santa Catarina, Brasil; Rachel Faverzani Magnago, UNISUL - Universidade Do Sul De Santa Catarina, Brasil; Roberto Bologna, UniFI - Università Degli Studi Di Firenze, Itália; Tomás Queiroz Ferreira Barata, UNESP - Universidade Estadual Paulista, Brasil; Vicente de Paulo Santos Cerqueira, UFRJ - Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Brasil.

A editoração conta com o apoio de mestrandos e doutorandos do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – PósARQ/ UFSC, membros do Grupo de Pesquisa Virtuhab. Os trabalhos gráficos são realizados por estudantes do curso de design da UFSC.

CRITÉRIOS DE COMPOSIÇÃO DA EDIÇÃO

O conselho editorial definiu um limite máximo de participação para autores pertencentes ao quadro da instituição editora. Esse limite não excederá, para qualquer edição, o percentual de trinta por cento (30%) de autores oriundos da UFSC. Assim, pelo menos setenta por cento dos autores serão externos a entidade editora.

ISSN 2447-0899
ISSNe 2447-3073



Mix Sustentável



FLORIANÓPOLIS
VIRTUHAB | CCE | CTC

COPYRIGHT INFORMATION/INFORMAÇÕES DE DIREITO AUTORAL

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Diretoria de Marcas, Desenhos Industriais e Indicações Geográficas

Certificado de registro de marca

Processo nº: 922895074

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial, para garantia da propriedade e do uso exclusivo, certifica que a marca abaixo reproduzida encontra-se registrada nos termos das normas legais e regularmente em vigor, mediante as seguintes características e condições:



Data de depósito: 10/05/2021
Data da concessão: 22/03/2022
Fim da vigência: 22/03/2032

Titular: PAULO CESAR MACHADO FERROLI [BR/SC] e LISIANE ILHA LIBRELOTTO [BR/SC]
CPF e CPF: 59550236072 e 93048971068
Endereço: Rua Castorina Lobo S.Thiago, 55 - Bairro Santa Mônica, 88035095 , Florianópolis, SANTA CATARINA, BRASIL e Rua Castorina Lobo S.Thiago, 55 - Bairro Santa Mônica, 88035095, Florianópolis, SANTA CATARINA, BRASIL

Apresentação: Mista
Natureza: Marca de Produto/Serviço
CFE(4): 26.13.25
NCL(11): 41
Especificação: Editoração eletrônica; Publicação on-line de livros e periódicos eletrônicos (da classe 41)



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Diretoria de Marcas, Desenhos Industriais e Indicações Geográficas

Certificado de registro de marca

Processo nº: 922895074

Rio de Janeiro, 22/03/2022

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Felipe Augusto Melo de Oliveira', is written over a large, faint watermark of the Brazilian coat of arms.

Felipe Augusto Melo de Oliveira
Diretor

SUMÁRIO

ARTIGOS

- 17** **EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS COMO ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL** | *COMMUNITY EQUIPMENT AS SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGY* | Patrícia de Freitas Nerbas, Márcia Azevedo De Lima, Diógenes Igor Lazzaretti, Nichele Rossi e Marthial Morem Gomes
- 29** **COMPORTAMENTO A TRAÇÃO DIRETA DE BIOCOMPÓSITOS CIMENTÍCIOS REFORÇADOS COM FIBRAS DA REGIÃO AMAZÔNICA** | *DIRECT TENSILE BEHAVIOR OF CEMENTITIOUS BIOCOMPOSITES REINFORCED WITH FIBERS FROM THE AMAZONIAN REGION* | Igor Roberto Cabral Oliveira, Raimundo Pereira De Vasconcelos, João de Almeida Melo Filho e Berenice Martins Toralles
- 41** **ARBORIZAÇÃO EM ÁREA URBANA VULNERÁVEL ÀS MUDANÇAS DO CLIMA - ESTUDO DE CASO** | *SLOW ARBORIZATION IN URBAN AREA VULNERABLE TO CLIMATE CHANGE - CASE STUDY* | Kálita Louhanny Gomes Soares
- 53** **DESIGN PARA O COMPORTAMENTO SUSTENTÁVEL: IMPLICAÇÕES PARA INOVAÇÃO EM PRODUTOS NA LINHA BRANCA** | *DESIGN FOR SUSTAINABLE BEHAVIOR: IMPLICATIONS FOR INNOVATION IN WHITE LINE PRODUCTS* | Aginaldo Dos Santos e Daniela Milena Hartmann
- 63** **BIOMIMÉTICA, GEOMETRIA COMPLEXA E MODELAGEM PARAMÉTRICA: UMA ESTRUTURA DE SABER PARA ARQUITETURA** | *BIOMIMETICS, COMPLEX GEOMETRY AND PARAMETRIC MODELING: A STRUCTURE OF KNOWLEDGE FOR ARCHITECTURE* | Brunna Pereira de Oliveira e Janice de Freitas Pires
- 75** **COMPARAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL, ECONÔMICA E SOCIAL PARA EXECUÇÃO DE CALÇADAS** | *COMPARISON OF ENVIRONMENTAL, ECONOMIC AND SOCIAL SUSTAINABILITY FOR THE EXECUTION OF SIDEWALKS* | Julia Delmondes de Oliveira, Amanda Cristina Padova, Jucelio Dall Agnol, Luiz Fernandes da Costa Neto e Natália Sagaz
- 93** **SUSTENTABILIDADE E DESIGN ESTRATÉGICO: USANDO CONCEITOS DE BIOFILIA PARA DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO PARA JARDIM VERTICAL** | *CONSTRUÇÃO DE Pousada Utilizando Tijolo de Solo-Cimento no Município de Nova Friburgo/RJ* | Betina Rodrigues e André Canal Marques
- 107** **CONEXÃO URBANA: ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL** | *PURBAN CONNECTION: SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGY* | Aline Dupont e Márcia Azevedo De Lima
- 119** **REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA PARA CENÁRIOS DE DESASTRE: CONCEITO, LACUNAS E OPORTUNIDADE DE PESQUISA** | *SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW FOR DISASTER SCENARIOS: CONCEPT, GAPS AND RESEARCH OPPORTUNITY* | Luana Toralles Carbonari e Lisiane Ilha Librelotto
- 133** **OS ODS DA ONU NA FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS: MÁQUINA COLETORA DE RESÍDUOS PARA O LAGO PARANOÁ** | *THE UN SDGS IN COMPETENCE-BASED EDUCATION: WASTE COLLECTING MACHINE FOR PARANOÁ LAKE* | Filipe Aziz Batista, Marcus Jesse Alves de Oliveira, Dianne Magalhães Viana e Simone Borges Simão Monteiro

147 **GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO AÇO/MG** | *INTEGRATED MANAGEMENT OF URBAN SOLID WASTE IN THE METROPOLITAN REGION OF VALE DO AÇO/MG* | **Patrícia Lorena Cota da Silva e Sofia Araújo Bessa Lima**

163 **ANÁLISE DE MATERIAIS APLICADOS EM SOLUÇÕES DE MOBILIÁRIOS PARA ACAMPAMENTOS TEMPORÁRIOS PLANEJADOS (ATP) EM CENÁRIOS DE DESASTRE** | *ANALYSIS OF MATERIALS APPLIED IN FURNITURE SOLUTIONS FOR PLANNED TEMPORARY CAMPS (PTC) IN DISASTER SCENARIOS* | **Mariana Rodrigues Marcelino, Lisiane Ilha Librelotto, Luana Toralles Carbonari, Paulo Cesar Machado Ferroli & Sabrina Cardoso Nascimento**

GRADUAÇÃO, INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO

179 **SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA NO PROGRAMA HABITACIONAL VENEZUELANO GMVV: SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS NO RESIDENCIAL CIUDAD TIUNA, CARACAS-VE** | *UFAL*
Andrade Serrano Oriana & Alexandre Márcio Toledo

181 **EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE EM ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA/GO (1985-2020)** | *UFG*
Estéfane da Silva Lopes

ENTREVISTA

183 **Lisiane Ilha Librelotto**

EDITORIAL

MIX SUSTENTÁVEL VOL. 8 N. 5 — EDIÇÃO ESPECIAL

Caros leitores, essa edição da MIX Sustentável é especial em duplo sentido. Primeiro, porque trata-se, de fato, de uma edição especial, referente aos melhores artigos que foram apresentados no ENSUS 2022. Segundo, porque essa é a décima edição do ENSUS, e como diz o filósofo Mário Sergio Cortella, no seu livro “Não Espere pelo Eritáfio”, na página 18, o número 10 (e seus múltiplos sucessores) trazem consigo um significado quase místico: “falamos em planos decenais, na prestação de contas necessária nos primeiros 100 dias de um governo, atribuímos nota 10 ao que parece ótimo e, como sempre, fazemos a contagem regressiva a partir do 10 para marcar o ápice do réveillon”.

Portanto estamos sim, muito satisfeitos ao termos chegado ao X ENSUS, especialmente pelo evento deste ano retornar, embora ainda que não inteiramente, com atividades presenciais que foram tão prejudicadas pelo Covid-19. Mesmo cientes de que aprendemos em muito pouco tempo a dominar tecnologias que nos proporcionaram manter o evento ativo (ainda que de forma remota), não há dúvidas das vantagens dos encontros presenciais.

Também foi o primeiro ENSUS realizado fora do estado de Santa Catarina, embora não o primeiro fora da UFSC. A equipe local do evento, da UNIFESSPA (Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará), coordenada pela professora Cláudia Queiroz Vasconcelos, teve pela frente um duplo desafio: proporcionar condições operacionais aos participantes que optaram pelo evento em modo presencial, bem como para os que optaram por manter-se de modo remoto. Destacamos ainda a importância do tema proposto pela equipe da UNIFESSPA, ao abordar os desafios dos projetos englobando a Amazônia Internacional e o desenvolvimento sustentável.

Com todas as dificuldades inerentes a isso, com direito ao gingado do Carimbó (dança típica da região), o grupo manteve o padrão de qualidade dos eventos anteriores, e os resultados mostraram-se promissores no intuito de fazermos do ENSUS definitivamente um evento itinerante, acontecendo em Florianópolis a cada dois anos, tendo no intervalo uma versão em uma universidade parceira. Para o ano de 2023, o evento voltará então a acontecer na sua sede, a UFSC, e já vamos a pleno vapor na organização do evento que deverá acontecer em Junho de 2023, presencialmente, com as chamadas de trabalhos já abertas via plataforma OCS (*Open Conference System* / UFSC).

O volume que você, caro leitor, tem em mãos, reúne 12 contribuições das diversas áreas do evento: sustentabilidade aplicada em projeto, e deste modo, tramita nas áreas da engenharia, arquitetura e design. Essas pesquisas, foram as que se destacaram com as melhores avaliações atribuídas pelos revisores em PEER-BLIND REVIEW.

O primeiro artigo é proveniente de uma pesquisa que envolveu duas instituições gaúchas: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) e aborda a escassez de recursos econômicos, principalmente nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, agravados pela pandemia da COVID-19.

O segundo artigo também envolve duas instituições: Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e a Universidade Estadual de Londrina (UEL), cujo assunto aborda compósitos cimentícios reforçados com fibras naturais lignocelulósicas.

O artigo 3 vem da UFMG e propõe a aplicação de ferramentas balizadas em normativas da Prefeitura Municipal para mapear, no território do Confisco, na regional Pampulha, locais aptos ao plantio de indivíduos arbóreos.

Da UFPR (Universidade Federal do Paraná), tem-se o quarto artigo, que aborda a linha branca de eletrodomésticos, na visão do “Design para o Comportamento Sustentável”.

O artigo 5, de autoria de pesquisadores da UFPel (Universidade Federal de Pelotas), apresenta uma proposta de explicitação do saber envolvido na geração de geometrias complexas da natureza e na modelagem paramétrica destas.

Turma de alunos da arquitetura da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) apresentam, no artigo 6, um estudo cuja contribuição refere-se a identificação da solução de calçada mais sustentável para construção em uma comunidade tradicional quilombola.

O sétimo artigo da edição também é da UNISINOS (Universidade do Vale do Rio dos Sinos) e promove um estudo que, por meio do design estratégico, apresenta um sistema que integra plantas e pessoas através do uso de um

produto, instigando em outras pessoas a busca por conexões com a natureza.

Repetindo a parceria UFRGS e UNISINOS, o artigo “Conexão Urbana: Estratégia de Desenvolvimento Sustentável” pretende contribuir para o debate de soluções de desenho urbano para a produção de cidades inclusivas, resilientes, saudáveis e sustentáveis.

O nono artigo, também da UFSC, procura identificar a necessidade de se estabelecerem parâmetros projetuais referentes aos abrigos temporários em acampamentos planejados e de modelos multicritério de decisão.

E da UnB (Universidade de Brasília), o artigo 10 traz a situação real da limpeza da orla do lago Paranoá em Brasília, onde foi possível introduzir propostas de solução no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) na formação de estudantes de engenharia.

O décimo primeiro artigo foi escrito por pesquisadores da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais) e conclui que a coleta seletiva apresenta indícios de viabilidade técnica, econômica e social, o que torna a implantação da economia circular uma possibilidade para obter o desenvolvimento sustentável, com geração de emprego e renda.

Fechando a edição, mais um artigo da UFSC, com foco na seleção de materiais para o projeto de mobiliários em acampamentos temporários planejados (ATP) para cenários de desastre.

A entrevista desta edição fica à cargo dos editores, que contam um pouco da trajetória do evento ENSUS, da revista MIX Sustentável, Materioteca, do Grupo de Pesquisa Virtuhab e várias outras ações de pesquisa, ensino e extensão ao longo de quase 20 anos de dedicação a vida acadêmica universitária.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

LISIANE ILHA LIBRELOTTO E PAULO CESAR MACHADO FERROLI

EDITORES DA MIX SUSTENTÁVEL

EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS COMO ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

COMMUNITY EQUIPMENT AS SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGY

PATRÍCIA DE FREITAS NERBAS, Dra. | Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

MÁRCIA AZEVEDO DE LIMA, Dra. | Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

DIÓGENES IGOR LAZZARETTI | Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

NICHELE ROSSI | Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

MARTHIAL MOREM GOMES | Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

RESUMO

A escassez de recursos econômicos é uma realidade, especialmente nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento que, devido à pandemia da COVID-19, vem se agravando ainda mais. Por isso, ressalta-se a importância de buscar soluções que ajudem a mitigar essa escassez, através da arquitetura e desenho urbano, mais adequado para nossas cidades. Neste sentido, este artigo propõe uma discussão sobre espaços comunitários voltados para a capacitação e geração de renda, identificando desafios e oportunidades, especialmente em comunidades vulneráveis. São analisados projetos de diferentes países da América Latina que procuram responder demandas locais, por meio de tecnologias sociais e processos colaborativos de projeto e autoconstrução assistida, com o intuito de identificar características comuns entre os projetos. Assim, considerando os objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030, este artigo pretende contribuir para o debate de soluções de arquitetura e desenho urbano afim de fornecer subsídios para a produção de cidades mais inclusivas, resilientes, sustentáveis e saudáveis.

PALAVRAS CHAVE

Equipamentos comunitários; Geração de renda; Escassez de recursos

ABSTRACT

The scarcity of economic resources is a reality, especially in underdeveloped and developing countries which, due to the COVID-19 pandemic, has been worsening even more. Therefore, we understand the importance of seeking solutions that help to mitigate this shortage, through an urban design that is more appropriate for our cities. In this sense, this article proposes the debate on community spaces aimed at income generation, identifying challenges and opportunities in vulnerable communities. Projects from different countries in Latin America were selected that seek to respond to local demands, through social technologies and collaborative design and assisted self-construction processes. The intention was to analyze and identify common characteristics between the projects and systematize the data. Thus, this article aims to contribute to the debate on urban design solutions to improve the quality of life and contribute to the production of more inclusive, resilient, sustainable and healthy cities.

KEY WORDS

Community equipment; Income generation; scarcity of resources



1. INTRODUÇÃO

Dados recentes mostram que as vulnerabilidades econômicas e socioambientais crescem vertiginosamente diante do contexto mundial de escassez de recursos, agravada ainda mais diante da pandemia da COVID-19 (INSTITUTO PÓLIS, 2020). Por isso, projetos de arquitetura e o desenho urbano precisam considerar a escassez de recursos econômicos e ambientais, especialmente para cidades dos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento. Nesse sentido, entende-se que os espaços públicos das cidades são lugares importantes para a transformação das realidades sociais, econômicas e ambientais, evidenciando a relevância de projetos que buscam mitigar essas vulnerabilidades e regenerar estes sistemas.

As soluções de arquitetura e urbanismo transitam entre as diferentes escalas das cidades e, desde o início do século XIX, os arquitetos do período moderno já debatiam sobre a arquitetura e as cidades como direito universal e economia de meios. Contudo, a visão sistêmica da natureza e economia, os processos de projeto e construção colaborativas, assim como alternativas projetuais pautadas na aplicação de tecnologias sociais, eram desconhecidas e/ou pouco exploradas. Parte de mudanças de paradigmas naturais em todos os campos do conhecimento, muitas vezes resultado da evolução constante da sociedade.

Alguns eventos reforçam e ampliam o olhar sobre os espaços urbanos para além do habitar, tais como a Bienal de Veneza com o tema 'Reporting From The Front', realizada em 2016, e o UIA com o tema 'Todos os Mundos um só Mundo', realizado em 2021, representam parte destas mudanças sobre o atuar dos arquitetos e urbanistas em seus territórios. Concursos de projetos na área da arquitetura (ONU HABITAT, 2019; CAU/RS, 2019) também corroboram a interdependência entre os sistemas físicos que configuram as cidades e os aspectos sociais, econômicos e ambientais.

Ainda, o Prêmio *Pritzker* deste ano reconheceu no trabalho de Diebédo Francis Keré, arquiteto africano, conhecido mundialmente pelo trabalho pautado na visão social da arquitetura e na prática do projeto como instrumento de inclusão social e transformação. O prêmio, nas últimas décadas, vem valorizando profissionais socialmente comprometidos com seus contextos e inovadores na abordagem que fazem dos problemas urbanos contemporâneos. Nesse sentido, Francis Keré se destaca pela capacidade de responder de forma eficiente a demandas contemporâneas globais, como escassez de materiais e o impacto das mudanças climáticas no ambiente urbano. O arquiteto assume uma abordagem projetual (Figura 01) que considera

as comunidades locais como parte do processo criativo e construtivo, e a cultura material e simbólica de um lugar como ponto de partida de sua elaboração conceitual, orientando escolhas sobre técnicas construtivas, materialidade e espacialidade desejada.



Figura 01: Francis Keré.

Fonte: ARCHDAILY BRASIL, 2022

Estudos na área de assistência social, sociologia e arquitetura social corroboram o fato de que subsidiar os processos de acesso à habitação são direitos fundamentais e vão além, apontam o direito à cidade, serviços e equipamentos públicos para garantir qualidade de vida às pessoas. Resultados do Programa Minha Casa Minha Vida, assim como dos investimentos públicos anteriores relacionados ao BNH, demonstram que concentrar os esforços em soluções específicas na escala do habitar doméstico não é o suficiente. Além disso, conforme Castello (2008), o habitar pressupõe a necessidade de espaços e serviços públicos essenciais para a qualidade de vida humana. Já no século XIX, Clarence e Perry demonstravam em suas pesquisas que a escala doméstica inclui serviços e equipamentos, tais como praças, escolas, comércios e serviços públicos, entre outros, e formulam princípios para a criação de unidades de vizinhanças.

A carência de investimentos nos equipamentos e serviços públicos no contexto brasileiro é evidenciada no cotidiano da maior parte das cidades brasileiras, especialmente naquelas que integram as regiões metropolitanas, fatores que podem contribuir para tornar os problemas urbanos sobrepostos. Neves (2015) aponta que o planejamento criterioso de equipamentos urbanos comunitários

é uma alternativa para melhorar o desenvolvimento do meio urbano e facilitar a gestão pública. Nesse sentido, ações de arquitetos e urbanistas estão sendo desenvolvidas a partir de um modelo organizacional, distinto das organizações hierárquicas, tradicionalmente observadas nas estruturas coletivas e instituições da área. São propostas de projetos desenvolvidas na distribuição de tarefas e descentralização do poder e na reunião de profissionais, organizações envolvidas e as diversas comunidades que participam das esferas sociais de cada lugar. Nessa perspectiva, a aproximação entre profissionais e comunidades consolidaram as premissas que nortearam a formulação de espaços comunitários destinados à múltiplas funções, conforme demandas específicas de cada território, porém em comum tem como objetivo a geração de renda, os processos de aprendizagem e educação na ação.

Portanto, este artigo tem como objetivo analisar estratégias projetuais para espaços comunitários, no contexto dos países que apresentam vulnerabilidades socioeconômicas, voltados para a capacitação e a geração de renda, identificando critérios projetuais para a implementação destes equipamentos. A intenção é demonstrar as ações integradas como importante solução para o desenho urbano pautado na sustentabilidade, conforme Agenda 2030 da ONU, pois a criação destes espaços pode contribuir com a regeneração de culturas, economia e natureza.

1.1. Espaços comunitários: arquitetura como processo de regeneração socioambiental e econômica

Nos países considerados subdesenvolvidos e em desenvolvimento não é incomum a correspondência entre as condições de vulnerabilidade, tornando os impactos sobrepostos. Conforme Cutter (1996), a situação de vulnerabilidade comunitária significa estar em uma condição de risco, usualmente associada a fatores socioeconômicos. Contudo, as pessoas podem estar em situação de risco devido à problemas relacionados ao território, tais como adversidades climáticas, geográficas e ambientais (IVS, 2021). Neste contexto a realidade dos países situados na América Latina, por exemplo, apresentam fragilidades socioeconômicas que impactam de modo direto ou indireto a população. Este cenário de escassez de recursos demanda por processos de planejamento de cidades que incluam espaços que possam criar oportunidades para o desenvolvimento comunitário. Em complemento, Baltazar e Kapp (2006) reforçam que o direito dos usuários sobre os serviços e equipamentos públicos vai além dos princípios propostos na legislação brasileira.

Percebe-se que a legislação federal define parcialmente estes equipamentos, mas não estabelece critérios espaciais para a configuração destes. Por exemplo, a lei federal que dispõe sobre parcelamento do solo urbano define os equipamentos urbanos comunitários como “[...] equipamentos públicos de educação, cultura, saúde, lazer e similares” (1979, art. 4º § 2º), discorrendo sobre áreas a serem reservadas para implantar este tipo de equipamento público. Já a lei 9785/1999, complementar a legislação de parcelamento do solo, informa que estes equipamentos serão proporcionais à densidade de ocupação, conforme legislação municipal de cada cidade. Assim, a ausência de definição clara amplia a relevância da inclusão de critérios de planejamento para estes espaços nos planos diretores e/ou outras legislações municipais, tendo em vista de que estes lugares são apropriados para as interações sociais (NEVES, 2019). Logo, são espaços oportunos aos processos de participação ativa da sociedade e formação de redes de trocas e aprendizagem social.

Há diversas interpretações para os espaços comunitários. Aqui, parte-se do pressuposto de que são espaços socialmente compartilhados, de natureza polifuncional, assumindo funções de acordo com definições e significados que emergem das ações entre a própria comunidade. Na perspectiva adotada, os espaços comunitários são catalisadores para o desenvolvimento local, são condições fundamentais para a articulação social e estrutura para as ações humanas. Os espaços como dimensão chave, tanto para a emergência, o enriquecimento e a consolidação de ações para geração de renda e transformações socioambientais locais (BONFIM, 2000). Assim, a criação de espaços comunitários para territórios informais, pode ser um meio importante de transformação socioeconômica, pois o processo de projeto, construção e apropriação destes espaços oportuniza o encontro entre diferentes processos de aprendizado na ação. São projetos inacabados, com oportunidades e desafios de transformação. Sigfried Giedion, nos anos 1920, já alertava para o fato de que seria interessante considerar a arquitetura diante da lógica de um produto inacabado (apud BALTAZAR e KAPP, 2006). Ou seja, um produto em constante processo de uso, permanência e transformação, espaços resilientes.

Os projetos para espaços comunitários como transformação de vulnerabilidades fomentam a autogestão, fortalecem as redes sociais, além de serem apropriados à geração de renda local, mas tem oportunidades para ir além, por serem um importante espaço de disseminação da cultura. São também espaços oportunos à cultura da preservação e regeneração da natureza. Fadigas (2009)

argumenta que o processo de urbanização, construção de espaços e edifícios nas cidades, reduz a complexidade e a diversidade biológica, onde materiais de construção inertes substituem as matérias vivas. Os ecossistemas naturais são os responsáveis pelo sustento da vida no planeta. Portanto, o dilema da sustentabilidade que objetiva construir sociedades e comunidades de modo que suas atividades não prejudiquem a capacidade de sustentação da natureza, além de prover recursos para as futuras gerações é consensual e relevante e está estreitamente ligado à compreensão da dinâmica dos ecossistemas e à alfabetização ecológica da população (CAPRA; LUISI, 2014, p. 447).

Diante do cenário de crescimento das áreas urbanas e dos impactos correlacionados, buscando atingir o equilíbrio nas relações entre economia, sociedade e meio ambiente, atualmente é necessário ir além da sustentabilidade e buscar soluções que possam regenerar culturas e a natureza. Discursos que vão além do preservar, pautados nas soluções baseadas na natureza, com ciclos e fluxos constantes de matéria e energia de forma circular, onde um elemento tem finalidade ao sustento do outro. As questões ambientais são outro grande desafio para o século XXI. Portanto, os equipamentos comunitários, também demandam por estratégias que regeneram a natureza.

Este estudo tem caráter exploratório e parte de indagações presentes na aplicação prática de teorias da arquitetura social em territórios com escassez de recursos. São discutidos alguns casos de projetos implantados em diferentes países que procuram responder demandas locais, por meio de tecnologias sociais, processos colaborativos, autoconstrução assistida por profissionais da Arquitetura e Urbanismo, além de aplicarem estratégias de bioarquitetura. Os projetos selecionados, situam-se em territórios vulneráveis de países da América Latina, são espaços destinados à geração de renda comunitária, incluem processos de educação continuada e que promovem a cultura local.

Nas últimas décadas, arquitetos e urbanistas têm buscado relações entre as tradições culturais e os valores sociais, as características da própria cidade, aspectos específicos locais, sem perder de vista as demandas ambientais globais (NERBAS, 2021). Portanto, a análise projetual proposta busca identificar se há um padrão de tipologia entre os projetos, observando os aspectos tradicionais dos projetos de arquitetura, tais como as relações formais com o lugar, o programa e a materialidade, conforme tríade vitruviana (MAHFUZ, 2003). Além disso, foram analisadas

as características relacionadas às estruturas físicas destes espaços, considerando os temas da sustentabilidade ambiental, comumente abordados em sistemas de certificações ambientais, tais como: relações com paisagem local; o ciclo das águas; eficiência energética e conforto ambiental; sistemas e materiais. Essa análise visa facilitar a compreensão desses espaços na escala microlocal para orientar políticas e programas públicos locais.

2. CENTROS COMUNITÁRIOS PARA A GERAÇÃO DE RENDA

São analisados projetos que se situam em países com características diferentes, mas que tem em comum a escassez de recursos econômicos. Os projetos foram executados em países da América Latina, tais como, Equador, Peru, Colômbia, Brasil, México e Chile. O Centro Comunitário Renascer foi executado na Comunidade Nova Jerusalém, San José de Chamanga, zona rural da Província de Esmeraldas, Equador, em 2016. O Espaço Comunitário do Refeitório San Martin foi executado no Barrio de La Balanza, Distrito de Comas, Lima (Peru), no período de 2012 a 2017. A Oficina de Costura Comunitária Amairis foi executada na zona rural da Comunidade de San Isidro, Puerto Caldas, Pereira, Colômbia, em 2019. A Sede da Cooperativa das Mulheres produtoras de castanhas de caju foi executada em Nova Vida, no município de Bom Jesus das Selvas, do Maranhão no Brasil, em 2018. O Centro de Cultura y Ecología Quiané foi executado em Santa Catarina Quiané, comunidade localizada nos vales centrais de Oxacaca, no México, em 2018. O Espaço comunitário The Wave: Espacio para presentaciones públicas foi executado em Valparaíso no Chile, no ano de 2015.

O Centro Comunitário de Renascer (Figura 02) foi resultado de um processo colaborativo de projeto com o Actuemos Ecuador, Rama Estudio, MCM+A e Martín Real, além de Al Borde, Patricio Cevallos e sindicato local. O processo de autoconstrução assistida pelo mesmo grupo do projeto (Actuemos Ecuador) contou com a participação da Comunidade Nova Jerusalén e com voluntários nacionais e internacionais.

O projeto surgiu por meio de oficinas comunitárias, que buscaram entender as necessidades e técnicas locais (RAMA ESTUDIO, 2016). O programa proposto inclui uma área coberta para eventos comunitários, cozinha, espaço para refeições, sanitários e recreação infantil, inserido em amplo espaço aberto que dá suporte para as atividades. A estrutura formal contempla uma planta livre com materialidade composta por materiais de baixo impacto ambiental tais como o bambu guadua, troncos de teca e pneus

reciclados, assim como alguns elementos constituídos por tecnologias comuns à localidade, tais como o concreto e telhas de zinco. Ao observar as imagens de satélite da área onde se insere o projeto, percebe-se a presença predominante de edificações térreas e informais, com cobertura de telhas de zinco e fechamentos ora de alvenaria, ora de painéis de bambu entrelaçado. Deste modo, o projeto construído em bambu, em único pavimento, e coberto, também, por telhas de zinco, condiz com o entorno e materialidade locais (ARCHIDAILY BRASIL, 2017).



Figura 02: Moradores na fachada principal e no interior da edificação.
Fonte: RAMA ESTUDIO, 2016

As estratégias de conforto são a ventilação permanente em todas as direções. Para mitigar o impacto da incidência do sol sobre a cobertura foram dispostas peças fracionadas de guadua entre as vigas de bambu e o telhado de zinco, de modo a reduzir a transmissão de calor abaixo da cobertura. Além disso, foi criado um sistema de proteção solar na parte superior da fachada principal, também com peças de bambu, para mitigar a incidência direta de luz natural.

O Centro Comunitário do Refeitório San Martin (Figura 03) foi executado em duas etapas: 2012-2014, com os arquitetos Javier Vera, Lucía Nogales e Eleazar Cuadros, e 2015-2017, com os arquitetos Javier Vera, Eleazar Cuadros, Paula Villar, David Fontcuberta e Ezequiel Collantes. Contou com processo de auto construção assistida com a participação de NN arkitektos, construtores do bairro, CAPLaB (Centro de Aprendizaje y Producción de La Balanza) e voluntários locais (ARCHIDAILY PERU, 2017).

O local tem vocação cultural com foco no teatro de rua. O refeitório está inserido em local que abriga duas quadras esportivas, onde acontece a FITECA (Fiesta Internacional de Teatro en Calles Abiertas) e uma escola de educação primária. O projeto consiste na reforma e

ampliação do refeitório popular, transformando-o em um centro cultural. O programa proposto inclui cozinha comunitária, refeitório com áreas de estar, sala de usos múltiplos, biblioteca, sanitários e horta comunitária, onde são cultivados parte dos alimentos preparados no refeitório (CITIO e CCC, 2019). Resultado de um processo de colaborativo e autoconstrução assistida sobre um edifício pré-existente. O acréscimo de área ao programa tem uma estrutura formal de planta livre e foi executado de estrutura metálica com fechamentos compostos por molduras em OSB que podem ser preenchidas de diversas maneiras. Os painéis de vedação são modulares e executados com material de reuso, pelos próprios moradores. Segundo a equipe de projeto, as dimensões, as cores e a modulação dos fechamentos foram pensadas de modo a criar um marco simbólico na vizinhança e ao mesmo tempo se mimetizar com os “píxels” das construções do entorno.



Figura 03: Estrutura pré-existente, processo e acréscimo espaço multiuso.
Fonte: CITIO e CCC, 2019

As estratégias de conforto são a ventilação cruzada e permanente no segundo pavimento, com pé-direito duplo. Na cozinha, as esquadrias são altas para saída de calor e por aproveitamento dos espaços internos. Ressalta-se que todo o projeto foi desenvolvido com a participação dos moradores, desde o processo de concepção criativa até a própria construção. Foram realizados workshops onde moradores voluntários aprenderam sobre carpintaria, soldagem e alvenaria. Os mobiliários foram confeccionados pelos participantes destas oficinas e também podem ser vendidos, proporcionando alternativas de geração de renda para o bairro.

O espaço de Costura Comunitária de San Isidro (Figura 04) teve o coletivo Ruta 4 Taller como autores e

os executores: Jorge Noreña, Juliana López Marulanda, Julián Vásquez (arquitetos), Jorge Obed Gómez (assessoria estrutural), Mauricio García (residente de obra).

O edifício está inserido em meio a um complexo de equipamentos comunitários Salões de baile e música, centro cultural, horta e centro comunitário). O programa do projeto inclui um setor de confecção, setor de corte, área de exposição, armazenamento, escritório, banheiros públicos e copa, interagindo com espaço aberto. (ARCHDAILY BRASIL, 2020). A estrutura formal parte de uma planta livre com estrutura em bambu *Guadua* e algumas paredes autoportantes em tijolo maciço. A forma linear e a planta livre procuram atender as demandas da economicidade e adaptabilidade dos usos. Os sistemas e técnicas são apropriados as condições regionais e as tradições dos construtores da localidade. Coleta de água pluvial se dá pelo telhado, que possui somente uma água inclinada em direção a um lago localizado ao lado da edificação, permitindo que esta água escoe diretamente para o mesmo.



Figura 04: Área de trabalho e fachadas.

Fonte: ARCHDAILY BRASIL, 2020.

As estratégias de conforto são: “O projeto é implantado no terreno a partir do reconhecimento do trânsito solar que altera a fachada principal e como esta condição determina um dispositivo dinâmico que permite uma variação de aberturas” (ARCHDAILY BRASIL, 2020).

O projeto do espaço para a Cooperativa das Mulheres (Figura 05) produtoras de castanhas de caju teve participação do Estúdio Flume, arquitetos Christian Teshirogi e Noelia Monteiro e colaboradores German Nieva, Layla Kamilos e Marina Lickel. A execução foi feita através de

mutirões com a equipe de arquitetos, o mestre de obra Severino Macedo Horas e mulheres da Cooperativa de Produtores. Além de reaproveitar ao máximo a residência existente de alvenaria, o Estúdio Flume observou os materiais disponíveis no povoado para desenvolver o projeto, num processo de criação coletiva com a comunidade. É uma pequena comunidade na zona rural, com edificações térreas de alvenaria autoportante e telhado cerâmico.

O programa proposto inclui área de cozinha e produção (área de cocção, área de quebra, área para torra, área para movimentação da lenha, área de higienização, depósito, estufa, área de despulização, área de embalagem), sanitários, sanitários, espaço para venda e administração, pátios interno e externo (secagem das castanhas). Estes pátios abertos articulam atividades com a comunidade local, pois não existem outros equipamentos públicos. Na fachada frontal os elementos como a marquise e banco de concreto são convite para a comunidade (ARCHDAILY BRASIL, 2020a). A obra parte de uma estrutura pré-existente e segue a mesma composição de materialidade feita por tijolos cerâmicos e cobertura de telhas cerâmicas. Além de reaproveitar ao máximo a residência existente de alvenaria, foram incluídos materiais disponíveis no povoado, num processo de criação coletiva com a comunidade. Princípios da permacultura também foram incorporados, sobretudo pela falta de sistema de esgoto e abastecimento regular de água potável. Na construção, foram inseridos coleta de água da chuva, biodigestor de fossa séptica para o tratamento de esgoto e círculo de bananeiras para filtrar as águas cinzas. A ideia do estúdio é que estas técnicas possam ser difundidas e replicadas na comunidade (SustentArqui, 2020).

Baseado em princípios da arquitetura bioclimática, o projeto incorpora conceitos de conforto térmico e atende à demanda por um espaço com baixos custos de manutenção. A confecção de elementos vazados, aproveitando os próprios blocos cerâmicos de 8 furos, assentados horizontalmente, garantem a constante ventilação natural dos ambientes, assim como iluminação e vistas para o exterior. Portas venezianas pivotantes também favorecem a ventilação natural.

O Centro de Cultura y Ecología Quiané localiza-se numa zona de transição entre uma área consolidada e a zona rural de Quiané, México, seguindo o padrão de ocupação local em forma de claustro, o que garante um espaço aberto central com construções em seu perímetro. Teve processo colaborativo de projeto com o Atrarraya Taller de Arquitectura, DesignBuild Studio e Universidade de Ciências Aplicadas de Munique (VITRUVIUS, 2021).



Figura 05: Pátio e fachada de convivência para vizinhança.

Fonte: ARCHDAILY BRASIL, 2020.

O projeto (Figura 06) adota materiais naturais, biodegradáveis e recicláveis na construção e propõe estratégias bioclimáticas passivas adaptadas ao clima local, onde aberturas permanentes logo abaixo da cobertura permitem ventilação natural e garantem o conforto térmico necessário ao clima local. As edificações estruturam-se sobre fundações de concreto armado, com paredes autoportantes em tijolo de adobe ou pau-a-pique e estrutura das coberturas em madeira serrada. O piso da galeria é feito de tijolos queimados, assentados sobre uma argamassa seca de areia e cimento e também rebocadas com essa mistura.



Figura 06: Fachada e espaços internos.

Fonte: ARQUITECTURA PANAMERICANA, 2020.

O programa proposto inclui um espaço construído com auditório aberto, auditório fechado, sala multiuso, refeitório, cozinha, centro de saúde, sanitários e galerias; e um espaço aberto (Figura 07) com viveiro, jardim botânico, hortas, vermicultura, área de reciclagem, planta de tratamento de efluentes, academia aberta e área multiuso.



Figura 07: Espaço aberto para eventos.

Fonte: ARQUITECTURA PANAMERICANA, 2020.

Os espaços abertos tem relevância nesta proposta, são espaços generosos, setorizados por locais de produção cultivada e cultural. Há espaços para a produção agroecológica e espaços culturais com múltiplos usos, apropriados à música, dança, eventos, reuniões, brincadeiras e diferentes atividades ao ar livre. Uma galeria aberta e coberta conecta os diferentes blocos e desempenha um importante papel como área de circulação e permanência nestes espaços.

Já o projeto para o espaço comunitário de atividades pedagógicas e culturais de Valparaíso, no Chile, foi solicitado por Sitio Eriazo e desenvolvido por The Scarcity and Creativity Studio, estúdio de projeto e construção da Escola de Arquitetura e Design de Oslo (AHO). Consiste no desenvolvimento de um espaço público para abrigar performances de teatro, circo e música, assim como oficinas de artes e teatro, oficinas de capacitação, reuniões, atividades pedagógicas e culturais destinadas a comunidade local.

O espaço está inserido em um terreno baldio (Figura 08) onde anteriormente havia uma edificação que, já abandonada, desmoronou com terremoto ocorrido em 2010. O terreno fica localizado em uma quadra bastante densificada, confrontando fachadas de diversas residências. Possui vista para a paisagem construída típica de Valparaíso, cidade portuária situada na costa chilena, cuja paisagem é conhecida pela topografia de colinas íngremes e fachadas coloridas.

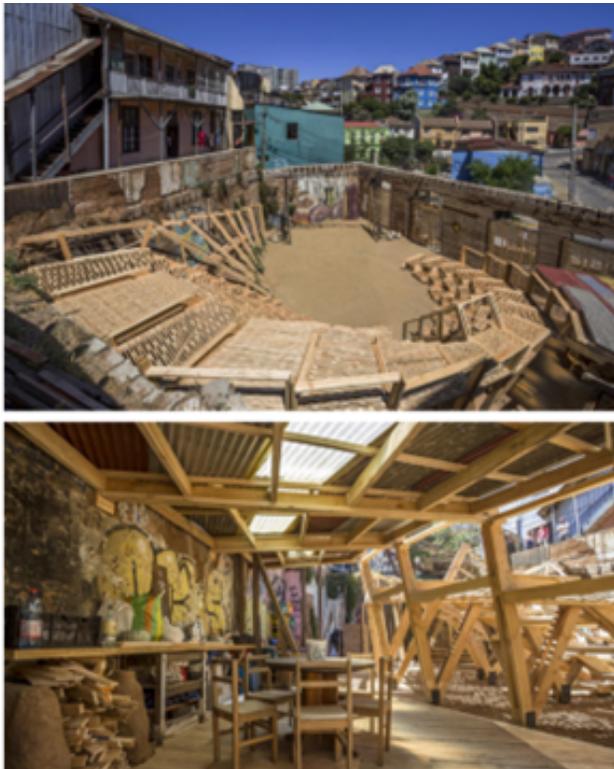


Figura 08: Espaço aberto para eventos.
Fonte: AHO, 2015

O programa contemplado para o edifício inclui uma cozinha com forno de adobe, bancadas para oficinas e artesanato, banheiro e espaço para reuniões de grupo. Para os espaços abertos foram consideradas as demandas espaciais para eventos com arquibancadas para performances de teatro, circo e de música. Ainda, o programa dos espaços livres inclui uma horta comunitária.

O projeto inclui estratégias de economicidade e reuso de materiais. Representa soluções para o programa, o lugar e a materialidade da obra, típicas de espaços resilientes. O espaço atende as demandas de um coletivo, responsável por manifestações através de performances, teatro, fantoches, circo, música e seminários. Para reafirmar seus objetivos, eles recuperam sítios urbanos em ruínas no centro histórico de Val-paraíso e os cedem ao uso público, como no caso da transformação da escadaria Becker. O coletivo recicla o lixo produzido pela sociedade como forma de gerar ferramentas de resistência, que podem ser usadas na arquitetura, no teatro, na música, no circo, na pintura, no artesanato ou na educação. Criam espaços para manifestar alternativas de renda e aprendizagem coletivas que podem alterar nossa relação com o entorno (HERMANSEN CORDUA, 2016).

Traçando um paralelo entre os projetos analisados é possível perceber que apesar das diferenças projetuais pertinentes a cada território, todos têm em comum o

processo de projeto colaborativo e de autoconstrução assistida. Todos foram desenvolvidos com a participação dos moradores, grupos de voluntários e arquitetos responsáveis, a partir de diferentes técnicas e oficinas, sobre processos de criação colaborativos e técnicas sociais, de baixo custo com algumas soluções que podem mitigar impacto ambiental, além de promover a economicidade no uso de materiais locais. As oficinas têm como finalidade a transferência de tecnologias e oportunizar a criação de soluções sustentáveis, amigáveis ao ambiente no qual se inserem, adaptáveis às necessidades sociais locais e que possam proporcionar alternativas de geração de renda para o bairro (NERBAS et al. 2021).

Cada projeto apresenta suas particularidades, conforme condições físicas, como percurso solar, clima e características humanas de cada território. Independente das características de cada região, observa-se que os projetos buscam criar formas adaptadas às condições climáticas próprias. O programa de necessidades procura atender demandas específicas de cada comunidade. Todos os espaços foram pensados para fomentar a geração de renda local, pautado em ofícios comuns a cada comunidade e na resiliência comunitária. São espaços criados para atender funções específicas, sem perder de vista as possibilidades de adaptação a outras possíveis demandas, ainda não desvendadas. Além disso, a disponibilidade de materiais de cada região foi determinante para a escolha das técnicas e abordagem projetual. Todos têm como finalidade atender os processos de coparticipação nos processos de transformação do território das cidades, como recomendados por Baltazar e Kapp (2006).

Ainda, é importante ressaltar que esses equipamentos comunitários trabalham com a premissa de que a cidade pode se transformar em um agente educador. Nesse sentido, vai ao encontro do conceito de Cidades Educadoras, que traz a ideia da cidade como projeto educativo, que implica conceber que a cidade pode se transformar em um agente educador a partir da efetivação de um projeto pedagógico-educativo para a vida social em todos os espaços e dimensões da cidadania. Assim, não é apenas a escola que tem o papel de educar todos os cidadãos, mas é a cidade, projetada em todos seus espaços, que poderá desenvolver, estimular e garantir o crescimento, o aprendizado, a reelaboração da cultura e as trocas humanas para que cada pessoa cresça enquanto sujeito social em constante processo de humanização (LIMA, NERBAS e SILVA, 2022).

Os equipamentos comunitários de capacitação e geração de renda, assim como os espaços públicos abertos,

podem ser uma resposta da Arquitetura e Urbanismo, contribuindo para que o território assuma essa centralidade no processo educativo, com aprendizagem permanente no espaço urbano. Os espaços públicos abertos (praças e parques) indicam um enorme potencial para receber pequenas estruturas de capacitação e geração de renda, representando também o local de encontro, de circulação e de permanência, local dos acontecimentos, de práticas sociais, de manifestações sociais e da vida urbana. Ou seja, o espaço da cidade como espaço público, de interação social e do domínio coletivo, uma vez que nossas cidades deveriam ter estruturas produzidas para intensificar as trocas sociais e econômicas (por exemplo, MAGALHÃES, 2002; NETTO, 2006). Nesse sentido, parece ser um importante espaço ainda a ser explorado.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo é fruto de um estudo exploratório sobre o tema e apresenta resultados parciais da pesquisa em desenvolvimento. O breve recorrido teórico sobre centros comunitários e equipamentos de geração de renda na América Latina, bem como sobre espaços comunitários como transformação de vulnerabilidades, contribui para a análise da relevância dos processos colaborativos de projeto e autoconstrução assistida. Os projetos analisados, implantados em diferentes países procuram responder demandas de cada território, sem perder de vista objetivos regionais e globais, conforme agendas internacionais. Em comum são projetos que atendem as demandas locais por meio de tecnologias sociais e processos colaborativos de projeto e autoconstrução assistida.

Os projetos analisados têm correspondências nos processos de projeto colaborativos e de autoconstrução assistida, no entanto, apresentam diversidade de formas e de materialidades aplicadas. Nestes, observa-se a preocupação em estabelecer relações com a paisagem do entorno, buscando atender as demandas das individualidades de cada lugar. Há correlações entre os tipos de espaços criados, as formas de apropriação e as possibilidades de geração de renda e/ou aprendizagem continuada.

Esses projetos levam o imaginário do arquiteto e urbanista ao cotidiano de comunidades vulneráveis e propõem soluções espaciais que incluem estratégias de baixo custo e sustentabilidade ambiental, como meio eficaz para a criação de tecnologias sociais pautadas nos recursos disponíveis em cada região. Estratégias para a construção de espaços que possam oportunizar a regeneração de culturas e fomentar a economia local. O debate sobre o fazer juntos, significa ampliar as possibilidades profissionais

dos arquitetos e urbanistas, que saem da passividade de responder solicitações de clientes específicos e se tornam agentes propositivos, ao observar e vivenciar as dinâmicas que regem as cidades. São projetos não caracterizados por um produto acabado e um resultado de um autor específico, pois são resultados de processos de construção coletiva. O maior aprendizado se situa no processo de projeção e construção, que reúnem várias vozes.

Arquitetura para regenerar economias, culturas e a natureza. Um desafio que transpassa fronteiras e o meio de diálogo não é exclusivamente técnico. Desenhos técnicos e mapas são abstrações, portanto, os projetos apresentados demonstram a necessidade do arquiteto aprender a partilhar melhor suas ações com outros cidadãos. São processos que não tem uma regra clara pré-estabelecida, tampouco há um único tipo de classificação. Projetos que reconhecem a existência de outros saberes e os arquitetos e urbanistas são parte, estão em constante aprendizagem, provocam diálogos e mediam encontros e desencontros entre as soluções pensadas em comunidade. Por fim, este artigo pretende contribuir para o debate de soluções de desenho urbano adaptáveis aos contextos locais e alinhadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 e contribuir para a produção de cidades mais inclusivas, resilientes, sustentáveis e saudáveis.

REFERÊNCIAS

AHO: THE SCARCITY AND CREATIVITY STUDIO. **SCS: the wave, public events space**, 2015. Disponível em: <http://scs.aho.no/ecuador%20428.htm>. Acesso em: 03 set. 2022.

ARCHDAILY. Social Development Project / Indalo + Collectif Saga. **ArchDaily**. Disponível em: https://www.archdaily.com/775901/social-development-project-indalo-plus-collectif-saga?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects. 2015.

ARCHDAILY BRASIL. **Centro Comunitário Renascer de Chamanga / Actuemos Ecuador**. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/884772/centro-comunitario-renascer-de-chamanga-actuemos-ecuador?ad_medium=gallery. 2017.

ARCHDAILY BRASIL. **Oficina de Costura Comunitária Amairis/Ruta 4 Taller**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/938831/oficina-de-costura-comunitaria-amairis-ruta-arquitectura>. 2020.

ARCHDAILY BRASIL. **Sede Castanhas de Caju / Estudio Flume**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/931333/sede-castanhas-de-caju-estudio-flume>. 2020a.

ARCHDAILY BRASIL. **Protótipo de Pavilhão – Da Paisagem ao Jardim na Cobertura** / Laura Katharina Strähle & Ellen Rouwendal. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/947226/prototipo-de-pavilhao-da-paisagem-ao-jardim-na-cobertura-laura-katharina-strahle-and-ellen-rouwendal>. 2020b.

ARCHDAILY BRASIL. **Escassez material e inclusão social: o Prêmio Pritzker de Francis Kéré**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/980976/escassez-material-e-inclusao-social-o-premio-pritzker-de-francis-kere>. 2022.

ARCHDAILY PERU. **De Comedor a Local Comunal: Un proyecto que enmarca la memoria del barrio La Balanza-Comas en Lima**. Disponível em: <https://www.archdaily.pe/pe/867095/de-comedor-a-local-comunal-un-proyecto-que-enmarca-la-memoria-del-barrio-la-balanza-comas-en-lima>. 2017.

ARQUITECTURA PANAMERICANA. **Centro de Cultura y Ecología Quiané**, Equador, 2020. Disponível em: <https://arquitecturapanamericana.com/centro-de-cultura-y-ecologia-quiane/#>. Acesso em: 31 ago. 2022.

BALTAZAR E KAPP, Silke. **Por uma Arquitetura não Planejada: o arquiteto como designer de interfaces e o usuário como produtor de espaços**. Disponível em: http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/01_biblioteca/arquivos/baltazar_06_por_uma_arquitetura.pdf. 2006.

BONFIM, Catarina de Jesus. **Centro Comunitário**. Disponível em: https://www.seg-social.pt/documents/10152/13331/Centro_comunitario/a0a29948-aba9-446b-afc0-8561ad725e37/a0a29948-aba9-446b-afc0-8561ad725e37. 2000.

CAPRA, Fritjof; LUISI, Pier L. **A Visão Sistêmica da Vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas**. São Paulo: Cultrix, 2014. Título original: The Systems View of Life.

CASTELLO, Lara Regina. **Bairros, loteamentos e condomínios: elementos para o projeto de novos territórios habitacionais**. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2008.

CAU. **Conheça os vencedores do Concurso de Ideias**. Disponível em: <https://www.caurs.gov.br/conheca-os-vencedores-do-concurso-de-ideias-casa-saudavel-cidade-saudavel/>. 2019.

CUTTER, SUSAN. **Vulnerability environmental hazard**. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/030913259602000407>. 1996.

CITIO e CCC. **Proyecto Fitekantropus**. In: **Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Pontificia Universidad Católica del Perú**. Año 11, N°13, junio 2019. Disponível em: https://issuu.com/revista-a-pucp/docs/revista_a13-arq-pucp. 2019.

IVS. **Atlas de Vulnerabilidade Social**. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/>. Acesso em 15 de julho de 2021.

INSTITUTO PÓLIS. **Quem são as pessoas mais afetadas pela pandemia?** Disponível em: <https://polis.org.br/noticias/quem-sao-as-pessoas-mais-afetadas-pela-pandemia/>. 2020.

FADIGAS, Leonel et al. **La estructura verde en el proceso de planificación urbana**. Ciudades: Revista del Instituto Universitario de Urbanística de la Universidad de Valladolid, n. 12, p. 33-47, 2009.

LIMA, M.A. de; NERBAS, P. de F.; SILVA, M. M. da. **Um novo olhar para as cidades educadoras**. In: XIX Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional - ANPUR, Evento virtual. Anais do XIX ENANPUR, 2022.

HERMANSEN CORDUA, C.. **The Bands and The Wave: Narratives in Architecture**. Diseña, [S. l.], n. 10, p. 28-41, 2016. DOI: 10.7764/disena.10.28-41. Disponível em: <http://revistachilenadederecho.uc.cl/index.php/Disena/article/view/33253>. Acesso em: 3 sep. 2022.

MAGALHÃES, Sérgio Ferraz. **Sobre a cidade: habitação e democracia no Rio de Janeiro**. São Paulo: Pro Editores, 2002.

NERBAS, P.F.; LIMA, M.A.; LAZZARETTI, D.I.; GOMES, M.R.M.; ROSSI, N.; REICHEL, P.F.. **Centros comunitários de bairro e geração de renda: desafios e oportunidades em comunidades vulneráveis**. In: **IV Encuentro Latinoamericano y**

Europeo de Edificaciones y Comunidades Sostenibles
- EUROELECS, 2021.

NETTO, Vinicius de Moraes. **O efeito da arquitetura: impactos sociais, econômicos e ambientais de diferentes configurações de quarteirão.** Arqtextos, São Paulo, dez 2006.

NEVES, Fernando Henrique. **Planejamento de equipamentos urbanos comunitários de educação: algumas reflexões.** Cadernos Metrôpole, v. 17, p. 503-516, 2015.

ONU HABITAT. **Onu Habitat: O mais recente de arquitetura e notícia.** Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/tag/onu-habitat>. 2019.

PARDO, Laura Paes Barretto. **Espaços comunitários em territórios vulneráveis: uma análise sobre processos e realizações.** Orientador: Ana Gabriela Godinho Lima. 2019. 231 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2018.

RAMA ESTUDIO. **Casa Comunal Renacer de Chamanga. Quito.** Disponível em: <http://www.ramaestudioec.com/casacomunalrenacerdechamanga-2/#>. 2016.

RTS. Rede de Tecnologia Social. **Caderno de Debate: Tecnologia Social no Brasil – direito à ciência e ciência para a cidadania.** São Paulo: RTS. 2004.

RTS. Rede de Tecnologia Social. **Documento Constitutivo da Rede de Tecnologia Social.** Disponível em: <http://www.rts.org.br/rts/a-rts/historico>. 2005.

SustentArqui. **Arquitetura bioclimática e permacultura em uma comunidade no Maranhão.** Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/arquitetura-bioclimatica-e-permacultura-em-uma-comunidade-no-maranhao/>. 2020.

Urban Next. **Temporary Silindokulhe Pre School.** Disponível em: <https://urbannext.net/temporary-silindokulhe-pre-school/>. Acesso em 20set2021.

VITRUVIUS. **Centro de Cultura y Ecología Quiané,** São Paulo, 2021. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/21.247/8385>. Acesso em: 31 ago. 2022.

AUTORES

ORCID: 0000-0001-5882-2857

PATRÍCIA DE FREITAS NERBAS. Doutora Projeto de Arquitetura e Urbanismo | UFRGS | PROPARG | Porto Alegre, RS - Brasil | Rua Irmã Helenita, 240 casa 27. São Leopoldo, RS, 930040-155 | patriciafnerbas@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2103-9564

MÁRCIA AZEVEDO DE LIMA, Doutora em Planejamento Urbano e Regional | UFRGS | PROPUR | Porto Alegre, RS - Brasil | Correspondência para: Travessa Lima, 101 - Bairro SENAI - Montenegro - RS, 92518-464 | e-mail:malima.mgo@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-6676-9280

DIÓGENES IGOR LAZZARETTI, estudante. | UNISINOS | Arquitetura e Urbanismo | São Leopoldo, RS – Brasil | Correspondência para: R. Juruá, 200 – São Jorge, Novo Hamburgo – RS, 93534-330 | e-mail: d.lazzaretti@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-4810-8817

NICHELE ROSSI, arquiteta e urbanista | UNISINOS | Arquitetura e Urbanismo | São Leopoldo, RS - Brasil | Correspondência para: R. Alagoas, 159, apto. 705 - Humaitá, Bento Gonçalves - RS, 95705-026 | e-mail: nichelerossi@hotmail.com

ORCID: 0000-0003-4311-9143

MARTHIAL RIEGER MOREM GOMES, estudante. | UNISINOS | Arquitetura e Urbanismo | São Leopoldo, RS – Brasil | Correspondência para: R. José Bonifácio, 1068, apto. 502 – Centro, São Leopoldo – RS, 93010-180 | e-mail: marthialmorem@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

NERBAS, Patrícia de Freitas; DE LIMA, Márcia Azevedo; LAZZARETTI, Diógenes igor; ROSSI, Nichele; GOMES, Marthial Rieger Morem; Equipamentos Comunitários como estratégia para o Desenvolvimento Sustentável. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 17-28, dez. 2022.** ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.17-28>.

SUBMETIDO EM: 09/06/2022

ACEITO EM: 09/07/2022

PUBLICADO EM: 30/11/2022

EDITORES RESPONSÁVEIS: Paulo César Machado
Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto.

Registro da contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

PN: Conceituação, análise formal, Investigação, Metodologia, Supervisão, Visualização, Escrita, Revisão e edição.

ML: Conceituação, análise formal, Investigação, Metodologia, Supervisão, Visualização, Escrita, Revisão e edição.

DL: Visualização, Estudo caso.

NR: Estudo caso.

MG: Estudo caso.

Declaração de conflito: nada foi declarado.

COMPORTAMENTO A TRAÇÃO DIRETA DE BIOCOMPÓSITOS CIMENTÍCIOS REFORÇADOS COM FIBRAS DA REGIÃO AMAZÔNICA

DIRECT TENSILE BEHAVIOR OF CEMENTITIOUS BIOCOMPOSITES REINFORCED WITH FIBERS FROM THE AMAZONIAN REGION

IGOR ROBERTO CABRAL OLIVEIRA, M.Sc | Universidade Federal do Amazonas, Brasil

RAIMUNDO PEREIRA DE VASCONCELOS, Dr. | Universidade Federal do Amazonas, Brasil

JOÃO DE ALMEIDA MELO FILHO, Dr. | Universidade Federal do Amazonas, Brasil

BERENICE MARTINS TORALLES, Dr^a. | Universidade Estadual de Londrina, Brasil

RESUMO

Na tendência da sustentabilidade da construção civil, os compósitos cimentícios reforçados com fibras naturais lignocelulósicas traz benefícios econômicos e socioambientais. Neste contexto, o objetivo desta pesquisa é analisar o comportamento mecânico a tração direta de fibras contínuas (longas) unidirecionais de malva (*Urena lobata* L.) e juta (*Corchorus capsularis* L.) em compósitos alternativos de fibrocimento. Através do método narrativo, a pesquisa baseou-se em estudos com compósitos cimentícios com comportamento de endurecimento por deformação, reforçados com fibras naturais lignocelulósicas em argamassas modificadas com materiais pozolânicos. Para o desenvolvimento dos biocompósitos e garantia da durabilidade, substitui parcialmente o cimento Portland CP II F-32 por metacaulim, conforme pesquisas de Silva *et al.* (2010) e Melo Filho (2012). Os resultados indicam que os biocompósitos com fibras de malva e juta apresentaram múltipla fissuração, com tensões últimas de 10,34 MPa e 7,96 MPa, respectivamente. Conclui-se a viabilidade da aplicação de fibras de malva e juta em biocompósitos cimentícios alternativos, para fins semiestruturais e estruturais em construções sustentáveis, sujeitos à tração direta.

PALAVRAS CHAVE

Fibras; Naturais; Propriedades; Biocompósitos; Argamassa.

ABSTRACT

*In the trend of sustainability in civil construction, cement composites reinforced with natural lignocellulosic fibers bring economic and socio-environmental benefits. In this context, the objective of this research is to analyze the mechanical behavior under direct tension of continuous (long) unidirectional fibers of mallow (*Urena lobata* L.) and jute (*Corchorus capsularis* L.) in alternative fiber cement composites. Through the narrative method, the research was based on studies with cement composites with deformation-hardening behavior (SHCC), reinforced with natural lignocellulosic fibers in mortars modified with pozzolanic materials. For the development of biocomposites and guarantee of durability, it partially replaces Portland cement CP II F-32 with metakaolin, according to research by Silva *et al.* (2010) and Melo Filho (2012). The results indicate that the mallow and jute fiber biocomposites showed multiple cracking, with ultimate stresses of 10.34 MPa and 7.96 MPa, respectively. The feasibility of applying mallow and jute fibers in alternative cementitious biocomposites, for semi-structural and structural purposes sustainable building, subject to direct traction, is concluded.*

KEY WORDS

Fibers; Natural; Properties; Composites; Mortar.



1. INTRODUÇÃO

Visando a sustentabilidade da construção, país como a China por exemplo, estabeleceu metas para o desenvolvimento de suas edificações buscando tornar os materiais constituintes de painéis, paredes, telhados, portas e janelas de suas edificações mais sustentáveis (SUN; MA; ZHOU, 2015). Edificações mais sustentáveis são as que oferecem em seus materiais vantagens de reciclabilidade, baixo custo, características ecologicamente corretas, ausência de toxicidade, biodegradabilidade e bom desempenho mecânico (VANTADORI; CARPINTERI; ZANICHELLI, 2019).

Neste contexto, estão inclusos os compósitos cimentícios reforçados com fibras de alto desempenho (HPFRCC) e os compósitos cimentícios com comportamento de endurecimento por deformação (SHCC), termos derivados de Fiber-Reinforced Composite - FRC (NAAMAN; REINHARDT, 2003). Dentre as fibras utilizadas nestes compósitos estão as fibras naturais lignocelulósicas, consideradas mais sustentáveis que as fibras sintéticas ou artificiais (ZUKOWSKI; DE ANDRADE SILVA; TOLEDO FILHO, 2018). Segundo Ghavami (2020) os materiais que constituem estes compósitos ecológicos ou biocompósitos alternativos grande parte estão disponíveis na forma não convencional conforme cada região da terra.

Pertencentes as fibras lignocelulósicas obtidas através do caule de plantas, as fibras de malva (*Urena Lobata L*) e juta (*Corchorus capsularis*), são consideradas fundamentais para a economia agrícola da região Amazônica, sobretudo no Amazonas e Pará, assumindo relevância na geração de renda, na fixação do homem no campo e na criação de novos empregos em processos de comercialização e industrialização.

No ano de 2020, o Brasil produziu 5513 toneladas de fibras de juta e malva (IBGE, 2021). Nesta produção são gerados resíduos como talos, estopas e cardas, sendo estas últimas, utilizadas na indústria da construção civil, como reforço em forros de gessos.

Para evitar a degradação das fibras lignocelulósicas na matriz cimentícia (SAVASTANO; AGOPYAN, 1999; WEI; MEYER, 2014, 2015, 2017), foram pesquisados pré-tratamentos com as fibras (CAMARGO *et al.*, 2020; FERREIRA *et al.*, 2014; FONSECA; ROCHA; CHERIAF, 2021; MARTEL; SALGADO; SILVA, 2020; SILVA *et al.*, 2017), tratamentos com matrizes (SILVA *et al.*, 2010; TOLEDO FILHO *et al.*, 2009) tratamentos com os compósitos em estado endurecido (DOS SANTOS *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2015). A modificação parcial do cimento por materiais pozolânicos é um tratamento com matrizes cimentícias e auxilia no consumo do hidróxido de cálcio que mineraliza as paredes

celulares destas fibras (WEI; MEYER, 2015).

Dentre os potenciais materiais pozolânicos, a metacaulim apresenta-se como mineral financeiro no Brasil. Na região Amazônica estão localizadas as maiores reservas nacionais de metacaulim (BARBOSA, 2019). Muitas pesquisas têm utilizado a metacaulim como material cimentício suplementar pozolânico (LIMA; TOLEDO FILHO; MELO FILHO, 2013; MELO FILHO, 2012; SILVA *et al.*, 2010; ZUKOWSKI; DE ANDRADE SILVA; TOLEDO FILHO, 2018).

Moraes (2018) analisou as tecnologias de transformação de bioprodutos relacionado ao estado do Amazonas em relação ao cenário de processos avançados na bioindústria nacional/internacional e destacou que a produção e processamento das fibras de juta e malva requerem alternativas e soluções que dependem do esforço científico e tecnológico. Também identificada pela pesquisa de Araújo (2012) que aponta como um dos principais fatores limitantes à expansão do sistema produtivo de juta e malva, a partir da percepção dos grupos de interesses (produtores, agentes financeiros, gestores públicos e indústrias) é a ausência de investimentos nas áreas de pesquisa e infraestrutura e financiamento insuficiente.

Portanto, neste contexto, o presente estudo teve como objetivo, avaliar o comportamento a tração a direta de compósitos cimentícios de fibrocimento reforçados com fibras contínuas de malva e juta, substituindo parcialmente o cimento Portland por metacaulim, a fim de propor como alternativa a indústria de fibrocimento.

A próxima etapa, através do método narrativo, foi a verificação das pesquisas relacionadas aos compósitos cimentícios reforçados com fibras lignocelulósicas contínuas de alto desempenho com comportamento de endurecimento por deformação, que utilizassem a metacaulim como material cimentício suplementar.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Compósitos cimentícios SHCC apresentam o comportamento de endurecimento por deformação, resistência, tenacidade, absorção de energia e rigidez geralmente acompanhados por múltiplas fissuras, podendo ser aplicados em diversos elementos estruturais e semiestruturais, tais como vigas, pilares, lajes, formas para estruturas de concreto (LIMA *et al.*, 2018), placas de piso, reforços e telhas (ZUKOWSKI; DE ANDRADE SILVA; TOLEDO FILHO, 2018).

Dentre os reforços adotados, as fibras naturais lignocelulósicas (sisal, curauá, malva, juta e coco) e fibras sintéticas (vidro, carbono e polipropileno) são aproveitadas para fins de otimização de armaduras dos elementos

estruturais, semiestruturais, de reparo e reabilitação de construções (HANIF KHAN *et al.*, 2022; PARK *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2010; ZUKOWSKI; DE ANDRADE SILVA; TOLEDO FILHO, 2018).

Sabe-se que as fibras lignocelulósicas apresentam uma natureza hidrofílica que influencia nas propriedades mecânicas do compósito, dependendo da aplicação, do volume, forma de distribuição, do tratamento e das características da matriz, pode-se agregar vantagens na questão da sustentabilidade e na resistência mecânica. No entanto, em contato direto com os álcalis do cimento Portland e o hidróxido de cálcio durante a hidratação, a fibra é degradada afetando sua durabilidade, suas propriedades e fragilizando o compósito (TOLEDO FILHO *et al.*, 2009; WEI; MEYER, 2015). Uma das soluções para diminuir esta degradação é a modificação da matriz cimentícia, com a substituição do cimento comum por materiais cimentícios alternativos, por exemplo a metacaulim (MELO FILHO, 2012; MELO FILHO; SILVA; TOLEDO FILHO, 2013; SILVA *et al.*, 2010).

Melo Filho, Silva, Toledo Filho (2013) investigaram o envelhecimento acelerado de 25, 50, 75 e 100 ciclos por meio de ciclos de umedecimento e secagem, de compósitos reforçados com fibras naturais de sisal, com substituição parcialmente do cimento por metacaulim e resíduos de tijolos de argila calcinada triturados, e obtiveram uma matriz livre de hidróxido de cálcio evitando o processo de fragilização da fibra, mantendo a tenacidade com o

tempo, mesmo após 100 ciclos de umedecimento e secagem. Os estudos que nortearam a pesquisa de Melo Filho, Silva, Toledo Filho (2013) foram as pesquisas de Silva *et al.* (2010) e Melo Filho (2012). Na Tabela 1 estão apresentados os resultados mecânicos a tração direta e de fratura dos compósitos fibrocimento HPRCC reforçados com fibras de sisal de Silva *et al.* (2010) e Melo Filho (2012).

No estudo de Silva *et al.* (2010), substituiu o cimento Portland CII F-32 por 30% de metacaulim e 20% de resíduos calcinados de tijolo de argila esmagada, matriz está considerada pelos pesquisadores livre de hidróxido de cálcio, assim como a substituição de 50% do cimento por metacaulim. A matriz (argamassa) produzida consistiu no traço de 1:1:0,40 (material cimentício:areia:água/material cimentante, em peso). Uma das razões para a adoção deste cimento é a ausência de materiais pozolânicos.

Por sua vez, Melo Filho (2012) substituiu o cimento CII F 32 por 50% de metacaulim, adquirindo uma matriz livre de hidróxido de cálcio. O pesquisador utilizou um teor de 2% de superplastificante tipo FOSROC REAX CONPLAST SP 430, com composição baseada em Naftaleno Sulfonado com teor de sólidos de 44%. Através do ensaio de consistência padrão e de mini-slump de acordo com a NBR 13276 (ABNT, 2016) e Kantro *et al.* (1980), Melo Filho (2012) obteve uma matriz com índice de consistência de 410 mm e espalhamento de mini-slump de 300 mm, alterando o fator água/material cimentante para 0,45.

Referências	a/mc	Vf (%)	σ_{1f} (MPa)	ϵ_{1f}	σ_u (MPa)	ϵ_u	N _f	S _f
			CV (%)	CV (%)	CV(%)	CV (%)		(mm)
Melo Filho (2012)	0,40	6	4,08 (1,04)	-	9,24 (0,92)	-	10	18,69 ± 5,36
		10	4,21 (9,92)	-	11,25 (7,67)	-	20	10,78 ± 5,04
	0,45	4	2,69 (13,19)	-	2,54 (10,02)	-	1-3	-
Silva et al. (2010)	0,40	10	6,78 (1,13)	0,023 (0,01)	13,95 (1,60)	1,00 (0,05)	-	22,10 ± 5,50

Tabela 01: Resumo dos resultados a tração direta dos estudos com compósitos fibrocimento HPRCC.

Fonte: Silva et al. (2010) e Melo Filho (2012).

Nota: a/mc – água / material cimentante; Vf – volume de fibras; σ_{1f} – tensão na 1ª fissuração; σ_u – tensão última; ϵ_u – deformação últimas; N_f – número de fissuras; S_f – espaçamento entre as fissuras.

Parâmetros adotados			Parâmetros determinados						
Traço	Reforço	Vf (%)	P (MPa)	σ_{1f} (MPa)	ϵ_{if}	σ_u (MPa)	ϵ_u	N _f	S _f (mm)
1:1:0,45	Malva	8	0	■	■	■	■	■	■
	Juta	8	0	■	■	■	■	■	■

Tabela 02: Parâmetros adotados e determinados na presente pesquisa.

Fonte: Elaborados pelos autores, 2022.

Nota: Traço – material cimentício:areia:água em peso; Vf – volume de fibras; P – pressão de moldagem; σ_{1f} – tensão na 1ª fissuração; σ_u – tensão última; Σu – deformação últimas; N_f – número de fissuras; S_f – espaçamento entre as fissuras; ■ – Resultados determinados nesta pesquisa.

Tanto Silva *et al.* (2010) como Melo Filho (2012) desenvolveram compósitos de fibrocimento (400 mm × 50 mm × 12 mm) com múltipla fissuração sujeitos a tração direta, reforçados com fibras de sisal sem tratamento, alinhadas unidirecionais de forma contínua distribuídas em cinco camadas alternadas com a matriz, utilizando o fator água/material cimentante igual a 0,40.

Seguindo as recomendações dos estudos de Silva *et al.* (2010) e Melo Filho (2012), a fim de manter a durabilidade e analisar o comportamento mecânico a tração direta de endurecimento por deformação dos biocompósitos, a próxima etapa da pesquisa consistiu em descrever os materiais e os métodos do processo metodológico do programa experimental. Na Tabela 2 estão indicados os parâmetros que foram adotados e determinados através do ensaio a tração direta nesta pesquisa.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. Fibras lignocelulósicas

As fibras utilizadas neste estudo foram coletadas no município de Manacapuru, no estado do Amazonas, Brasil. As fibras já haviam sido extraídas da planta e maceradas pelos agricultores locais. No laboratório, as fibras foram lavadas com água de torneira e penteadas manualmente para alinhamento, com escova de aço carbono com cabo de madeira, secas a temperatura ambiente (tratamento simples) e cortadas em comprimento de 400 mm. As fibras de juta e malva foram costuradas transversalmente por três fibras de algodão para fazer um espaçamento homogêneo entre as fibras, de modo a facilitar o processo de moldagem.

3.2. Cimento Portland, metacaulim e areia

O cimento adotado para a confecção dos compósitos, foi o cimento Portland CP II F-32 composto com fíler calcário, definido pela norma brasileira NBR 16697 (ABNT, 2018)

com capacidade de suporte de 32 MPa a compressão aos 28 dias. A metacaulim utilizada neste trabalho foi desenvolvida pela METACALIM do Brasil Indústria e Comercio LTDA. O cimento adotado foi caracterizado por Melo Filho (2012) e as propriedades da metacaulim foram garantidos pela fabricante METACALIM do Brasil Indústria e Comercio LTDA. Na Tabela 3 estão apresentadas as propriedades químicas e físicas do cimento e da metacaulim utilizados nesta pesquisa.

Observa-se que a metacaulim adotada na pesquisa apresenta um teor de SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ de cerca de 90% e um teor de CaO de 0,2%. A granulometria do cimento e da metacaulim foi obtida pelo ensaio de granulometria a laser, utilizando o granulômetro a laser Malvern MasterSizer® 2000, localizado no Laboratório de Estruturas do PEC-COPPE/UFRJ, que mede partículas de tamanhos entre 0,02 µm a 2000 µm. Na Figura 1 estão mostradas as curvas granulométricas do cimento CP II F-32, metacaulim e areia.

Propriedades químicas e físicas		CP II F-32	Metacaulim
Óxido de cálcio	CaO (%)	71,476	0,2
Óxido de silício	SiO ₂ (%)	15,326	56,0
Óxido de alumínio	Al ₂ O ₃ (%)	3,706	36,0
Óxido férrico	Fe ₂ O ₃ (%)	3,777	2,0
Óxido de Magnésio	MgO (%)	1,344	0,20
Óxido de potássio	K ₂ O (%)	0,189	1,50
Óxido de Sódio	Na ₂ O (%)	0,331	0,1
Massa específica (g/m ³)		3,08	2,58
Perda ao fogo (%)		4,93	-
Área Superficial (cm ² /g)		-	240000

Tabela 03: Propriedades químicas e físicas do cimento CP II F-32 e da Metacaulim.

Fontes: Melo Filho (2012) e Metacaulim do Brasil.

Constatou-se na distribuição granulométrica do cimento 95% das 29 partículas eram inferiores a 68 µm e 50% inferiores a 18 µm. Com relação a metacaulim, 85% das partículas eram inferiores a 20µm e 65% inferiores a 10µm. Foi utilizada uma areia quartzosa de rio, com massa

específica de $2,67 \text{ g/cm}^3$, com granulometria inferior a $1,18\text{mm}$ e módulo de finura (MF) de $2,43$, características semelhantes as utilizadas por Melo Filho, 2012.

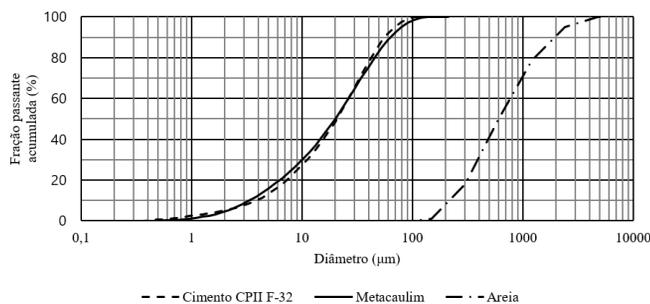


Figura 01: Curvas granulométricas do cimento CP II F-32, metacaulim e areia.
Fontes: Elaborado pelos autores, 2022.

3.3. Aditivo e água

Utilizou-se como aditivo o superplastificante do tipo PA (Poliacrilato, Glenium 51), com teor de sólidos de $31,20\%$, massa específica de 1073 kg/m^3 e pH $6,2$, semelhante ao adotado por Melo Filho (2012). A água utilizada em toda a fase experimental foi proveniente da rede de abastecimento da cidade do Rio de Janeiro.

3.4. Matriz

A matriz cimentícia utilizada foi semelhante a desenvolvida por Melo Filho (2012), que substituiu parcialmente o cimento CII F-32 por metacaulim. Adotou o traço de $1:1:0,45$ (material cimentício:areia: água/material cimentante, em peso) e adição de 2% de superplastificante.

3.5. Processamento dos compósitos

A argamassa foi misturada em seus estados secos em um misturador de bancada, com capacidade de 20 L , na seguinte ordem: cimento, metacaulim e areia. Deixou-se misturar por 2 min e em seguida foi adicionada a água com o superplastificante diluído em seu interior, lentamente no misturador, por mais 3 minutos , até que a mistura apresentasse uma homogeneização visível para então ser feita a moldagem das placas.

Os compósitos foram produzidos em formato de placas com dimensões $400 \times 250 \times 120 \text{ mm}$, empregando 5 camadas de fibras, com fração volumétrica de 8% , intercaladas com a matriz cimentante. Nenhuma técnica de compressão (pressão) foi aplicada após a moldagem. Foram produzidos 3 corpos de prova para cada tipo de reforço fibroso.

Após a desforma, as placas foram levadas para a câmara úmida, durante 28 dias. Em seguida, os compósitos foram cortados com o auxílio de uma serra de bancada com potência SSP – 75 e jato de água, resultando em amostras com dimensões de $400 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$ para o

ensaio de tração.

Após o processo de cura, os corpos de prova foram armazenados em uma sala com temperatura controlada de $21 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ por um período de até 40 horas antes da execução dos ensaios. Antes do ensaio, a parte central dos corpos de prova foram pintados em branco com uma tinta à base de PVA para uma melhor visualização das fissuras.

3.6. Ensaio de tração direta

O ensaio de tração direta foi realizado em uma máquina de ensaios mecânicos modelo Shimadzu AGX, com célula de carga de 100 kN , e velocidade de deslocamento de $0,1 \text{ mm/min}$. O sistema utilizado para a fixação do corpo de prova consistiu em duas placas metálicas que eram coladas ao corpo-de-prova com uma camada fina de adesivo epóxi (Sikadur 32) conectadas a outra peça metálica por um pino, a qual era presa na garra da máquina de ensaios, conforme mostrado na Figura 2.

Os deslocamentos axiais foram obtidos a partir da leitura média de dois LVDTs (linear variable differential transformer - sensores de medição de deslocamento linear) acoplados em aparatos de alumínio que eram fixados nas amostras através de parafusos localizados em quatro pontos, impediu a sua rotação em relação ao eixo do corpo-de-prova. O comprimento de leitura dos LVDTs utilizado foi de 160 mm .

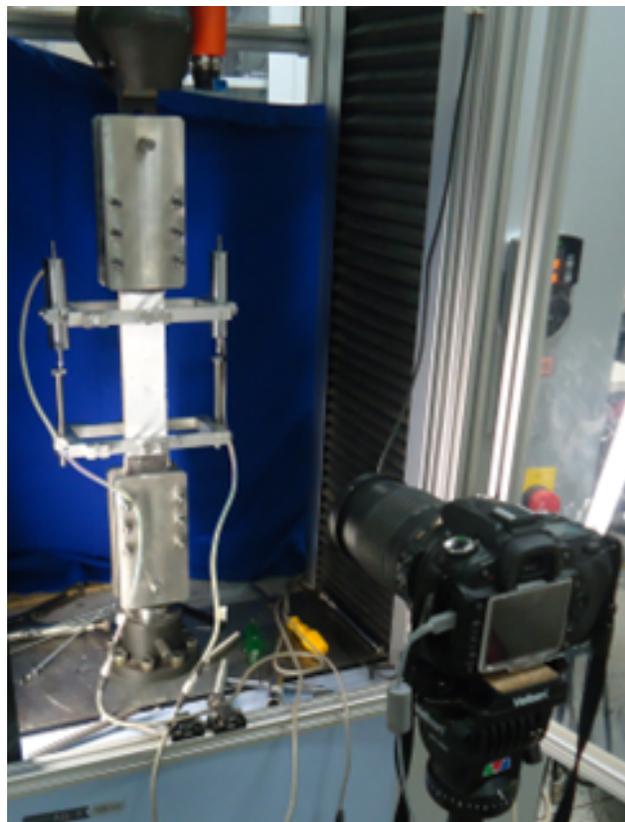
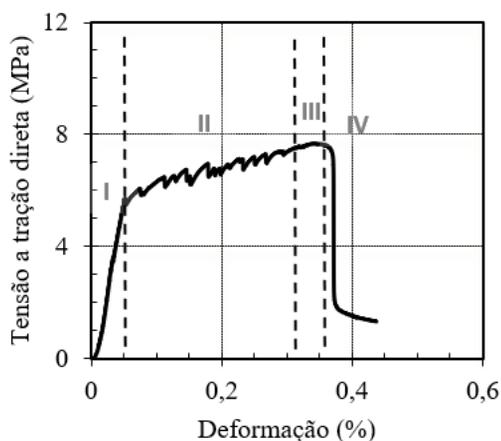


Figura 02: Configuração do ensaio de tração direta.
Fonte: Elaborados pelos autores, 2022.

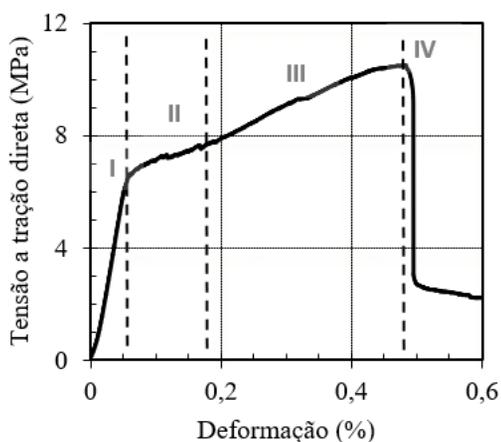
O sistema de aquisição de dados, contínuo, foi baseado no programa Trapézio X, obtendo-se a carga por meio da célula de carga da máquina e o deslocamento por meio dos LVDTs. A tensão última de tração foi determinada dividindo a carga máxima resistida da amostra pela área da seção do corpo de prova. Foram avaliados três corpos de prova para cada tipo de reforço fibroso. As fissuras foram quantificadas e fez-se três leituras em cada fissura, obtendo desta forma as aberturas médias de cada fissura.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

As curvas tensão de tração x deformação dos compósitos foram divididos em quatro regiões, identificadas por números romanos, conforme mostrado na Figura 3.



(a)



(b)

Figura 03: Curvas médias de tensão a tração direta x deformação nos compósitos: (a) Reforçados com fibras de juta e (b) Reforçados com fibras de malva.

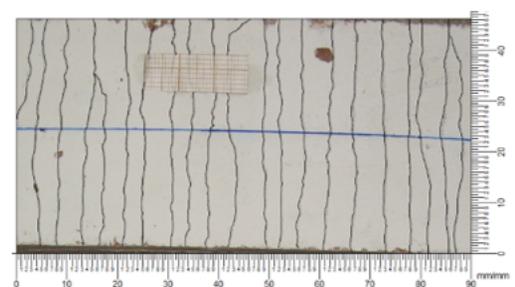
Fonte: Elaborados pelos autores, 2022.

Conforme pode ser observado nas curvas da região I, ambos os compósitos apresentaram o comportamento

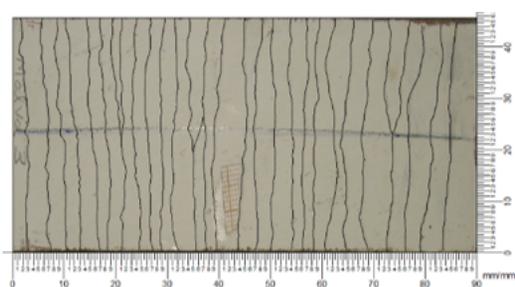
linear elástico. Sabe-se que nesta região o valor da tensão e deformação de primeira fissura é dominado pela matriz. Observa-se que as curvas dos compósitos reforçados com fibra de malva desenvolveram melhor que o compósito reforçado com a fibra de juta, este comportamento também ocorreu nas regiões II e III. Na região IV, ocorreu o decaimento rápido da curva tensão x deformação. Ambos os compósitos apresentaram uma queda brusca na tensão. Admite-se que esta queda esteja relacionada à perda de aderência na interface fibra-matriz e ao rompimento das fibras, ocasionando o colapso do material.

Acredita-se que a formação de múltiplas fissuras, distribuição das tensões na interface fibra matriz e surgimento de microfissuras, ocorre na região II. Nota-se que os compósitos reforçados com fibras de juta demonstraram uma curva crescente com elevados picos e quedas, enquanto os compósitos reforçados com fibras de malva, a curva foi crescendo de forma suave, com alguns picos localizados, significando mais interação ou aderência entre a matriz e o reforço fibroso.

A região III é caracterizada pela abertura progressiva das microfissuras, sendo constatado 27 fissuras para os compósitos reforçados com as fibras de malva espaçadas $3,17 \pm 1,21$ mm e 21 fissuras espaçadas a cada $4,33 \pm 1,34$ mm para os compósitos reforçados com as fibras de juta e, conforme mostrado na Figura 4.



(a)



(b)

Figura 04: Modo de fratura dos corpos de prova após o ensaio de tração: (a) Reforçados com fibras de juta e (b) reforçados com fibras de malva.

Fonte: Elaborados pelos autores, 2022.

Compósitos	Região I		Região III		Fissuras	
	σ_{1f} (MPa)	ϵ_{1f}	σ_u (MPa)	ϵ_u (%)	N_f	S_f (mm)
	CV (%)	CV (%)	CV (%)	CV (%)		
Reforçados com fibras de malva	6,60 (0,11)	0,060 (2,00)	10,34 (2,09)	0,482 (8,32)	27	3,17 ± 1,21
Reforçados com fibras de juta	5,42 (6,38)	0,045 (6,47)	7,96 (2,45)	0,350 (8,63)	21	4,33 ± 1,34

Tabela 04: Resultados médios das propriedades mecânicas de tração direta e fratura.

Fonte: Elaborados pelos autores, 2022.

Nota: σ_{1f} – tensão na 1ª fissuração; Σ_{1f} – deformação na primeira fissuração; σ_u – tensão última; Σ_u – deformação última; N_f – número de fissuras; S_f – espaçamento entre as fissuras; CV – coeficiente de variação.

Os resultados da tensão de primeira fissura (σ_{1f}) e deformação de primeira fissuração (Σ_{1f}) dos compósitos, tensão última (σ_u), deformação última fissuração (Σ_u) e seus respectivos coeficientes de variação (CV) do ensaio a tração direta estão mostrados na Tabela 4.

Comparando os dados encontrados com Silva *et al.* (2010) e Melo Filho (2012), pode-se confirmar tensões nas fissurações coerentes com os resultados apresentados pelos trabalhos dos pesquisadores anteriores. Entretanto, a tensão na primeira fissuração dos compósitos reforçados com fibra de malva teve um acréscimo de 61,76% em relação ao compósito produzido por Melo Filho (2012) para o volume de fibra de 6% e pressão de moldagem de 3 MPa. Comparando com o volume de 10% de fibra, sem pressão de moldagem, este acréscimo foi de 56,77%. Mesmo fato ocorre ao contrapor com o volume de 4% de fibra, tendo um acréscimo significativo de 145,35%.

Nos compósitos reforçados com fibra de juta este acréscimo na tensão na primeira fissuração foi de 32,84%, 28,74% e 101,49%, respectivamente. Nota-se que os compósitos reforçados com o volume de 4%, produzidos por Melo Filho (2012) apresentam uma diferença maior nas tensões do que as encontradas na presente pesquisa, pelo fato da distribuição das fibras serem de forma randômica apesar do fator água/material cimentante ser de 0,45.

Quando é feito a comparação dos valores das tensões últimas, observa-se que os compósitos reforçados com fibra de malva apresentaram valores dentro das faixas estudadas por Melo Filho (2012), para os volumes de 6% e 10% de fibra, e menores quando comparados com a

pesquisa Silva *et al.* (2010).

Quanto ao compósito reforçado com fibras de juta, os valores ficaram abaixo de 13,95 Mpa e 9,24 MPa encontrados por Silva *et al.* (2010) e Melo Filho (2012), respectivamente. No caso de Silva *et al.* (2010) entende-se que devido a matriz utilizar somente 30% de metacaulim e 20% de resíduos calcinados de tijolo de argila esmagada, há esta diferença e conseqüentemente influência nos resultados, mesmo sendo materiais pozolânicos. Comparando com os valores de Melo Filho, percebe-se que as tensões entre fibra-matriz foram menores nos estágios iniciais, principalmente na região I, ou seja, a maior parte das tensões neste estágio foi absorvida pela matriz.

Na análise do modo de fratura, tanto os compósitos reforçados com fibras malvas como os compósitos reforçados com fibra de juta, aumentaram a quantidade de fissuração e diminuiu os espaçamentos entre as fissuras, quando comparados com os compósitos reforçados com fibras contínuas de sisal de Silva *et al.* (2010) e Melo Filho (2012). O número de fissuras dos compósitos reforçados com fibras de malva e juta foi 2,7 e 1,35 vezes maior que os compósitos produzidos por Melo Filho (2012) que utilizou o volume de fibra de 6% e a pressão de moldagem de 3 MPa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em termos de resistência à tração direta, os compósitos cimentícios reforçados com fibras de malva tiveram um ganho no comportamento de endurecimento por deformação após a primeira fissura, apresentando mais múltiplas fissuras que os compósitos cimentícios reforçados

com fibras de juta. Ambos os compósitos apresentaram processo de rachadura múltipla.

Este ganho de resistência está relacionado a melhor aderência das fibras de malva a matriz cimentícia, sendo possível obter logo no final do estágio inicial da curva tensão deformação a representação de 60% da resistência total do compósito, entendendo que houve uma melhor distribuição das tensões.

Esta pesquisa demonstrou que a incorporação das fibras contínuas de malva e juta como reforço em compósitos cimentícios reforçados com fibras naturais lignocelulósicas com comportamento de endurecimento por deformação (SHCC), melhora a resistência dos biocompósitos, podendo ser utilizado em sistemas semiestruturais e estruturais, sujeitos à tração direta.

REFERÊNCIAS

ANTADORI, Sabrina; CARPINTERI, Andrea; ZANICHELLI, Andrea. Lightweight construction materials: Mortar reinforced with date-palm mesh fibres. **Theoretical and Applied Fracture Mechanics**, RADARWEG 29, 1043 NX AMSTERDAM, NETHERLANDS, v. 100, p. 39–45, 2019. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167844218305810>.

ARAÚJO, KARINE DA SILVA. **AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS SETORIAIS PARA A CADEIA PRODUTIVA DE JUTA E MALVA NO ESTADO DO AMAZONAS**. 2012. Dissertação. Instituto de Pesquisa da Amazônia -INPA.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13276 2016: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos**: Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, p. 6, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16697: **Cimento Portland** — Requisitos. Rio de Janeiro, p. 16, 2018.

BARBOSA, E. P. **Estudo da produção e caracterização de metacaulinita para utilização como material cimentício suplementar**. 2019. - Universidade Federal do Amazonas - UFAM, 2019.

CAMARGO, Marfa et al. A Review on Natural Fiber-Reinforced Geopolymer and Cement-Based Composites. **Materials**, [s. l.], v. 13, n. 20, p. 4603, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0>

-85093821133&doi=10.3390%2Fma13204603&partnerID=40&md5=3e0e34a77df128a00c4f697d52c1abdd.

DOS SANTOS, V. et al. Fiber-cement composites hydrated with carbonated water: Effect on physical-mechanical properties. **Cement and Concrete Research**, v. 124, n. June, p. 105812, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2019.105812>.

FERREIRA, S. R. et al. Effect of Sisal Fiber Hornification on the Fiber-Matrix Bonding Characteristics and Bending Behavior of Cement Based Composites. **Key Engineering Materials**, v. 600, Key Engineering Materials, p. 421–432, 2014. Disponível em: <https://www.scientific.net/KEM.600.421>.

FONSECA, Régis Pamponet da; ROCHA, Janaíde Cavalcante; CHERIAF, Malik. Influence of Different Types of Treatments on Amazonian Vegetable Fibers on the Performance of Mortars Based on Portland Cement, **Metakaolin and Fly Ash. Materials Research**, [s. l.], v. 24, n. suppl 2, 2021. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392021000800210&tIng=en.

GHAVAMI, Khosrow. Introduction to nonconventional materials and an historic retrospective of the field. In: **NONCONVENTIONAL AND VERNACULAR CONSTRUCTION MATERIALS**. [S. l.]: Elsevier, 2020. p. 37–61. E-book. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780081027042000020>.

HANIF KHAN, M. et al. Effects of Various Mineral Admixtures and Fibrillated Polypropylene Fibers on the Properties of Engineered Cementitious Composite (ECC) Based Mortars. **Materials**, v. 15, n. 8, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/8/2880>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola - Lavoura Temporária**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/10193>.

KANTRO, D. L. et al. Influence of Water-reducing Admixtures on Properties of Cement Paste: A Miniature Slump Test. [S. l.]: **Portland Cement Association**, 1980. (Research and development bulletin). E-book. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=WVcjGQAACAAJ>.

LIMA, P. R. L. et al. Short sisal fiber reinforced

recycled concrete block for one-way precast concrete slabs. **Construction and Building Materials**, v. 187, p. 620–634, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.184>.

LIMA, P. R. L.; TOLEDO FILHO, R. D.; MELO FILHO, J. A. Compressive stress-strain behaviour of cement mortar-composites reinforced with short sisal fibre. **Materials Research**, v. 17, n. 1, p. 38–46, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/mr/a/ZngxK6WrscJtb7mKzmfKFMN/?lang=en>. Acesso em: 14 out. 2021.

MARTEL, Wena de N Do R; SALGADO, I P; SILVA, F A. The Influence of Fiber Treatment on the Morphology, Water Absorption Capacity and Mechanical Behavior of Curauá Fibers. **Journal of Natural Fibers**, 530 WALNUT STREET, STE 850, PHILADELPHIA, PA 19106 USA, p. 1–16, 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15440478.2020.1758863>.

MELO FILHO, J. de A. **Durabilidade química e térmica e comportamento mecânico de compósitos de alto desempenho reforçados com fibras de sisal**. 2012. - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

MELO FILHO, J. de A.; SILVA, F. D. A.; TOLEDO FILHO, R. D. Degradation kinetics and aging mechanisms on sisal fiber cement composite systems. **Cement and Concrete Composites**, v. 40, p. 30–39, 2013. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958946513000504>. Acesso em: 14 out. 2021.

MORAES, ROSEANE DE PAULA GOMES. **A CADEIA DE VALOR DE BIOPRODUTOS DO AMAZONAS: A CONTRIBUIÇÃO DO ESTUDO DE TECNOLOGIAS DE PROCESSO**. 2018 Universidade do Estado do Amazonas - UEA.

NAAMAN, A. E.; REINHARDT, H. W. High Performance Fiber Reinforced Cement Composites HPFRCC-4: International RILEM Workshop. **Materials and Structures**, v. 36, n. 10, p. 710–712, 2003. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/BF02479507>.

PARK, G.-K. et al. Residual Tensile Properties and Explosive Spalling of High-Performance Fiber-Reinforced Cementitious Composites Exposed to Thermal Damage. **Materials**, v. 14, n. 7, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/7/1608>.

SANTOS, Sérgio F et al. Supercritical carbonation treatment on extruded fibre–cement reinforced with vegetable fibres. **Cement and Concrete Composites**, THE BOULEVARD, LANGFORD LANE, KIDLINGTON, OXFORD OX5 1GB, OXON, ENGLAND, v. 56, p. 84–94, 2015. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958946514002108>.

SAVASTANO, Holmer; AGOPYAN, Vahan. Transition zone studies of vegetable fibre-cement paste composites. **Cement and Concrete Composites**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 49–57, 1999. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958946598000389>.

SILVA, E. J. da et al. A new treatment for coconut fibers to improve the properties of cement-based composites – Combined effect of natural latex/pozzolanic materials. **Sustainable Materials and Technologies**, RADARWEG 29, 1043 NX AMSTERDAM, NETHERLANDS, v. 12, p. 44–51, 2017. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214993716300021>.

SILVA, F. de A. et al. Physical and mechanical properties of durable sisal fiber–cement composites. **Construction and Building Materials**, v. 24, n. 5, p. 777–785, 2010. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950061809003675>. Acesso em: 14 out. 2021.

SUN, S.; MA, D.; ZHOU, G. Applications and Analysis of the Composite wall on Construction in Heilongjiang Province. In: , 2015, Chicago, United states. **Procedia Engineering**. Chicago, United states. 2015. p. 160–168. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.414>.

TOLEDO FILHO, R. D. et al. Durability of compression molded sisal fiber reinforced mortar laminates. **Construction and Building Materials**, v. 23, n. 6, p. 2409–2420, 2009. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950061808003231>.

VITOLA, L et al. Impact of Organic Compounds Extracted from Hemp-Origin Aggregates on the Hardening Process and Compressive Strength of Different Types of Mineral Binders. **Journal of Materials in Civil Engineering**, 1801 ALEXANDER BELL DR, RESTON, VA 20191-4400 USA, v. 32, n. 12, p. 04020386, 2020. Disponível em: <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29MT.1943-5533.0003461>.

WEI, J.; MEYER, C. Degradation mechanisms of natural fiber in the matrix of cement composites. **Cement and Concrete Research**, THE BOULEVARD, LANGFORD LANE, KIDLINGTON, OXFORD OX5 1GB, ENGLAND, v. 73, p. 1–16, 2015. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0008884615000617>.

WEI, Jianqiang; MEYER, Christian. Degradation of natural fiber in ternary blended cement composites containing metakaolin and montmorillonite. **Corrosion Science**, THE BOULEVARD, LANGFORD LANE, KIDLINGTON, OXFORD OX5 1GB, ENGLAND, v. 120, p. 42–60, 2017. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0010938X16314044>.

WEI, Jianqiang; MEYER, Christian. Degradation rate of natural fiber in cement composites exposed to various accelerated aging environment conditions. **Corrosion Science**, THE BOULEVARD, LANGFORD LANE, KIDLINGTON, OXFORD OX5 1GB, ENGLAND, v. 88, p. 118–132, 2014. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0010938X1400345X>.

ZUKOWSKI, B.; DE ANDRADE SILVA, F.; TOLEDO FILHO, R. D. Design of strain hardening cement-based composites with alkali treated natural curauá fiber. **Cement and Concrete Composites**, v. 89, p. 150–159, 2018. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958946517310417>.

AGRADECIMENTOS

As agências brasileiras CNPq e CAPES pela bolsa e apoio financeiro. Aos programas de Pós-graduação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ) pela disponibilização dos materiais e equipamentos para a produção dos compósitos e realização do ensaio. A coordenação e equipe técnica do Laboratório de Técnicas Analíticas do Labest/COPPE/UFRJ. Em especial a gestora Eliana Medeiro, presidente da cooperativa dos produtores de fibras de juta e malva do município de Manacapuru-AM, por ter disponibilizado as fibras de juta e malva.

AUTORES

ORCID: 0000-0001-7545-8081

IGOR ROBERTO CABRAL OLIVEIRA, M.Sc. | Universidade Federal do Amazonas - UFAM | Engenharia Civil | Manaus, AM

- Brasil | Correspondência para: Av. Gal. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Setor Norte, Coroadó I, Manaus - AM, 69067-005 | e-mail: igoroliveira@ufam.edu.br

ORCID: 0000-0002-2615-7714

RAIMUNDO PEREIRA DE VASCONCELOS, Dr. | Universidade Federal do Amazonas - UFAM | Engenharia Civil | Manaus, AM - Brasil | Correspondência para: Av. Gal. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Setor Norte, Coroadó I, Manaus - AM, 69067-005 | e-mail: vasconcelos@ufam.edu.br

ORCID: 0000-0003-0244-6527

JOÃO DE ALMEIDA MELO FILHO, Dr. | Universidade Federal do Amazonas - UFAM | Engenharia Civil | Manaus, AM - Brasil | Correspondência para: Av. Gal. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Setor Norte, Coroadó I, Manaus - AM, 69067-005 | e-mail: jalmeida26179@gmail.com

ORCID: 0000-0001-8828-7250

BERENICE MARTINS TORALLES, Dra. | Universidade Estadual de Londrina - UEL | Engenharia Civil | Londrina, PR - Brasil | Correspondência para: Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445 Km 380, Campus Universitário Cx. Postal 10.011, Londrina - PR, 86.057-970 | e-mail: toralles@uel.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

OLIVEIRA, Igor Roberto Cabral; VASCONCELOS, Raimundo Pereira; FILHO, João de Almeida Medo; TORALLES, Berenice Martins; Comportamento a tração direta de biocompósitos cimentícios reforçados com fibras da região amazônica. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 29-37, nov. 2022. ISSN 24473073. Disponível em: <http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.29-37>.

SUBMETIDO EM: 09/08/2022

ACEITO EM: 09/09/2022

PUBLICADO EM: 30/11/2022

EDITORES RESPONSÁVEIS: Paulo César Machado Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto.

Registro da contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

IRCO: Conceituação; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Administração de projetos; Validação; Visualização; Escrita - rascunho original; Escrita

- revisão e edição.

RPV: Conceituação; Análise formal; Aquisição de financiamento; Administração de projetos; Supervisão; Escrita - rascunho original.

JAMF: Conceituação; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Administração de projetos; Validação; Visualização; Escrita - rascunho original; Escrita - revisão e edição.

BMT: Escrita - rascunho original.

Declaração de conflito: nada foi declarado.

ARBORIZAÇÃO EM ÁREA URBANA VULNERÁVEL ÀS MUDANÇAS DO CLIMA - ESTUDO DE CASO

ARBORIZATION IN URBAN AREA VULNERABLE TO CLIMATE CHANGE - CASE STUDY

KÁLITA LOUHANNY GOMES SOARES | Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Brasil

RESUMO

Análises relacionadas à capacidade adaptativa dos territórios demonstram que, em geral, as cidades dos países em desenvolvimento não estão preparadas para lidar com as consequências das mudanças climáticas. O déficit de uma infraestrutura verde robusta e integrada aos demais sistemas urbanos é uma realidade e impacta diretamente na qualidade de vida local. Estudos aplicados em Belo Horizonte, MG, evidenciaram as regiões mais vulneráveis às mudanças do clima, seja por sua exposição mais elevada aos impactos, seja por sua baixa capacidade de absorvê-los. Este trabalho propõe a aplicação de ferramentas e metodologia balizada em normativas da Prefeitura Municipal para mapear, no território do Confisco, na regional Pampulha, locais aptos ao plantio de indivíduos arbóreos. Os resultados demonstraram o potencial de adensamento local da vegetação. Essa possibilidade atesta capacidade adaptativa do território que poderia ser ampliada com esse adensamento, contribuindo na redução da sua vulnerabilidade climática.

PALAVRAS CHAVE

Arborização Viária; Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas; Adaptação ao Clima

ABSTRACT

Climatological analyzes related to the adaptive capacity of territories show that cities in developing countries are not prepared to deal with climate crisis. The deficit of a robust green infrastructure integrated with other urban systems is a reality and directly impacts the quality of life. Studies carried out in Belo Horizonte, MG, showed the regions which are the most vulnerable to climate change, either because of their higher exposure to impacts, or because of their low resilience. This work proposes the application of tools and methodology based on local technical standards to map, in the Confisco territory, all the points eligible for planting a tree. Through the application of normative guidelines in the software QuantumGIS, the results demonstrated the potential for vegetation densification. This possibility abets the adaptive capacity of the territory that could be expanded with this densification, contributing to the reduction of its vulnerability.

KEY WORDS

Street Trees; Vulnerability to Climate Change; Adaptation to Climate Change



1. INTRODUÇÃO

A expansão urbana direcionada ao uso de automóveis para deslocamento promove a instalação de infraestruturas impermeáveis (tais como as vias pavimentadas e os estacionamentos) que, somando-se aos edifícios e demais construções na ocupação dos solos, intensificam os impactos decorrentes dos eventos climáticos naturais. O desenvolvimento dessa infraestrutura cinza está no cerne de nossas políticas de planejamento, concentrando esforços e recursos, e relegando os sistemas naturais ao segundo plano. Como consequência desse processo, a paisagem urbana, dominada pelo amontoado de infraestruturas cinzas, deixa de cumprir funções ecossistêmicas básicas para manutenção da qualidade de vida: conforto térmico, qualidade adequada do ar e permeabilidade dos solos, por exemplo.

O desafio para as análises de planejamento consiste, assim, em reequilibrar os sistemas urbanos, integrando os sistemas naturais às infraestruturas cinzas. Essa integração se dá por meio das infraestruturas verdes, que, segundo Benedict e McMahon (2006), não podem ter seu entendimento enviesado pelas práticas tradicionais de conservação ambiental, mas sim ser compreendidas como subsídios ao desenvolvimento necessário das cidades, interligando-se às demais infraestruturas e mitigando os impactos negativos de sua expansão. Ainda segundo os autores:

Infraestrutura verde é o sistema de suporte de vida natural, uma rede interligada de cursos de água, zonas húmidas, florestas, habitats selvagens, e outras áreas naturais; greenways, parques e outras áreas de conservação; fazendas, ranchos e florestas; desertos e outros espaços abertos que funcionam como suporte de espécies nativas, mantêm o processo ecológico natural, conservam os recursos de ar e água e contribuem para a saúde e qualidade de vida para as comunidades e pessoas (BENEDICT; MCMAHON, 2006, p. 19).

Do ponto de vista urbanístico, esse desafio se reveste de mais complexidade ao considerar o elevado adensamento e índices populacionais das cidades já consolidadas. No contexto de Belo Horizonte, a constatação de uma desigualdade na distribuição espacial dessas redes de infraestrutura verde é evidente pois, apesar de seu status de cidade moderna planejada, com ares de cidade jardim, a capital de Minas Gerais não escapou ao processo desenfreado de expansão e consequente abandono dos padrões urbanísticos. Muitos bairros se constituíram à deriva

e às margens de qualquer planejamento, ocupando inclusive áreas geograficamente inadequadas à sua instalação, como encostas íngremes e fundos de vale (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1997).

Ao reintegrar estrategicamente os sistemas naturais no meio urbano, os ambientes tendem a se tornar mais resilientes às variações climáticas naturais e àquelas realçadas em decorrência do aquecimento global provocado pelo homem. Assim, o objetivo dessas análises de planejamento do município de Belo Horizonte poderia primar mais pela instalação adequada de infraestruturas verdes nos locais onde se verifica maior sensibilidade à essas variações.

Em seu relatório Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas de Belo Horizonte, WayCarbon (2016) avalia os impactos climáticos mais relevantes no contexto histórico da capital, considerando o cenário de 2016 e as projeções para 2030. O relatório identificou as regiões onde os impactos se concentram, mapeando os "hotspots de vulnerabilidade" (WAYCARBON, 2016).

O território do Confisco é exposto nessa análise como um dos 10 (dez) locais que apresenta maior variação da vulnerabilidade e que deveria, portanto, ser objeto de ações proativas de mitigação dos impactos previstos e reativas para amenizar os impactos já observados (WAYCARBON, 2016).

Um dos apontamentos do relatório de Vulnerabilidade de Belo Horizonte sugere a aplicação de soluções verdes à cidade, mediante a criação sistemática de uma infraestrutura verde para melhorar a resiliência urbana. Essa estratégia pode ser aplicada no território do Confisco a partir da constatação de um potencial aproveitável de espaços livres para a arborização e a localização estratégica entre dois maciços verdes (o Zoológico Municipal de Belo Horizonte à leste e a Mata do Confisco – uma área de preservação ambiental – à oeste, em Contagem). Um plano integrado, baseado nas normativas técnicas existentes e aplicáveis ao contexto, e promovido pelo poder público em parceria com a comunidade e demais atores do território, poderia alavancar essas ações de adaptação indicadas no relatório para aumento da resiliência local.

1.1. Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é propor diretrizes para um projeto de Arborização para o Território do Confisco, localizado no limite entre os municípios de Belo Horizonte e Contagem, em Minas Gerais. A proposta pretende explorar os benefícios da implantação de indivíduos arbóreos no meio urbano para mitigar os impactos

decorrentes da formação da ilha de calor urbana em áreas construídas, acentuada por episódios de ondas de calor decorrentes das mudanças climáticas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A infraestrutura verde proporciona inúmeros benefícios para que as cidades sejam não apenas mais sustentáveis, mas mais resilientes para enfrentar os efeitos causados pelas mudanças do clima – sejam elas naturais ou relacionadas ao aquecimento global provocado pelo homem. Ela consiste em redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados, incluindo ruas e propriedades públicas e privadas. (BENEDICT E MCMAHON, 2006).

No meio urbano, a arborização é um dos mais importantes componentes dessa infraestrutura verde. A arborização contribui diretamente para a melhoria da qualidade de vida dos habitantes de uma cidade, e é definida como o conjunto de áreas públicas e privadas com vegetação arbórea ou em estado natural, onde se incluem as árvores de ruas, parques públicos e demais áreas verdes (MILANO e DALCIN, 2000).

2.1. Benefícios da Arborização Urbana

Segundo Milano e Dalcin (2000), um dos benefícios da arborização urbana é sua influência direta na estabilização e na melhoria microclimática. Através da diminuição da incidência de luz propiciada pela copa das árvores e da evapotranspiração de suas folhas, aumentando a umidade do ar, ocorre uma diminuição da temperatura. Esse aspecto favorece ainda a prática de caminhada, de exercício ou mesmo o uso de transportes alternativos, como a bicicleta.

A presença de árvores nas cidades também tem considerável potencial de remoção de partículas e gases poluentes da atmosfera, contribuindo à melhoria da qualidade do ar. As folhas das árvores podem absorver gases poluentes e prender partículas sobre sua superfície. No entanto, a capacidade de retenção ou a tolerância varia entre as espécies (HERZOG, 2010).

As árvores também promovem o sequestro natural de carbono da atmosfera durante o processo da fotossíntese, que transforma o gás carbônico (CO₂) em energia para seu crescimento celular (copa, tronco e raízes). Sua presença nos centros urbanos contribui, portanto, à absorção do carbono emitido pelos veículos e demais atividades antrópicas (MILANO e DALCIN, 2000).

O conforto ambiental é afetado pelos ventos, positiva ou negativamente. A locação estratégica de indivíduos arbóreos garante proteção no inverno e direcionamento do

vento. Além disso, o posicionamento das árvores também pode ser pensado para abater o excesso de ruídos provocados pelas atividades na cidade. Ramos e troncos de árvores promovem a deflexão e refração das ondas sonoras (MILANO e DALCIN, 2000; HERZOG, 2010).

De acordo com Arruda et al. (2011), outro benefício da arborização urbana consiste na melhoria da infiltração da água no solo, evitando erosões associadas ao escoamento das águas das chuvas bem como o assoreamento de corpos d'água. A retenção de água, tanto no solo quanto na estrutura das árvores ou no ambiente, diminui os riscos de enxurradas e enchentes e alimenta os lençóis freáticos subterrâneos, protegendo os corpos d'água.

Ainda segundo os autores, as árvores propiciam abrigo à fauna, contribuindo para o equilíbrio das cadeias alimentares, diminuindo pragas e promovendo a biodiversidade. Elas também interferem diretamente no cotidiano da população, funcionando como elementos referenciais marcantes. A arborização embeleza a cidade, proporcionando prazer estético e bem-estar psicológico. Todas essas funções ecológicas citadas contribuem para a saúde da população, pela melhoria na qualidade ambiental e pelo maior conforto psicológico aos habitantes, com diminuição do estresse cotidiano.

A presença de árvores também traz benefícios econômicos indiretos. Milano e Dalcin (2000) citam a redução do consumo de energia destinada a condicionadores de ar, proporcionada pela sombra das árvores, no verão, e a valorização de áreas e imóveis pela presença de arborização. Some-se a isso que as árvores carregam uma história, memórias, um passado, despertando afetos nos moradores e transeuntes locais. A manutenção de indivíduos arbóreos antigos em locais públicos estabelece um aspecto de resgate cultural e histórico, sendo eventualmente a principal característica de determinado local.

2.2. Planos Locais de Arborização

O processo de implantação e manejo da arborização nas cidades não pode seguir procedimentos empíricos e aleatórios. Para Milano e Dalcin (2000) a importância de se planejar a arborização reside na possibilidade de um tratamento sistemático e contínuo do tema, posto que o meio urbano é dinâmico e o plano não se encerra nele mesmo, devendo as intervenções serem acompanhadas no tempo.

Ainda segundo os autores, um plano de arborização da cidade, ao propor intervenções como o plantio e a manutenção, deve carregar objetivos definidos e fundamentados técnica e cientificamente, se possível com a

identificação de metas qualitativas e quantitativas.

Para uma melhor compreensão dos processos envolvidos com a elaboração do plano, a arborização pode ser dividida em dois componentes principais: as áreas verdes e a arborização viária. Para cada uma delas, deve-se fazer a distinção entre o planejamento e o manejo. Para sua adequação é necessário definir as espécies arbóreas mais apropriadas às condições específicas de cada local a partir de seus usos e funções, bem como de eventuais obstáculos e elementos conflitantes (SMAS, 2013). E ainda:

As áreas verdes são distribuídas no espaço urbano como parques, praças e jardins. O planejamento para estas áreas exige a elaboração de projetos paisagísticos, de implantação e manejo, muitas vezes específicos para cada unidade. A arborização viária é composta pelas árvores plantadas nas calçadas das ruas da cidade e nos canteiros separadores de pistas de avenidas (CEMIG, 2011, p. 37).

O Manual de Arborização da CEMIG (2011), enfatiza que o plantio de árvores deve ser planejado e projetado, tanto para as áreas verdes quanto para a arborização viária, pois, caso contrário, uma série de problemas pode ocorrer no futuro. Dentre esses problemas, as interferências com a infraestrutura de abastecimento de energia elétrica é um dos mais importantes a ser levado em consideração, devido ao risco de interrupção do serviço e todas as implicações negativas associadas a isso. Ainda, a implantação e cuidados com a arborização demandam projetos detalhados e um gerenciamento tecnicamente eficaz de todos os procedimentos de manejo. Especificamente, os projetos de arborização garantem a organização da rede de indivíduos arbóreos que será implementada, incluindo a malha urbana do local de implantação. Além disso, os projetos permitem explorar benefícios e aspectos específicos de cada espécie, com acompanhamento do seu desenvolvimento.

Para além dos aspectos de projeto e gerenciamento, a participação cidadã também é uma condição fundamental para a eficácia dos planos de arborização, pois será um indicador do comprometimento com a preservação das espécies cultivadas e do nível de satisfação com os projetos. Um planejamento que não considere as necessidades das localidades dificilmente terá sua implantação perenizada no tempo, devido à falta de conexão dos projetos com a comunidade que, por não se sentir contemplada no processo, não irá se apropriar e tampouco zelar por aquele patrimônio natural (MILANO e DALCIN, 2000).

Segundo Milano e Dalcin (2000), o planejamento da arborização deve ser idealmente realizado no mesmo contexto do planejamento urbano como um todo. Seja

dizer que deve considerar o conjunto de normas específicas já existentes e as orientações e diretrizes que norteiam as demais intervenções na cidade. Os projetos de arborização resultantes devem ser coerentes com o conjunto urbano.

2.2.1. *Projetos de Arborização: Diretrizes de Implantação*

Para Dorigon e Pagliari (2013), na elaboração de um projeto de arborização, devem ser fixados à priori os objetivos do projeto bem como indicadores para acompanhamento dos resultados, sempre considerando todo o ciclo de vida do processo e as especificidades de cada espécie e de cada localidade:

Planejar a arborização de ruas é escolher a árvore certa para o lugar certo sem se perder nos objetivos do planejador e nem atropelar as funções ou o papel que a árvore desempenha no meio urbano. É fazer o uso de critérios técnico-científicos para o estabelecimento da arborização nos estágios de curto, médio e longo prazo (DORIGON E PAGLIARI, 2013, p. 140).

Assim, o planejamento deverá ser feito considerando as necessidades de compatibilização entre o porte e a forma da árvore com o espaço físico disponível. Elementos como o afastamento predial, a largura das ruas e calçadas e a adaptação que a espécie arbórea terá ao clima local devem ser levados em conta.

Referente ao espaço físico disponível, CEMIG (2011) afirma que é fundamental que seja considerado em sua totalidade, isto é, o espaço disponível nas calçadas ou passeios, assim como em seu entorno, nos seus diversos níveis e convivência:

Se nivelado com o passeio ou calçada, a árvore deve ser locada em compatibilidade com o mobiliário urbano, bueiros, entradas de garagens, passagem de pedestres, entre outros;

Na parte aérea, a copa deve estar em compatibilidade com a altura dos pedestres, veículos, redes de distribuição de serviços de energia, telefonia, telhados e fachadas, entre outros;

No nível subterrâneo, as raízes deverão estar em compatibilidade com as características dos solos e com as redes de distribuição de água, esgoto, entre outros (CEMIG, 2011, p. 44).

Quanto às características da espécie, CEMIG (2011) afirma que devem ser considerados como preferenciais o uso de espécies segundo os aspectos a seguir:

Cultural, histórico e conservacionista (espécies

nativas, que contribuem para a preservação do equilíbrio biológico da flora e fauna locais e relação afetiva da população local);

Porte (espécies de maior porte, quando possível, pois proporcionam mais benefícios);

Saúde pública (espécies com perfumes menos intensos, sem espinhos e resistentes a doenças);

Características das partes (evitar espécies de tronco não volumoso ou pouco resistente à ação do vento e privilegiar frutos que atraem a fauna sem serem grandes e carnosos, raízes adequadas ao espaço disponível, com dimensão da copa compatíveis com o local de plantio);

Estético (espécies atrativas do ponto de vista paisagístico) (CEMIG, 2011, p. 44).

Por fim, para Milano e Dalcin (2000), considerações abrangentes sobre planos diretores urbanos, seus zoneamentos e diretrizes, códigos de obras e posturas municipais, bem como leis e normas específicas relativas ao ambiente e à arborização urbana também devem estar inseridas nesse contexto. Esse arcabouço legal irá ditar as possibilidades de áreas verdes públicas, arborização de ruas e áreas verdes particulares.

2.2.2. Aspectos Legais e Administração da Arborização

A nível local, cada município com mais de 20 mil habitantes deve contar com Plano Diretor que defina zoneamentos urbanos, identificando setores com diferentes vocações. Para Milano e Dalcin (2000), essas regras de ocupação específicas determinam facilidades ou dificuldades para a existência de arborização urbana. As leis normativas complementares, como os códigos de obras municipais e os códigos ou leis de loteamentos ou parcelamento do solo urbano, somam-se ao Plano Diretor para definir as possibilidades de efetivação da arborização urbana em seus diferentes aspectos.

Concernente à administração da arborização urbana, considerando-se em termos de planejamento, implantação, manejo, licenciamento e fiscalização, diferentes setores da organização dos serviços municipais são envolvidos. Atualmente é comum que secretarias municipais de meio ambiente concentrem a estrutura geral de implantação, manejo e fiscalização de áreas verdes (públicas e privadas) e da arborização de ruas, além de deterem a estrutura de diretrizes políticas nessa área (MILANO e DALCIN, 2000).

Em Belo Horizonte, o Conselho Municipal do Meio Ambiente – COMAM – é o órgão colegiado, com ação

normativa e deliberativa, responsável pela formulação das diretrizes da Política Municipal de Meio Ambiente em Belo Horizonte e se insere na Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA). A Deliberação Normativa nº 69 de 30 de agosto de 2010 (DN69) publicada pelo COMAM estabelece normas para o plantio de árvores em logradouros públicos. A DN69 resgata a conceituação a respeito do porte das árvores e define as características que devem ser observadas nas mudas destinadas ao plantio em local público. Também define as condições para a escolha da espécie e aspectos referentes ao espaçamento entre os indivíduos arbóreos e conflitos com mobiliário urbano.

3. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa adotada nesse trabalho é a exploratória, em que, para além da pesquisa descritiva do material bibliográfico sobre o tema, há também aplicação de ferramentas para geração de novos dados ainda não existentes.

3.1. Apresentação do Caso de Estudo

O estudo foi realizado no território do Confisco, localizado na região de conurbação da regional Pampulha, noroeste de Belo Horizonte, com Contagem. O território (FIGURA 1) compreende bairros pertencentes ao município de Belo Horizonte e também ao município de Contagem, sendo eles: Arvoredo, Confisco, Estrela Dalva, Recanto da Pampulha, Novo Recanto, São Mateus e Urca. Além dos bairros, a área também compreende algumas vilas, como a Vila Francisco Mariano e a Vila Itália, todas já consolidadas. A área calculada é de 2,3 km². A população total do território de estudo é estimada em 20.000 (vinte mil) habitantes, de acordo com o último censo demográfico do IBGE.

À leste, o Confisco é delimitado pela área verde do Zoológico da Fundação Municipal Zoo-botânica. À Oeste, é delimitado pela Mata do Confisco, área de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), importante fragmento florestal do bioma Mata Atlântica. O eixo escolhido é delimitado à sul pela Avenida Clóvis Salgado (Belo Horizonte) e ao norte pelo córrego Bom Jesus (Contagem), córrego que assume outros nomes em outros trechos da sua extensão. O Bom Jesus é um dos últimos remanescentes a céu aberto da bacia hidrográfica da Pampulha.

A ocupação do Território do Confisco remonta ao final da década de 1980. O terreno foi desapropriado pela prefeitura de Belo Horizonte para permitir o assentamento de um grupo de famílias que protestavam pelo direito à moradia (APCBH, 2011). Em sua configuração atual, o



Figura 1: Cidade de Belo Horizonte no contexto de Minas Gerais (superior esquerda); região do Confisco; delimitação da área de estudo, o Território do Confisco, com a demarcação em preto dos limites municipais (inferior).

Fonte: Google Maps, 2021.

bairro do Confisco propriamente dito está localizado no limite administrativo dos municípios de Belo Horizonte e Contagem, o que inclusive gera transtornos para os moradores, havendo relatos de casos de bitributação predial ou dificuldade de cadastramento nas prefeituras para acessar os serviços de saúde e educação, por exemplo.

A região evoluiu com o passar do tempo, e os moradores foram melhorando suas condições de vida e substituindo as casas improvisadas em lonas por casas de alvenaria; o bairro foi tomando forma e se consolidando. Como resultado das diversas lutas pelo acesso aos serviços de energia, água, rede de esgoto, coleta de resíduos, transporte e pavimentação das ruas, nasceu um importante movimento comunitário, envolvendo toda a população do conjunto. Esse movimento foi responsável pelas conquistas diante do poder público e ainda persiste como força de engajamento no bairro.

3.1.1. Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas

A Prefeitura de Belo Horizonte, em 2016, com objetivo de analisar a vulnerabilidade às mudanças climáticas no município, com base no cenário daquele ano e as projeções para o ano de 2030, contratou os estudos da empresa de consultoria ambiental Way Carbon. A ação se insere no contexto de implementação da sua Política de Enfrentamento às Mudanças Climáticas. Resultou

desse serviço o relatório “Análise de Vulnerabilidades às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte”.

Com isso foi obtido um índice numérico composto, calculado por meio da média ponderada dos índices de vulnerabilidade por impacto estudado, a saber: inundação, deslizamento, dengue e ondas de calor. A partir do índice se fez uma modelagem para apontar o surgimento de “hotspots” em 2030, nos quais os impactos estudados poderão atingir situações de criticidade ainda maior em seus efeitos para as comunidades afetadas.

O território do Confisco apresenta alta vulnerabilidade aos impactos estudados já em 2016, e aparece na lista dos 10 hotspots em 2030. A região apresenta nessa projeção alta vulnerabilidade às ondas de calor e à dengue, evidenciando assim a urgência de uma planificação de ações preventivas. A vulnerabilidade associada às ondas de calor reflete uma capacidade adaptativa menos ampla nesse território. Assim, segundo o relatório publicado, propostas de medidas de adaptação devem ser projetadas e implantadas para obter benefícios como a melhoria nas condições para a saúde humana, na qualidade do ar e no conforto térmico. Dentre essas medidas de adaptação, o uso inteligente de infraestrutura verde é destacado.

Conforme citado na revisão de literatura, dentre o rol de opções da infraestrutura verde de uma cidade, a arborização viária é um dos itens com maior influência direta na estabilização e na melhoria microclimática. À luz dos

resultados da análise de vulnerabilidade, essa solução é uma (mas não a única) que interfere precisamente no território de estudo. O Confisco, apesar de estar localizado entre dois maciços verdes (a Fundação Zoo-botânica e a Mata do Confisco), ainda tem um potencial não aproveitado de espaços livres para a arborização viária e para criação de áreas verdes públicas.

3.2. DESENVOLVIMENTO

Para a elaboração do trabalho, foram levantados inicialmente os dados pertinentes para formação do referencial teórico: revisão bibliográfica elaborada sobre artigos, sites e livros com relação ao tema da Arborização Urbana.

Em seguida, foram coletadas as bases cartográficas para manipulação no software QuantumGIS, que permite analisar e editar informações espaciais, além de criar mapas com várias camadas. O QuantumGIS é um software livre com código-fonte aberto, empregando o sistema de informação geográfica (SIG) que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados.

O mapeamento dos pontos aptos a receber um plantio foi balizado pela DN69 de Belo Horizonte. Em relação aos distanciamentos, as exigências da DN69 para o plantio de árvores em logradouro público que foram utilizadas nesse trabalho são (FIGURA 2):



Figura 2: Exigências de distanciamento.

Fonte: Cartilha da PBH sobre Plantio de Árvores (2021).

Os berços onde serão plantados os indivíduos arbóreos também devem respeitar distanciamento mínimo entre si, garantindo plenas condições para o crescimento das árvores que, caso contrário, poderiam entrar em competição. O espaçamento médio entre covas varia das seguintes formas, de acordo com o porte das espécies (FIGURA 3).

A DN69 estabelece que não poderão ocorrer plantios em passeios com largura inferior a 1,50 m. Esse aspecto é de especial relevância pois, conforme as características de urbanização precária do território, muitas calçadas são estreitas e, de fato, a implantação de vegetação dificultaria a

circulação dos pedestres.

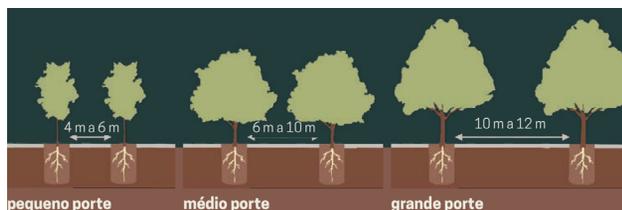


Figura 2: Espaçamento entre os berços.

Fonte: Cartilha da PBH sobre Plantio de Árvores (2021).

Com auxílio do *software* QGIS, foi feita a análise visual das bases cartográficas do território que estavam disponíveis. Considerando-se que as bases acessadas datam de 2019, a análise foi completada com uma consulta à ferramenta Earth do Google, que também é um programa gratuito de computador e atualizado praticamente anualmente. Assim, sempre que possível, o indivíduo arbóreo só foi posicionado após dupla verificação: conferência dos distanciamentos e larguras disponíveis na calçada via QGIS.

4. RESULTADOS

Para obtenção dos pontos de plantio, foram estabelecidas subáreas de planejamento. As subáreas foram determinadas após verificação primária da existência de calçadas minimamente largas que permitissem o plantio de, ao menos, um indivíduo arbóreo e pelo seu município de jurisdição. Em seguida, agrupou-se os endereços nomeando cada subárea de acordo com seu bairro mais relevante. O resultado são 07 (sete) subáreas, sendo duas localizadas no município de Belo Horizonte (Urca e Confisco) e o restante localizado em Contagem (Arvoredo, Estrela Dalva, Recanto, Novo Recanto e São Mateus).

A aplicação da DN69 resultou no mapeamento de **476 pontos** aptos para o plantio de um indivíduo arbóreo, sendo 91 pontos localizados na porção de Belo Horizonte e 385 na porção pertencente à Contagem, conforme Figura 4 a seguir. Todos esses pontos foram obtidos considerando-se o somente aspecto **viário** da arborização urbana.

Em algumas das subáreas, a presença de lotes vagos – e mesmo quarteirões inteiros em processo tardio de ocupação, como é o caso de uma parte considerável do bairro Arvoredo (FIGURA 5), facilitou a inserção de pontos de plantio, pois não se encontram ainda alguns dos obstáculos mais comuns à arborização das calçadas (entradas de garagem, lixeiras e caixas de inspeção de esgoto), havendo somente os postes de energia elétrica e bueiros esparsos.

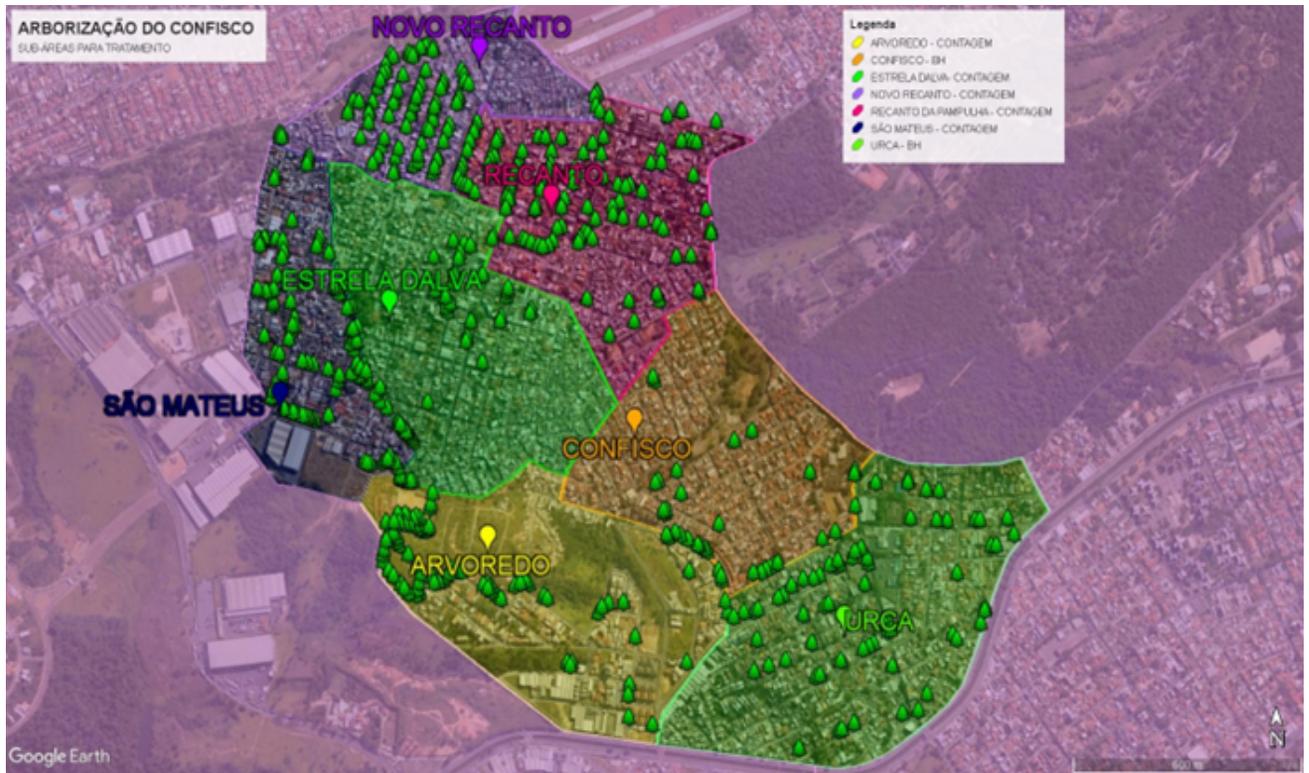


Figura 4: Mapa dos pontos de plantio.

Fonte: Elaboração própria em base do QGIS (2021).



Figura 5: Pontos mapeados em quarteirão praticamente vago no bairro Arvoredo.

Fonte: Autora (2021).



Figura 6: Vila Francisco Mariano. Detalhe em relação ao entorno arborizado.

Fonte: Autora (2021).

Nesses casos, as futuras edificações é que deverão se adequar ao espaço disponível para locação dos itens previstos na ocupação.

Todavia, foi nítida a dificuldade em localizar dentro das vilas locais ruas estruturadas que permitissem algum plantio conforme as diretrizes da DN69. Como resultado, há verdadeiros bolsões de vazios nesses locais, que contrastam com o restante do mapeamento. A Figura 6 a seguir destaca o trecho da Vila Francisco Mariano em relação ao entorno no mapeamento realizado.

Os resultados evidenciaram que, mesmo em áreas de ocupação mais ordenada, onde as vias são mais estruturadas, como é o caso do próprio bairro do Confisco, uma proporção importante das calçadas não atende à largura mínima de 2,5 m utilizada como parâmetro e mesmo a largura de 1,5 m também não é encontrada em vários dos logradouros.

A análise demonstrou que, se comparadas às calçadas das vilas, essas calçadas são de fato melhor qualificadas. Entretanto, em ambos os casos se esbarrou no aspecto geométrico e o plantio ficou inviabilizado.

A Figura 7 representa o trecho da subárea do Confisco, onde mapearam-se escassos pontos aptos à arborização.

Outra importante observação foi a negligência em garantir às calçadas uma largura mais confortável para circulação de pedestres nos trechos que estão atualmente em processo de ocupação na subárea do Arvoredo. Trata-se de um trecho do território onde se localizam atualmente alguns empreendimentos edilícios – com caráter formal e organizado – que não foram sensibilizados durante a fase de projeto para a possibilidade de qualificar melhor suas calçadas, o que inclusive valorizaria os imóveis (FIGURA 8).

Observou-se em alguns trechos a presença de vários galpões industriais que possuem um bom recuo em relação às vias, mas que não mantém nenhuma árvore ou arbusto nas calçadas. As larguras em geral são mais que suficientes, porém a maioria das calçadas é destinada a estacionamento de veículos. Na região do bairro São Mateus há um trecho de ocupação de galpões industriais. Nesse caso, os galpões são mais extensos (o que cria inclusive grandes fachadas cegas) e as calçadas também possuem as larguras mínimas para arborização. Entretanto, não se identificou nenhum indivíduo arbóreo nessas calçadas. Os pontos do mapeamento foram assim relativamente

numerosos nesse caso.

Por fim, a análise do território também identificou alguns trechos onde projetos estruturantes poderiam ser aplicados para contribuir ao adensamento da vegetação local. Um exemplo é a área de servidão da Torre do Teleférico de Cimento, antigamente pertencente à uma empresa cimenteira, cuja posse legal após o encerramento das atividades está em processo de incorporação à Prefeitura de Contagem. Trata-se de um extenso trecho do quarteirão de cerca de 7.000 m² entre as ruas do Sol e dos Pinheiros, no bairro Novo Recanto, e que tem um potencial de ocupação para fins recreativos e atividades produtivas da população (academia aberta, pomar e horta coletivos e parque infantil por exemplo).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O território do Confisco está confrontado à problemas graves de exposição e sensibilidade aos fenômenos climáticos, em parte por sua implantação carente de uma planificação estratégica, em parte pela indefinição quanto ao papel e responsabilidades de cada uma das instâncias municipais presentes. Os objetivos do trabalho foram de contribuir ao debate com a proposição de um projeto



Figura 8: Trecho do bairro Arvoredo, detalhe para o processo de adensamento e escassez de pontos mapeados.

Fonte: Autora (2021).

de adensamento da arborização do território do Confisco, com vistas a qualificar os espaços públicos, melhorando o microclima local, dentro da legislação instrumentada pelo poder público. Nesse sentido, a metodologia adotada foi de suma importância para o alcance dos objetivos, pois garantiu a execução do mapeamento sempre em consonância com o que é estabelecido na lei do município, sendo, portanto, um projeto teoricamente exequível.

O mapeamento resultou em 476 pontos onde é passível o plantio de um indivíduo arbóreo, distribuídos de forma heterogênea dentro do território (devido às características urbanas limitadoras em algumas áreas). Majoritariamente, os pontos estão localizados na parte do território pertencente ao município de Contagem, o que é razoável, dado que o município ocupa a maior parte da área de estudo. O emprego do *software* QGIS também deve ser destacado. Além de gratuita, essa ferramenta computacional pode ser facilmente instalada e manuseada. A interface mais básica do software é relativamente intuitiva e as ferramentas de medição e de marcação de pontos são suficientes para executar o mapeamento. Ou seja, poucos recursos devem ser necessários às equipes técnicas municipais para realizar propostas semelhantes de análise.

Ressalta-se ainda que o sucesso de uma proposta de arborização viária para melhorar o conforto térmico local do Confisco não reside somente na capacidade técnica das equipes municipais envolvidas, mas também do engajamento que elas suscitam na comunidade. A interação entre todos os atores é crucial para a decisão de um modelo final de intervenção tecnicamente adequado à realidade local e em conformidade com as demandas dos habitantes e usuários do local. Outrossim, quaisquer intervenções precisam ser aliadas a campanhas de sensibilização ambiental na comunidade. Ao garantir às populações a compreensão dos benefícios da vegetação local e suscitar a cooperação para preservação e manutenção dessa vegetação, as intervenções serão mais perenes e melhor sucedidas.

O presente trabalho pode engajar novas propostas para o território, por exemplo com a consideração de desenhos menos convencionais de espaços públicos para garantir a implementação de arborização em pontos onde a legislação convencional não permitiria. As análises visuais do conjunto urbano estudado evidenciam vários trechos com composições viárias que poderiam ser melhor adequadas ao contexto local de ocupação. Ainda, os resultados específicos deste trabalho podem ser livremente aplicados inclusive pelos próprios moradores

locais, que têm o direito garantido de executar o plantio de árvore em calçada, desde que seja realizada liberação prévia por técnico licenciado da prefeitura e que sejam respeitadas as condições de plantio e seleção da muda.

REFERÊNCIAS

ACERVO PÚBLICO DA CIDADE DE BELO HORIZONTE (APCBH). **Histórias de bairros [de] Belo Horizonte: Regional Pampulha**. Belo Horizonte: Arquivo Público da Cidade, 2011.

ARRUDA J. H.; BORTOLINI, C. E.; EMER, A. A. et al. **Valorização da flora local e sua utilização na arborização das cidades**. In: Synergismus scyentifica UTFPR, Pato Branco, 01 (6), 2011. Disponível em < <http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/viewFile/1220/853> >. Acesso em 08 de janeiro de 2022.

BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. **Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities**. Washington, DC; Island Press, 2006.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG). **Manual de arborização**. Belo Horizonte: CEMIG / Fundação Biodiversitas, 2011.

DORIGON. Elisangela B.; PAGLIARI, Suiana C. **Arborização urbana: importância das espécies adequadas**. In: Unoesc & Ciência - ACET, Joaçaba, v. 4, n. 2, p. 139-148, 2013. Disponível em < http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acet/article/download/1083/pdf_2 >. Acesso em 08 de janeiro de 2022.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Saneamento Básico em Belo Horizonte: Trajetória em 100 anos - os serviços de água e esgoto**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1997.

HERZOG, C. P. **Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana**. In: Infraestruturas Verdes. Ed. Labverde, 2010, p. 91-115.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2010.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE (PBH). **Plantio de Árvores, Cartilha Ilustrativa**. Disponível em < <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&src=s&source=web&>

cd=&ved=2ahUKEwjMmPqfyt_1AhVwFbkGHdLpBuE-QFnoECAUQAQ&url=https%3A%2F%2Fprefeitura.pbh.gov.br%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Festrutura-de-governo%2Fmeio-ambiente%2F2021%2Fplano-de-arvores2-3-3.pdf&usq=AOvVaw160FaxR3jcaGPblzJ1TOKb >. Acesso em 26 de agosto de 2021.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE (PBH). Conselho Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Deliberação Normativa nº 69/2010, de 30 de agosto de 2010**. Disponível em < https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/imagens/authenticated%2C%20editor_a_meio_ambiente/deliberacoes/comam/DN69_10.pdf >. Acesso em 26 de agosto de 2021.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE (SMAS). **Manual de arborização: orientações e procedimentos técnicos básicos para a implantação e manutenção da arborização da cidade do Recife**. Recife: [s.n.], 2013.

MASCARELLO, A. V. S. **Efeitos da arborização urbana viária sobre o conforto térmico: estudo de caso em Pará de Minas, MG**. 2017. 193 fls. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MILANO, M. S. **Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana de Maringá - PR**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1988.

MILANO, M.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro, Light, 2000. 226 p.

WAYCARBON. **Análise de vulnerabilidade as mudanças climáticas do município de Belo Horizonte. Relatório Final**. Belo Horizonte: WayCarbon, junho 2016, versão 1.0.0.

AUTORA

ORCID: 0000-0003-4765-3853

KÁLITA LOUHANNY GOMES SOARES, ENGENHEIRA CIVIL ESPECIALISTA EM PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL. | Universidade Federal de Minas Gerais | Curso de Especialização em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos | Belo Horizonte, MINAS GERAIS

(MG) - Brasil | Correspondência para: R. Genoveva de Souza, 1771/303 - Sagrada Família, Belo Horizonte - MG, 31030-220) | kalitalgsoares@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

SOARES, Kálita Louhanny Gomes; Arborização em Área Urbana Vulnerável às Mudanças do Clima - Estudo de Caso. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 39-49, nov. 2022. ISSN 24473073. Disponível em:<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>. Acesso em: dia mês. ano. doi:https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.39-49.

SUBMETIDO EM: 26/09/2022

ACEITO EM: 30/09/2022

PUBLICADO EM: 30/11/2022

EDITORES RESPONSÁVEIS: Paulo César Machado Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto.

Registro da contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

KLGS: Conceituação; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Administração de projetos; Validação; Visualização; Escrita - rascunho original; Escrita - revisão e edição.

Declaração de conflito: nada foi declarado.

DESIGN PARA O COMPORTAMENTO SUSTENTÁVEL: IMPLICAÇÕES PARA INOVAÇÃO EM PRODUTOS NA LINHA BRANCA

DESIGN FOR SUSTAINABLE BEHAVIOR: IMPLICATIONS FOR INNOVATION IN WHITE LINE PRODUCTS

AGUINALDO DOS SANTOS, PhD | Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil
DANIELA MILENA HARTMANN | Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil

RESUMO

Nos produtos de linha branca (ex: geladeira, fogão, etc) é justamente a fase de uso que usualmente apresenta maior impacto ambiental. Desta forma, a identificação de oportunidades de inovação pautadas na sustentabilidade é mais fértil através da utilização como referencial teórico do “Design para o Comportamento Sustentável” (DCS). Para demonstrar este potencial o presente estudo realiza uma análise comparativa de produtos de linha branca, com foco na categoria de cocção, vis a vis as estratégias de DCS. A coleta de dados restringiu-se aos atributos explicitamente descritos pelos fabricantes, voltados ao estímulo e manutenção da adoção de comportamentos e hábitos mais sustentáveis. O resultado deste estudo comparativo é a identificação de zonas onde os produtos analisados carecem de soluções pautadas pelo DCS, sendo tais lacunas posicionadas como oportunidades de inovação.

PALAVRAS CHAVE

Design para o Comportamento Sustentável; linha branca; cocção; design de produto; design para a sustentabilidade.

ABSTRACT

In white appliances (eg refrigerators, stoves) it is precisely in the phase of use that the greatest environmental impact is shown. This way, the identification of innovation opportunities based on sustainability is more fertile through the use of “Design for Sustainable Behavior” (DfSB) as a theoretical framework. To demonstrate this potential, the present study performs a comparative analysis of white goods, focusing on the cooking category, vis a vis DfSB strategies. Data collection was restricted to attributes explicitly described by the manufacturers, aimed at encouraging and maintaining the adoption of more sustainable behaviors and habits. The result of this comparative study is the identification of areas where the analyzed products lack solutions guided by the DfSB, with such gaps positioned as opportunities for innovation.

KEY WORDS

Design for Sustainable Behavior; white appliances; cooking; product design; design for sustainability.



1. INTRODUÇÃO

O volume do consumo global tem apresentado crescimento constante, apesar da reconhecida necessidade de revisão dos padrões de consumo e produção para que se reduza ou mitigue os impactos das mudanças climáticas. Este aumento do consumo deriva, em parte, da crescente busca dos consumidores por conforto, conveniência e velocidade. Este fenômeno tem no próprio Design um dos vetores de estímulo ao consumo, incluindo a aplicação de estratégias de obsolescência estética e tecnológica. Mesmo quando são desenvolvidas soluções de produtos e serviços internacionalmente mais sustentáveis, o que se observa frequentemente é um efeito colateral (rebound effect) onde, por exemplo, ampliações na eficiência dos sistemas de consumo acabam por estimular o próprio consumo e, em última instância, ampliando o impacto ambiental advindo do aumento do consumo.

Bhamra & Tang (2008) argumentam que, para mudar os padrões de consumo e produção na direção da sustentabilidade, intervenções estritamente tecnológicas têm eficácia limitada. Para tanto, há a necessidade de intervenções de design mais efetivas, que invoquem a consciência individual do consumidor e provoquem transformações de longo prazo em seus hábitos (Tang & Bhamra, 2012). Da mesma forma, as contribuições do Design podem ser direcionadas ao comportamento de organizações como um todo, influenciando os hábitos e valores presentes nos processos de negócio. Seja no âmbito restrito de artefatos isolados ou, de maneira mais ampla, em toda a cadeia de valor, reconhece-se que o Design, e o Designer, têm habilidades e saberes capazes de redirecionar os comportamentos na direção de padrões mais sustentáveis. Pode-se dizer que tal atuação cada vez mais vem sendo entendida como um verdadeiro dever moral do Designer com as gerações futuras. Esta contribuição alinha o profissional com os esforços para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pelas Nações Unidas para a agenda de 2030, em particular o objetivo 12, que se refere ao consumo e produção sustentáveis (UN, 2015).

O Design orientado a promover um comportamento mais sustentável é relevante em todos os setores da economia. Contudo, há setores onde a etapa de uso é marcadamente mais proeminente em se tratando do consumo de recursos. Um destes setores é o de eletrodomésticos que tipicamente apresenta seu maior impacto associado ao consumo de recursos, justamente na etapa de uso. A realização de intervenções na fase de uso deste setor demanda intrinsecamente uma expansão no envolvimento do usuário para além da fase de decisão de compra,

incluindo desde as etapas iniciais do projeto até a adequada destinação dos produtos no final do ciclo de vida.

No presente artigo o problema é tratado sob a perspectiva dos eletrodomésticos voltados à atividade de preparação dos alimentos. Tal opção justifica-se pela necessidade da identificação e promoção de inovações em produtos e serviços que possibilitem a adoção de hábitos e comportamentos mais sustentáveis. De fato, conforme o PNUMA (2021), estima-se que cerca de 931 milhões de toneladas de desperdício alimentar foram geradas em 2019, 61% das quais provenientes de agregados familiares, 26% de serviços alimentares e 13% do retalho. Estes números mostram que 17% da produção global total de alimentos pode ser desperdiçada (11% nos agregados familiares, 5% nos serviços alimentares e 2% no retalho) (PNUMA, 2021). Ademais, conforme a FAO (2011), a cadeia de produção e fornecimento de alimentos é responsável por cerca de 30% do consumo global total de energia (FAO, 2011). Via de regra, os esforços para alterar este quadro são direcionados a atividades de educação, havendo um menor número de trabalhos dedicados a apontar a contribuição possível no âmbito da interface dos equipamentos de cocção e seus usuários.

O designer tem como uma de suas atribuições intrínsecas o papel de planejar e moldar a interação do usuário com o produto, preenchendo o espaço entre intenção, influenciada pelo hábito, e o comportamento final (Tang & Bhamra, 2008). Para alcançar efetividade o resultado destas intervenções deve ser claro e sistematicamente integrado no processo de Design, buscando alcançar a aceitação e pleno envolvimento do usuário (Lilley, 2009).

O atual estudo pretende então responder a seguinte pergunta: quais as atuais lacunas nas soluções da fase de uso nos produtos de linha branca para cocção e quais são as oportunidades de inovação nesse setor a partir da aplicação do Design para o Comportamento Sustentável em busca da redução do impacto do consumo de recursos na fase de uso?

Tang & Bhamra (2008) e Lilley (2009) apresentam um dos modelos mais disseminados quanto à estrutura e espectro de estratégias voltadas a provocar e/ou incentivar e/ou garantir comportamentos mais sustentáveis através das estratégias de design para o comportamento sustentável. Os principais aspectos deste modelo serão revisados na próxima seção.

Dimensão	Estratégia	Síntese
Conscientização e guia para mudança do comportamento	Eco-informação	Busca tornar o consumo visível e acessível intelectualmente ao consumidor;
	Eco-escolha	Através da oferta de opções de uso encoraja os consumidores a refletirem sobre seu comportamento e se responsabilizar sobre seu consumo;
	Eco-feedback	Provê informações ao usuário a respeito do seu consumo em tempo real, facilitando a percepção do uso e a tomada de decisão mais sustentável e responsável;
Incentivos para indução do comportamento	Eco-incentivo	Inspira os usuários através de um processo similar a gamificação, com benefícios em comportamentos positivos e penalidades em comportamentos negativos ligados a sustentabilidade;
	Eco-direção	Facilita o comportamento sustentável através de features dos produtos, sejam elas restritivas ou prescritivas;
Intervenções para garantir o comportamento	Eco-tecnologia	Combina design com tecnologia para controlar, persuadir ou impedir determinados comportamentos de uso;
	Design Inteligente	Intervenções para um uso mais sustentável automatizadas com design inovativo, sem conscientização;

Quadro 1: Categorização e descrição das estratégias de DCS (baseado em Tang & Bhamra, 2008).
Fonte: Autores.

1. DESIGN PARA O COMPORTAMENTO SUSTENTÁVEL

1.1. Definições

A sustentabilidade no Design de produtos necessita contemplar todo o ciclo de vida de um produto e isto inclui o desenvolvimento de soluções que resultem em efetiva atribuição ao usuário da responsabilidade pelo resultado de seu comportamento (Bhamra et al., 2008). Quando não há integração de soluções que resultem na conscientização, indução ou, até mesmo, imposição de comportamentos ao usuário, um produto ou serviço desenhado para ser mais sustentável pode, eventualmente, resultar na ampliação do impacto ambiental do consumo. Nesse contexto, o Design para o Comportamento Sustentável configura-se como uma abordagem que tem se mostrado efetiva na obtenção de hábitos mais sustentáveis (Lilley, 2009).

Design para o Comportamento Sustentável (DCS) pode ser definido como o conjunto de conceitos, princípios, estratégias, métodos e ferramentas voltadas a obter como resultado comportamentos e hábitos mais sustentáveis. As estratégias de DCS podem ser categorizadas em três dimensões, numa escala evolutiva em relação ao nível de autonomia de decisão por parte do(a) usuário(a) e o nível de interferência do artefato no comportamento (Bhamra et al., 2008). No limite o produto ou serviço pode

ser concebido de forma a impor um comportamento ao usuário, desde que respeitando limites éticos e morais. O quadro a seguir sintetiza as estratégias correspondentes a cada um destes três níveis (Quadro 1).

A seleção e implantação destas estratégias depende de variáveis como, por exemplo, o nível de maturidade do consumidor para a sustentabilidade. Por sua vez, a compreensão destes níveis de maturidade pode resultar na definição mais acurada da “intenção” de mudança de comportamento do usuário para a qual são então selecionadas as estratégias correspondentes mais pertinentes. Para um contexto de consumo onde um usuário ainda nem sequer reconhece a existência ou relevância de um determinado problema ambiental pode ser útil a aplicação de uma estratégia voltada tão somente à conscientização via soluções que alertem da existência de um consumo ou, até mesmo, que quantifiquem este consumo. Na estratégia de eco-feedback, por exemplo, informa-se ao usuário dados e informações quanto ao consumo, sem que se exija ou se imponha a alteração no hábito. O usuário tem o livre arbítrio, sem que haja qualquer outro estímulo, para que decida quanto à adoção ou não de um novo comportamento.

No nível da indução do comportamento, encoraja-se de forma pró-ativa a adoção de determinado

comportamento através de estímulos como gamificação, prêmios e punições. Há, portanto, maior expectativa quanto ao impacto no consumo, muito embora mantenha-se ainda a autonomia de decisão por parte do usuário.

No terceiro nível da estrutura teórica proposta por Lilley (2009) utiliza-se de estratégias que buscam garantir a mudança de comportamento na direção da sustentabilidade. As estratégias neste nível podem implicar tanto em automatização da relação com os produtos, com vistas a alcançar um uso mais racional dos recursos ambientais, ou a utilização de restrições ao comportamento, dificultando práticas menos sustentáveis. Neste nível a autoridade sobre o comportamento está mais fortemente associada aos produtos, não enfatizando o aprendizado e construção de consciência. Note-se, entretanto, que a eventual não compreensão das motivações para o Design do produto ou a falta de autonomia por parte do usuário, pode resultar em aversão ou até sabotagem no seu uso.

1. MÉTODO DE PESQUISA

A pergunta central da presente pesquisa tem sua natureza intrinsecamente descritiva, sendo a pesquisa de campo realizada através de uma mini-survey. Foram dois critérios de seleção utilizados: a) produtos de linha branca, na categoria de cocção, disponibilizados em portais dos fabricantes, em marketplaces ou em redes sociais de design de projetos conceituais; b) produtos com descrição de atributos com potencial para influenciar diretamente o comportamento do usuário com respeito à dimensão ambiental da sustentabilidade. Como critério para dimensionamento da amostra, buscou-se levantar ao menos um produto para cada estratégia de DCS.

A análise utilizou a abordagem do "pattern-matching" (Yin, 2010), onde se buscou replicações literais das estratégias de DCS. Conforme Laville e Dionne (1999, p. 227) o pattern-matching consiste em "associar os dados recolhidos a um modelo teórico com a finalidade de compará-los". No processo de análise buscou-se enfatizar as eventuais lacunas ou baixa densidade de soluções, associando tais situações como zonas de oportunidade para inovação no setor de linha branca em se tratando do tema Design para o Comportamento Sustentável. Esta estratégia tem como pressuposto a noção de que os comportamentos dos usuários de produtos de cocção apresentam perfis em todos os níveis de maturidade para a sustentabilidade, o que demandaria soluções correspondentes a todos os perfis. A oferta de um portfólio compreensivo de soluções em Design para o Comportamento Sustentável é

considerada, portanto, como uma condição necessária para que o setor alcance efetividade na promoção de padrões de consumo e produção mais sustentáveis.

2. RESULTADOS & ANÁLISE

2.1. Caracterização das soluções em DCS encontradas na amostra

A amostra selecionada a partir do método descrito contemplou soluções de design de produto, majoritariamente em circulação no mercado. No quadro 2 abaixo, cada uma delas foi numerada, identificada e tiveram suas soluções de DCS descritas a partir dos termos e conceitos apresentados no referencial teórico.

Nº produto	Empresa	Solução	Status
P1	Tramontina Cooktop de indução elétrico	<ul style="list-style-type: none"> Resistências elétricas que não conduzem calor além da área marcada na mesa vitrocerâmica. Após o uso o display permanece ligado, indicando que a superfície continua quente, desativando-se somente quando a temperatura for inferior a 30°C. Facilidade de limpeza: líquidos ou respingos de alimentos não aderem, por conta da baixa temperatura da superfície em torno das áreas de aquecimento. 	Mercado
P2	Smeg Fornos	<p>Eco function</p> <ul style="list-style-type: none"> Todos os fornos Smeg apresentam uma função de cozedura ECO eficiente em termos energéticos. Embora tenha um tempo de aquecimento um pouco maior, esta função é uma ótima opção para quem deseja economizar energia e dinheiro. Quando você tiver picado e preparado seu prato para o forno, ele certamente estará pronto para ir. No entanto, se você estiver com pressa, nossa função Circulaire pode atingir 180°C em apenas 4-6 minutos. <p>Eco-light</p> <ul style="list-style-type: none"> Ao invés de manter a luz interna permanentemente acesa, os fornos têm a opção de apagar a luz após alguns segundos. Ainda há a capacidade de ligá-lo novamente, para verificar a comida, com o giro de um mostrador ou o pressionar de um botão. <p>Limpeza</p> <ul style="list-style-type: none"> Limpeza fácil pelo sistema pirolítico 	Mercado
P3	Seco Desidratador de alimentos	Desidratador e moedor de alimentos inteligente com o objetivo de reduzir o desperdício de alimentos, criando uma possibilidade de uso adicional para certas partes de frutas e legumes que geralmente são descartados. Juntamente com seu aplicativo, ele rastreia o status do alimento, prevê feedback e recomendações para uso antes do vencimento, por exemplo. O produto gamifica a experiência, baseado em um sistema de compartilhamento entre comunidades que vivem na mesma área, permitindo que as pessoas troquem alimentos excedentes para minimizar o desperdício.	Conceitual
P4	Smeg Cooktop indução	<p>Eco-logic</p> <ul style="list-style-type: none"> A função Smeg ECO-logic, restringe o limite de potência a 10 valores predefinidos de 1,5 kW a 7,2 kW do aparelho. Essa opção significa que você pode economizar nas contas de energia definindo o limite para usar apenas o que realmente precisa. <p>Eco-off function</p> <ul style="list-style-type: none"> Ao selecionar a função Eco-Off, a zona desliga-se antes de soar o temporizador, aproveitando o calor residual. <p>Eco-heat function</p> <ul style="list-style-type: none"> A função permite selecionar um dos três indicadores de calor residual para continuar a cozinhar os alimentos ou mantê-los quentes. 	Mercado
P5	Wania Microondas	A unidade de 700 watts tem uma das saídas de energia mais baixas (para micro-ondas), e possui uma função Zero On, ativada automaticamente após 10 minutos sem qualquer uso para cortar a energia, ajudando a economizar eletricidade em standby.	Mercado
P6	Miele Cooktop de indução	Cooktop com três zonas de cozedura para acomodar panelas de diferentes tamanhos, com controles digitais e reconhecimento do tamanho das panelas. Possui recursos de segurança que incluem uma luz indicadora para alertar o usuário quando o cooktop está quente, assim como proteção contra superaquecimento.	Mercado

Quadro 2: Amostra de soluções e práticas de DCS observadas em produtos de cocção no setor de linha branca.
Fonte: Autores.

Após o reconhecimento da amostra dos produtos e de suas respectivas soluções de design, foi realizando então a categorização dos produtos de acordo com cada estratégia de DCS, resultando nas informações dispostas no Quadro 3 a seguir:

Dimensão	Estratégia	Práticas observadas
Conscientização e guia para mudança do comportamento	Eco-informação	P1 - cooktop de indução elétrico: através da mudança de cor da resistência interna do cooktop de preto para tons avermelhados, expõe visualmente o funcionamento e o consumo energético do fogão na tecnologia de indução.
	Eco-escolha	P2 - forno: através de duas diferentes funções, dentre elas Eco-função, que diminui os gastos energéticos quando utilizada, porém tem um tempo maior de aquecimento quando utilizada. A outra função oferece a opção de desligar a luz interna do forno durante o cozimento. Ambas fornecem possibilidades de economia energética ao consumidor.
	Eco-feedback	P3 - desidratador de alimentos: provê feedback ao consumidor a respeito da validade e possibilidade de reaproveitamento de seus alimentos, informando-o com dados diretos para melhor planejamento de uso e menor desperdício.
Incentivos para indução do comportamento	Eco-incentivo	P3 - desidratador de alimentos: através de um aplicativo integrado promove a gamificação, ao envolver a troca entre uma comunidade próxima ao usuário, provendo benefícios mútuos e evitando desperdício.
	Eco-direção	P3 - desidratador de alimentos: através de um aplicativo integrado facilita comportamentos mais sustentáveis provendo um acompanhamento personalizado das suas possibilidades e oferecendo dicas e métodos para economia de recursos; P2 - forno: suas funções facilitam a utilização mais consciente de produto, oferecendo recomendações simples que incentivam a adoção do comportamento; P4 - cooktop de indução: oferece funções que induzem comportamentos mais benéficos. Dentre elas a eco-logic, que limita o poder energético a valores pré definidos de kW, proporcionando um limite de uso que fornece a quantidade ideal de energia; a segunda é eco-off, função que quando selecionada desliga o fornecimento de energia antes do tempo programado, cozinhando o restante do tempo com calor residual, proporcionando economia; a terceira e última é a função eco-heat, que permite a utilização de calor residual informado para continuar cozimento ou manter alimentos aquecidos.
Intervenções para garantir o comportamento	Eco-tecnologia	P5 - microondas: o produto além de oferecer uma saída de potência baixa, possui a função Zero On que desliga o aparelho automaticamente após 10 minutos sem uso, para eliminar gastos energéticos em standby.
	Design Inteligente	P6 - cooktop de indução: o produto possui recursos inteligentes de funcionamento e segurança, ativado somente quando reconhece uma panela sobre sua superfície, identificando também seu tamanho e distribuindo o calor igualmente sem dissipação; além disso, possui proteção contra super aquecimento. Essas funções automatizam processos e garantem um uso mais responsável.

Quadro 3: Soluções de design da amostra relacionadas às estratégias de DCS do quadro 1.

Fonte: Autores.

Note-se que, apesar da definição da mini-survey como método de pesquisa, a intenção inicial dos autores era ater-se ao mercado brasileiro quando do levantamento de produtos de linha branca vis a vis as estratégias de DCS. Contudo, em função da flagrante ausência de casos que apresentassem a amplitude de estratégias de DCS, os autores passaram a incluir casos de empresas multinacionais.

1.1. DISCUSSÃO

A partir da análise dos dados algumas lacunas, inovações e oportunidades foram identificadas. De maneira geral, o principal ponto a ser destacado é a ausência de uma aplicação integral das estratégias em um único produto. O máximo de soluções encontradas em um único design foram três estratégias, entre as sete apresentadas.

Levando-se em conta que usuários de perfis e níveis de maturidade diferentes podem ser os proprietários dos produtos de cocção, esta limitação tem impacto direto na capacidade dos produtos em influenciar comportamentos. Isto ocorre particularmente nas situações onde há pouca ou nenhuma sintonia entre a estratégia de DCS e o perfil do usuário. Estas situações caracterizam-se como uma oportunidade a ser explorada no mercado de produtos de linha branca, visto que uma estratégia fortalece a outra e podem potencializar comportamentos de consumo voltados à sustentabilidade, principalmente quando envolvem o usuário nos processos de idealização. No estudo de caso de Lilley (2009), esta dinâmica é percebida. Na amostra, o produto três (P3) foi o que apresentou a maior diversidade de estratégias em um único produto. Trata-se do desidratador de alimentos e inclui

simultaneamente as seguintes estratégias de DCS: eco-feedback, eco-incentivo e eco-direção.

Um exemplo externo que materializa o conceito de integração das estratégias do DCS em prol do alcance do hábito pretendido, é um projeto demonstrativo das repercussões das estratégias em produtos de linha branca de cocção. Tal projeto foi realizado em uma disciplina optativa, ministrada no Departamento de Design da UFPR pelo professor Aguinaldo dos Santos, e o produto desenvolvido pela discente Daniela Hartmann, ambos autores do presente estudo.

O projeto realizado a partir da metodologia de design centrado no usuário, aplicou estratégias do DCS em um Cooktop de Indução. Envolvendo o público alvo do projeto no processo de idealização, entendeu-se que a maior necessidade deles se resumia na eficiência no consumo de recursos energéticos na cocção, sendo esta eficiência estabelecida como hábito pretendido. A partir dos estudos sobre o tema e da interação com o usuário, foram definidas as estratégias do DCS, com base em Lilley (2009) e Tang e Bhamra (2008), a serem aplicadas no projeto conceitual do Cooktop de Indução. Visando a inovação e a eficiência do produto em alcançar o hábito pretendido, foram combinadas a eco-feedback, eco escolha, eco incentivo, eco-direção e a eco tecnologia.

A solução de eficiência energética concebida para o produto, somado às características originais de um cooktop de indução, possui um display digital conectado a dados que fornece possibilidades de seleção de receitas de alimentos essenciais, para planejamento da cocção, recebendo sugestões de quantidade, tempo, potências ideais e uso de calor residual, para uma cocção automática através do timer. Estas sugestões consideram uma situação de cocção otimizada, levando o usuário a um processo de cocção mais eficiente, sustentável e planejado. Esta função engloba as estratégias de eco escolha, ao oferecer uma opção mais sustentável de cocção, eco-steer, ao entregar uma função prática para adoção do usuário, assim como a eco tecnologia, ao proporcionar uma sugestão baseada em dados que possui uma programação automática para preparação do alimento, sem a necessidade de intervenção do usuário. O produto possui também timer com conciliação dos tempos de cocção de cada alimento, que prevê notificações a cada passo e utilização de calor residual no fim do preparo, que continua aplicando e reforça as estratégias descritas acima. Ao fim da cocção, o produto entrega um feedback do consumo energético, com um sistema de gamificação com pontos que acumulam descontos para incentivo do uso mais

sustentável. Essa função engloba as estratégias de eco-feedback e eco incentivo, respectivamente, ao proporcionar a visualização do consumo e dos benefícios do seu comportamento em dados, e ao promover um sistema de recompensas através da gamificação.

As soluções desenvolvidas em busca do hábito pretendido, integraram o público alvo ao processo de desenvolvimento, realizado a partir do design centrado no usuário, resultando em soluções personalizadas e compreensivelmente introduzidas, causando assim um impacto transformativo significativo no hábito do usuário, graças ao alinhamento com o perfil do consumidor e a combinação de estratégias que atuam nas três dimensões do DCS, orientando a mudança de comportamento através da informação, mantendo a mudança através de funções facilitadoras, e garantindo a mudança através de automatizações.

Continuando a análise da amostra, no setor de produtos de linha branca, a estratégia que obteve maior recorrência foi a Eco-direção. Esta estratégia é uma das mais presentes por ser implementada através de funções extras, sem alterar a lógica de funcionamento dos produtos. É largamente disseminada, oferecendo um grande potencial de transformação dos hábitos do usuário. Essa categoria de intervenção do DCS abre as portas para tecnologias mais avançadas, visto que, como resultado de sua aplicação, o usuário pode alcançar maior consciência e, desta forma, é mais provável de que aceitará imposições previstas no terceiro nível das estratégias de DCS do modelo de Tang & Bhamra (2008) e Lilley (2009), que se refere às estratégias coercitiva/impositivas.

Outra oportunidade de inovação no setor de linha branca (cocção) a partir dos conceitos e princípios de DCS, e que, também, só foi explorada no P3, trata do design com personalização para o usuário. Segundo Tang & Bhamra (2012) entender os hábitos do consumidor é um dos recursos que pode auxiliar designers a intervir no nível comportamental. Portanto, uma abordagem personalizada aumentaria a identificação do usuário e seu comprometimento, podendo aumentar a consciência entre a conexão do comportamento de uso individual e do impacto ambiental direto, a qual é abstrata para os consumidores segundo Tang & Bhamra (2008). No exemplo da amostra essa personalização e aproximação com o usuário é dada pela oportunidade de informar ao produto quais os alimentos a serem consumidos e reaproveitados.

Um ponto positivo percebido nos artefatos selecionados foi a presença das soluções correspondentes às estratégias de DCS diretamente no produto, em contraposição

a soluções que digitalizam esta interação. A presença analógica destas soluções garantem uma interação direta do usuário com as intervenções do design para sustentabilidade, através da interface do produto. Essa dinâmica coloca o fabricante de produtos de linha branca no “frontstage” das contribuições da indústria no fomento a padrões de consumo e produção mais sustentáveis, posto que tem presença constante e continuada no lar de cada cidadão.

Contudo, algumas intervenções possuem contradições. O forno P2 por exemplo, possui tanto uma função para aquecimento mais sustentável, porém mais lenta, como uma função mais potente, que atinge a temperatura programada entre 4 a 6 minutos. O mesmo ocorre em cooktops de indução, como o P6, que permite combinações de potência de duas bocas em uma só. Nesses casos, apesar do ganho em tempo, a demanda por recursos energéticos é maior e resulta, em última instância, na ampliação do consumo. Apesar disto, os produtos não possuem uma transparência, que poderia ser fornecida através do eco feedback, informando os gastos literais de cada função, estimulando maior consideração do usuário ao ativá-las.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da mini-survey realizada em produtos de cocção da linha branca apontam que é possível a implementação compreensiva das estratégias de DCS no setor. Contudo, a pesquisa identificou lacunas devido a baixa presença de soluções que englobam o universo em estudo e, ao mesmo tempo, aplicações pouco compreensivas em cada produto isoladamente. Tanto a ampliação da oferta de produtos que integrem o repertório de estratégias em DCS, como a aplicação integrada destas mesmas estratégias em cada produto individualmente, configuram-se como oportunidades de inovação para o setor.

Destaca-se que a customização das estratégias de intervenção pode auxiliar no engajamento do consumidor no processo de mudança de comportamento, assim como ampliar a compreensão das suas ações individuais e seus impactos diretos.

Outro ponto que pode ser destacado na aplicação das estratégias de DCS em produtos de linha branca a partir da amostra, é a recorrência de intervenções ligadas a inserção de funcionalidades eco-direção e a aplicação de natureza analógica, com intervenções diretamente na interface e funcionalidades do produto. A integração desta abordagem com o potencial oferecido pelas tecnologias digitais pode ampliar o leque de estratégias à disposição do consumidor, possibilitando alcançar pessoas em

diferentes níveis de maturidade e motivações em se tratando da sustentabilidade.

A aplicação desse modelo para mudança do comportamento do usuário na fase de uso prevê a criação de novos paradigmas na área do design, expandindo o papel do designer na hora de pensar a sustentabilidade de seus projetos e criando novos parâmetros comparativos no mercado. Este novo paradigma envolve a utilização de práticas que outrora seriam consideradas como heresia projetuais, como o desrespeito a expectativas do usuário quanto aos resultados da interação com o produto, particularmente aqueles usuários céticos quanto à sustentabilidade. Provocar mudanças, ainda que usuários não manifestem o desejo pelas mesmas, significa trazer ao Designer e ao Design um papel estratégico e crítico que, paradoxalmente, considera as necessidades do usuário em um futuro de escassez de recursos e impactos crescentes das mudanças climáticas.

Considera-se que a promoção de hábitos efetivamente mais sustentáveis requer o estímulo na adoção dos princípios do slow food, como a valorização das receitas sazonais, o pouco congelamento, redução de embalagem, priorização de produtores locais e redução da proporção de consumo de alimentos industrializados ou super processados. Portanto, produtos de cocção orientados ao comportamento sustentável podem alcançar impacto para além da mera atividade de cocção, passando a incluir elementos que afetam toda a cadeia de valor e, até mesmo, os hábitos sociais, com o estímulo à maior convivialidade e a busca de maior coesão social. As tecnologias digitais (IoT, Big Data, Blockchain, etc) podem ser instrumentais para se alcançar este propósito, configurando-se como oportunidades efetivas de direcionamento das inovações de base tecnológica na direção de impactos sociais, ambientais e econômicos relevantes.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). ENERGY-SMART FOOD FOR PEOPLE AND CLIMATE. 2011.

LAVILLE, C., DIONNE, J. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas / Christian Laville e Jean Dionne; traduzido por Heloísa

Monteiro e Francisco Settineri. — Porto Alegre : Artmed; Belo Horizonte: Editora UFMG. 1999.

LILLEY, D. (2009). Design for sustainable behaviour: strategies and perceptions. *Design Studies*, 30(6), 704–720. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2009.05.001>

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Ambiente. Índice de desperdício alimentar. Relatório 2021.

SHIN, H. D., BULL, R. (2019). Three dimensions of design for sustainable behaviour. *Sustainability (Switzerland)*, 11(17). <https://doi.org/10.3390/su11174610>.

TANG T., BHAMRA, T. A. (2012). Putting consumers first in design for sustainable behaviour: a case study of reducing environmental impacts of cold appliance use. *International Journal of Sustainable Engineering*, 5:4, 288-303, DOI: 10.1080/19397038.2012.685900

TANG, T., BHAMRA, T. A. (2008). Changing energy consumption behaviour through sustainable product design INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE - DESIGN 2008 Dubrovnik - Croatia, May 19 - 22, 2008.

UNITED NATIONS. The Sustainable Development Goals Report 2015. 2015.

YIN, R. K. Estudo de Caso: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

AUTORES

ORCID: 0000-0002-86456919

AGUINALDO DOS SANTOS, Phd. | Universidade Federal do Paraná | Design de Produto | Curitiba, PARANÁ (PR) - Brasil | Correspondência para: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Design, Núcleo de Design e Sustentabilidade. UFPR, Reitoria, Edifício Dom Pedro I, Rua General Carneiro, 460, sala 717 - Centro, 80060150 - Curitiba, PR - Brasil | e-mail: asantos@ufpr.br

ORCID: 0000-0002-5814-9110

DANIELA MILENA HARTMANN, Graduada. | Universidade Federal do Paraná | Design de Produto | Curitiba, PARANÁ (PR) - Brasil | Correspondência para: Rua São Pio X, 291, apto 201, Ahú, 80540-240 – Curitiba(PR) | e-mail: danielahartmann@ufpr.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

DOS SANTOS, Aguinaldo; HARTMANN, Daniela Milena; Design para o Comportamento Sustentável: Implicações para Inovação em Produtos na Linha Branca. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 53-61, nov. 2022. ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.53-61>.

SUBMETIDO EM: 26/09/2022

ACEITO EM: 30/09/2022

PUBLICADO EM: 30/11/2022

EDITORES RESPONSÁVEIS: Paulo César Machado Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto.

Registro da contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

AS: Conceituação, Aquisição do financiamento, Investigação, Metodologia, Administração de projetos, Supervisão, Validação e Escrita - revisão e edição.

DMH: Curadoria de dados, Análise formal, Investigação, Validação, Visualização e Escrita - rascunho original.

Declaração de conflito: nada foi declarado.

BIOMIMÉTICA, GEOMETRIA COMPLEXA E MODELAGEM PARAMÉTRICA: UMA ESTRUTURA DE SABER PARA ARQUITETURA

BIOMIMETICS, COMPLEX GEOMETRY AND PARAMETRIC MODELING: A STRUCTURE OF KNOWLEDGE FOR ARCHITECTURE

BRUNNA PEREIRA DE OLIVEIRA | Universidade Federal de Pelotas (UFPe), Brasil

JANICE DE FREITAS PIRES, Dr^a. | Universidade Federal de Pelotas (UFPe), Brasil

RESUMO

Este artigo está vinculado ao Projeto de Pesquisa AMPARA, da FAUrb/UFPe, que trata da construção de referenciais didáticos para a adoção de técnicas de modelagem paramétrica e fabricação digital de superfícies complexas da arquitetura por meio do estudo sobre o emprego de tais geometrias na prática profissional. Em trabalho anterior, foram identificadas as abordagens da Biomimética e da modelagem paramétrica como potencializadas à exploração de tais geometrias. No mesmo estudo, a partir de uma teoria didática e sua noção estruturada do saber, foi feita uma sistematização de tais conceitos. Neste trabalho se apresenta uma proposta de explicitação do saber envolvido na geração de geometrias complexas da natureza e na modelagem paramétrica destas. Como resultado, tal saber é estruturado em esquemas visuais – mapas conceituais – que se vinculam a uma rede de conceitos que tem o propósito de integrar tais saberes com as abordagens de arquitetura Tectônica e Estereotômica, apresentadas aos estudantes de Arquitetura e Urbanismo no atelier de projeto em estágios iniciais de formação.

PALAVRAS CHAVE

Biomimética; Geometria Complexa; Estruturas de Saber.

ABSTRACT

This article is linked to the AMPARA Research Project, from FAUrb/UFPe, which deals with the construction of didactic references for the adoption of parametric modeling techniques and digital fabrication of complex architectural surfaces through the study of the use of such geometries in professional practice. In a previous work, the approaches of Biomimicry and parametric modeling were identified as potentiating the exploration of such geometries. In the same study, based on a didactic theory and its structured notion of knowledge, a systematization of such concepts was made. This work presents a proposal to explain the knowledge involved in the generation of complex geometries in nature and in their parametric modeling. As a result, such knowledge is structured in visual schemes - conceptual maps - that are linked to a network of concepts that aims to integrate such knowledge with the approaches of Tectonic and Stereotomic architecture, presented to students of Architecture and Urbanism in the design studio in the initial years of training.

KEYWORDS

Biomimicry; Complex Geometry; Knowledge Structures.



1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho está inserido no Projeto de pesquisa AMPARA (Análise, Modelagem PARAMétrica e Fabricação Digital da geometria complexa da arquitetura: construção de referenciais didáticos para o ensino de projeto), da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAUrb) da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), que possui como objetivo principal promover a construção de referenciais didáticos, por meio do estudo do emprego de superfícies complexas da arquitetura, para a adoção de técnicas de representação gráfica digital - como a modelagem paramétrica - e fabricação digital, como suporte à ação projetual. Considerando-se que a atividade de arquitetura e urbanismo tem um grande compromisso social na busca de minimizar os efeitos causados pelos processos envolvidos em todas as atividades que a permeiam - concepção projetual, escolha e manipulação dos materiais e processos construtivos e desempenho do edifício ao longo de seu ciclo de vida, os quais na maioria das vezes não contemplam a busca da sustentabilidade necessária no contexto atual de degradação ambiental - torna-se importante empregar estratégias e técnicas que sejam minimamente responsivas durante o processo projetual.

Além disso, essa questão também permeia a formação em arquitetura, sendo necessário lidar, nesse contexto, não apenas com tais estratégias, como também com a estrutura de saber subjacente, que, nos termos da Teoria da Transposição Didática e da Teoria Antropológica da Didática de CHEVALLARD (1991; 1999), é dinâmica e está em constante transformação. De acordo com essas teorias, o saber se estrutura com base em uma praxeologia da atividade humana que, dependendo do contexto no qual transita, pode sofrer transformações e adaptações e é essencialmente composto pelos seguintes elementos: uma tarefa ou um conjunto de tarefas a serem realizadas, que podem ser denominadas como um problema; as técnicas adequadas à resolução das tarefas; as tecnologias, que explicam, justificam e dão suporte ao desenvolvimento e aplicação das técnicas; e as teorias, que tem o mesmo papel em relação às tecnologias, ou seja, explicam, justificam e dão suporte a elas.

Sob essa perspectiva, na área de representação gráfica para o projeto de arquitetura, essas teorias têm sido utilizadas para identificar e explicitar as estruturas de saber que envolvem o processo projetual e a sua representação, especialmente a modelagem digital com o aporte do saber geométrico inerente a esta. Nesse contexto, uma das abordagens tecnológicas atuais da área envolve o denominado projeto paramétrico, que, de acordo com

WOODBURY (2010), baseia-se em um modelo digital descrito através de parâmetros e relações entre os seus entes geométricos, possibilitando uma grande variedade de soluções alternativas. Este tipo de processo projetual tem sido empregado na concepção de geometrias complexas com atributos de vários tipos de desempenho, como térmico, estrutural e de conforto ambiental, possibilitando executar análises dinâmicas em tempo real por meio de modelos digitais paramétricos associativos.

Acrescido a isso, a Biomimética se apresenta como uma ciência com grande potencial para explicitar e aplicar conceitos da geometria complexa na arquitetura que possuem integração funcional e eficiência estrutural, a partir da análise dos processos dos fenômenos naturais. Isso porque, essa ciência, também denominada Biônica, consiste, segundo BENYUS (2003), no estudo dos modelos da natureza e na utilização de suas soluções e processos - formas, funções, comportamentos e metodologias - como inspiração à resolução de problemas. Além disso, embora essa abordagem já tenha permeado soluções arquitetônicas no passado, como nas obras de Gaudí, Frei Otto e Félix Candela, nos últimos 20 anos, as formas da natureza são vistas cada vez mais como requisitos projetuais em obras arquitetônicas (POTTMANN et al, 2007). Isso ocorre porque, conforme PEREZ-GARCIA e GÓMEZ-MARTÍNEZ (2009), o desenvolvimento das estruturas da natureza se dá com o objetivo de sempre atingir soluções energéticas ideais em longos prazos, sendo estruturadas em saberes que, na arquitetura, fundamentam questões de desempenho. Desse modo, a associação da representação paramétrica ao conceito de Biomimética oferece subsídios para a geração de modelos com formas complexas e otimizadas, as quais podem ser empregadas como solução projetual frente ao propósito de minimizar os efeitos causados no meio ambiente em que o projeto será inserido.

No contexto em que este trabalho se insere, observa-se no ateliê de projeto do segundo semestre do curso de arquitetura da Universidade Federal de Pelotas a introdução dos conceitos de arquitetura Tectônica e Estereotômica, fundamentados por BAEZA (2003), para aquisição da consciência construtiva e, posteriormente, a exploração de superfícies curvas, com ênfase no emprego de abóbadas. Acrescido a isso, conforme LEGAULT (2005), tais abordagens possuem grande importância no ensino de arquitetura e podem proporcionar avanços a partir de sua aplicação. No entanto, em tal contexto de ensino, a exploração do emprego de geometrias curvas no projeto de arquitetura restringe-se a classe de superfícies cônicas

e cilíndricas, não abarcando formas mais complexas e otimizadas tais como as superfícies de dupla curvatura. Ademais, os métodos de concepção e de representação de tais estruturas no ateliê de projeto ainda são desenvolvidos com técnicas tradicionais de representação, sem a adoção da potencialidade do desenho paramétrico para a configuração de formas otimizadas, as quais poderiam atender alguns princípios da Biomimética.

Desse modo, tenta-se compreender de que maneiras a Biomimética e a representação gráfica digital, particularmente a modelagem paramétrica, podem se integrar e colaborar à compreensão de tais conceitos para sua inserção no ensino de arquitetura. O estudo tem como principal objetivo sistematizar a estrutura de saber envolvida na geração de geometrias complexas, visando integrá-los com as abordagens apresentadas aos estudantes de Arquitetura no atelier de projeto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O termo Biônica ou Biomimética consiste na “imitação consciente da genialidade da vida” (BENYUS, 1997), isto é, trata-se de uma ciência que estuda os sistemas naturais e os seus modelos de maneira a utiliza-los como inspiração para reproduzir seus princípios em prol do desenvolvimento de projetos ou resolução de problemas. Segundo DETANICO, et al (2010), o emprego da Biomimética permite a criação de formas, funções e/ou comportamentos análogos. O advento da Biomimética é de suma importância para a ecologia e traz consigo uma mudança de paradigma na contemporaneidade. Isso porque,

“Numa sociedade acostumada a dominar ou ‘melhorar’ a natureza, essa respeitosa imitação, é uma abordagem inteiramente nova, uma verdadeira revolução. Diferentemente da Revolução Industrial, a Revolução Biomimética inaugura uma era cujas bases assentam não naquilo que podemos extrair da natureza, mas no que podemos aprender com ela.” (BENYUS, 1997)

Assim, tal ciência possui um caráter fundamentalmente ecológico e, de acordo com ARRUDA E FREITAS (2018), preza os valores éticos que são imprescindíveis ao ser humano e representa uma convivência harmoniosa com o meio ambiente não construído. Dessa maneira, é possível observar a importância dessa ciência para lidar com a atual crise ecológica global e para proteger e garantir a qualidade de vida na Terra. As soluções, construídas a partir da natureza como modelo, medida e mentora, podem contribuir para o processo projetual não apenas na forma de analogia, como também a partir dos padrões

geométricos e/ou matemáticos que envolvem as estruturas da natureza (DETANICO, et al, 2010).

No âmbito da arquitetura e em um contexto acadêmico específico, esta abordagem já era utilizada no passado, especialmente nas obras de arquitetos como Gaudí, Frei Otto e Felix Candela, e em disciplinas de análises dos fenômenos naturais, suas estruturas e o funcionamento dos organismos vivos na Bauhaus (ARRUDA, 2002). Além disso, os projetos arquitetônicos que possuem sua metodologia e forma inspiradas na natureza estão estruturados em saberes que fundamentam questões de desempenho na arquitetura, a partir do conceito de otimização.

Nas últimas duas décadas o avanço da técnica com o auxílio de ferramentas computacionais tem gerado novas formas de representação que revolucionam o processo projetual. A representação e modelagem paramétrica, que exige a extração e definição sistemática dos parâmetros e princípios que compõem os elementos arquitetônicos (HERNANDEZ, 2006), possibilita uma grande variedade de soluções alternativas, bem como a concepção das formas mais complexas, em particular as recorrentes na natureza, o que proporciona rapidez e fluidez do desenho e, conseqüentemente, do projeto.

Segundo KOLAREVIC (2003), é de suma importância os novos conhecimentos sobre geometrias não-euclidianas – complexas – e parametrização. Isso porque, não apenas encontram-se, cada vez mais, pesquisas e edifícios construídos a partir dessas novas técnicas de modelagem geométrica e fabricação digital, mas também porque tais tecnologias possuem a capacidade de calcular rapidamente complexas fórmulas matemáticas (FLORIO, 2011). Assim, a modelagem paramétrica viabiliza a geração de geometrias complexas, bem como potencializa a explicitação do saber que envolve as estruturas presentes na natureza a partir da programação de regras e relações entre os entes geométricos que as compõe.

Ainda de acordo com FLORIO (2011), a arquitetura internacional contemporânea tem sido amparada pela modelagem paramétrica e pela fabricação digital nessa mudança de paradigma que se vive atualmente no modo de construir. Além disso, “A interconexão de códigos, como os processos da natureza, computação paramétrica e fabricação digital, aponta para soluções arquitetônicas mais adequadas” (OLIVEIRA, 2012) às demandas da contemporaneidade. No contexto de ensino em arquitetura, a modelagem paramétrica por meio de uma linguagem de programação visual, como ocorre no plug-in Grasshopper, presente no software Rhinoceros, tem contribuído para avanços significativos sobre o domínio de formas de

grande complexidade (FLORIO, 2011), especialmente às geometrias inspiradas na natureza, e a democratização desse modo de projetar. Isso acontece porque o plug-in possui uma lógica operacional mais intuitiva devido ao fato de os scripts estarem embutidos nas sequências de comandos (componentes), não necessitando o usuário ter conhecimento em linguagem de programação.

A Teoria da Transposição Didática (CHEVALLARD, 1991), a partir de sua noção estruturada de um saber, surge como uma metodologia potencial para explicitar tal saber. Isso porque, tal teoria diz que a estrutura de um saber se constitui por quatro elementos: problema, técnicas (de resolução deste problema), tecnologias (discursos que produzem e explicam as técnicas) e teorias (que produzem e justificam as tecnologias). A teoria ainda destaca que em um contexto educativo os quatro elementos devam estar presentes e integrados. Ao mesmo tempo em que tal explicitação das estruturas de um saber permite realizar conexões entre diversos temas envolvidos em uma dada abordagem. Isto faz com que o saber a ser ensinado não se encerre em um saber-fazer (bloco mais prático do saber, da aplicação da técnica em si) e seja contextualizado a partir do saber teórico e tecnológico.

Os mapas conceituais (NOVAK; CAÑAS, 2006) possuem a capacidade de explicitar as estruturas de um saber por meio de representações de um conjunto de conceitos dispostos e interligados entre si. Nesse sentido, através do recurso CmapTools (<http://cmap.ihmc.us/>), é possibilitada a sistematização da estrutura de um ou mais saberes com a visualização das conexões entre cada um dos elementos que compõem tais saberes (PIRES, 2017). Além disso, tais estruturas estão sempre abertas à ampliação ou reorganização provocada pela adição e/ou remoção de elementos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho trata-se de um processo de estruturação de referenciais didáticos que passou, primeiramente, por um processo de revisão bibliográfica, realizado em OLIVEIRA, PIRES (2021), sobre as relações existentes entre a Biomimética, a Arquitetura, o processo projetual, a representação gráfica, a arquitetura Tectônica e Estereotômica e a abordagem paramétrica de projeto e de representação, com base nos estudos de SANTOS (2010), LOBACH (2000), BAEZA (2003) e REBELLO (2000).

Posteriormente, foi desenvolvida uma análise geométrica e a modelagem paramétrica do Restaurante Los Manantiales de Félix Candela. Na sequência, o mesmo foi desenvolvido para uma atividade de projeto do segundo semestre do curso de Arquitetura da UFPel, realizada, anteriormente, pela autora deste estudo na disciplina de Projeto de Arquitetura II, no ano de 2019, com técnicas tradicionais de representação, em que foi aplicado um tipo de estrutura curva no projeto, seguindo o conceito de Estereotômica. Ambas as atividades utilizaram o software de modelagem tridimensional Rhinoceros e o plug-in de modelagem paramétrica por programação visual Grasshopper. Durante o processo, foram sendo explicitados os elementos de saber associados à representação das geometrias complexas da arquitetura integrados ao saber que envolve a atividade de projeto, de acordo com a noção estruturada de um saber, de CHEVALLARD (1999), estruturados no formato de uma rede de conceitos, em mapas conceituais, desenvolvidos no software CMAP tools (<https://cmap.ihmc.us/>). Isso se deu pela possibilidade de compartilhamento em rede, em servidores e sites, no formato html, seguindo a metodologia adotada em PIRES (2017).

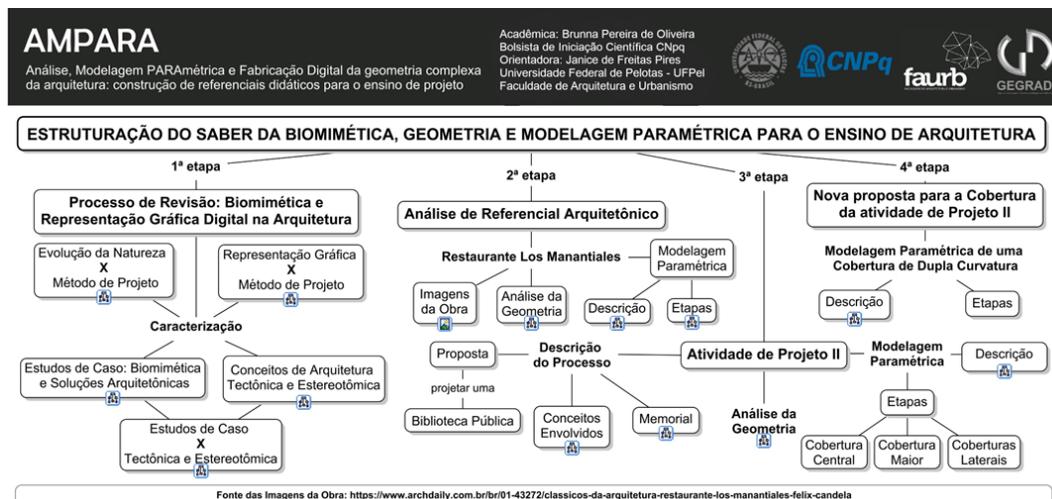


Figura 01: Mapa dirigente da estrutura de saber explicitada no estudo.

Fonte: elaborado pelas autoras.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estruturação desenvolvida até então já permitiu integrar os conceitos e técnicas de modelagem paramétrica de geometrias complexas da natureza com as potencialidades da Biomimética e dos conceitos de Tectônica e Estereotômica. Nesse sentido, essa rede de conceitos organizou-se em um mapa dirigente (Figura 1) com quatro etapas principais - “Processo de Revisão: Biomimética e Representação Gráfica Digital na Arquitetura”, “Análise de Referencial Arquitetônico”, “Atividade de Projeto II” e “Nova proposta para a Cobertura da atividade de Projeto II” - as quais possuem sub estruturas organizadas em outros mapas de especificação do saber.

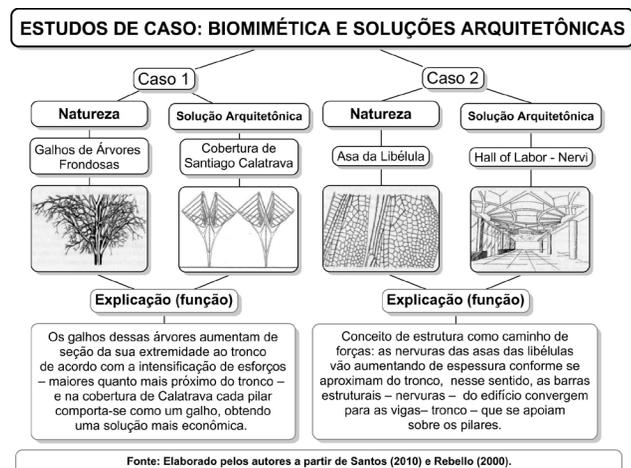


Figura 02: Estudos de Caso Parte 1 - parte do processo de revisão estruturado.
 Fonte: elaborado pelas autoras.

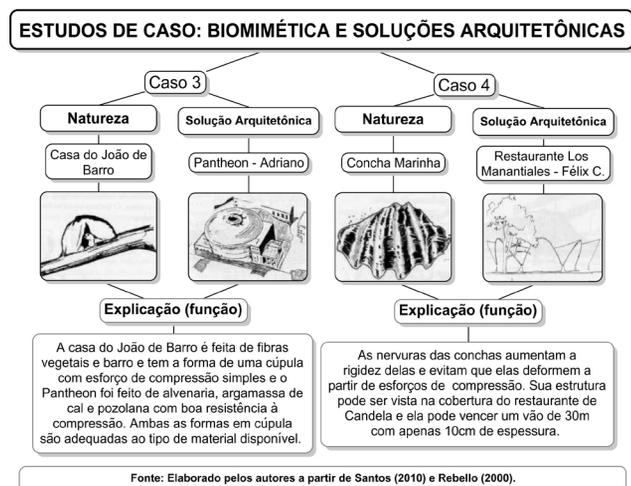


Figura 03: Estudos de Caso Parte 2 - parte do processo de revisão estruturado.
 Fonte: elaborado pelas autoras.

Dessa maneira, a primeira etapa da estruturação da rede de conceitos consistiu em sistematizar os resultados dos referenciais do processo de revisão desenvolvido em AUTORAS (2021). Os elementos explicitam como a

Biomimética pode ser utilizada como suporte ao método de projeto e à obtenção de soluções arquitetônicas (Figuras 2 e 3) em conjunto com a representação gráfica digital (Figuras 4 e 5).



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Santos (2010) e das quatro fases do trabalho projetual de LOBACH (2000).

Figura 04: Representação Gráfica X Método de Projeto Parte 1 - parte do processo de revisão estruturado.
 Fonte: elaborado pelas autoras.

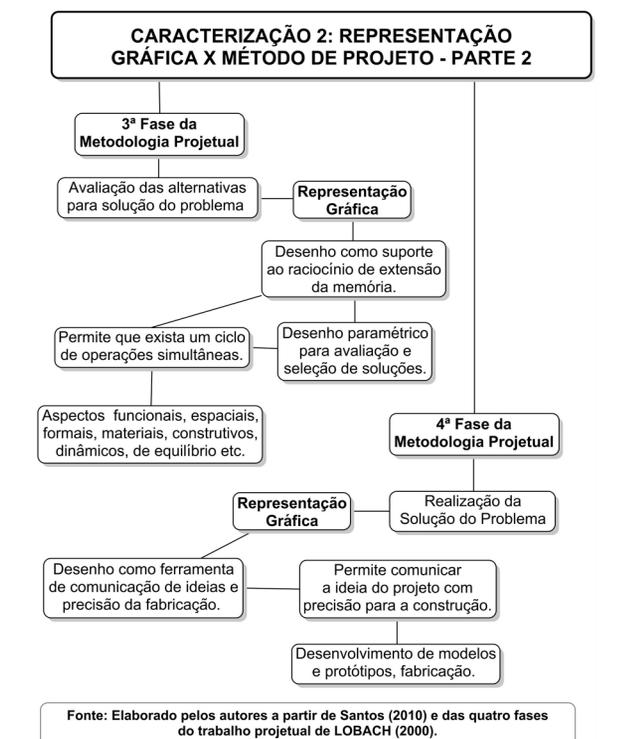


Figura 05: Representação Gráfica X Método de Projeto Parte 2 - parte do processo de revisão estruturado.
 Fonte: elaborado pelas autoras.

Ademais, essa etapa permitiu refletir que a análise da natureza auxilia na compreensão dos termos de arquitetura Tectônica e Estereotômica de forma didática no ateliê de projeto, conforme explicitado no mapa da Figura 6 e 7.

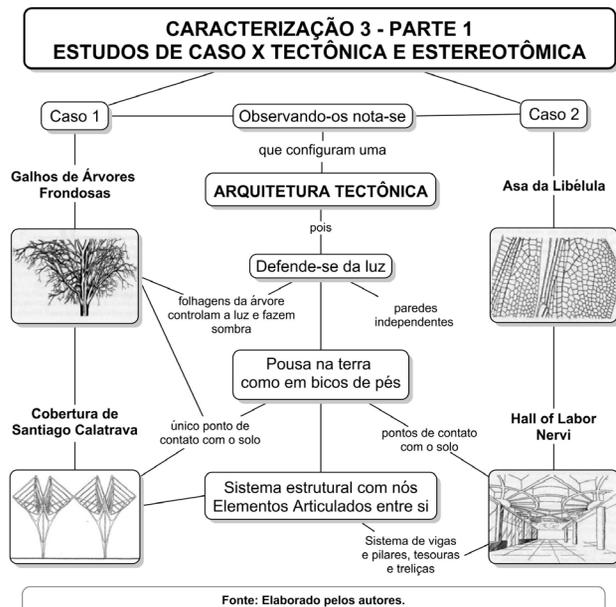


Figura 06: Estudos de Caso X Tectônica e Estereotômica Parte 1 - parte do processo de revisão estruturado.
Fonte: elaborado pelas autoras.



Figura 07: Estudos de Caso X Tectônica e Estereotômica Parte 2 - parte do processo de revisão estruturado.
Fonte: elaborado pelas autoras.

Posteriormente, como método de reconhecimento dos conceitos e técnicas de geração de geometrias complexas otimizadas, explicitou-se, em um mapa conceitual específico, a estrutura de saber referente à análise geométrica do Restaurante Los Manantiales de Félix Candela, que se estrutura a partir de uma composição

de superfícies de dupla curvatura, assim como pode ser observado nas Figuras 08 e 09, e, após, a programação visual correspondente à modelagem paramétrica (Figura 10) e uma sequência estruturada e explícita dos passos dessa modelagem, ou seja, a descrição de um algoritmo, conforme as Figuras 11 e 12. A escolha desse referencial se deu pela sua geometria complexa ser inspirada na natureza e pela sua relação com os conceitos abordados e identificados na etapa de estruturação anterior.

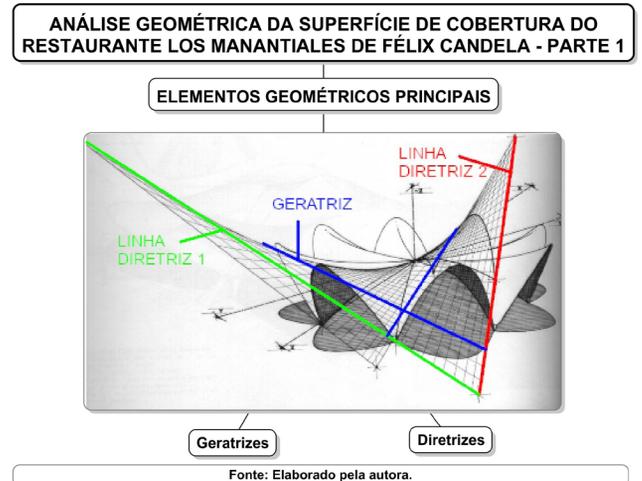


Figura 08: Análise geométrica da superfície de cobertura do Restaurante Los Manantiales de Félix Candela – Parte 1.
Fonte: elaborado pelas autoras.

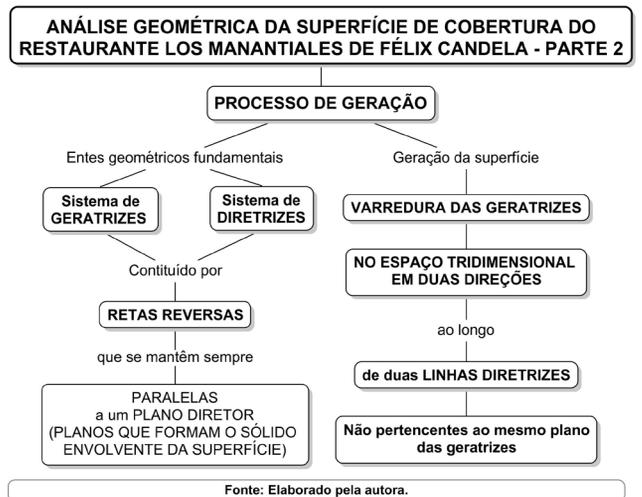


Figura 09: Análise geométrica da superfície de cobertura do Restaurante Los Manantiales de Félix Candela – Parte 2.
Fonte: elaborado pelas autoras.

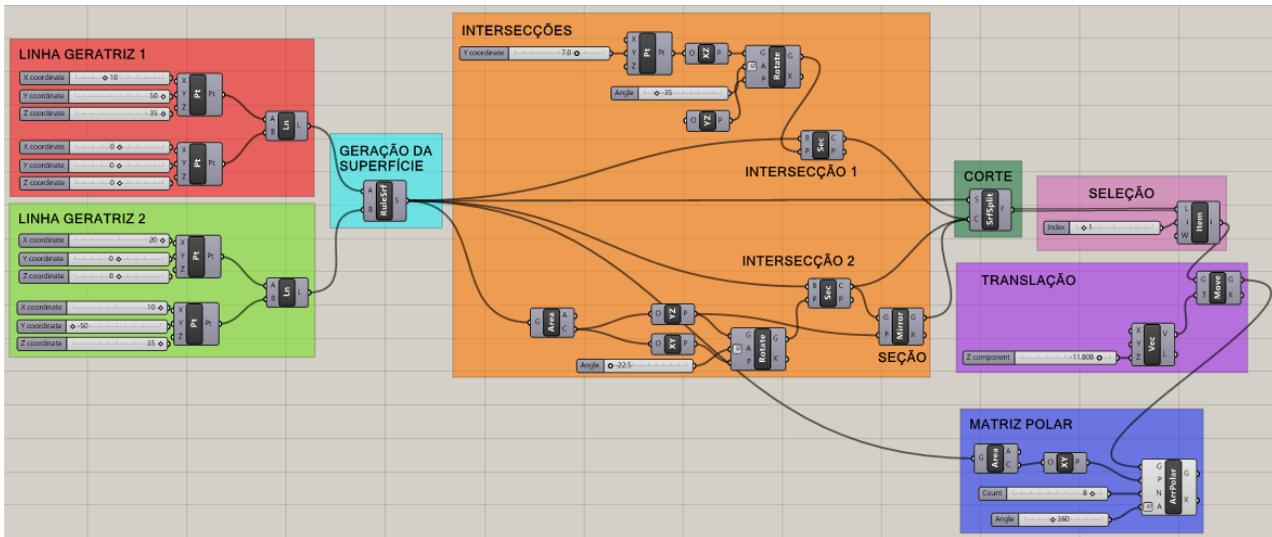


Figura 10: Programação da modelagem da superfície de cobertura do Restaurante Los Manantiales de Félix Candela.
Fonte: elaborado pelas autoras.

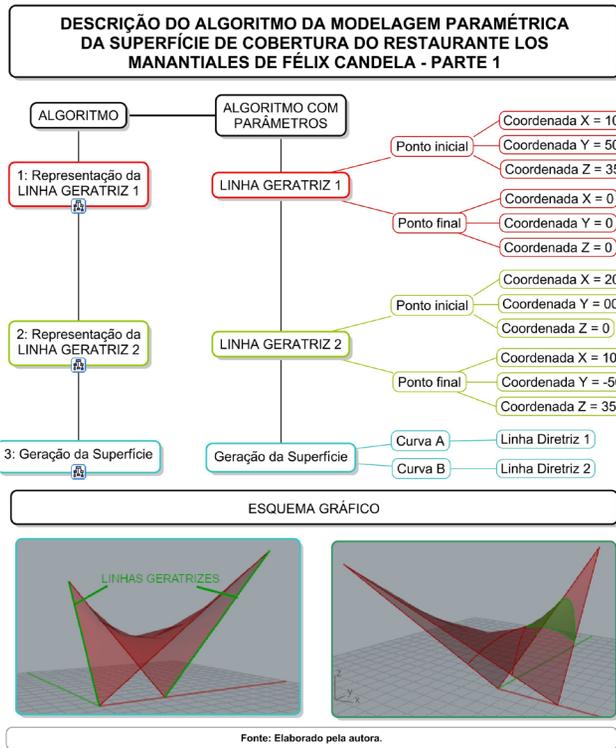


Figura 11: Descrição do algoritmo de modelagem da superfície de cobertura do Restaurante Los Manantiales de Félix Candela – Parte 1.
Fonte: elaborado pelas autoras.

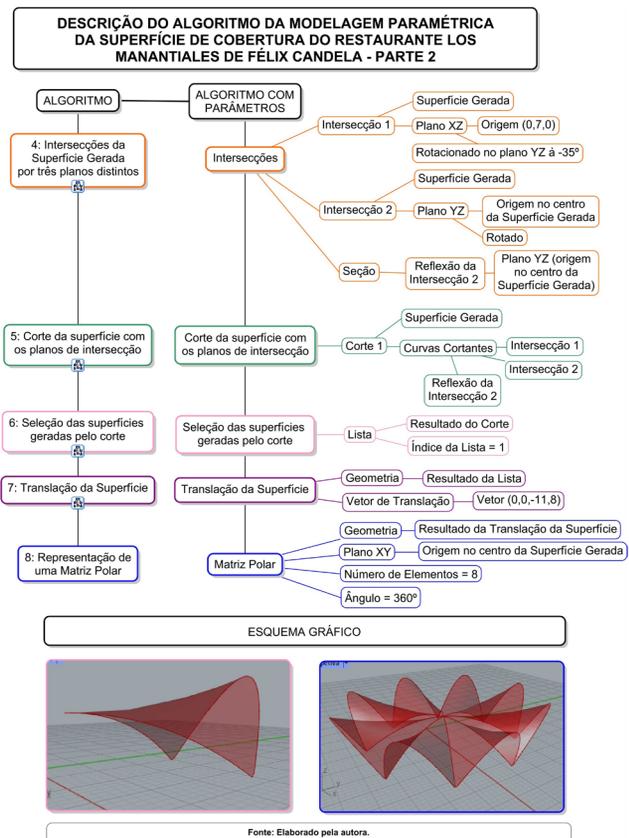


Figura 12: Descrição do algoritmo de modelagem da superfície de cobertura do Restaurante Los Manantiales de Félix Candela – Parte 2.
Fonte: elaborado pelas autoras.

Além disso, também se fez sub estruturas organizadas em outros mapas de especificação do saber da descrição do algoritmo (Figura 13).

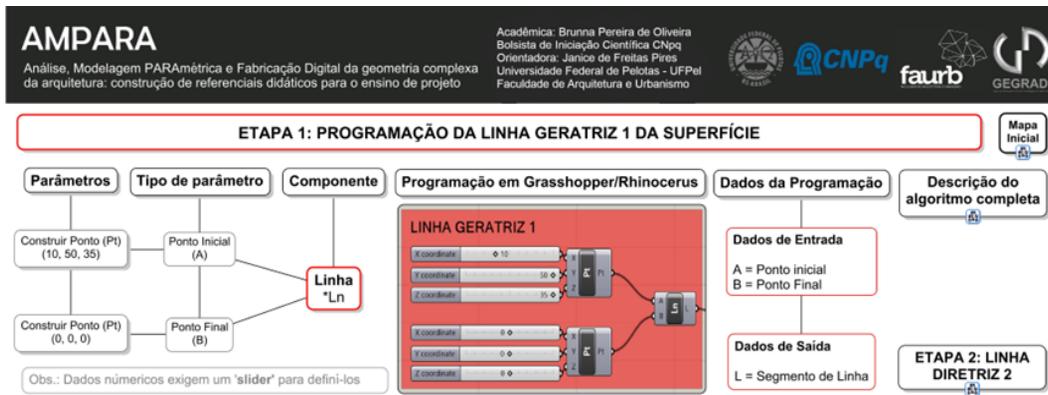


Figura 13: Etapa 1 da descrição do algoritmo de modelagem da superfície de cobertura do Restaurante Los Manantiales de Félix Candela.
Fonte: elaborado pelas autoras.

Seguindo a mesma metodologia, analisaram-se os saberes da atividade de projeto desenvolvida pela autora deste trabalho para explicitar os conceitos de projeto e a geometria que a envolvem, conforme as Figuras 14 e 15. Tendo-se por base tais saberes, desenvolveu-se a descrição do algoritmo para a modelagem paramétrica da estrutura utilizada nas superfícies de cobertura do projeto e a sua programação (Figuras 16 e 17).

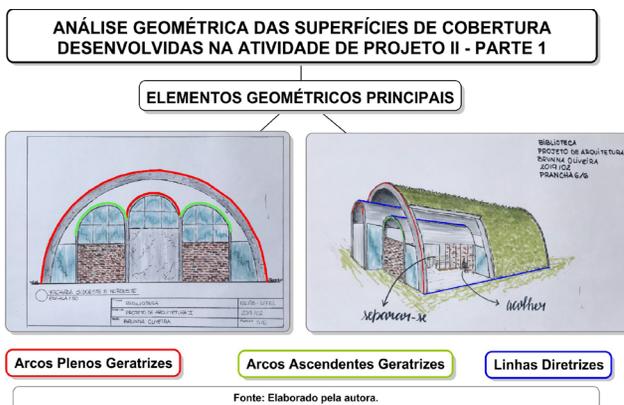


Figura 14: Análise geométrica das superfícies de cobertura desenvolvidas na atividade de Projeto II – Parte 1.
Fonte: elaborado pelas autoras.

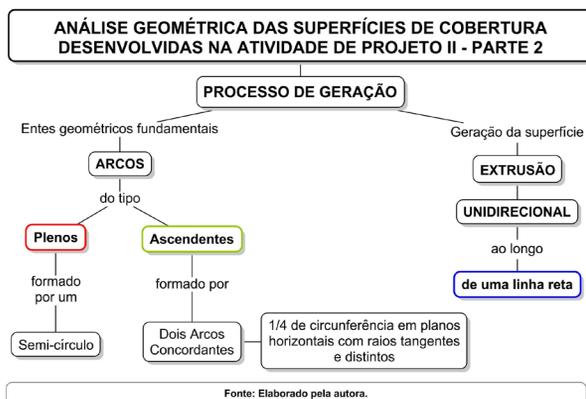


Figura 15: Análise geométrica das superfícies de cobertura desenvolvidas na atividade de Projeto II – Parte 2.
Fonte: elaborado pelas autoras.

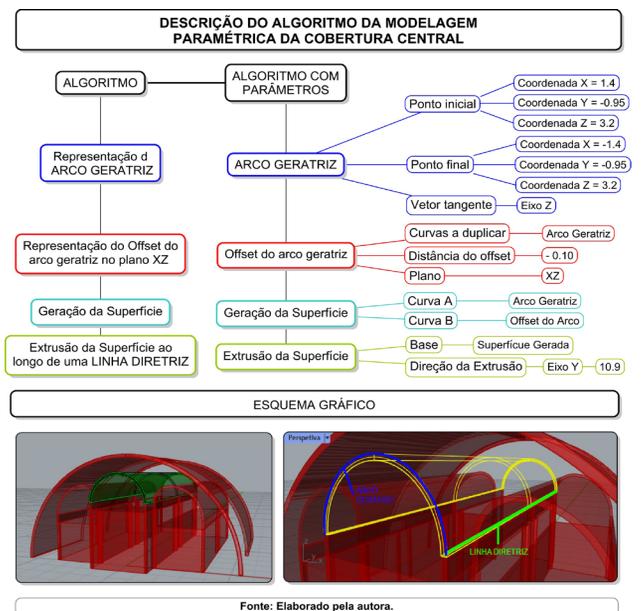


Figura 16: Descrição do algoritmo de modelagem de uma das superfícies de cobertura da atividade de projeto – Parte 1.
Fonte: elaborado pelas autoras.



Figura 17: Programação da modelagem de uma das superfícies de cobertura da atividade de projeto.
Fonte: elaborado pelas autoras.

Na sequência e por fim, realizou-se a proposição de uma nova superfície para substituir as coberturas originais da atividade de projeto, agora inspirada nas potencialidades da geometria de dupla curvatura da cobertura do Restaurante Los Manantiales de Félix Candela, com a descrição do algoritmo da nova cobertura maior, sua programação e o modelo resultante, respectivamente, conforme as Figuras 18, 19, 20, 21, 22 e 23.

DESCRIÇÃO DO ALGORITMO DA MODELAGEM PARAMÉTRICA DAS COBERTURAS LATERAIS

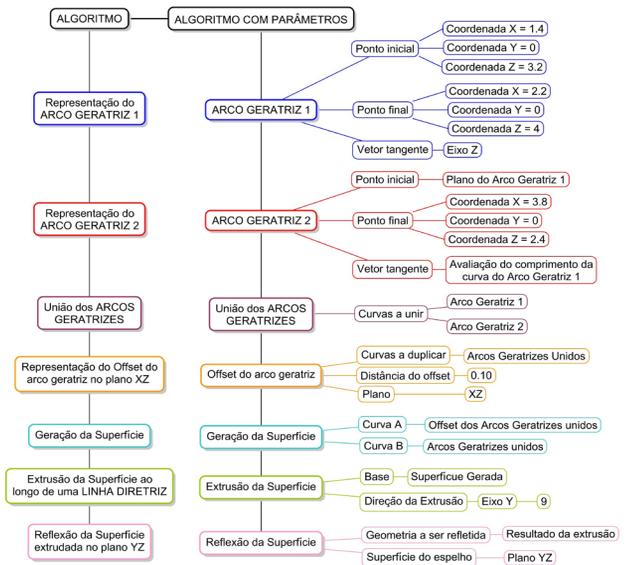


Figura 18: Descrição do algoritmo de modelagem paramétrica da nova cobertura maior – Parte 1.

Fonte: elaborado pelas autoras.

DESCRIÇÃO DO ALGORITMO DA MODELAGEM PARAMÉTRICA DA NOVA COBERTURA MAIOR - PARTE 3

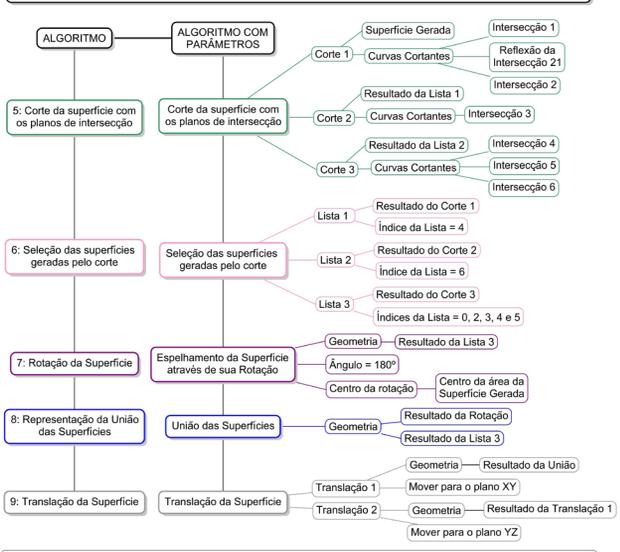


Figura 20: Descrição do algoritmo de modelagem paramétrica da nova cobertura maior – Parte 3.

Fonte: elaborado pelas autoras.

DESCRIÇÃO DO ALGORITMO DA MODELAGEM PARAMÉTRICA DA NOVA COBERTURA MAIOR - PARTE 2

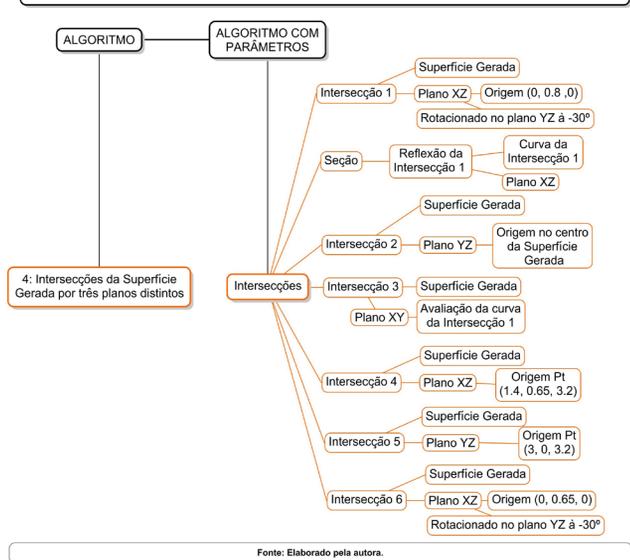


Figura 19: Descrição do algoritmo de modelagem paramétrica da nova cobertura maior – Parte 2.

Fonte: elaborado pelas autoras.

ESQUEMA GRÁFICO DA NOVA COBERTURA

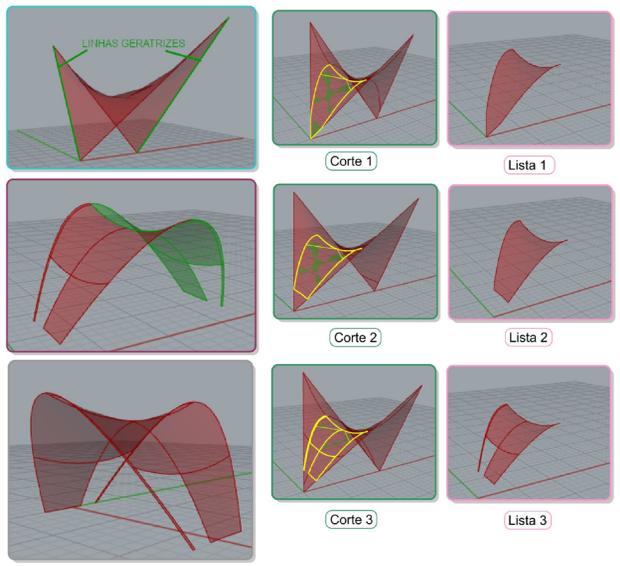


Figura 21: Esquema gráfico da nova cobertura.

Fonte: elaborado pelas autoras.

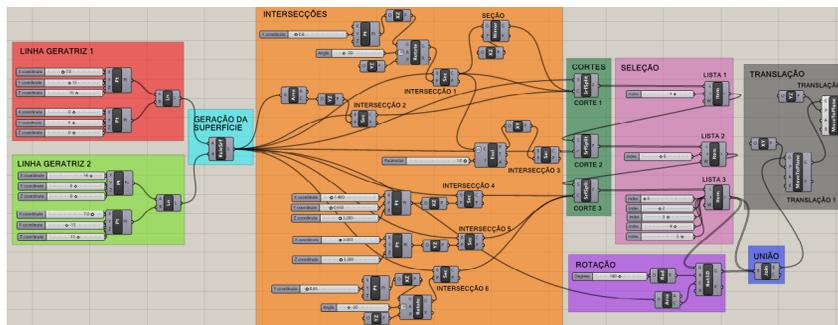


Figura 22: Programação da modelagem paramétrica da nova cobertura maior.

Fonte: elaborado pelas autoras.

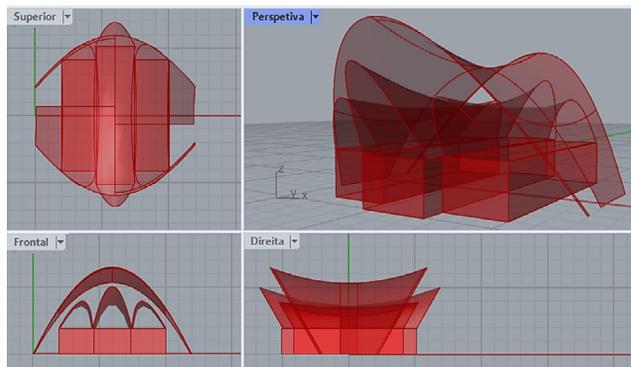


Figura 23: Modelo resultante da modelagem da atividade de projeto II com coberturas novas.

Fonte: elaborado pelas autoras.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve o intuito de estruturar uma rede de saberes que integra conceitos e técnicas de modelagem paramétrica de geometrias complexas da natureza, inspiradas nas potencialidades da Biomimética e nos conceitos de Tectônica e Estereotômica, a partir dos estudos de caso de arquitetura, como alternativas para soluções arquitetônicas. Nesse sentido, esses saberes se configuram não apenas como um recurso ao método projetual, mas também como subsídios importantes à ação projetual e formativa, voltada a abordagens contemporâneas de design.

Desse modo, a rede de conceitos estruturada possibilita a promoção de processos formativos por meio de uma estrutura de saber a ser acessada para a proposição e aplicação de atividades didáticas em modelagem paramétrica no âmbito da arquitetura, a fim de promover momentos didáticos de investigação das geometrias complexas da arquitetura, como as da natureza. Sendo assim, a associação das estruturas de saber identificadas promovem uma compreensão da relação da geometria da natureza com o processo projetual e a sua representação auxiliando os acadêmicos de Arquitetura e Urbanismo a se atualizarem e apropriarem-se dos novos saberes, métodos e soluções que vem sendo produzidos e a obterem uma maior compreensão sobre o funcionamento estrutural de seus projetos.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, A. Bionic Basic: Verso un nuovo modello di ricerca progettuale. 175 p. Tese (doutorado) – Universidade Politécnico de Milão, Dottorato di Ricerca in Disgno Industriale e Comunicazione Multimediale, 2002.

ARRUDA, A; FREITAS, T. L. NOVAS ESTRATÉGIAS DA BIOMIMÉTICA: AS ANALOGIAS NO BIODESIGN E NA BIOARQUITETURA.. *Mix Sustentável*, Florianópolis, v.4, n.1, p.73-82, mar. 2018.

BAEZA, A. C. De la cueva a la cabaña. Sobre lo este-reotómico y lo tectónico em arquitectura. In: BAEZA, A. C. *Sustancia y circunstancia: memoria del curso 2002-2003 de las asignaturas proyectos arquitectónicos 4 e 5*. Madrid: Mairea Libros, 2003.

BENYUS, J. M. *Biomimética: inovação inspirada pela natureza*. São Paulo: editora Cultrix, 2003.

CHEVALLARD, Y. El Análisis de las Prácticas Docentes en la Teoría Antropológica de Lo Didáctico. *Recherches en Didactique de Mathématiques*, Grenoble, Vol. 19, nº 2, pp. 221-266, 1999. (Traducción de Ricardo Barroso, Universidad de Sevilla). Disponível em: http://www.ing.unp.edu.ar/asignaturas/algebra/chavallard_tad.pdf

DETANIO, F. B.; et al. A Biomimética como Método Criativo para o Projeto de Produto. *Design & Tecnologia*, v. 2, p. 101-113, 2010.

FLORIO, W. MODELAGEM PARAMÉTRICA, CRIATIVIDADE E PROJETO: DUAS EXPERIÊNCIAS COM ESTUDANTES DE ARQUITETURA. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, v. 6, n. 2, p. 43-66, 2011.

KOLAREVIC, B.(Ed.). *Architecture in the digital age: design and manufacturing*. New York: Spon Press, 2003.

LEGAULT, R. La trajectoire tectonique. In: CHUPIN, J., SIMONETTE, C.(org). *Le projet tectonique*. Gollion: Infólio éditions, 2005. LOBÄCH, B. *Design industrial: bases para a configuração de produtos industriais*. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

OLIVEIRA, J. A. Biomimética e processo da Fabricação Digital: aplicações na produção da Arquitetura. *SIGRADI* 2012.

OLIVEIRA, B. P.; PIRES, J. F. BIOMIMÉTICA E REPRESENTAÇÃO GRÁFICA: ABORDAGEM INTEGRADA AO PROCESSO PROJETUAL EM ARQUITETURA. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, v. 10, p. 180-192, 2021.

PEREZ-GARCIA, A.; GÓMEZ-MARTÍNEZ, F. *Natural*

structures: strategies for geometric and morphological optimization. Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium 2009, Valencia Evolution and Trends in Design, Analysis and Construction of Shell and Spatial Structures 28 September – 2 October 2009, Universidad Politecnica de Valencia, Spain.

PIRES, J. d. F., PEREIRA, A. T. C. GONÇALVES, A. Taxonomias de geometria da arquitetura contemporânea: uma abordagem didática ao ensino da modelagem paramétrica na arquitetura. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, 2017, 12(3), 27-46.

POTTMANN, H. ASPER, A. HOFER, M. KILIAN, A. *Architectural Geometry*. Exton, Pennsylvania: Bentley Institute Press, 2007.

REBELLO, Y.C.P. *A Concepção Estrutural e a Arquitetura*. 1ª Edição. São Paulo: Zigurate Editora, 2000.

SANTOS, C. O DESENHO COMO PROCESSO DE APLICAÇÃO DA BIOMIMÉTICA NA ARQUITETURA E NO DESIGN. *Revista Tópos*. Presidente Prudente: UNESP, v. 4, n. 2, 2010, p. 144 – 192.

WOODBURY, R. *Elements of Parametric Design*. London: Routledge, 2010.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pelo apoio ao projeto AMPARA a partir da bolsa de iniciação científica, ano 2020-2021 e a FAPERGS pelo auxílio ao projeto via edital 10/21 ARD-ARC e bolsa para o período 2022- 23.

AUTORES

ORCID: 0000-0002-1975-3147

JANICE DE FREITAS PIRES, Doutora. | Universidade Federal de Pelotas | Arquitetura e Urbanismo | Pelotas, RS - Brasil | Correspondência para: Rua Barão de Santa Tecla, 213 apto. 504, Centro, Pelotas - RS, 96010-140 | e-mail: janicefpires@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4221-5953

BRUNNA PEREIRA DE OLIVEIRA, Graduanda. | Universidade Federal de Pelotas | Arquitetura e Urbanismo | Pelotas, RS - Brasil | Correspondência para: Av. Presidente Vargas,

559, casa 60 – Junção, Rio Grande - RS, 96202-188 | e-mail: brunnapo26@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

PIRES, Janice de Freitas; DE OLIVEIRA, Brunna Pereira; Biomimética, Geometria Complexa e Modelagem Paramétrica: Uma Estrutura de Saber para Arquitetura. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 63-73, nov. 2022. ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.63-73>.

SUBMETIDO EM: 04/10/2022

ACEITO EM: 14/10/2022

PUBLICADO EM: 30/11/2022

EDITORES RESPONSÁVEIS: Paulo César Machado Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto.

Registro da contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

JFP: Conceituação, análise formal, aquisição de financiamento, metodologia, administração de projetos, supervisão, visualização, escrita – rascunho original, escrita – revisão e edição.

BP: Conceituação, análise formal, investigação, metodologia, visualização, escrita – rascunho original, escrita – revisão e edição.

Declaração de conflito: nada foi declarado.

COMPARAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL, ECONÔMICA E SOCIAL PARA EXECUÇÃO DE CALÇADAS

COMPARISON OF ENVIRONMENTAL, ECONOMIC AND SOCIAL SUSTAINABILITY FOR THE EXECUTION OF SIDEWALKS

JULIA DELMONDES DE OLIVEIRA | Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

AMANDA CRISTINA PADOVA | Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

JUCELIO DALL AGNOL | Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

LUIZ FERNANDES DA COSTA NETO | Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

NATÁLIA SAGAZ | Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

RESUMO

As calçadas são componentes essenciais do meio urbano, pois permitem a locomoção dos pedestres. A inexistência ou a precariedade das calçadas comprometem a mobilidade e acessibilidade das pessoas, sendo um problema comum em diferentes cidades brasileiras. Este artigo apresenta uma avaliação do tripé da sustentabilidade a partir da comparação entre diferentes tipos de calçadas para construção em uma comunidade quilombola no estado de Santa Catarina. Após a revisão bibliográfica, foi realizada a modelagem e investigação de quatro tipos de calçadas a partir de protótipos digitais, nos seguintes sistemas construtivos: a) em concreto armado, b) em piso intertravado, c) em piso cimentício e d) com resíduos de construção civil e bambu. Após, foi realizada a avaliação da sustentabilidade global para cada protótipo. Obteve-se que a calçada mais sustentável economicamente para as bases orçamentárias da TCPO (2012) e da SINAPI (2022) foi a calçada com piso intertravado, enquanto a calçada em concreto armado teve menores valores através do orçamento fornecido na DEINFRA-SC (2021). A calçada mais viável social e ambientalmente neste estudo, é a calçada em concreto armado. A contribuição deste estudo é a identificação da solução de calçada mais sustentável para construção em uma comunidade tradicional quilombola.

PALAVRAS CHAVE

Sustentabilidade; Calçadas; Comparativo.

ABSTRACT

Sidewalks are essential components of the urban environment, because they allow the locomotion of pedestrians. The inexistence or precariousness of sidewalks compromises the mobility and accessibility of people, being a common problem in different Brazilian cities. This article presents an evaluation of the sustainability tripod from the comparison between different types of sidewalks for construction in a quilombola community in the state of Santa Catarina. After the bibliographical review, the modeling and investigation of four types of sidewalks was performed from digital prototypes, in the following building systems: a) reinforced concrete, b) interlocked floor, c) cementitious floor and d) with civil construction waste and bamboo. After that, the global sustainability assessment was performed for each prototype. It was obtained that the most economically sustainable sidewalk for the budget bases of TCPO (2012) and SINAPI (2022) was the sidewalk with interlocked floor, while the reinforced concrete sidewalk had lower values through the budget provided at DEINFRA-SC (2021). The most socially and environmentally viable sidewalk in this study is the reinforced concrete sidewalk. The contribution of this study is the identification of the most sustainable sidewalk solution for construction in a traditional quilombola community.

KEY WORDS

Sustainability; Sidewalks; Comparative.



1. INTRODUÇÃO

Os métodos tradicionais de construção demandam um grande consumo de energia e materiais, além de despendem muito recurso financeiro e mobilizar processos de produção centralizados dentro da indústria. A abordagem de um desenvolvimento sustentável visa repensar a necessidade do consumo excessivo dos materiais da construção civil e tange a pautas não somente ambientais, mas também à manutenção de cidades socialmente referenciadas a partir do planejamento urbano mais participativo e da responsabilidade sobre a administração dos recursos disponíveis com a utilização de materiais alternativos de baixo custo e impacto ambiental. Assim, sendo a construção civil um setor bastante marcado pelos impactos ambientais, a adoção de materiais e processos executivos que primam pela sustentabilidade é fundamental para um futuro global mais resiliente.

Dentre as possibilidades de uso de materiais não convencionais no setor, destaca-se o uso do bambu - um material que pode ser utilizado e apresentar bons resultados de desempenho e resistência estrutural, se respeitadas suas particularidades. Atualmente, no Brasil, estão em consulta pública duas propostas de normas técnicas para o uso do bambu na construção civil, a NBR 16828 - 1: Estruturas de bambu Parte 1: Projeto, e a NBR 16828 - 2: Estruturas de bambu Parte 2: Determinação das propriedades físicas e mecânicas do bambu, que visam a regulamentação deste material. Além disso, o reaproveitamento de Resíduos da Construção Civil (RCC) para uso dentro da própria indústria da construção pode contribuir com a minimização de impactos ambientais gerados por este setor, por destinar o resíduo, que seria descartado, para novas construções.

Por isso, este trabalho tem como objetivo avaliar o tripé de sustentabilidade para a construção de diferentes tipos de calçadas em uma área urbana de interesse social.

Essa pesquisa está alinhada com Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 10 e 11, da Organização das Nações Unidas (ONU), no que se refere ao comprometimento com um resultado eficiente em nível de sustentabilidade ambiental e social (ONU, 2015). As duas metas mais próximas deste estudo são: a meta "11.4 - Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo", e a meta "10.2 - Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, de forma a reduzir as desigualdades, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, nacionalidade, religião, condição econômica ou outra", considerando que as comunidades quilombolas

desenvolveram práticas cotidianas de resistência na manutenção de seus modos de vida característicos e na consolidação de um território próprio. Assim, a execução das calçadas na comunidade em estudo poderá colaborar na melhoria da infraestrutura que respeite a cultura e necessidades da comunidade, observando o cuidado com o meio ambiente e a geografia local.

2. SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Na construção civil, a grande escala de produção dessa atividade requer volumes proporcionais de materiais de construção que, geralmente, são extraídos de recursos naturais finitos (BARROS; FUCALE, 2016). Assim, busca-se tratar a sustentabilidade pelo viés de equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e os possíveis impactos das ações humanas nas gerações futuras. Por isso, vários autores atribuem diferentes dimensões ao termo sustentabilidade, sendo que esta pode ser caracterizada em seus aspectos ambientais, sociais, econômicos e culturais (CARVALHO, 2009; HOFFMANN, 2014; LIBRELOTTO, 2005). Assim, todas essas dimensões devem estar alinhadas para garantir o desenvolvimento sustentável das futuras gerações.

2.1. Uso de materiais de baixo impacto ambiental

2.1.1. Resíduos da Construção Civil (RCC)

As diferentes etapas do ciclo de vida das construções geram resíduos, comumente denominados Resíduos da Construção Civil (RCC) ou Resíduos de Construção e Demolição (RCD). A quantidade produzida desse material descartado não é pequena: mais da metade dos resíduos sólidos urbanos gerados são fruto da construção civil e, em 2015, 123 mil toneladas eram diariamente produzidas no Brasil (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2015). Tais resíduos podem ser encaminhados para aterros sanitários específicos, ocupando vasto espaço desses; no caso de depósito irregular em lixões, terrenos baldios ou na natureza, pode haver contaminação do solo e lençol freático e atrair vetores de doenças (RIZZO, 2018). Assim, fica evidente a importância da reciclagem ou reaproveitamento dos resíduos gerados pela construção civil. Tal procedimento potencializa uma maior preservação dos recursos naturais, proteção ao meio ambiente e uma redução dos grandes volumes de RCC que geram custos para a sociedade na intenção de descartá-los (MORESCO, 2017).

A reciclagem de RCC requer processos que o transformem em um produto que possa ser incorporado na

produção de um novo material, que virá a ser utilizado na construção civil. A natureza variada desses resíduos é uma dificuldade para a geração de um produto reciclado e necessita de estudos para garantir seus parâmetros de qualidade (RIZZO, 2018). Logo, resoluções e normas começaram a ganhar forma para orientar a adoção destes materiais no setor. Em 2002 surgiu a primeira normatização relacionada ao RCC por meio da Resolução n. 307 do CONAMA, que “estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil” (BRASIL, 2002, p. 1) e já passou por algumas atualizações.

A resolução classifica os resíduos da construção civil em quatro diferentes classes: A, B, C e D. A classe A abrange resíduos que podem ser reutilizados ou podem ser submetidos ao processo de reciclagem para a produção de agregados, os quais fazem parte da composição de materiais da construção civil. Já, a classe B também diz respeito a resíduos que são passíveis de reciclagem, entretanto com um fim que impossibilita serem transformados em agregados. Nessa classe são incluídos madeiramentos, vidros, metais, papel, entre outros. Há ainda, a classe C, que se refere aos resíduos que ainda não são reciclados por inviabilidade. Isso devido a tecnologias inacessíveis, custo econômico da reciclagem fora de alcance ou até a inexistência de um procedimento para tal. Um material comumente utilizado e que exemplifica essa classe é o gesso. Por fim, a última classificação, a classe D, aborda os resíduos perigosos que são gerados na atividade da construção civil como alguns tipos de tintas e óleos, e o amianto (BRASIL, 2002).

Quando se trata da utilização de agregados reciclados para a produção de concreto ou argamassas, devem ser estudadas as características do material, como a porosidade, composição gravimétrica e granulométrica, teor pulverulento, absorção de água, massa específica e unitária e volume de vazios, entre outras (BARROS; FUCALE, 2016). Espera-se que o concreto produzido com agregados reciclados apresente maior porosidade em sua composição em comparação com o concreto produzido com agregados naturais. Tal fato influencia em diversos fatores, como a maior permeabilidade do concreto produzido com agregados reciclados aos fluidos que podem ser nocivos ao material (RIZZO, 2018). Além disso, outras diferenças substanciais estão na massa específica e massa unitárias menores e no maior volume de vazios, e consequentemente de absorção de água, o que pode conduzir a uma diferença no traço do concreto (BARROS; FUCALE, 2016).

Esses parâmetros precisam se adequar às normas técnicas de cada país e apresentar valores dentro do estabelecido pela legislação. Nesse sentido, pesquisas vêm contribuindo com estudos e experimentos nesta temática, auxiliando na prática da reciclagem dos RCC, com o intuito de melhorar o potencial desse processo com a fabricação de novos materiais a partir de agregados reciclados que respeitam as legislações, e de sua inserção gradativamente maior no mercado da construção civil (KONZEN *et al.*, 2019).

A partir da Resolução n. 307 do CONAMA e de estudos sobre o assunto, o Quadro 01 apresenta uma síntese das normativas que regulamentam os RCC, bem como sua reciclagem e destinação:

Normas Técnicas		Título
ABNT 15112:2004	NBR	Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação
ABNT 15113:2004	NBR	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação
ABNT 15114:2004	NBR	Resíduos sólidos da Construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação
ABNT 15115:2004	NBR	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos
ABNT 15116:2021	NBR	Agregados reciclados para uso em argamassas e concretos de cimento Portland – Requisitos e métodos de ensaios

Quadro 01: Normas sobre resíduos da construção civil.

Fonte: Autores, com base nas normas citadas.

Somando-se ao exposto, vale destacar a Lei n.12.305 de 2010, mais conhecida como Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). Tal plano norteia a gestão, planejamento e ações ligadas aos resíduos sólidos, dentro dos quais, os provenientes da construção civil estão inseridos. Paralelo a isso, de forma mais específica, a ABNT NBR 15116: 2021, caracteriza que o concreto, com adição de RCC é classificado entre a classe C-10 e C-15, só poderá ter como finalidade de uso não estrutural, ou seja, aplicado em objetos como, sarjetas, meios-fios, blocos de vedação, calçadas, entres outros. Por outro lado, em alguns países, agregados recicláveis são inseridos em misturas com agregados naturais com objetivo de gerar um concreto estrutural. Por exemplo, percentuais de 20% de agregados reciclados são utilizados na produção de concreto em Hong Kong, com uma resistência à compressão de até 35 MPa (GONÇALVES; BRITO, 2009).

2.1.2. O Bambu como material para a construção civil

O bambu é um material renovável que possui uma diversidade de gêneros e espécies dos mais variados comprimentos e espessuras, e, geralmente, pertencem à subfamília *Bambusoideae*. Na região Norte do Brasil existem mais bambus do gênero herbáceo, enquanto que na região sudeste existem mais bambus do gênero lenhoso (GRECO *et al.*, 2015). Apesar da ampla variedade e diversidade de usos devido às combinações de suas propriedades, como estética, resistência (graças a suas fibras concentradas nos colmos), e por ser um material de baixo custo e de acelerado crescimento, o material ainda possui pouca demanda na construção civil se comparado a outros materiais mais comuns como, por exemplo, o aço.

Na revisão de literatura, foi possível descobrir que, quando o bambu é usado junto ao concreto, tem-se observações importantes a serem levadas em conta já que se trata de um material suscetível às variações de umidade e temperatura. Por exemplo, o bambu quando usado como armadura, tende a absorver a água presente no concreto fazendo com que se expanda. Todavia, ao finalizar-se a cura do concreto, o bambu tenderá a encolher por perder a umidade, o que ocasionará vazios ao redor da armadura. Ainda, outra dificuldade encontrada no bambu é a padronização das suas propriedades. Um estudo brasileiro adotou uma malha de bambu em substituição à uma malha de aço na execução de um protótipo de laje de concreto armado. Os autores reportaram que foram feitos o dimensionamento e a análise experimental do material, onde testes verificaram a resistência do bambu com e sem o nó. Neste caso, observou-se que a

existência do nó acaba por reduzir a resistência do material a esforços de tração (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2017).

Passando para a próxima etapa do estudo, Oliveira e Oliveira (2017) realizaram a fabricação de uma laje, iniciando pela confecção da armadura de bambu, na qual foram colocados pinos de ancoragem com 5 mm de diâmetro (CA-60) e 6 cm de comprimento, localizados a 15 cm um do outro. Após a confecção da armadura positiva de bambu foi concebida uma malha que servia como armadura de distribuição. Seguindo para as etapas finais, foi executada a forma para a laje maciça, onde houve a colocação da armadura, seguido pela concretagem e vibração. É importante salientar que, para isso, dois corpos de prova de concreto passaram por controle tecnológico.

Por fim, foi realizado um ensaio com o protótipo da laje sobre dois apoios em suas extremidades, onde foram utilizados sacos de cimento de 50 kg cada para a realização do teste. Assim, ao final chegou-se na constatação que a carga distribuída de ruptura foi de 617,12 kgf/m², sendo que era de 703,70 kgf/m² a carga distribuída teórica. Essa diferença pode ser explicada segundo a aderência insuficiente entre os materiais envolvidos no experimento, mesmo com o uso dos pinos de ancoragem colocados entre nós. Dessa maneira, ao final da experiência Oliveira e Oliveira (2017) concluíram que a laje teve um comportamento satisfatório enquanto os materiais foram solidários entre si, além do mais se notou também que surgiram flechas de pequenas magnitudes, isso devido a rigidez obtida entre peça de concreto e bambu com os pinos de ancoragem.

2.2. A CONSTRUÇÃO DE CALÇADAS NAS CIDADES

As calçadas promovem a locomoção das pessoas pela cidade e devem garantir a mobilidade no meio urbano. A ausência de calçadas em vias urbanas, ou a existência destes elementos construídos de forma precária, são problemas que comprometem a mobilidade e acessibilidade dos pedestres nas cidades, o que afeta a segurança e a qualidade do caminhar. Segundo o Guia Prático para a Construção de Calçada (PORTLAND, 2016), para cumprir sua função, esse elemento deve ser projetado e executado de acordo com alguns preceitos como: acessos, dimensões adequadas, continuidade, fluidez, segurança, espaços de socialização e comprometimento com o desenho da paisagem.

Além disso, uma boa calçada possui três faixas de uso com funções distintas: a faixa de serviço, a faixa livre ou passeio e a faixa de acesso. A primeira sempre se

localizando na faixa em contato com a rua, nela se localizam elementos como postes, bancos, vegetação, etc. A segunda faixa é direcionada para os pedestres se locomoverem sem obstáculos. Por fim, a terceira faixa, localizada mais distante da rua, insere-se no acesso a partir da área pública aos variados lotes. Essas faixas possuem largura mínima definidas no plano diretor e/ou código de obras municipais, os quais devem se atentar à norma NBR 9050:2020, (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020), e o Decreto n. 5296 de 2004 (BRASIL, 2004), ambos se debruçam sobre o assunto acessibilidade.

A NBR 9050 trata de atributos importantes para o calçamento. Entre eles o declive transversal máximo de 3% na faixa livre ou passeio, o qual ao ser respeitado, garante a acessibilidade e o escoamento das águas. Tal passeio também deve ter um piso de revestimento de “superfície regular, firme, estável, não trepidante para dispositivos com rodas e antiderrapante, sob qualquer condição” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 55). Somando-se a isso, as larguras das diferentes faixas de uso são apresentadas, com valores estipulados de 70 cm para faixa de serviço e 120 cm para passeio, além de altura livre de 210 cm. Outrossim, rebaixamentos de calçadas, normalmente entre o calçamento e vias, devem ter uma declividade máxima de 8,33%.

A respeito do processo de execução de uma calçada, variadas formas podem ser empregadas. Como foi visto, há normatizações que inferem sobre como esse produto final deve estar para garantir seu uso por todos os públicos. Assim, nos dias atuais, muitos tipos de calçadas que eram comumente implementadas no passado, já não podem ser reproduzidas e devem ser adequadas, salvo em casos de tombamento. Exemplos desses tipos de calçadas são as de paralelepípedo e de pedra portuguesa. (INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS, 2019). É importante destacar que normalmente os municípios regulamentam padrões de calçadas para serem executadas nas cidades, e que os Planos Diretores são instrumentos que auxiliam com indicações e instruções para o correto dimensionamento dos passeios.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de um estudo comparativo entre opções de construção de calçadas para implantação em um caso de estudo, junto à Comunidade de Remanescentes do Quilombo Toca/Santa Cruz, em um projeto de extensão desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) desde 2014, com o objetivo de encontrar a opção de passeio mais sustentável

para a proposta no projeto urbano. Neste local, entre os anos de 2018 e 2020, já foram realizadas outras ações de melhoria de infraestrutura, como a instalação da rede de abastecimento de água, melhoria na rede de distribuição da energia elétrica e soluções individuais de esgotamento sanitário. Desta forma, a coleta e análise de dados ocorreu de forma quali-quantitativa.

Para atingir os objetivos propostos, foi realizada uma revisão bibliográfica para entender os principais conceitos trabalhados na implantação de calçadas sustentáveis, como o uso de materiais não convencionais e inovadores, a exemplo de materiais reciclados e do bambu. Alguns critérios adotados por Carvalho (2009) na Metodologia de Avaliação da Sustentabilidade de Projetos de Habitação de Interesse Social (MASP-HIS), foram adotados para as análises desta pesquisa.

Na sequência, foram estudados protótipos de diferentes soluções de calçadas: a) calçada convencional em concreto, b) calçada em piso intertravado; e c) calçada com piso cimentício conforme regras municipais da cidade de Florianópolis (INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS, 2019) e d) proposta de protótipo de calçada sustentável usando materiais reciclados e bambu. Os projetos dos protótipos digitais das calçadas foram elaborados no software Sketchup.

Para a análise da sustentabilidade econômica, foram calculadas as composições unitárias de custos oriundas de diferentes bases de dados orçamentários. Para a análise da sustentabilidade ambiental, foram comparados qualitativamente o consumo de materiais, o consumo de energia (uso de equipamentos na execução e transporte de materiais) e a geração de resíduos. Na análise da sustentabilidade em seu pilar social, foram consideradas a possibilidade de relacionamento com a comunidade local, a geração de infraestrutura e a possibilidade de participação comunitária na construção destes elementos urbanos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A comparação entre os modelos de calçadas é essencial para possibilitar a compreensão quanto à qualidade, custo e desempenho de cada um. Para melhor entendimento do custo unitário das tipologias apresentadas (calçada de concreto, calçada com piso intertravado e calçada com placa cimentícia), foi desenvolvida a composição de custos com base em três bases orçamentárias, sendo elas: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (CAIXA, 2022), Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2012) e Bases de

Dados do Departamento Estadual de Infraestrutura de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2021). As composições de custos unitários apresentam os insumos para execução de cada serviço de calçada, como materiais, mão de obra e equipamentos, bem como o consumo de cada insumo. É importante ressaltar que para cada composição, os insumos não são exatamente iguais, devido sobretudo a variedade de formas que se pode desenvolver o protótipo e também a própria metodologia utilizada nas diferentes bases orçamentárias para aferir cada composição. As diferenças nos insumos não interferem na obtenção do produto final.

Cabe salientar que os valores de custos unitários utilizados nas composições da TCPO (2012), foram retirados de insumos similares da base de dados SINAPI (2022), com o objetivo de obter uma análise mais atual referente ao aumento dos preços no decorrer dos anos. O consumo dos insumos permaneceu os mesmos encontrados no quadro da TCPO (2012). Ainda, as espessuras das calçadas existentes nas bases de dados consultadas diferem, sendo uma limitação da pesquisa e, portanto, a comparação foi feita dentro das possibilidades existentes. Na sequência serão apresentados os resultados encontrados nesta pesquisa para os diferentes tipos de calçadas.

4.1. CALÇADA EM CONCRETO ARMADO

A primeira calçada examinada foi a de concreto armado, por ser de fácil executabilidade e por utilizar materiais

usuais, consequentemente, se torna também a mais usada. O método de aplicação deste tipo de calçada acontece por: nivelamento e posterior compactação do solo; camada de brita; colocação de formas de sarrafo; preenchimento das formas com concreto. Existe ainda a alternativa de utilização de armadura para maior resistência. No protótipo digital desta calçada, foi adotada uma camada de 5 cm de brita e uma camada de 6 cm de espessura de concreto com traço de 1:2,7:3, sem armação. Em todas as modelagens, consideramos que a calçada será aplicada sobre terra compactada, representada na camada de base do protótipo (Figura 01).

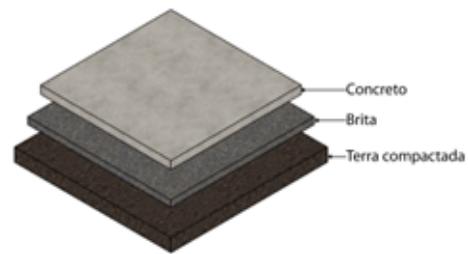


Figura 01: Modelagem de calçada em concreto.

Fonte: autores.

A partir do quadro 02 elaborado através da TCPO (2012), demonstrado abaixo, o resultado encontrado para o custo unitário da calçada em concreto armado foi de R\$90,86 por m².

Foi desenvolvida também a composição de custos unitário da calçada em concreto armado por meio da base de dados SINAPI (2022). O resultado obtido foi de R\$791,68

SER.CG	30.005.000025.SER	Passeio em concreto, fck = 15 MPa, controle tipo "A", incluindo preparo de caixa, e=7 cm	M ²	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
M.O.	01.001.000001.MOD	Ajudante	H	0,0214203	15,07	0,32
EQ.AQ.	01.014.000023.EQA	Betoneira elétrica monofásico (potência: 2 HP / capacidade: 400 l)	UN	0,0000039	4.812,34	0,02
M.O.	01.021.000001.MOD	Pedreiro	H	1,20	22,72	27,26
M.O.	01.026.000001.MOD	Servente	H	1,62	17,30	28,02
MAT.	03.001.000008.MAT	Areia lavada tipo média	M ³	0,06286	150,00	9,42
MAT.	03.002.000011.MAT	Pedra britada tipo 1	M ³	0,05852	99,47	5,82
MAT.	04.002.000002.MAT	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	KG	19,60	0,75	14,70
MAT.	08.005.000007.MAT	Ripa peroba (largura: 10 mm / altura: 70 mm)	M	2,00	2,64	5,28
MAT.	28.002.000001.MAT	Energia elétrica	KW H	0,0321304	0,67	0,02
CUSTO TOTAL / m ²					90,86	

Quadro 02: Composição de custos para execução de serviços de passeio em concreto.

Fonte: TCPO (2012).

por m³ de calçada (Quadro 03). Por ser um estudo comparativo entre protótipos similares de calçadas que serão apresentadas sequencialmente, a partir do custo unitário por metro cúbico desta calçada simulamos o custo para o protótipo em estudo. Para quantificar o custo da calçada em termos do volume do protótipo digital desta pesquisa, consideramos nosso protótipo de calçada com 0,11 m³, com 1 m² de área e espessura de 11 cm, obtendo um custo unitário de R\$87,08 (ou seja: R\$791,68/m³ * 0,11 m³).

Por fim, o último quadro comparativo foi formulado a partir das informações encontradas no Departamento Estadual de Infraestrutura de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2021). Neste quadro, já existia o elemento da calçada como material pronto, nomeado Cimento Alisado. Logo, a composição de custos para execução de serviços de passeio em concreto armado foi definida diretamente através de um único serviço, com custo de R\$44,71 (Quadro 04) para cada m² de calçada.

03.PISO.PASS.017/01	94990	Execução de passeio (calçada) ou piso de concreto com concreto moldado in loco, feito em obra, acabamento convencional, não armado. af_08/2022	M ³	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
INSUMO	2692	Desmoldante protetor para formas de madeira, de base oleosa emulsionada em água	L	0,02	6,23	0,13
INSUMO	4509	Sarrafo *2,5 x 10* cm em pinus, mista ou equivalente da região – bruta	M	3,13	3,86	12,06
INSUMO	4517	Sarrafo *2,5 x 7,5* cm em pinus, mista ou equivalente da região – bruta	M	2,50	2,66	6,65
INSUMO	5068	Prego de aço polido com cabeça 17 x 21 (2 x 11)	KG	0,30	22,05	6,60
COMPOSIÇÃO	88262	Carpinteiro de formas com encargos complementares	H	1,63	27,19	44,23
COMPOSIÇÃO	88309	Pedreiro com encargos complementares	H	1,41	30,12	42,61
COMPOSIÇÃO	88316	Servente com encargos complementares	H	3,04	20,82	63,32
COMPOSIÇÃO	94964	Concreto fck = 20 MPa, traço 1:2,7:3 (em massa seca de cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400 l. af_05/2021	M ³	1,23	500,27	616,08
CUSTO TOTAL / m ³						791,68
CUSTO TOTAL / m ² (para o protótipo da pesquisa com 0,11 m ³)						87,08

Quadro 03: Composição de custos para execução de serviços de passeio em concreto (AGOSTO/2022)

Fonte: Sinapi (2022).

Cód. Auxiliar	Descrição do Serviço	Unidade	Custo Execução	Custo Material	Preço Unitário (R\$)
43799	Calçadas de concreto desempenado com 6 cm (13,5 MPa)	M ²	21,2	14,57	44,71
CUSTO TOTAL / m ²					44,71

Quadro 04: Composição de custos para execução de serviços de passeio em concreto (JAN/2021 com Bonificação de 25,00%).

Fonte: SANTA CATARINA, (2021).

4.2. CALÇADA COM PISO INTERTRAVADO

O paver, como é conhecido popularmente o piso intertravado, é muito utilizado em projetos de pavimentação para passeios públicos, pois possui ampla gama de cores e modelos, além de possuir fácil manutenção e aplicabilidade. Por ser um sistema de piso permeável, torna-se também ecologicamente adequado.

As peças pré-moldadas de concreto são elencadas conforme o trânsito existente no local, variando de 4 a 10 cm. A resistência do concreto também é variável, capaz de atingir 50 MPa, e implica na demanda específica do projeto. Neste estudo, consideramos que o protótipo de calçada com piso intertravado seria aplicado em um local de tráfego apenas de pedestres, portanto, a altura do bloco retangular viável seria de 6 cm, enquanto a resistência do concreto de 35 MPa.

A modelagem deste protótipo é representada em seguida (Figura 02) com uma camada de terra na base, seguindo de uma camada de pedriscos de 5 cm e outra camada de areia, com espessura de 5 cm. A última camada corresponde às peças pré-moldadas de concreto, que são encaixadas formando fileiras. A instalação da calçada com piso intertravado é feita através de nove etapas: Nivelamento da área onde a calçada com piso intertravado será aplicada; Compactação da área (por ser apenas

1 m³, pode-se utilizar soquete); Confinamento do piso intertravado, através da instalação de guias de concreto; Colocação e espalhamento de pedrisco (de modo mais uniforme possível) e posterior compactação; Colocação de areia ou pó de pedra; Assentamento das peças do piso intertravado por uma das extremidades, formando fileiras. (Se necessário, as peças podem ser recortadas, utilizando maquinários específicos); Ajuste das peças com um martelo de borracha, objetivando o nivelamento integral das peças; Realização do intertravamento final com areia ou pó de pedra (após peneiração); Limpeza do local.

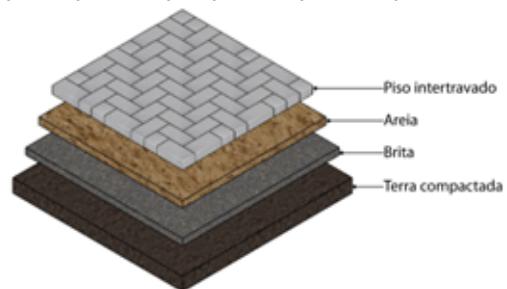


Figura 02: Modelagem de calçada em piso intertravado.

Fonte: Autores.

Para quantificação do custo unitário deste tipo de calçada, foi realizada primeiramente a composição de custos com base nos dados obtidos na TCPO (2012), (Quadro 05), a qual indica o resultado para o custo unitário: R\$80,81 por m² de calçada.

SER.CG	30.005.000029.SE R	Pavimentação intertravada de blocos de concreto retangulares, assentados sobre coxim de areia	M ²	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
M.O.	01.001.000001.MO D	Ajudante	H	0,0300004	15,07	0,45
M.O.	01.006.000001.MO D	Calceteiro	H	0,2500000	26,32	6,58
M.O.	01.026.000001.MO D	Servente	H	0,5000000	17,3	8,65
EQ.AQ.	01.028.000048.EQA	Compactador de placa vibratória diesel (impacto: 5624 kg / peso: 440 kg / potência: 10 HP)	U N	0,0000065	118.854,39	0,77
MAT.	03.001.000006.MAT	Areia lavada tipo fina	M ³	0,00543	150	0,81
MAT.	03.001.000008.MAT	Areia lavada tipo média	M ³	0,054	150	8,10
MAT.	05.001.000021.MAT	Bloco de concreto intertravado retangular para pavimentação (comprimento: 200 mm / largura: 100 mm / espessura: 80 mm)	M ²	1	55,02	55,02
MAT.	12.031.000002.MAT	Óleo diesel	L	0,0600009	7,07	0,42
CUSTO TOTAL / m ²						80,81

Quadro 05: Composição de custos para execução de serviços de passeio em piso intertravado.

Fonte: 14ª TCPO, 2012.

03.PAVI.INTE.012/001	92396	Execução de passeio em piso intertravado, com bloco retangular cor natural de 20 x 10 cm, espessura 6 cm. af_12/2015	M²	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
INSUMO	370	Areia media – posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	M³	0,0568	150	8,52
INSUMO	4741	Pó de pedra (posto pedreira/fornecedor, sem frete)	M³	0,0065	93,96	0,61
INSUMO	36155	Bloquete/piso intertravado de concreto – modelo onda/16 faces/retangular/tijolinho/paver/holandes/paralelepipedo, 20 cm x 10 cm, e = 6 cm, resistência de 35 mpa (nbr 9781), cor natural	M²	1,0487	39,58	41,5
COMPOSIÇÃO	88260	Calceteiro com encargos complementares	H	0,3975	29,91	11,88
COMPOSIÇÃO	88316	Servente com encargos complementares	H	0,3975	20,82	8,27
COMPOSIÇÃO	91277	Placa vibratória reversível com motor 4 tempos a gasolina, força centrífuga de 25 kn (2500 kgf), potência 5,5 cv – chp diurno. af_08/2015	CHP	0,0041	9,1	0,03
COMPOSIÇÃO	91278	Placa vibratória reversível com motor 4 tempos a gasolina, força centrífuga de 25 kn (2500 kgf), potência 5,5 cv – chi diurno. af_08/2015	CHI	0,1947	0,6	0,11
COMPOSIÇÃO	91283	Cortadora de piso com motor 4 tempos a gasolina, potência de 13 hp, com disco de corte diamantado segmentado para concreto, diâmetro de 350 mm, furo de 1" (14 x 1") - chp diurno. af_08/2015	CHP	0,0483	9,7	0,46
COMPOSIÇÃO	91285	Cortadora de piso com motor 4 tempos a gasolina, potência de 13 hp, com disco de corte diamantado segmentado para concreto, diâmetro de 350 mm, furo de 1" (14 x 1") - chi diurno. af_08/2015	CHI	0,1504	0,85	0,12
CUSTO TOTAL / m²						71,5

Quadro 06: Composição de custos para execução de serviços de passeio em piso intertravado (AGOSTO/2022).

Fonte: SINAPI, 2022.

Cód. Auxiliar	Descrição do Serviço	Unidade	Custo Execução	Custo Material	Preço Unitário (R\$)
43844	Pavimentação c/ Bloquete/Piso Intertravado de Concreto Retangular *22 Cm X 11* Cm, E = 8 Cm, Resistencia De 35 Mpa (Nbr 9781), Cor Natural	M²	13,25	53,63	83,6
CUSTO TOTAL / m²					83,6

Quadro 07: Composição de custos para execução de serviços de passeio em piso intertravado (JAN/2021 com bonificação de 25,00%)

Fonte: SANTA CATARINA, 2021.

Na sequência, foi realizada a simulação do custo unitário por meio das informações do SINAPI (2022), referentes ao mês de Agosto de 2022, para a qual obteve-se um resultado de R\$71,50 por m² de calçada (Quadro 06).

Pelas bases do DEINFRA (SANTA CATARINA, 2021), obteve-se o último quadro comparativo (Quadro 07). A calçada em estudo já era contemplada na base de dados, resultando no valor de R\$83,60 para cada m² de calçada.

4.3. CALÇADA COM PLACA CIMENTÍCIA

De acordo com o Guia Calçada Certa da Cidade de Florianópolis, o padrão a ser utilizado nas calçadas a

serem construídas na cidade é com placas cimentícias (INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS, 2019). Uma vantagem desse material é que proporciona uma boa caminhabilidade em passeios urbanos por possuir propriedades antiderrapantes, além de ser resistente à ação do tempo.

A fim de simular o uso desse tipo de calçada, foi adotada a execução de uma base igual à da calçada em concreto (5 cm de brita sobre terra compactada, concreto de espessura 6 cm, sem armação), seguida da aplicação das placas de concreto 40x40 cm sobre com argamassa de assentamento, exemplificado na Figura 03.

Para executá-la, deve-se iniciar pelo nivelamento e compactação do solo, seguido da colocação das formas onde será depositada a camada de brita. Logo após, inicia-se a concretagem, e passado o tempo de cura, a placa cimentícia pode ser aplicada com argamassa de assentamento. (PORTLAND, 2009).

Ao analisar a composição de custos da TCPO (2012) (Quadro 08), o custo unitário foi de R\$99,44. Vale ressaltar que ocorreram também modificações quanto a um material específico da composição (revestimento cimentício), substituído por um material semelhante encontrado nas tabelas de preços do SINAPI (2022).

SER.CG	22.010.000005.SER	Piso com placa cimentícia de alta resistência, podotátil direcional, assentado argamassa de cimento e areia peneirada (dimensão: 40 x 40 cm / espessura: 3,5 cm / traço: 1:3)	M ²	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
M.O.	01.021.000001.MOD	Pedreiro	H	0,5000000	26,32	13,16
M.O.	01.026.000001.MOD	Servente	H	0,6000000	17,3	10,38
MAT.	03.001.000008.MAT	Areia lavada tipo média	M ³	0,0100000	150	1,50
MAT.	04.002.000002.MAT	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	KG	7,5000000	0,75	5,62
MAT.	SINAPI-40671	Placa/piso de concreto poroso/pavimento permeável/bloco drenante de concreto, 40 cm x 40 cm, e = 6 cm, cor natural	M ²	1,00	68,78	68,78
*Obs: O revestimento cimentício em placa com alta resistência podotátil direcional não é o mais indicado para esta composição, porém, devido à ausência de descrição na TCPO (2012) do elemento utilizado na composição de custo do SINAPI (Placa/piso de concreto poroso/pavimento permeável/bloco drenante de concreto, 40 cm x 40 cm, e = 6 cm, cor natural), mantivemos a composição original.						
CUSTO TOTAL / m ²						99,44

Quadro 08: Composição de custos para execução de serviços de assentamento de placa de concreto cimentício.

Fonte: TCPO (2012).

01.PISO.PISO.023/01	101094	Piso podotátil, direcional ou alerta, assentado sobre argamassa. af_05/2020	M ²	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
INSUMO	1379	Cimento portland composto cp II-32	KG	0,24	0,75	0,18
INSUMO	37595	Argamassa colante tipo ac III	KG	1,215	1,69	2,05
INSUMO	40671	Placa/piso de concreto poroso/pavimento permeável/bloco drenante de concreto, 40 cm x 40 cm, e = 6 cm, cor natural	M ²	1,00	68,78	68,78
COMPOSIÇÃO	88309	Pedreiro com encargos complementares	H	0,437	30,12	13,16
COMPOSIÇÃO	88316	Servente com encargos complementares	H	0,218	20,82	4,53
03.PISO.PASS.017/01	94990	Execução de passeio (calçada) ou piso de concreto com concreto moldado in loco, feito em obra, acabamento convencional, não armado. af_07/2016	M ²	1,00	87,08	87,08
CUSTO TOTAL / m ²						175,78

Quadro 09: Composição de custos para execução de serviços de assentamento de placa de concreto cimentício (AGOSTO/2022).

Fonte: SINAPI, 2022.

Cód. Auxiliar	Descrição do Serviço	Unidade	Custo Execução	Custo Material	Preço Unitário (R\$)
43932	Calçada padrão com placa de concreto pré moldada	M ²	56,86	54,98	139,80

Quadro 10: Composição de custos para execução de serviços de assentamento de placa de concreto cimentício (JAN/2021 com Bonificação de 25,00%).

Fonte: TCPO (2012).

O custo unitário da composição de custos referente ao SINAPI (2022) resultou no valor de R\$175,78 por m² (Quadro 09).

Por fim, de acordo com os valores do DEINFRA (SANTA CATARINA, 2021), o custo unitário para execução do m² deste modelo de calçada é de R\$139,80 (Quadro 10).

4.4. COMPARAÇÃO DAS OPÇÕES DE CALÇADAS

A elaboração do Quadro 11 permite um melhor entendimento quanto ao custo de construção das calçadas a partir das diferentes bases de dados e suas composições de custos. Observou-se que, para a calçada de concreto armado, o menor custo seria advindo da composição do DEINFRA (2021), totalizando R\$44,71. Para a calçada com piso intertravado, o menor preço (R\$71,50) foi obtido pela SINAPI (2022) e a calçada com placa cimentícia teve menor custo na composição da TCPO (2012), a qual resultou em R\$99,84, reiterando que os preços utilizados nesta foram retirados da SINAPI (2022), em virtude da alta diferença de preços se comparados ao ano de 2012 e 2022. A avaliação dos custos permite ainda entender que as diferentes formas de construção das calçadas podem acarretar maiores ou menores custos, mesmo que o resultado final seja igual ou muito semelhante.

Também é notório que o sucessivo aumento nos valores de insumos para a construção civil urgenciam ainda mais o desenvolvimento de novas possibilidades construtivas, vinculadas a sustentabilidade e a reestruturação da cadeia produtiva dos materiais de construção.

No que se refere à dimensão ambiental da sustentabilidade, observa-se que dentre as três opções de calçada, nenhuma adota materiais renováveis para sua construção. A calçada de piso intertravado é a que possui maior consumo de equipamentos na composição unitária, consumindo mais energia que as outras opções. Mesmo não sendo contabilizado nenhum equipamento na calçada com piso cimentício, sabe-se que pode ser necessário realizar algum corte em peças, tornando-se necessário

o uso de equipamentos e conseqüentemente energia. A única opção que não consome energia por meio de uso de equipamentos na execução, é a calçada em concreto armado.

Ainda, espera-se maior geração de resíduos nas opções de calçada com blocos intertravados e placas cimentícias devido à possível necessidade de corte em peças pré-fabricadas, caso não exista um projeto de modulação para a pavimentação. Na calçada em concreto, seria possível reutilizar sobras de massa em outras calçadas, evitando assim o desperdício de material e a geração deste tipo de resíduos. De todo modo, tanto a calçada em concreto quanto a calçada em piso cimentício, utilizam cimento na sua execução e no concreto, e a segunda opção utiliza cimento também para a argamassa de assentamento. Desta forma, geram resíduos de embalagem do cimento, que são recicláveis, mas devem ser corretamente destinados. A calçada em piso cimentício também pode gerar embalagem da argamassa colante, geralmente em plástico reciclável. Para sintetizar a análise da sustentabilidade, foi proposta uma escala comparativa aplicada aos tipos de calçadas estudados nesta pesquisa (Quadro 12).

Ao analisarmos o Quadro 12, concluímos que o protótipo produzido com concreto é aquele que possui melhor recomendação, quanto à relação estabelecida com a comunidade e a participação da mesma, visto que é um material que pode ser facilmente produzido e aplicado, gera infraestrutura e não possui necessidade de equipamentos específicos na execução. Desta forma, dentre as três opções, mostrou-se a mais sustentável desta pesquisa. Já no custo de produção o protótipo mais econômico foi a calçada com piso intertravado (paver), por possuir o menor custo total em sua produção. Os parâmetros para obtenção deste resultado foram retirados dos Quadros 2 ao 10, os quais representam o custo unitário pelo consumo específico de cada material.

É notório observar que no parâmetro ambiental, referente ao consumo de materiais renováveis, todas as subcategorias em análise não apresentam boa avaliação,

certificando a necessidade crescente de desenvolvimento de materiais, tanto na área de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo como também nas mais diversas áreas da Construção Civil que possibilitem a reciclagem e reaproveitamento dos elementos em novas obras. A produção

destas novas tecnologias contribui para a conscientização quanto ao impacto do ser humano ao meio ambiente e possibilita construções mais sustentáveis, que geram menos desperdício e resíduos.

Tipologia	TCPO (2012)	SINAPI (2022)	DEINFRA-SC (2021)
Calçada em concreto armado	R\$90,86	R\$87,08	R\$44,71
Calçada com piso intertravado	R\$80,81	R\$71,50	R\$83,60
Calçada com placa cimentícia	R\$99,44	R\$175,78	R\$139,80

Quadro 11: Avaliação do custo de construção das calçadas.

Fonte: Autores.

Dimensões da Sustentabilidade e Subcategorias de Análise		Tipo de Calçada		
		1 – Convencional	2 – Blocos / Pavers	3 – Placa cimentícia
Econômica	Custo de construção	Bom	Ótimo	Ruim
	Relacionamento com a comunidade local	Ótimo	Bom	Ruim
Social	Geração de infraestrutura	Ótimo	Ótimo	Ótimo
	Participação comunitária	Ótimo	Bom	Ruim
Ambiental	Consumo de materiais renováveis	Ruim	Ruim	Ruim
	Consumo de energia	Bom	Ruim	Ruim
	Geração de resíduos	Bom	Ruim	Ruim

Legenda: ■ Ótimo ■ Bom ■ Ruim

Quadro 12: Avaliação da Sustentabilidade das calçadas.

Fonte: Autores.

4.5. PROPOSTA DE CALÇADA SUSTENTÁVEL – RCC E BAMBU

A partir do estudo das diferentes soluções de calçadas com base em composições de custos unitários e em termos de avaliação da sustentabilidade, foi possível idealizar uma nova opção para pavimentação sustentável, que adota bambu e resíduos de construção como principais insumos, que pode ser visualizada na figura 04.

Em relação ao uso do bambu, constatamos que aos arredores da comunidade estudada há uma plantação de bambu e seria possível prever o seu uso neste protótipo de pavimentação sustentável. Além disso, como é um material existente no local, sua adoção é de fácil acesso para os moradores, os quais já estão habituados com o manejo. Não há custo de cultivo ou transporte e, considerando ainda a possibilidade do trabalho comunitário, a interação

social proporcionada pelo uso deste material, torna favorável recomendá-lo para estruturar esta calçada.

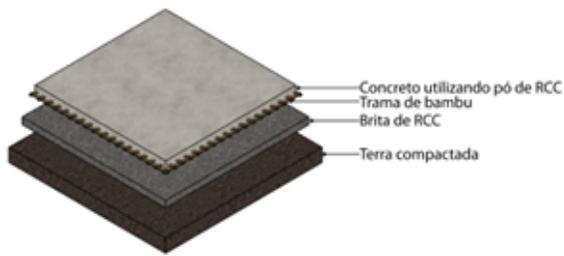


Figura 04: Modelagem de calçada em RCC e Bambu.

Fonte: Autores.

Além do mais, outro benefício deste material, quanto ao seu possível uso como armadura em um protótipo de calçada, é o fato de que seus colmos são praticamente impermeáveis, dessa forma, os problemas com infiltração na fase da cura do concreto seriam diminuídos. Todavia, não se excluiria a recomendação de um tratamento interno, já que ele é suscetível ao ataque de fungos e insetos. Uma das formas de tratamento que podem ser citadas é por substituição de seiva, que consiste no corte do bambu e posicioná-lo na vertical, para que assim saia o excesso de seiva. Após isso, o material teria que ser colocado em uma solução química e aquosa para a proteção das peças. Recomenda-se que esta solução esteja em um tanque de 30 a 60 cm de profundidade, para que então, as peças possam repousar dentro de um período de 1 ou 2 semanas. Isso garante maior durabilidade ao bambu utilizado (OSTAPIV; LIBRELOTTO, 2019).

Além disso, em relação aos resíduos da construção civil, foram realizadas pesquisas no mercado para locação de máquinas que britam RCC, entretanto, percebemos que este equipamento não é comercializado em Florianópolis e as empresas pesquisadas, ou vendem a máquina, mas não na nossa região, ou não trabalham com esta solução. As consultas foram realizadas entre os dias 24 e 25 de fevereiro de 2022.

Além da consulta às empresas, foi realizado contato com o Laboratório de Resíduos do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, em setembro de 2022, no intuito de conseguir uma britadeira para resíduos, a qual pudesse auxiliar na confecção do pó para a argamassa a ser aplicada no nosso protótipo de estudo. Contudo, o laboratório não possui este tipo de equipamento.

Após as tentativas fracassadas para realizar a britagem de resíduos de construção, percebemos que ainda é um desafio realizar tal processo de britagem na nossa cidade

pela indisponibilidade dos equipamentos. Assim, o protótipo de pavimentação sustentável idealizado nesta pesquisa ainda não pôde ser construído para testes, e fica como sugestão de pesquisas futuras que tal atividade possa ser realizada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O viés social do presente trabalho apresenta-se já inicialmente na intenção de desenvolver o projeto e execução de calçadas sustentáveis para a comunidade tradicional quilombola Toca Santa Cruz, em Santa Catarina, o que foi de encontro ao entendimento global de desenvolvimento sustentável discutido ao longo das análises elaboradas. Ainda que se tenha encontrado uma grande lacuna, para a viabilização da prática da pesquisa, em relação a dificuldade de encontrar equipamento para geração do pó de resíduos, foi possível desenvolver parâmetros de projeto embasados na avaliação da sustentabilidade em termos de custos e impacto socioambiental.

Essas dificuldades ficaram evidentes perante a percepção de que a indústria da construção civil está culturalmente pautada em consumir materiais que não são reaproveitados, sem uma preocupação sobre o impacto no desenvolvimento sustentável urbano. Por essa razão, é escasso no mercado empresas que trabalhem com os equipamentos e que tenham como nicho a triagem e reaproveitamento de resíduos da construção civil. Com isso, percebe-se uma primeira oportunidade de maior abrangência da pesquisa a fim de buscar compreender essa lógica de mercado e propor soluções para que seja possível a construção de um cenário diferente na escala industrial do setor.

No que se refere aos resultados obtidos por meio das possibilidades de análise, tem-se primeiramente, sobre o pilar social do tripé da sustentabilidade, o potencial de gerar melhorias na infraestrutura urbana de uma comunidade tradicional com ausência de passeios urbanos adequados para os pedestres. Sobre isso, em relação à participação popular no processo, destaca-se a oportunidade de contribuição da comunidade nos processos construtivos das calçadas, bem como sobre o engajamento entre os moradores locais que pode apontar benefícios para o cotidiano, tornando a região mais harmônica, acessível e permitindo maior participação da população com o meio urbano.

Sobre a sustentabilidade econômica, é necessário analisar cada protótipo de forma isolada, visto que os valores encontrados através de cada base orçamentária podem sofrer acréscimos ou decréscimos específicos. A base que

resultou em mais economia para a calçada em concreto armado foi DEINFRA (2021), com valor de R\$44,71. Já para a calçada com piso intertravado, a SINAPI (2022) resultou em menores valores (R\$71,50). A última calçada analisada, com placa cimentícia, teve maior economia se realizada através da TCPO (2012), com valor de R\$99,84.

Através do Quadro 10, entende-se que a calçada que mais se destaca, ainda no quesito de sustentabilidade econômica, é a calçada com piso intertravado, uma vez que em duas das bases orçamentárias revelou valor inferior às outras tipologias.

Ao analisar o pilar ambiental, dentre as quatro opções de calçadas, apenas a última (pavimentação sustentável) utiliza materiais renováveis em sua composição. A calçada que mais tem consumo de energia em sua composição é a de piso intertravado. Apesar de não estar presente nas composições, pode ser necessário realizar cortes nas peças de placa cimentícia, ocasionando no consumo de equipamentos que demandam energia. Dentre as opções convencionais, a única que não requer uso de energia elétrica é a calçada em concreto, portanto junto à de RCC e bambu, é uma opção econômica nesse quesito.

Com isso, supõem-se que as calçadas em piso intertravado e de placa cimentícia devam gerar mais resíduos pelo corte de peças, enquanto na de concreto e na de RCC e bambu é possível reutilizar sobras. Porém, exceto a de RCC e bambu, todas as outras geram resíduo pelas embalagens de cimento ou argamassa que serão usadas, que apesar de serem recicláveis nem sempre têm seu descarte efetuado corretamente.

Sobre a proposta de calçada que utiliza RCC e bambu em sua composição, existem alguns empecilhos para que seja viabilizada. A começar pelo orçamento, como não existe nas bases de consulta (SINAPI, TCPO e DEINFRA), a única forma de avaliar a sustentabilidade econômica é realizando uma consulta de mercado. A investigação revelou que não existe a oferta imediata dos serviços de trituração de RCC, uma vez que as únicas formas de obtê-lo seria comprar o maquinário de valor alto. Então, mesmo que o resíduo seja encontrado em abundância, não é possível tratá-lo de forma acessível.

Além do exposto, a utilização de RCC ainda é pouco explorada e, portanto, os estudos sobre resistência e durabilidade são muito iniciais. Por não haver condições adequadas para a realização de experimentos deste material, é difícil atestar a qualidade deste para calçadas.

Como já foi mencionado, nos arredores da comunidade da Toca existe atualmente uma plantação de bambu, que seria de fácil acesso aos moradores. Porém, alguns

cuidados devem ser tomados quanto ao tempo certo de corte e tratamento de resistência à umidade. Estes procedimentos podem ser complexos a princípio e, por serem artesanais, dificilmente podem ter seus custos calculados.

Frente a essas conclusões, percebe-se grandes possibilidades de trabalhos futuros relacionados aos protótipos aqui analisados para que sejam executados e avaliados sob os critérios de desempenho e de durabilidade a fim de viabilizar uma melhor avaliação dentro dos requisitos para um desenvolvimento sustentável. Além disso, a partir da lacuna encontrada sobre estudos que contemplem o uso de resíduos da construção civil, entende-se a necessidade de serem realizadas mais pesquisas experimentais sobre o assunto como meio de contribuir para difusão da prática construtiva e quebra de paradigmas sobre o ciclo de vida útil dos materiais da construção civil e a realidade dos impactos do setor.

6. AGRADECIMENTOS

O grupo de pesquisa presta agradecimentos ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) pelas bolsas concedidas a 4 autores deste trabalho, ao Programa de Educação Tutorial (PET) do Ministério da Educação (MEC) pelo suporte durante o desenvolvimento do trabalho e ao Encontro de Sustentabilidade em Projeto (ENSUS) pela oportunidade de continuação da pesquisa e presente publicação. Agradecemos também a disponibilidade e prontidão da professora e orientadora do trabalho Eng. Me. Leticia Mattana que voluntariamente acompanhou todo o processo de pesquisa e análise. Por fim, agradecemos a instituição da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) pelo ensino público gratuito, de qualidade e socialmente referenciado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS.: Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2015. Disponível em: <https://portalods.com.br/wp-content/uploads/2018/02/panorama2015.pdf>. Acesso em: 29 ago 2022.

ASSOCIAÇÃO BAMBUSC. A Cartilha do Bambu - Volume 1: manejo. Manejo. 2005. Disponível em: http://bambusc.org.br/wp-content/uploads/2020/07/CARTILHA_BAMBUSCrev2020.pdf. Acesso em: 12 jan. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004, 7p. Disponível em: <https://www.abntcolecao.com.br/>. Acesso em 02 jun. 2022. Acesso exclusivo para assinantes da coleção eletrônica.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004, 12p. Disponível em: <https://www.abntcolecao.com.br/>. Acesso em 02 jun. 2022. Acesso exclusivo para assinantes da coleção eletrônica.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004, 7p. Disponível em: <https://www.abntcolecao.com.br/>. Acesso em 02 jun. 2022. Acesso exclusivo para assinantes da coleção eletrônica.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004, 10p. Disponível em: <https://www.abntcolecao.com.br/>. Acesso em 02 jun. 2022. Acesso exclusivo para assinantes da coleção eletrônica.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2021, 12p. Disponível em: <https://www.abntcolecao.com.br/>. Acesso em 02 jun. 2022. Acesso exclusivo para assinantes da coleção eletrônica.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16357: Acessibilidade — Sinalização tátil no piso — Diretrizes para elaboração de projetos e instalação. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

BARROS, Emília Xavier do Rêgo; FUCALE, Stela. O uso de resíduos da construção civil como agregados na produção de concreto. *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada*. Recife, v. 2, n. 1, p. 252-258, 2016. Disponível em: <http://revistas.poli.br/index.php/rep/article/view/343/91>. Acesso em 12 de jan de 2022.

BRASIL. Lei n. 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA Nº 307, de 17 de julho de 2002. Estabelece

diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. *Diário Oficial da União: Seção 1*, Brasília, DF, páginas 95 e 96.

BRASIL. Presidência da República. Decreto n. 5.296 de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, DF, 2004.

BRASIL. Presidência da República. Decreto n. 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 2010.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Sinapi – Composição de Custos do SINAPI – Ref. 08/2022. Não desonerado. 2022. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>. Acesso em 23 ago. 2022.

CARVALHO, M. T. M. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. (Doutorado). Departamento de engenharia civil, Universidade de Brasília, Brasília. 2009. 241p. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/4483>. Acesso em 03 fev. 2022

FLORIANÓPOLIS. Lei Complementar Nº 482, De 17 de janeiro de 2014. Institui o plano diretor de urbanismo do município de Florianópolis que dispõe sobre a política de desenvolvimento urbano, o plano de uso e ocupação, os instrumentos urbanísticos e o sistema de gestão. Florianópolis, SC. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/plano-diretor-florianopolis-sc>. Acesso em 12 jan. 2022.

GOLÇAVES, Paulo; BRITO, Jorge de. Recycled Aggregate Concrete (RAC) - Comparative Analysis of Existing Specifications. *Magazine of Concrete Research*, v. 62, 5, p. 339-346, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/250072777_Recycled_aggregate_concrete_RAC_-_Comparative_analysis_of_existing_specifications. Acesso em: 20 fev. 2022.

GRECO T. M.; PINTO M. M.; TOMBOLATO A. F. C.; XIA N. H. Diversity of bamboos in Brazil. Trad. Pedra Rosetta - Associação Catarinense do Bambu – BambuSC. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*. 23(1): 1 China, 2015. Disponível em: <http://bambusc.org.br/wp-content/uploads/2021/04/Diversidade-dos-bambus-no-Brasil-versao-14-abril.pdf> Acesso em: 16 mai. 2022.

HOFFMANN, A. B. Avaliação da sustentabilidade em

habitações de interesse social do programa Minha Casa Minha Vida em Rancho Queimado – SC. (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2014. 246 p.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS. Calçada Certa: manual de projeto e execução – 2ª Edição. Florianópolis, 2019. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/02_10_2019_15.09.05.2943a273527a07ace38562f47c9276e1.pdf. Acesso em: 12 jan. 2022.

KONZEN, Bárbara et al. RCD como agregado reciclado: revisão bibliográfica de estudos desenvolvidos no Brasil. In: Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção Civil, 6, 2019. Belém, PA. Anais. p. 314 – 324.

LIBRELOTTO, L. Modelo para avaliação da sustentabilidade na construção civil nas dimensões econômica, social e ambiental (ESA): aplicação no setor de edificações. Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005, 371 p.

MORESCO, Joana Michelon. Análise de fatores que influenciam aspectos financeiros de implantação e operação de usinas de reciclagem RDC. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2017.

OLIVEIRA, Jessé Alves Cardoso de; OLIVEIRA, Marcos Aurélio Tiago de. Lajes maciças com armação em bambu. (Bacharelado). Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2017. 47p. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/LAJES_MACI%C3%87AS_COM_ARMA%C3%87%C3%83O_EM_BAMBU.pdf. Acesso em: 21 dez. 2021.

ONU. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Traduzido pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil. Organização das Nações Unidas, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda-2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2022.

PORTLAND, Associação Brasileira de Cimento. Manual de placas de concreto: Passeio público. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2009. 32p. Disponível em: <https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2012/08/ManualPlacasDeConcreto1.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2022.

PORTLAND, Associação Brasileira de Cimento. Guia prático para a construção de calçadas. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://abcp.org.br/>

[guia-pratico-para-a-construcao-de-calcadas/](#). Acesso em: 10 fev. 2022.

RIZZO, Giovanna Falzetta. Durabilidade de concretos com agregados reciclados. 2018. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura urbana) Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2018.

SANTA CATARINA. Referenciais de preço de obras de edificações, 2021. Florianópolis: Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade (DEINFRA), 2022.

TCPO. Tabela de Composições de Preços para Orçamentos. 14a edição. São Paulo: PINI, 2012. 640p.

AUTORES

ORCID: 0000-0002-9491-2099

JULIA DELMONDES DE OLIVEIRA, estudante de graduação | Universidade Federal de Santa Catarina | Arquitetura e Urbanismo | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Rua Deputado Edu Antônio Vieira, 1620 - Pantanal, Florianópolis - SC, 88040-001 | julia.delmondes.o@gmail.com

ORCID: 0000-0003-4173-5575

AMANDA CRISTINA PADOVA, estudante de graduação | Universidade Federal de Santa Catarina | Arquitetura e Urbanismo | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Rua Deputado Edu Antônio Vieira, 1776 - Pantanal, Florianópolis - SC, 88040-245 | padova.amanda@gmail.com

ORCID: 0000-0002-6089-1357

JUCELIO DALL' AGNOL, estudante de graduação | Universidade Federal de Santa Catarina | Arquitetura e Urbanismo | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Rua Deputado Edu Antônio Vieira, 1400 - Pantanal, Florianópolis - SC, 88040-001 | juceliodallagnol64@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1835-9877

LUIZ FERNANDES DA COSTA NETO, estudante de graduação | Universidade Federal de Santa Catarina | Arquitetura e Urbanismo | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Rua Deputado Edu Antônio Vieira, 1304 - Pantanal, Florianópolis - SC, 88040-000 | luzfernandesneto98@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4492-8834

NATÁLIA SAGAZ, estudante de graduação | Universidade Federal de Santa Catarina | Arquitetura e Urbanismo | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Rua Santo Antônio, 968 - Barreiros, São José - SC, 88117-351 | natalia.sagaz30@gmail.com

investigação, metodologia, administração de projetos, visualização, escrita - rascunho original, escrita - revisão e edição.

Declaração de conflito: nada foi declarado.

COMO CITAR ESTE ARTIGO

DE OLIVEIRA, Julia Delmondes; PADOVA, Amanda Cristina; DALL' AGNOL, Jucelio; NETO, Luiz Fernandes da Costa; SAGAZ, Natália; Comparação da Sustentabilidade Ambiental, Econômica e Social para Execução de Calçadas. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 73-89, nov. 2022. ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.75-91>.

SUBMETIDO EM: 01/10/2022

ACEITO EM: 14/10/2022

PUBLICADO EM: 30/11/2022

EDITORES RESPONSÁVEIS: Paulo César Machado Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto.

Registro da contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

JDO: Conceituação, curadoria de dados, análise formal, investigação, metodologia, administração de projetos, visualização, escrita - rascunho original, escrita - revisão e edição

ACP: Conceituação, curadoria de dados, análise formal, investigação, metodologia, administração de projetos, visualização, escrita - rascunho original, escrita - revisão e edição

JDA: Conceituação, curadoria de dados, análise formal, investigação, metodologia, administração de projetos, visualização, escrita - rascunho original, escrita - revisão e edição

LFCN: Conceituação, curadoria de dados, análise formal, investigação, metodologia, administração de projetos, visualização, escrita - rascunho original, escrita - revisão e edição

NS: Conceituação, curadoria de dados, análise formal,

SUSTENTABILIDADE E DESIGN ESTRATÉGICO: USANDO CONCEITOS DE BIOFILIA PARA DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO PARA JARDIM VERTICAL

*SUSTAINABILITY AND STRATEGIC DESIGN: USING BIOPHILIA
CONCEPTS TO DEVELOP A VERTICAL GARDEN PRODUCT*

BETINA RODRIGUES | Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

ANDRÉ CANAL MARQUES, Dr. | Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

RESUMO

Este artigo é resultado de um trabalho de conclusão de curso de bacharelado em Design com o objetivo de desenvolver um produto para jardim vertical capaz de promover a interação entre homem e natureza dentro de uma lógica do design estratégico (sistema produto-serviço). Realizaram-se pesquisas de iniciativas sustentáveis como primeiras inspirações e embasamento introdutório, com afinidade em alguns objetivos de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas. Também foram realizadas entrevistas e estudos de caso para complementar a pesquisa, trazendo tanto a iminência de uma mudança de modelo mental quanto insights valiosos para materialização deste projeto. Assim, por meio do design estratégico, desenvolveu-se um sistema que integrasse plantas e pessoas através do uso deste produto, despertando a vontade de cultivar e compartilhar os resultados de sua dedicação, instigando em outras pessoas a vontade de buscar conexões com a natureza.

PALAVRAS CHAVE

Design Estratégico; Sustentabilidade; Design Biofílico; Jardim Vertical.

ABSTRACT

This present paper is the result of a bachelor's degree course work in Design with the objective of developing a product for a vertical garden capable of promoting the interaction between man and nature within a logic of strategic design (product-service system). Research was made of sustainable initiatives as first inspirations and introductory foundation, with affinity with some United Nations sustainable development goals. Interviews and case studies were also carried out to complement the research, bringing both the imminence of a change of mental model and valuable insights for the materialization of this project. Thus, through strategic design, a system was developed that integrated plants and people through the use of this product, awakening the desire to cultivate and share the results of their dedication, instilling in other people the desire to seek connections with nature.

KEY WORDS

Strategic Design; Sustainability; Biophilic Design; Vertical Garden.



1. INTRODUÇÃO

No contexto urbano contemporâneo caracterizado pela alta densidade de áreas construídas e modo frenético de vida das pessoas que vivem nestes ambientes, cada vez mais tende-se a necessitar de uma interação com a natureza, promover bem-estar continuado com sua presença permanente. Os benefícios que a proximidade com ambientes naturais em geral traz para o ser humano foram fatores importantes e tácitos que este projeto pretendeu evocar.

Percebe-se ser essencial no contexto contemporâneo incentivar os consumidores a compras e comportamentos sustentáveis. Usar a influência social, moldar bons hábitos, alavancar o efeito dominó, decidir se quer falar com o coração ou com o cérebro e favorecer experiências para além da propriedade (SEVCIKOVÁ; KNOSCOVÁ, 2021).

Aprender a conciliar anseios tecnológicos com preservação dos processos ecológicos num território requer, não só, a melhoria da qualidade de vida das pessoas, mas também, do ecossistema onde estão inseridas. Então, para que se possa preservar a vida humana, é necessário que se aprenda a valorizar também as qualidades físicas do espaço que se ocupa (NERY, 2006).

Desta forma, entendeu-se ser imprescindível que designers se envolvam na criação de artefatos voltados à sustentabilidade desde aparência, escolha de materiais, cuidados com manutenção e durabilidade. Desta forma, entendeu-se ser imprescindível que designers se envolvam na criação de artefatos voltados à conceitos de sustentabilidade e biofilia desde aparência, escolha de materiais, cuidados com manutenção e durabilidade.

É determinante provocar, não só pela funcionalidade, mas também pela estética, o pensamento reflexivo sobre a interação das pessoas com a natureza e as consequências que suas ações causam nela, pois é de domínio público que o cuidado ativo com o meio ambiente será determinante para a permanência da espécie humana neste planeta.

Neste contexto, o Design Estratégico, tem a capacidade de problematizar antes de resolver um problema (CELASCHI, 2007), surge como instrumento ideal na promoção de sistemas produto-serviço que atendam demandas humanas voltadas a fomentar valores sustentáveis de forma harmoniosa.

Vale ressaltar que este artigo é resultado de um trabalho de TCC do curso de graduação em Design da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) com tema ligado à sustentabilidade que visou materializar em um produto para jardim vertical, uma forma de valorizar

diretamente no dia a dia do indivíduo, a prática da sustentabilidade através de uma maior e mais direta conexão com o meio natural e social, simultaneamente, dentro de contextos urbanos (RODRIGUES, 2021).

Pensou-se em um dispositivo que fosse de fácil manuseio, interativo e ergonomicamente viável com o objetivo de estimular em primeiro lugar a interação com a natureza através do cuidado ativo de plantas, quer sejam seus fins, medicinais, culinários ou somente ornamentais; e em um segundo momento despertar ações contemplativas e sensações de satisfação e prazer (sentimento de bem-estar e equilíbrio metafísico). E assim alcançar uma terceira dimensão que estimula comportamentos sociais inovadores (série de ações e discursos voltados para o tema da sustentabilidade ativa).

2. REVISÃO DA LITERATURA

Apresenta-se aqui os principais tópicos de revisão de literatura.

2.1. DESIGN ESTRATÉGICO

O design estratégico não se ocupa apenas de produzir artefatos. Tem por objetivo promover o equilíbrio do que produz, seja produto ou serviço, com o meio em que será utilizado. Organiza os problemas identificados a partir das análises mercadológicas e opera para a transformação da cadeia de valor estabelecida neste mercado, abrangendo o comportamento de produção e consumo (GALISAI; BORBA; GIORGI, 2008).

Finestralli e Reyes (2010) afirmam que três conceitos foram essenciais ao design estratégico:

- a) o valor que está na essência de fazer design, é antes de tudo a própria mercadologia. Assumisse-se que produzir industrialmente é entregar valor ao cliente;
- b) a identidade que tem a ver com a capacidade de inovação do produto, está diretamente ligada ao significado das dinâmicas de troca e de atribuição de valor;
- c) a estratégia que tem a ver com a postura ética do projetista com seu trabalho e frente ao mundo, ou seja, com a adoção de ações que permitam o desenvolvimento sustentável e adaptações constantes às mudanças ambientais.

Metaprojeto é uma “atividade transdisciplinar embasada na pesquisa e tensionada para dentro do projeto, que perpassa as diversas fases do projeto” (FRANZATO, 2011, p.51). É um processo de idealização e programação do processo de pesquisa e projeção que se utiliza para atingir um determinado resultado. E como afirma Moraes (2010, p. 25) possui capacidade de:

Explorar toda a potencialidade do design no articulado e complexo sistema de conhecimentos prévios que servem de guia durante o processo projetual.

Para Celaschi (2007), metaprojeto é a ideiação e organização do processo de pesquisa e de projeto, figura 01. Também por ele chamado de “projeto do projeto” (TAMEKUNI, 2014) ele se constituirá de fases, tempos e recursos financeiros e de pessoal, tudo com vistas à inovação.

Na figura 01 apresenta-se de forma geral o desenvolvimento do processo metaprojetual, iniciando pelo recebimento do briefing inicial (*problem finding*) e deste partem as primeiras pesquisas (análises de cliente, mercado, usuário) e discussões (trabalho em equipe interdisciplinar) que produzem o que se chama contrabriefing (entendimento do briefing por parte da equipe). Dentro desta primeira fase, a etapa de pesquisa contextual (*problem analysis*) compreende-se todo o contexto em que está inserida a demanda, interpreta-se mercado, concorrência, parceiros, público-alvo, assim como os valores e o posicionamento deste cliente (FRANZATO; CELASCHI, 2012).

Nesta etapa de pesquisas também se realiza a pesquisa blue-sky ou não-contextual (*problem analysis*), sendo uma pesquisa complementar que toma o contrabriefing como ponto de partida e tem a função de agregar inspiração e inovação ao projeto (FINESTRALI; REYES, 2010). Para Scaletsky e Parode (2008) com a pesquisa *blue-sky* busca-se novas direções e oportunidades sem um vínculo dependente do problema inicial, favorecendo insights em

direção à inovação.

A fase analítica (FRANZATO; CELASCHI, 2012) ocorre quando satisfeito com a aquisição de conteúdos basilares recolhidos na fase de pesquisa, o designer sente-se apto à construir cenários, possíveis caminhos que delimitarão o propósito, o contexto e as estratégias onde seu sistema-produto-serviço irá se manifestar, assim como também a propositura de possíveis desdobramentos que este poderá causar no contexto atual da sociedade onde será inserido (GALISAI; BORBA; GIORGI, 2008).

Na fase de síntese (*problem solving*) se geram as *visions*, partindo dos cenários, que são o primeiro esboço das soluções encontradas, conceitos que direcionam a fase projetual. Pode-se utilizar diversas ferramentas como brainstorming, mapas de polaridades, mapas conceituais, análise SWOT (mapa de forças e fraquezas), com a finalidade de obter-se direcionamentos para essas primeiras ideias criarem forma. Revisitar a pesquisa e refletir sobre as decisões tomadas é sempre importante, uma vez que, tomados os direcionamentos parte-se para a etapa de projeção (FRANZATO; CELASCHI, 2012).

Como última etapa metaprojetual, temos o *concept* que é a caracterização da *vision* em formas e funções determinadas, produz-se sketches e rápidos *mockups*, alguns casos é aconselhável escrever, em pequenos textos, onde e como se imagina um uso ou uma experiência. Esta etapa pode ser considerada de transição entre as fases de pesquisas e a projeção propriamente dita (REMUS; MARQUES, 2008).

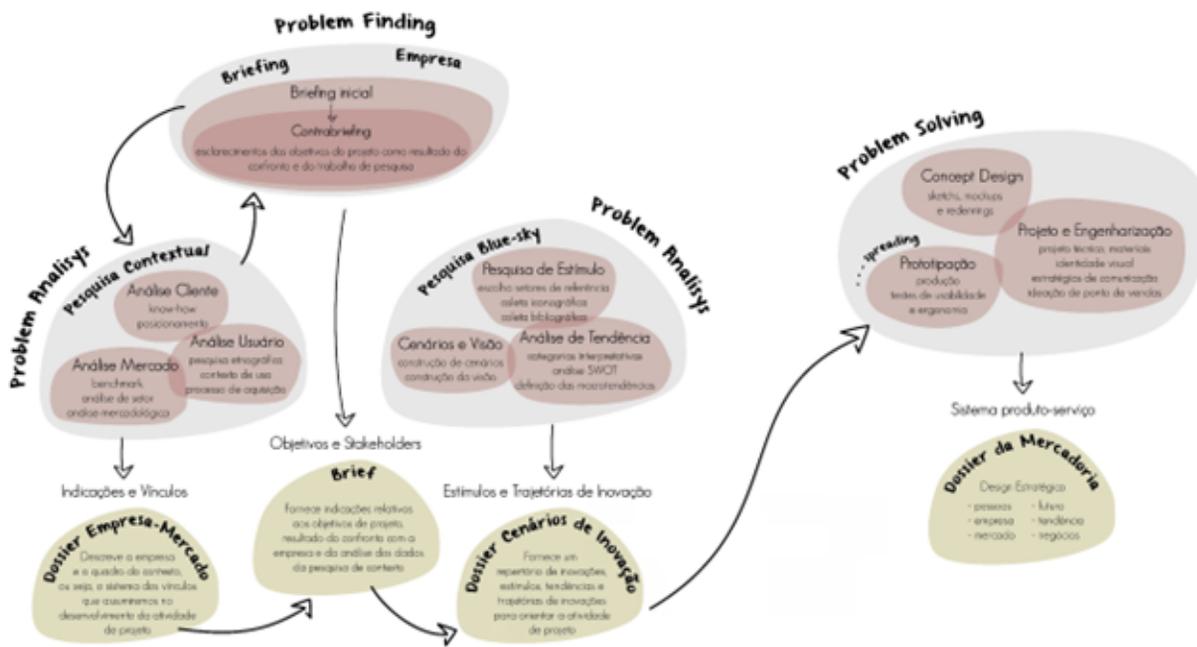


Figura 1: Esquema sistêmico do desenvolvimento do processo metaprojetual.

Fonte: Adaptado de Celaschi (2007).

Ao passo em que estejam decididos todos os atributos e conceitos projetuais – valores, propósitos, estética, funções etc. – parte-se para o momento da projeção propriamente dito, fase de realização (FRANZATO; CELASCHI, 2012), a esta estão atribuídas as decisões técnicas e de comunicação – de projeto e de materiais, testes de usabilidade e ergonomia, identidade, comunicação visual e pontos de vendas (comunicação com o mercado e público-alvo). Pode-se dizer que é nesta etapa que se inicia a criação do sistema produto-serviço.

O design estratégico não somente se ocupa de questões formais ou funcionais diretamente ligadas ao produto ou serviço que se está projetando. Ele é um processo de pesquisa analítica e sintética de todo o contexto contemporâneo e futuro que envolve a construção de um cenário inovador

Um projeto é bem-sucedido quando se consegue chegar ao mapeamento de toda sua trajetória de vida útil, e projetar seu descarte de forma que cause o menor impacto ao meio ambiente é um grande valor que deve sempre ser buscado e corretamente comunicado. Um projeto sustentável é aquele que promove a ciclicidade sistêmica de usos, materiais e materialidades, de valores e economias.

2.2. SUSTENTABILIDADE

É fato que uma parcela da sociedade contemporânea já tem debatido o tema da sustentabilidade a partir de uma ótica a considerar a natureza com um valor absoluto, não precificável, não quantificável. Para Capra (1996) a sustentabilidade é enxergar o mundo sob a perspectiva de que os homens, enquanto indivíduos e sociedade, participaram ativamente e foram dependentes desses eventos cíclicos naturais. É uma visão holística que concebe o mundo como um todo integrado onde todos os fenômenos que ocorreram no planeta estão interligados.

Há uma conexão muito íntima entre o Design e a Sustentabilidade, uma vez que o primeiro tem a capacidade de criar estratégias criativas e inovadoras de próprio ofício, o que faz deste possuir um caráter intrínseco e implícito ao segundo. Borges (2014) inclusive afirma que a sustentabilidade é, sem dúvida, a grande questão do nosso tempo.

Este projeto buscou basear-se em uma visão sistêmica que conecta princípios teóricos, éticos e filosóficos que constituem o conceito de sustentabilidade, com o desafio de promover transformações cognitivas e culturais, utilizando técnicas e tecnologias sustentáveis e biofílicas existentes.

Para isso, refletiu-se sobre como provocar mudanças de hábitos que foram ensinados aos indivíduos e compartilhados com seus núcleos de convívio e com a comunidade e a sociedade em geral (NEME, 2014).

Como diz Simon (1981), por mais que se tenha evoluído e desenvolvido através dos artefatos do mundo artificial e se sinta completamente desconectado da natureza, não se pode negar que o ar que se respira, a água que se bebe ou o sol que se sente na pele é resultado de um complexo sistema global de processos químicos/físicos que, alguns deles, conseguiu-se desvendar e compreender há muito tempo, mas que ainda se é dependente para sobreviver neste planeta.

A Organização das Nações Unidas (ONU), que desenvolve suas atividades em função de seus mandatos específicos através da Agenda 2030, segue a estratégia de desenvolvimento sustentável a partir do indivíduo para sua comunidade, ou, do local para o global:

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo a fim de que possamos atingir a Agenda 2030 no Brasil (ONU, 2015).

Para este projeto, considerou-se os ODS11, Cidades e Comunidades Sustentáveis e ODS 12, Consumo e Produção Sustentáveis, que mais se alinharam intimamente com valores e significados desta pesquisa e assim serviram de base argumentativa. O ODS 11 trouxe à luz propósitos que promovem um futuro seguro e saudável para sociedades tornando-as inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis; protegendo patrimônios culturais e naturais; reduzindo impactos ambientais negativos; apoiando relações econômicas, sociais e ambientais saudáveis; através de projetos que assistem os países menos desenvolvidos, principalmente em centros urbanos, na inovação de técnicas e financiamentos para desenvolvimento local onde o contato com a natureza e uma alimentação saudável é precária (ONU, 2015).

Já o ODS 12 trouxe a ideia de cuidado com a relação produção versus consumo, reduzindo o desperdício de alimentos. Visa desenvolver projetos garantidores de informação e obtenção de ferramentas que monitorem impactos ambientais degradantes e fomentem a cultura e a produção locais, assim como é objetivo deste projeto de pesquisa. Também incentiva empresas a abordarem práticas mais sustentáveis e promoverem a redução

substancial de resíduos por meio de educação, prevenção, reciclagem e reuso (ONU, 2015).

A ideia foi desenvolver um dispositivo que tivesse por finalidade estimular, através da prática do cultivo de plantas, o cuidado ativo consigo e com a natureza e projetar um produto para fomentar esta prática interativa pareceu um caminho lógico.

2.3. DESIGN BIOFÍLICO

Para entender melhor a aplicação de toda a conceituação abordada anteriormente sobre sustentabilidade, trazendo-a para dentro do contexto da aplicabilidade para o design, utilizou-se como ponte, o Design Biofílico, sendo aplicado em diferentes camadas na vida urbana, com valiosas respostas positivas de seu uso, tanto em esferas pragmáticas quanto em esferas emocionais.

O conceito de design biofílico surgiu várias décadas atrás em resposta ao livro *Biophilia* (KELLERT; WILSON, 1993). "Biofilia" significa literalmente "amor à vida", mas Wilson e o professor Stephen Kellert, da Yale, expandiram a ideia para abranger as necessidades humanas básicas que evoluíram através da conexão com o mundo natural e são satisfeitas por essa conexão. (HERMAN MILLER, 2021). Em 1972, Everett Conklin, designer e horticultor, relaciona definitivamente a biofilia ao design no artigo *Man and Plants: a Primal Association*, onde defende que o homem está geneticamente programado para viver ao redor de espaços verdes com plantas e em constante crescimento (ORTEGA, 2020).

Pode-se dizer que a interação com ambientes naturais pode elevar, por exemplo, as sensações de tranquilidade, de segurança e de entusiasmo, reduzindo assim emoções negativas como a agressividade (KÜLLER, 1980 apud DETANICO et al., 2019). Wilson (1984) explica que o homem está diretamente relacionado à natureza porque é resultado dela e defende que estudar a vida é um processo profundo e complicado no desenvolvimento mental, e ainda muito desvalorizado tanto na filosofia quanto na religião. Ele também defende que para se criar uma ética da conservação mais profunda e duradoura é necessário unir a emoção à análise reacional desta emoção.

Browning também discorre sobre as configurações neurais do ser humano composto por dois sistemas principais: o sistema simpático – encarregado dos estímulos relativos às ações conscientes – e o parassimpático – encarregado de funções involuntárias, e se, em equilíbrio proporciona ao corpo a homeostase (capacidade do organismo de manter constante equilíbrio de suas funções e reações químicas aceitáveis à manutenção da vida. Caso

ocorram situações desconcertantes, onde fica em estado de alerta, o corpo suprime o estado parassimpático resultando em estresse, fadiga, perda de foco e irritabilidade. Quando em contato com a natureza o sistema parassimpático é estimulado e por isso resulta na melhora das funções corpóreas (SÁ, 2018).

E a teoria da restauração da atenção (ART) desenvolvida por Katlan e Katlan no final dos anos 1990 e citada por Joye (2007) apud DETANICO et al., (2019) interpreta a restauração como a capacidade de concentração durante tarefas de profunda exigência, mas o que chamou a atenção para o propósito deste trabalho é que durante as pesquisas, cientistas descobriram que, ambientes com configurações naturais ou até ambientes inspirados em abstrações da natureza, são redutoras de estresse e ideais para restaurar ou descansar a atenção direcionada.

Já Valesan, Fedrizzi e Satler (2010) salientam a melhoria valiosa das condições de ambientes construídos que se utilizam de vegetação com o propósito de proporcionar melhoria das condições térmicas que amenizam radiações solares, controlando a temperatura por meio da transpiração vegetal. E segundo Sanguinetto (2011, p. 205)

[...] Se quisermos aprender sobre sustentabilidade, é na vida, em seus processos e teias, ciclos, redes, organização que podemos buscar conhecimentos para o design e planejamento de empreendimentos humanos sustentáveis e mais: amigos da vida, biofílicos. [...] O ambiente construído necessita de um fluxo constante de matéria e energia para sua construção e manutenção, mas dificilmente é desenhado e planejado de modo a reproduzir em escalas menores os mesmos ciclos biogeoquímicos presentes no planeta e dentro dos quais, inevitavelmente, se insere e nos quais se desenvolveu e passou a fazer parte indissociável.

Inclusive, Kellert e Calabrese (2015) afirmam que habitats agradáveis ao ser humano qualificam a saúde e o bem-estar e elencam atributos objetivos categorizados em três dimensões conforme indicado na figura 02, foi neste sentido que este projeto de produto pretendeu caminhar em sua solução.



Figura 2: Categorias e atributos do design biofílico.

Fonte: Adaptado de Kellert e Calabrese (2015).

Detanico (*et al.*, 2019) explica que a experiência direta com a natureza é o contato direto com paisagens naturais. Na experiência indireta, o contato é com representações metafóricas da natureza, podemos citar a biomimética neste grupo. E no terceiro grupo, o das características espaciais/locais do mundo natural, ocorre a integração de ambientes artificiais com a natureza local, onde as partes se complementam num todo, gerando um espaço complexo com fluxo organizado.

Cada vez mais os profissionais de design preocupados com práticas sustentáveis de construção escolhem um processo de design mais integrativo no qual pessoas de diversas disciplinas colaboram para abordar as inter-relações de todos os sistemas vivos e técnicos a serviço da saúde de toda a vida. Ao passar de uma visão mecanicista para sistemas vivos orientados por padrões de projeto restaurador e regenerativo, promovendo mais engajamento, compreensão e capacidade humana (HERMAN MILLER, 2021).

Design regenerativo é um método que busca criar um desenvolvimento capaz de recuperar a saúde das comunidades humanas e dos ecossistemas em que elas estejam inseridas, e que para isso é preciso uma profunda consideração e entendimento dos princípios ecológicos: de redes (são a teia da vida), sistemas aninhados (sistemas dentro de outros sistemas maiores), ciclos (trocas de energia ininterruptas continuamente recicladas), fluxos (constância de energias onde se sustentam e dirigem os ciclos ecológicos), desenvolvimento (constituído por uma série de estágios sucessivos pela relação recíproca que influencia a composição de espécies do local) e equilíbrio dinâmico (círculos de retroalimentação, auto-organização e auto regulação contínuas) (CAPRA et al. 2000; TAVARES, 2017).

O Design Regenerativo cultiva uma visão sistêmica de mundo, onde a vida servirá de base teórica, filosófica

e ética para a prática e pensamento empreendedor e a maior dificuldade será de carácter cultural e cognitivo, e não técnico. O mundo como redes ou ecossistemas é a metáfora central do paradigma ecológico que entende o mundo como um sistema vivo, ou como um sistema de sistemas (BENNE; MANG, 2015; TAVARES, 2017).

Entendeu-se que para realizar um bom design biofílico foi necessário buscar respeitar os sistemas biológicos que permanecerão interagindo num fluxo constante, num determinado ambiente. Este ambiente deve cumprir perspectivas influentes (condições de saúde, normas e expectativas socioculturais, experiências anteriores, frequência e duração da experiência do usuário, bem como sua percepção e processamento) para se criar espaços inspiradores e acima de tudo deve-se nutrir amor pelo lugar. E para despertar diretamente nas pessoas a vontade de viver e promover estes ambientes usou-se da ludicidade que pode ser vista como necessária na formação do cidadão e não apenas encarada como diversão.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Apresenta-se aqui as principais fases selecionadas do projeto para apresentação neste artigo. O metaprojeto foi a base onde se fundamentam e desenham os caminhos em que o projeto moldar-se-á, onde se desenham cenários, *visions* e *concepts* a serem aperfeiçoados e materializados na fase de projeto, figura 03.

3.1. Pesquisa contextual

Para este trabalho, no âmbito da pesquisa contextual, realizaram-se entrevistas em profundidade que delimitaram conceitos importantes como paisagismo regenerativo e design biofílico que também permearam a pesquisa para fundamentação teórica. Também foram realizados estudos de caso, referências projetuais que agregaram valor ao projeto.

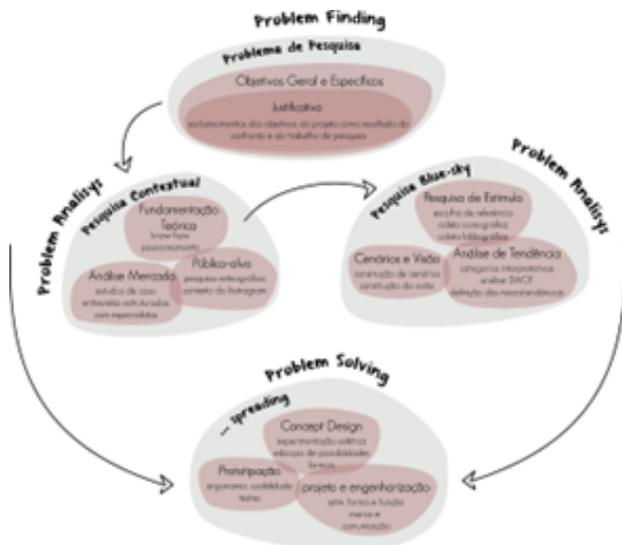


Figura 3: Organograma do modelo aplicado a este trabalho.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.1.1. Entrevistas

Para as entrevistas em profundidade, buscou-se especialistas que pudessem acrescentar informações práticas sobre sustentabilidade e regeneração de ambientes urbanos. O roteiro foi estruturado a partir de questões surgidas na fundamentação teórica, sobre sustentabilidade, design, design biofílico e inovação.

Ocorreram duas entrevistas (em profundidade) em modo virtual pelo software Microsoft Teams com data e hora pré-agendadas com as partes. A entrevistada 1, doutora em soluções urbanas baseadas na natureza, ministra aulas na Unisinos, professora na cadeira eletiva de Desenho Urbano e Arquitetura do Espaço Aberto; e a entrevistada 2 é uma arquiteta que realiza projetos convencionais de pequeno porte, como residências. A ideia foi captar convergências e divergências de ambos os relatos com propósito de enriquecer o processo de construção metaprojetual.

3.1.2. Estudos de Caso

Estudos de caso, são referências a serem observadas com o intuito de adaptar práticas atestadamente consolidadas na realidade onde estão inseridos, ao desenvolvimento de um novo projeto (GALISAI; BORBA; GIORGI, 2008). Então estudou-se exemplos que foram considerados pertinentes por possuírem características agregadoras de valores e atributos ao que se pensou para o trabalho em desenvolvimento. Examinou-se de forma detalhada o objeto de estudo e agregou-se benefícios de caráter qualitativo ao projeto trabalhado. Apresenta-se aqui dois estudos de caso de empresas e seus produtos como referência projetuais.

3.2. Pesquisa Blue-Sky

Considerada não contextual por não possuir relação direta com o contexto ou briefing do projeto, não tem compromisso com qualquer elemento ou conteúdo estudado na pesquisa contextual. Ela busca complementar a fase de pesquisas e inspirar o designer na busca por atributos e valores, forma e função ou comunicação que façam sentido ao projeto. Ela é agregadora porque é aberta a novos estímulos que podem direcionar o projeto a caminhos inovadores. Assim a Blue Sky tem o papel de produtor de sentidos que nos leva a construir conceitos (SCALETSKY; PARODE, 2008). Nessa etapa foi construída uma pesquisa de imagens utilizando a ferramenta de *moodboard* para agregar inspiração e inovação ao projeto.

3.3. Cenários

Dentro do metaprojeto, após as pesquisas, utiliza-se ferramentas que auxiliam na tomada de decisões quanto ao caminho projetual. Realizou-se uma síntese de tudo que foi absorvido nas pesquisas através de um brainstorming. Em seguida, fez-se um mapa de polaridades que criou visualizações de diferentes contextos possíveis, através dos polos pôde-se identificar confrontos e convergências de conceitos, símbolos e significados, para ao final produzir quatro ou mais cenários futuros possíveis (GALISAI; BORBA; GIORGI, 2008). Esses possibilitaram a escolha do contexto em que se desejou projetar.

Segundo Moraes (2010), cenários são uma antecipação, um vetor de pré-configuração do ambiente em que se vai operar. Costuma-se nomear e caracterizar cada um dos cenários conforme seus contextos, através das *visions* (elas respondem questões de como, quando, onde e porque, assim como reflexões sobre efeitos e desdobramentos desejados) textualmente e imagicamente (*moodboards*).

3.4. CONCEPTS

Concepts, síntese conceitual extraída do cenário escolhido a partir das *visions*, ou seja, ideias daquilo que se processou. Foi neste momento que se iniciaram os primeiros ensaios formais e estéticos gerados a partir das sínteses e decisões das etapas anteriores deste projeto de pesquisa. O concept final deve ser claramente identificado na proposta projetual e deve ser demonstrado por meio de uma frase e/ou imagem” (MORAES, 2010). O autor (2010) diz ainda que o concept final deve ser demonstrado por meio de um slogan.

3.5. PROJETO "NATUDOMUS"

Nesta etapa conduziu-se a evolução do concept com possibilidades de estéticas formais e funcionais através de sketches e mockups/protótipos, e, seus desenhos técnicos, escolhas de materiais e processos de produção bem como testes de usabilidade. Também foi onde verificou-se as possibilidades de apresentação e comercialização do produto. A etapa projetual é como um portal para a concretização de todo o processo teórico-criativo.

Como última etapa foram realizados testes de aceitação no mercado e usabilidade a fim de compreender as primeiras impressões de possíveis consumidores do produto, foram convidadas 11 pessoas e a elas foram expostas informações com a finalidade de entender o projeto como um todo, enquanto produto e serviço. Foram enviadas imagens e explicações sobre o funcionamento do produto, materiais e montagem/fixação, bem como o funcionamento do serviço ofertado. E ao final um questionário solicitando primeiras impressões, opiniões e sugestões de possíveis melhorias.

4. RESULTADOS

Apresenta-se os resultados da fase metaprojetual (pesquisa contextual e não-contextual, blue-sky, cenários e concepts e da fase projetual (marca, produto, serviço e comunicação).

4.1. Pesquisa contextual

4.1.1. Entrevistas

Nas entrevistas em profundidade foram destacados o quanto as ações artificiais que o ser humano propõe para seu conforto, segurança e satisfação causam, ao longo do tempo, desconforto, insatisfação e insegurança a ele próprio e à natureza. Que nada adianta a criação de um produto, de um espaço que tenha as características que vão atender minimamente as questões de sustentabilidade se não se tem uma atitude propriamente sustentável.

Outro ponto levantado foi que a palavra inovação deve ser usada, tanto como argumentação de fala quanto de desenvolvimento de produtos e serviços, com muito cuidado, pois esta palavra não é sinônimo de benefício universal. As entrevistadas argumentam que para elas a verdadeira inovação está no casamento do tradicional com a inovação extrema, sendo a inovação o resgate transformador de soluções vernaculares, que dá sustentação para estas soluções resistirem no tempo e no espaço.

A grande questão e o grande desafio apontado nas entrevistas é o entendimento da sustentabilidade como um processo de permanência e transformação regenerativos de pessoas e ambientes. Ainda se mostrou o quanto

difícil é a prática de conceitos como sustentabilidade e regeneração na vida cotidiana, o quanto as pessoas e os profissionais, em sua grande maioria, ainda não os possuem, como fundamental, nas suas práticas projetuais. Para as entrevistadas, tanto clientes como profissionais ainda têm um longo caminho a percorrer, o caminho da transformação do pensamento, um pensamento dirigido à regeneração do que as práticas predatórias causam e à permanência de boas práticas que produzem efeitos sociais, econômicos e naturais benéficos, tanto para o meio-ambiente quanto para os seres humanos, promovendo sociedades sustentáveis.

4.1.2. Estudos de Caso

Dentro dos estudos de casos buscou-se exemplos que mostrassem a eficiência na execução desta simbiose entre o homem contemporâneo e a natureza, principalmente em ambientes urbanos. Assim como, mostrar as iniciativas inovadoras que se destacam dentro do mercado tradicional.

Iniciou-se pela Ecotelhado, uma empresa gaúcha que oferece soluções biofílicas completas de arquitetura sustentável e infraestrutura verde. A Ecotelhado possui um sistema construtivo próprio, fornece produtos como telhado verde, jardim vertical, brise vegetal, entre outros. Para a empresa, a maior barreira de mercado que encontram é a relação entre necessidade e oportunidade, a forma insipiente como ainda é tratada a questão pela maioria das pessoas que têm a oportunidade de utilizar essas alternativas e escolhem não fazer. Seu maior volume de vendas é B2B, principalmente construtoras e escritórios de engenharia e arquitetura. Mas também vendem pela loja online produtos em kits ou avulsos, soluções caseiras de menores formatos, assim como por marketplace. Oferecem também cursos nas áreas de bioconstrução e sustentabilidade e orientam como deixar a casa mais sustentável.

A Ecotelhado trouxe insights quanto a forma de organizar um SPS direcionado à oferta de produtos que promovam a sustentabilidade, a forma como comercializam virtualmente, ofertando seus produtos de forma clara e assertiva e toda a estética da loja física voltada à natureza é muito inspiradora. Por não se comunicarem diretamente com o público que adquire seus produtos, pois vendem a prestadores de serviços que projetam para a sustentabilidade, poderiam ser um futuro parceiro de negócios deste produto que se pretende projetar. Outro fato é o da escolha das matérias primas para a produção dos artefatos plásticos serem totalmente recicladas, isto também foi um ponto que chamou bastante a atenção.

A empresa “Vasos Raiz” que nasceu do desejo de trazer a natureza para dentro das casas das pessoas, seus produtos eliminam barreiras como tempo e espaço, oferecem soluções simples e práticas. Seus vasos e jardineiras autoirrigáveis são fáceis de usar, seguros e higiênicos e perfeitos para o cultivo de jardins e hortas urbanas. São ótimos itens de decoração, compõem cores vibrantes ao verde da natureza. Importante ressaltar que além da vasta possibilidade de cultivo (plantas ornamentais, condimentares, medicinais etc.) o vaso pode compor diferentes propostas de design e arquitetura de interiores, podendo ser usado em ambientes internos e externos. Além do produto, disponibiliza uma série de informações valiosas sobre plantio, plantão de dúvidas e um blog com muitos conteúdos relacionados ao mundo verde.

4.2. Pesquisa Blue-Sky

Leonardo Fibonacci, matemático italiano, ficou conhecido pela aplicação da sequência numérica ao descrever e explicar o crescimento da população de coelhos em seu livro Liber Abaci no século XIII (BELINI, 2015). Através do coeficiente constante no valor de 1,618 a partir da sequência numérica: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 etc. e nessa série cada termo resulta da soma dos dois anteriores, conhecida como proporção áurea ou número áureo (BAXTER, 2000). Na natureza, observa-se a Sequência Fibonacci presente desde a forma como surgem os galhos das vegetações e suas folhas, até as medidas proporcionais do corpo humano. Esse raciocínio numérico confere proporcionalidade formal produzindo uma estética constatadamente atrativa às pessoas.

O que traria uma profunda influência na maneira de se julgar estilos de produtos. Baxter (2000) diz que a forma perfeita dos produtos estaria associada à nossa habilidade inata em reconhecer as formas da natureza, que seguem a série Fibonacci. Essa pesquisa surgiu da ideia de usar a Sequência Fibonacci para produzir uma estética que evocasse a natureza, uma vez que associa a lógica matemática na constituição física de todas as espécies vivas que habitam o planeta, quase como uma explicação à beleza que contempla a vida. Essa sequência ainda remete a uma intimidade com a natureza em si e a habilidade de reconhecer padrões naturais seria uma qualidade inata do homem, assim como reconhece faces humanas. Na figura 04 apresenta-se um moodboard realizado sobre a Sequência Fibonacci.

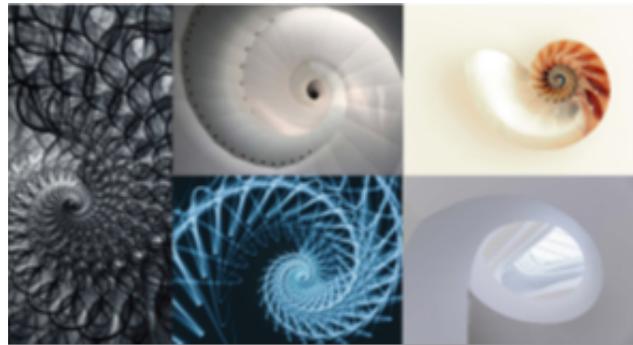


Figura 4: Moodboard sobre a sequência Fibonacci.

Fonte: Elaborado pelos autores, ref. FIBONACCI...(2021)

4.3. Cenários

O mapa de polaridades, foi extraído das reflexões produzidas pelo brainstorming realizado a partir das pesquisas contextual e não contextual. As escolhas das palavras surgiram desta análise e possuem um forte apelo a mudanças do que está ao nosso redor, reuniram e sintetizaram significados polarizados do que se vive e se pretende para o futuro atualmente, na verdade, pôde-se observar a presença de duas correntes super constantes no presente da sociedade, umas delas é a inovação e a outra é a regeneração.

Na figura 05 apresenta-se o cenário idealizado como resultado de uma transformação no pensar e viver das pessoas, do que se pretende como objetivo a ser alcançado. Através do desenvolvimento de um sistema produto-serviço que traga mais autonomia alimentar e/ou bem-estar e resgate o mundo natural nas áreas urbanas, quis-se promover a reflexão quanto a produção de resíduos indiscriminados, e despertar a solidariedade e a generosidade entre as pessoas e das pessoas com o mundo natural.

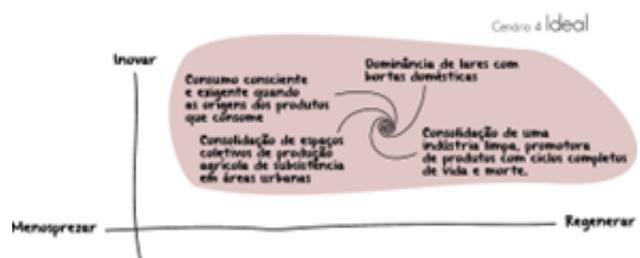


Figura 5: Cenário escolhido.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4. Concepts

Os sketches forneceram o caminho para a tomada de decisão projetual do que se pretendeu produzir quanto

a dimensionamento, materiais utilizados, tipo de comunicação abordada para a conquista de usuários, onde e como será produzido. Seguem abaixo na figura 06 alguns dos sketches produzidos a partir do cenário escolhido.

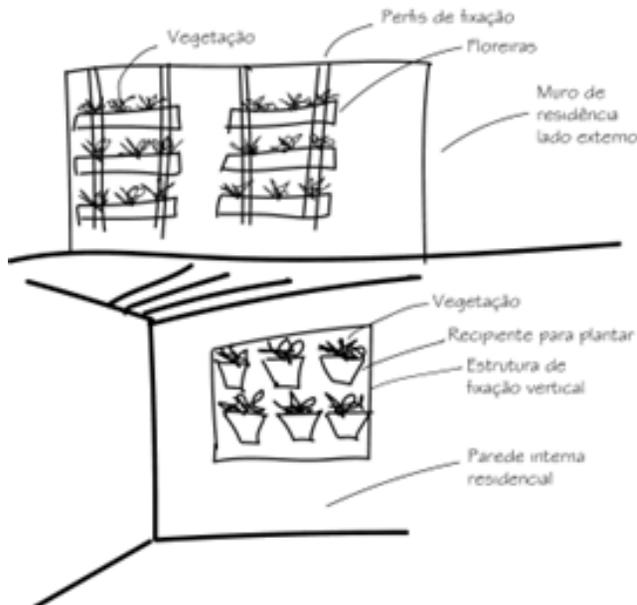


Figura 6: Sketches desenvolvidos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Pretendeu-se, nos territórios onde foi inserido o concept, provocar estímulos quanto a reflexões sustentáveis em escalas crescentes e constantes, como um efeito de reação em cadeia, a partir de uma aproximação prática com a natureza. Deste modo as pessoas mais próximas transmitiriam as mais distantes, suas reflexões e impressões sobre a vivência do uso. E, sucessivamente, cada pessoa sentiria e manifestaria seus pensamentos e atitudes de acordo com suas vivências, com o produto, a outras. Cultivando assim não só os alimentos ou plantas ornamentais, mas também o espaço público das ruas onde moram, praticando o cuidado ativo do território onde residem.

4.5. Projeto “Natudomus”

4.5.1. Marca

O nome Natudomus nasceu do casamento entre as palavras “natureza” que significa ambiente em que vive o homem, mas não depende dele para existir, e essência dos seres (DICIO, 2021) com a palavra “domus” que significa igreja principal – catedral (DICIO, 2021). A tipografia foi desenvolvida com o objetivo de expressar organicidade, movimento e liberdade. A cor escolhida, o verde, representa a natureza. A Natudomus valoriza o amor pela natureza, o conhecimento autônomo e a melhoria da

qualidade de vida (física e metafísica). E reconhece nos seus produtos a verticalidade, o conforto e a segurança. Na figura 07, abaixo, tem-se a materialização da marca.



Figura 7: Logo Natudomus.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.5.2. Produto

Dando seguimento ao processo de concepção final, partiu-se para o desenvolvimento do concept do produto no software CAD Rhinoceros. O uso da proporção áurea esteve presente e se fez fundamental desde a criação dimensional dos módulos até nos seus pequenos detalhes, como as folhas e galhos que adornam a exoestrutura e servem de degraus para vegetações trepadeiras. Entendeu-se que a proporção áurea é a tradução da natureza pela percepção humana e por isso cognitivamente atrativa às pessoas. Esta é constatadamente um elo entre o mundo natural e o artificial, uma vez que atrai à preferência humana de forma visceral, cognitiva e tácita. Entendeu-se que a proporção áurea é a tradução da natureza de forma a fazer sentido a percepção humana e por isso cognitivamente atrativa às pessoas.

Nas figuras 08 e 09 apresenta-se o projeto realizado e renderizado. Para o desenvolvimento do raciocínio modular, a ideia foi projetar três tamanhos diferentes de modo a serem dispostos em superfícies verticais permitindo diferentes formatações de jardins personalizáveis, conforme render da figura 07. Os outros dois elementos que compõem um módulo – vaso e reservatório para o excesso de água – foram dimensionados sempre partindo das medidas internas da exoestrutura e são somente encaixados nesta, um sobre o outro. A própria forma da exoestrutura sustenta-os suspensos utilizando somente a força da gravidade e seu próprio peso.

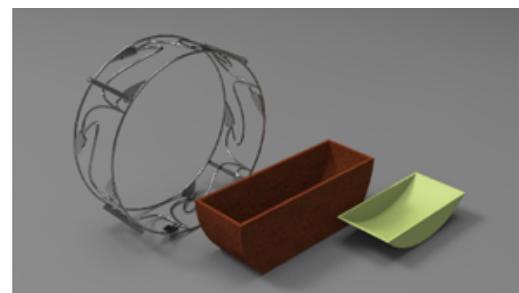


Figura 8: Imagens do render das peças que compõem o produto.

Fonte: Elaborado pelos autores.

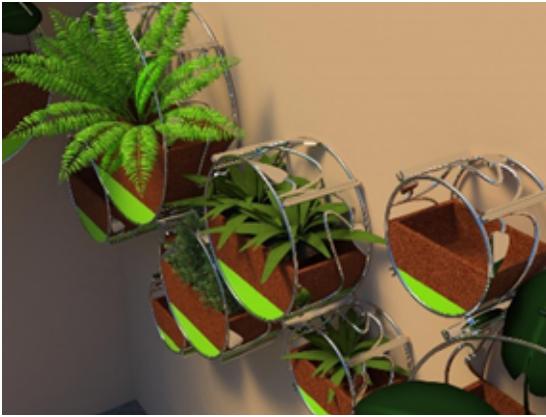


Figura 9: Imagens de renderização do produto no ambiente.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Abaixo na figura 10 apresenta-se o protótipo realizado através da impressão 3D. Este foi produzido através da tecnologia de impressão FDM/FFF, utilizando filamento polimérico do tipo PLA, marca do equipamento Sethi3d, no Fablab da Unisinos Porto Alegre.



Figura 10: Protótipo realizado em impressão 3d.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A produção do protótipo se mostrou muito importante para verificação de medidas, estética e correções pontuais no projeto final, sendo importante também para a seleção dos materiais dos componentes que fazem parte do produto. Para a produção da exoestrutura, os critérios de seleção de matéria prima foram: possuir leveza e resistência a tração e compressão, além de estética agradável ao observador e possibilidade de acabamento em pintura. Neste contexto, dentre os materiais analisados, o alumínio mostrou-se muito condizente com todos os critérios estabelecidos.

Para o vaso que receberá a planta pensou-se em xaxim de fibra de coco prensada. Material reconhecidamente

sustentável, durável e, principalmente, benéfico para o cultivo de vegetação de qualquer espécie, além de ser resistente, leve e de fácil manuseio.

E para o reservatório disposto logo abaixo do vaso foi decidido usar um polímero. O PE (polietileno) preenche todos os requisitos, é resistente e por conseguinte durável, possui uma variedade de cores e é promotor da economia circular por ser totalmente reciclável.

4.5.3. Desenho do serviço e comunicação

A viabilização da comercialização deste produto só será possível através de sistema produto-serviço. Desta forma, pensou-se em uma série de estratégias de produção, distribuição, comunicação e serviço propriamente dito. A figura 11 abaixo permite uma visão geral destas estratégias, e seus efeitos, interconectados.



Figura 11: Desenho do Sistema Produto-Serviço da Natudomus.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a produção, pretendeu-se iniciá-la com a terceirização das partes dos módulos, produzindo-se em fábricas parceiras que já trabalham com este tipo de matéria-prima, e transportá-las através de uma empresa de logística a um depósito onde seriam montados os módulos em kits e novamente embarcadas e levados a seus destinos de venda.

Para comunicação, pensou-se em uma plataforma alimentada por especialistas de diversas áreas (botânica, engenharias, arquitetos e designers de interiores) com foco em sustentabilidade para troca de conhecimentos, experiências e resultados dos usuários destes jardins verticais, conforme mostra a figura 12 abaixo.

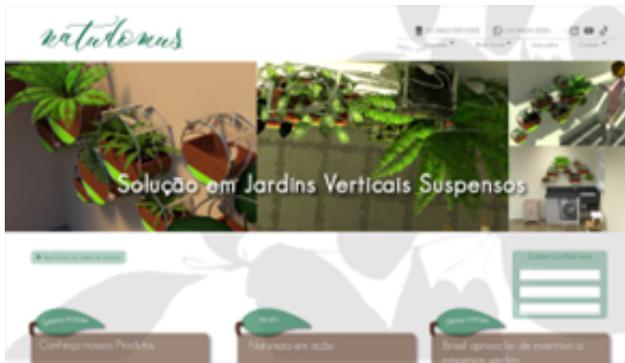


Figura 12: Conceito do site pensado para a proposta.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esta plataforma funcionará como um híbrido entre rede social (aqui com um fim específico) onde poderá salvar imagens relevantes com legenda e registro de data, e compartilhar em murais semânticos (catalogado em um índice por conteúdo, no qual o mural será compartilhado) os resultados do seu jardim, sejam eles positivos ou negativos, e repositório de conteúdo (semelhante a Wikipédia) compilado por especialistas já mencionados onde poderão acessar conteúdos verificados.

Esta plataforma também terá um e-commerce que ofertaria este sistema vertical modular de jardim para ampliação ou reposição do produto, além de disponibilizar repertório de outros subprodutos pertinentes ao cultivo de plantas. E a criação de perfis em redes sociais como YouTube, Instagram e Tik-Tok para compartilhamento de conteúdo relacionados aos valores da marca, sustentabilidade e biofilia. Na figura 13 exemplifica-se as abordagens mencionadas.

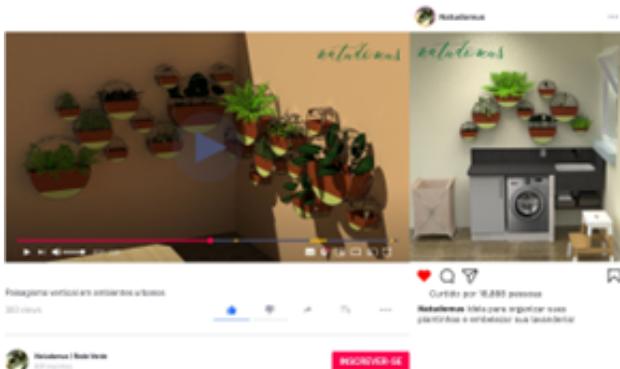


Figura 13: Exemplos de aplicações em redes sociais.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dispostos todos os conceitos e estratégias construídas faz-se imprescindível a apresentação de um correto descarte partindo do próprio sistema-produto. Assim é oportuno basear pontos de coleta em locais que comercializem esse produto atendendo a um cronograma de

recolhimento previamente acordado entre as partes (fornecedor e Receptores), figura 14.



Figura 14: Esquema de coleta de resíduos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A matéria-prima oriunda deste centro de triagem e processamento de resíduos seria então negociada com as empresas parceiras que produzem os componentes dos módulos. Acredita-se que assim se fecha completamente o ciclo deste produto de uma forma mais sustentável.

Na última etapa foram realizados testes de aceitação no mercado e usabilidade a fim de compreender as primeiras impressões de possíveis consumidores do produto, onde pôde-se considerar retornos bastante positivos, mesmo que para um recorte bem pequeno de possíveis usuários, tendo em vista a abordagem à distância em que pesquisa foi realizada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As entrevistas mostraram que existe espaço para muitas melhorias nas práticas profissionais e que oportunidades não faltam. Assim como os estudos de caso indicaram que não é utópica a iniciativa de tornar o mundo mais sustentável. A pesquisa blue sky trouxe a possibilidade de trabalhar, através da Sequência Fibonacci, com a matemática da natureza e usar esses raciocínios lógicos para desenvolver formalmente os concepts gerados para este projeto, desenvolver criativamente as proporcionalidades estético-formais e a partir delas gerar as linhas que deram a forma propriamente dita, ao projeto.

A metodologia projetual mostrou a direção na qual os concepts deveriam ser pensados, fomentando a vontade e a satisfação de lidar e observar a natureza de maneira próxima e íntima, despertando através desta proximidade a busca por uma vida com hábitos mais sustentáveis.

Ações no sentido de regeneração e transformação de problemas em soluções economicamente viáveis são possíveis e trazem a certeza, mesmo que de forma lenta,

está-se indo pelo caminho certo. Precisa-se usar a comunicação a nosso favor e compartilhar valores que importam, aprender e ensinar com quem está próximo é o caminho mais certo, só se precisa, é torná-lo viável.

Tanto na ideação quanto na produção, buscou-se uma conexão direta com a natureza e com formas sustentáveis de existir. Sua criação baseada na proporção áurea visou uma conexão visceral com o olhar humano, a escolha dos materiais procurou materializar de forma sustentável sua existência. A criação da marca quis trazer, no nome, que a natureza pode ser o lar do homem. E toda a proposta de serviço e comunicação teve por objetivo, sempre, a disseminação do conhecimento da biofilia e da sustentabilidade e por consequência buscar mudanças de hábitos para uma consciência mais verde de viver.

REFERÊNCIAS

- BAXTER, Mike. **Projeto de produto**: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. São Paulo: E. Blücher, 1998. x, 261 p.
- BELINI, M. M. **A razão áurea e a sequência de Fibonacci**. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional -- Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, 2015.
- BENNE, B; MANG, P. Working regeneratively across scales — insights from nature. **Journal of Cleaner Production**, 2015.
- BORGES, A. **Design, Inovação e Sustentabilidade**. Aeroplano, 2014.
- CAPRA, F. **A Teia da Vida**. Cultrix, 1996.
- CAPRA, F. et al. **Ecoalfabetização**: preparando o terreno. Learning in the Real World, 2000.
- CELASCHI, F.; DESERTI, A. **Design e Innovazione**. Strumenti e Pratiche per la Ricerca Applicata. Carocci, 2007.
- DETANICO, F. B. et al. Emoções positivas no uso do espaço construído de um campus universitário associadas aos atributos do design biofílico. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, 2019.
- DICIO. **Dicionário Online de Português**. Disponível em: <https://www.dicio.com.br>. Acessado em: 24/09/2021.
- FIBONACCI. In: **PEXEL**. Disponível em: <https://www.pexels.com/>. Acesso em 07/06/2021.
- FINESTRALI, M.; REYES, P. O Metaprojeto como oportunidade de redefinição de problemas de design. **Anais do 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, 2010.
- FRANZATO, C.; CELASCHI, F. Processo de metaprojeto para o desenvolvimento estratégico e a inovação das organizações. **Anais do 10º Congresso Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento em Design**, 2012.
- FRANZATO, C. Processo de inovação dirigido pelo design: um modelo teórico. SENAI CETIQT, Redige, 2011.
- GALISAI, R.; BORBA, G. S.; GIORGI, R. F. Design como cultura de projeto e como Integração entre Universidade e Empresa. **Anais do 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, 2008.
- HERMANMILLER. Design baseado na Natureza. https://www.hermanmiller.com/pt_br/research/categories/white-papers/nature-based-design-the-new-green/. Acesso em: 30/03/2022.
- KELLERT, S.; CALABRESE, E. The Practice of Biophilic Design. 2015. Disponível em: www.biophilic-design.com. Acesso em: 29/08/2021.
- KELLERT, S.; WILSON, E.O. The Biophilia Hypothesis. Island Press, 1993.
- MORAES, D. Metaprojeto: o design do design. São Paulo: E. Blücher, 2010.
- NEME, F. J. P. Permacultura Urbana. E-book, distribuição livre, 2014.
- NERY, J. M. F. G. Design with nature: Arquitectura y climas Wasting away; Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos. Revista RUA, 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/rua/issue/view/352/showToc>. Acesso em 07/05/2021.
- ONU. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, ONU, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/> Acesso em: 15 de maio de 2021.
- ORTEGA, A. B. Diseño Biofílico: Aplicación al Diseño Optimizado de las Instalaciones. TFG ETSAM Aula 2, 2020.
- REMUS, B. N.; MARQUES, A. C. Design estratégico: Aplicação de uma Metodologia em um Projeto de Graduação. **Anais do 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, 2008.
- RODRIGUES, B. Design Regenerativo: Desenvolvimento de Mobiliário que Promova a Interação entre o Homem e a Natureza. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Design) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre, 2021.
- SÁ, A. A. M. Design, Inovação e Estratégias Naturais: Aplicações de Princípios Biomiméticos e Biofílicos em Projetos Criativos. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Design) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- SANGUINETTO, E. C. Bases Conceituais para Projetos

Sustentáveis e Biofílicos. Revista LABVERDE, 2011.

SCALETISKY, C.; PARODE, F. Imagem e Pesquisa Blue Sky no Design. **Anais do XII Congresso SIGraDI**, 2008.

SEVCIKOVÁ, R.; KNOSCOVÁ, L. Sustainable Design in the Furniture Industry. **Anais do 21st International Joint Conference**, 2021.

SIMON, H. A. As Ciências do Artificial. Armênio Amado, Editor Sucessor, 1981.

TAMEKUNI, K. I. METAPROJETO: o design em busca da inovação por meio da reflexão. **Anais do 11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, 2014.

TAVARES, F. A. S. **Fundamentos e Estrutura Conceitual-metodológica do Desenvolvimento e Design Regenerativo**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

VALESAN, M.; FEDRIZZI, B.; SATTTLER, M.A. Vantagens e desvantagens da utilização de peles-verdes em edificações residenciais em Porto Alegre segundo seus moradores. **Ambiente Construído**, 2010.

WILSON, E. O. **Biofilia**. Harvard University Press, 1984. Disponível em: <https://fliphtml5.com/yeht/azrx/basic>. Acessado em: 21/05/2021.

[org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.93-106](http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.93-106).

SUBMETIDO EM: 30/09/2022

ACEITO EM: 04/10/2022

PUBLICADO EM: 30/11/2022

EDITORES RESPONSÁVEIS: Paulo César Machado Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto.

Registro da contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

BR: Conceituação, Investigação, Metodologia, Visualização
Escrita - rascunho original.

ACM: Conceituação, Análise formal, Metodologia, Administração de projetos, Escrita - revisão e edição.

Declaração de conflito: nada foi declarado.

AUTORES

ORCID: 0000-0001-8075-3931

BETINA RODRIGUES, Designer | Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS-RS) | Design| Porto Alegre, RS - Brasil | Correspondência para: Passagem 10, n. 163 Cefer 2, Jardim Carvalho, Porto Alegre, RS, 91430-040 | E-mail: betinar04@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7756-3117

ANDRÉ CANAL MARQUES, Dr. | Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS-RS) | Design| Porto Alegre, RS - Brasil | Correspondência para: Av. Dr. Nilo Peçanha, 1600 - Bairro Boa Vista, Porto Alegre - RS, 90470-280| E-mail: andrecm@unisinis.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

RODRIGUES, Betina; MARQUES, André Canal; Sustentabilidade e design estratégico: usando conceitos de biofilia para desenvolvimento de um produto para jardim vertical. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 93-106, nov. 2022. ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.93-106>.

CONEXÃO URBANA: ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

URBAN CONNECTION: SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGY

ALINE DUPONT | Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

MÁRCIA AZEVEDO DE LIMA, Dr^a | Programa de Pós Graduação em Planejamento Urbano e Regional da UFRGS

RESUMO

O fortalecimento dos polos urbanos vai ao encontro do desenvolvimento urbano sustentável. Entretanto, a integração entre esses polos pode ser dificultada, por exemplo, por acidentes geográficos, constituindo obstáculos que impedem ou condicionam a implementação ou prolongamento dos traçados viários, dificultando a legibilidade, integração socioespacial e interação social. Nesse sentido, este artigo busca ampliar o debate sobre forma urbana, desafios e possibilidades para conexão urbana e adota como objeto de estudo projeto desenvolvido para trecho da cidade de Montenegro/ RS. Foi verificada a possibilidade de conexão da cidade, através dos acidentes geográficos, a partir de três elementos: sistema viário, mobilidade e centralidade. Portanto, esse trabalho sugere que projetos que contemplam a estruturação de polos urbanos e suas conexões podem melhorar a legibilidade e integração socioespacial, favorecendo o sentimento de pertencimento, a familiaridade com o lugar e a interação social. Por fim, pretende contribuir para o debate de soluções de desenho urbano para a produção de cidades inclusivas, resilientes, saudáveis e sustentáveis.

PALAVRAS CHAVE

Conexão urbana; Polos urbanos; Desenvolvimento sustentável

ABSTRACT

The strengthening of urban centers is in line with sustainable urban development. However, the integration between these poles can be hampered, for example, by geographical accidents, constituting obstacles that prevent or condition the implementation or extension of road layouts, hindering legibility, socio-spatial integration and social interaction. In this sense, this article seeks to broaden the debate on urban form, challenges and possibilities for urban connection and adopts as object of study a project developed for a stretch of the city of Montenegro/ RS. The possibility of connecting the city was verified, through geographic accidents, from three elements: road system, mobility and centrality. Therefore, this work suggests that projects that contemplate the structuring of urban centers and their connections can improve legibility and socio-spatial integration, favoring the feeling of belonging, familiarity with the place and social interaction. Finally, it intends to contribute to the debate of urban design solutions for the production of inclusive, resilient, healthy and sustainable cities.

KEY WORDS

Urban connection; Urban centers; Sustainable development.



1. INTRODUÇÃO

Os polos urbanos, ou intra-urbanos, que também podem ser denominados subcentros ou novas centralidades, emergiram em meio ao processo de expansão urbana e descentralização do emprego e população (BAIARDI, 2018). Nesse sentido, Villaça (1998) denomina como subcentros as aglomerações diversificadas e equilibradas de comércio e serviços que não são o centro principal, com o qual concorrem em parte sem, entretanto, a ele se igualar. A estruturação de polos urbanos pode ser um caminho possível para diminuir a fragmentação espacial em relação ao acesso às principais atividades urbanas, bem como em relação à diminuição de grandes deslocamentos que pressionam a rede de macroacessibilidades (BAIARDI, 2018). Assim, nos territórios das metrópoles contemporâneas, o fortalecimento de polos urbanos vai ao encontro do desenvolvimento urbano sustentável como uma estratégia espacial a balancear eficientemente os recursos necessários ao pleno funcionamento da cidade (LEITE & AWAD, 2012). Ainda, segundo Baiardi (2018), historicamente, a acessibilidade tem se mostrado como um elemento indutor do crescimento e das transformações espaciais de uma região. Todavia, entende-se que a forma urbana não pode ser desligada do seu suporte geográfico, pois o sítio contém a gênese e o potencial gerador das formas construídas.

A integração entre os polos urbanos pode ser dificultada por acidentes geográficos, constituindo obstáculos que impedem ou condicionam a implementação ou prolongamento dos traçados, dificultando a legibilidade, integração socioespacial e interação social. Também pode ser dificultada por rodovias ou linhas de trem urbano que cortam as cidades, gerando uma separação entre as partes. Por exemplo, trabalho acadêmico foi desenvolvido sobre a rodovia BR101, que corta a cidade de Osório/RS (Figura 01), dividindo-a em duas áreas de paisagens distintas. De um lado, o tecido urbano e, de outro, mata nativa. Suas características implicam em formas de ocupação diferentes e em usos diversos mas, ainda assim, são dois lados da mesma cidade. A vida acontece com um lado complementando o outro. Na conexão proposta, há um espaço onde a ideia de cidade fica suspensa por um momento até que se percorra a passagem e seja retomada a percepção do lugar. Os espaços de permanência propostos ao longo da passagem e nos pontos de conexão com o solo humanizam a travessia. A rodovia, embora proporcione acessibilidade/ mobilidade na região, não serve à vida da cidade em si, criando um vácuo na continuidade e permeabilidade inerentes ao ambiente urbano. Assim,

configura-se como uma barreira (MADALENA, 2019).



Figura 1: Imagens do trabalho acadêmico In (between): resignificação de áreas de passagem.

Fonte: MADALENA, 2019.

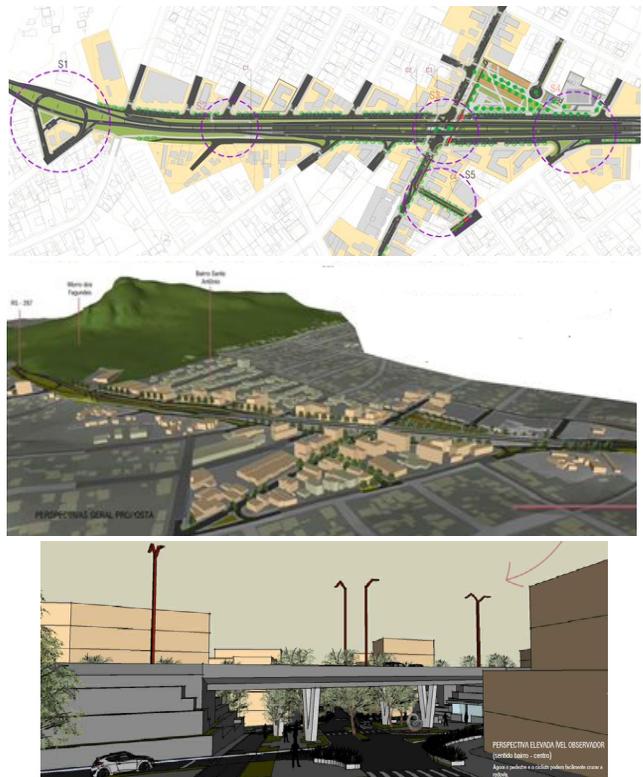


Figura 2: Imagens do trabalho acadêmico Conexão humana do bairro Santo Antônio.

Fonte: ARNHOLD, 2020.

Outro exemplo, trabalho acadêmico foi desenvolvido sobre a rodovia RS287, que cruza a cidade de Montenegro/RS (Figura 02), dividindo-a em duas partes distintas. Essa configuração gera diversos conflitos ao tecido urbano e mobilidade da cidade, bem como transtornos diários aos moradores e usuários, tais como o isolamento do bairro em função da RS, dificuldade de travessia, principalmente em horários de maior tráfego, margem da RS perigosa em função da velocidade dos automóveis, entre outros. A proposta consiste em reconectar o bairro ao centro da cidade, que são bastante próximos, apesar da dificuldade de travessia, gerando maior segurança para pedestres, ciclistas e inclusive automóveis. Também são propostos espaços de permanência para humanizar essa travessia e contribuir para a integração e interação social.

Os dois trabalhos acadêmicos acima apresentados mostram a dificuldade de integração entre os polos urbanos em função de rodovias que cruzam a cidade e geram uma separação entre as partes. Entretanto, o trabalho de Madalena (2019) propõe uma passarela elevada enquanto o trabalho de Arnhold (2020) propõe a elevação da própria rodovia. Percebe-se que ambos buscam alternativas para melhorar a segurança dos usuários, bem como a integração socioespacial e interação social entre as partes.

Ainda, trabalho acadêmico foi desenvolvido sobre a linha de trem urbano e estação Unisinos, localizada em São Leopoldo/RS (Figura 03). A estação foi concebida em sua função preliminar: ser um ponto nodal. O nó, focado em receber e distribuir fluxos de transporte público e pensado especialmente sob esse viés tecnológico, também implica consequências sociais e individuais em seu entorno, por questões de estímulos e acessibilidade, tornando-se uma área de passagem, que nega o seu uso como espaço público. Seguindo esta narrativa, o trabalho teve o intuito de requalificar o entorno imediato da Estação Unisinos e ressignificar os usos e estímulos dos "espaços conectores da estação". Esses espaços fazem a conexão da mesma com os bairros adjacentes, seus moradores e a massa fluente diária, proporcionando ambientes de permanência e convivência, trazendo vitalidade ao lugar. Através do projeto urbano, é proposta a integração socioespacial do território, para reduzir a percepção de insegurança e estimular o comércio local, trazendo novas relações sociais e novas formas de interação com um espaço já consolidado há tantos anos, deixando assim de ser apenas um "nó" e tornando-se também um "lugar" (BRANDALISE, 2021).

Nesse sentido, Magalhães (2007), ao discutir sobre rupturas e continuidades, chama a atenção para a compreensão do espaço da cidade como espaço público, de

interação social e do domínio coletivo, assim como a contiguidade entre tecidos sociais diferentes. Contiguidade no sentido de "algo que é próximo, vizinho, e que permite ou mantém convivência ou relação de convívio". Ainda segundo o autor, a contiguidade, em urbanismo, envolve as formas preexistentes na dimensão espacial e engloba também as dimensões políticas, nas quais se situam a diversidade e a participação. O seu fato gerador é a inserção na cidade de um elemento que a modifica, mas a partir do reconhecimento das preexistências ambientais e culturais. Assim, ela se constitui também na dimensão política. A contiguidade apoia-se em dois conceitos: a urbanicidade, ou a qualidade a que devem corresponder os espaços urbanos no reconhecimento da diversidade e no objetivo da interação social; e a construção compartilhada, ou a necessidade da cidade ser promovida coletivamente e corresponder a um artefato coletivo, de todos (MAGALHÃES, 2007).



Figura 3: Imagens do trabalho acadêmico Requalificação do entorno da Estação Unisinos e a transformação em nó-lugar.

Fonte: BRANDALISE, 2021.

Em complemento, Baiardi (2018) argumenta que o traçado urbano é formado pelo conjunto das ruas, sendo o principal elemento de conexão na cidade e o meio mais poderoso pelo qual o todo de uma cidade pode ser ordenado. Assenta-se num suporte geográfico preexistente, regula a disposição dos edifícios e quarteirões, liga os vários espaços e partes da cidade. Assim, a autora destaca a importância da leitura da estrutura geológica original como um condicionante natural significativo para a estruturação urbana. Por exemplo, sistemas/caminhos de águas, enchentes, relevo e clima, podem constituir um impedimento ou um obstáculo à extensão do traçado viário, configurando sistemas geométricos irregulares. Em

outras palavras, Fernando (2013) argumenta que os acidentes topográficos que de uma forma abrupta marcam o território e que pela sua morfologia constituem obstáculos, podem impedir ou condicionar a implementação das malhas ou o prolongamento dos traçados.

Ainda, a morfologia urbana, vista como um estudo analítico da produção e modificação da forma urbana no tempo, estuda o tecido urbano e seus elementos construídos através de sua evolução, transformações, inter-relações e dos processos sociais que os geraram (DEL RIO, 1990). Por isso, a importância da forma urbana para compreender a lógica da formação, evolução e transformação dos elementos urbanos que estruturam o espaço, de sua inter-relação e a repercussão nos comportamentos sociais (DEL RIO, 1990), a fim de possibilitar a identificação das formas mais apropriadas, cultural e socialmente, para intervenção na cidade. Já o campo da percepção ambiental tem como uma de suas premissas a possibilidade de entender melhor as ações, as necessidades e as aspirações dos indivíduos em relação ao ambiente construído a partir do conhecimento sobre como a imagem mental é concebida (GOLLEDGE e MOORE, 1976). Entender como o espaço é assimilado pelos indivíduos que o habitam parece ser fundamental para reconhecer como os elementos influenciam a vida cotidiana do indivíduo e a que atitudes e comportamentos correspondem.

Segundo Lynch (1980), na medida em que a imagem se torna familiar a um grupo de indivíduos, favorece a criação de um senso de coerência e de identidade do lugar, desempenhando, além da função de orientação e organização das atividades que acontecem, um papel social que permite, através da identificação e associação de sinais comuns, a unificação de um grupo e a comunicação de seus membros. Lynch (1980), em seu trabalho pioneiro desenvolvido na década de 60, traz conceitos utilizados até hoje. Segundo o autor, a imagem de um lugar é caracterizada por três aspectos indissociáveis, cada um com funções específicas: identidade, estrutura e significado. A identidade implica no reconhecimento de um lugar e sua diferenciação dos demais, o que permite ao lugar ser identificado como único. A estrutura trata da forma do lugar, sua coerência e das suas relações com os espaços adjacentes. Por último, o significado trata do sentido funcional ou afetivo que o lugar adquire para o observador, ou seja, da conexão da pessoa com o lugar através de ligações de ordem prática e emocional. Assim, a qualidade destes componentes facilitaria ou dificultaria o processo de elaboração da imagem ambiental e a avaliação dessa imagem influenciaria os padrões de comportamento.

Lynch (1980) também trata da qualidade visual de cidades americanas e concentra-se na qualidade visual considerada a principal qualidade urbana: a aparente clareza ou legibilidade da paisagem citadina, ou seja, “a facilidade com a qual as partes podem ser reconhecidas e organizadas numa imagem coerente”. Essa imagem seria aquela onde os elementos básicos (vias, limites, bairros, cruzamentos e marcos) são facilmente identificáveis e integráveis dentro de um esquema global, isto é, existe a noção de conjunto. Segundo o autor, uma boa imagem ambiental dá a seu possuidor um importante senso de segurança emocional, podendo estabelecer uma relação harmoniosa entre si e o mundo exterior, favorecendo, dessa forma, o sentimento de pertencimento e a familiaridade com o lugar. Marsh (1973 apud RAPOPORT, 1978) complementa que o ambiente legível e estável permite, também, identificar e aceitar melhor os estranhos, o que pode favorecer a interação social.

Com base no exposto, fica evidenciada a importância da forma urbana, da estruturação dos polos urbanos e suas possíveis conexões, levando em consideração as pré-existências e os condicionantes naturais do lugar, para melhorar a legibilidade, integração socioespacial e interação social. Portanto, considerando os objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030, especialmente o objetivo 11 - Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (ONU Brasil, 2022), destaca-se a urgência em buscar soluções, através do desenho urbano, mais adequadas para nossas cidades. Nesse sentido, este artigo busca ampliar o debate sobre forma urbana, desafios e possibilidades para conexão urbana, bem como contribuir para o conhecimento existente sobre o tema, trazendo subsídios para projetos que visem melhorar a qualidade de vida nas cidades.

2. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos do trabalho, utiliza-se como objeto de estudo projeto desenvolvido para trecho da cidade de Montenegro, Região Metropolitana de Porto Alegre/RS. Inicialmente, foi feita revisão da literatura sobre polos urbanos, rupturas e continuidades, morfologia urbana e percepção ambiental. Após, foram feitos levantamentos de dados e levantamentos físicos da área, do entorno e da cidade, para identificar as principais características, problemas e potencialidades da área de intervenção, assim como traçar as diretrizes de projeto. Também foi realizada pesquisa sobre os condicionantes legais, urbanísticos e ambientais.

2.1. Montenegro/RS

Montenegro é um dos 20 municípios que compõem o Vale do Caí e um dos 34 que compõem a Região Metropolitana de Porto Alegre – RMPA. O município fica a 55 quilômetros da capital Porto Alegre e é conhecido como Cidade das Artes, título que recebeu por conta do complexo de artes cênicas e visuais da UERGS - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - com convênio com a FUNDARTE - Fundação Municipal de Artes de Montenegro (PREFEITURA MUNICIPAL MONTENEGRO, 2022).

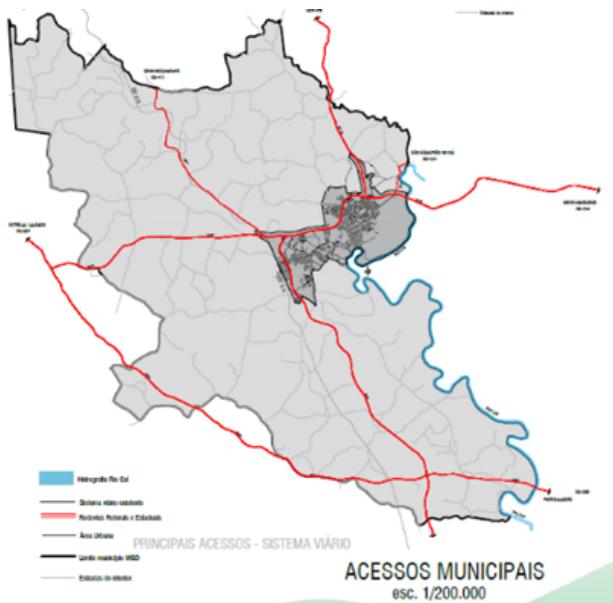


Figura 4: Mapa com indicação dos acessos municipais.

Fonte: DUPONT, 2020.

Segundo estimativa do IBGE (2021), em 2020 a população seria de 65.721 habitantes, área de 440,84 km² e densidade de 149,08 hab/km². O município teve sua ocupação inicial em função do rio Caí, onde passavam as embarcações que ligavam Porto Alegre aos pequenos povoados da região (Figura 04 acima). Área significativa do município sofre com constantes alagamentos pelas enchentes do transbordo do rio Caí, conforme indicado na Figura 05 – Mapa com indicação da área alagável.

Montenegro se desenvolveu inicialmente no lado leste do morro São João, que foi o berço da ocupação do município, pois ali passavam os imigrantes que desembarcavam no cais do Porto das Laranjeiras (rio Caí) indo em direção a fazenda onde hoje se encontra o Parque Centenário. No final da década de 1970, houve maior desenvolvimento no lado oeste (Figura 06), em função dos grandes investimentos ocorridos pela implantação do Polo Petroquímico de Triunfo.



Figura 5: Mapa com indicação da área alagável.

Fonte: DUPONT, 2020.

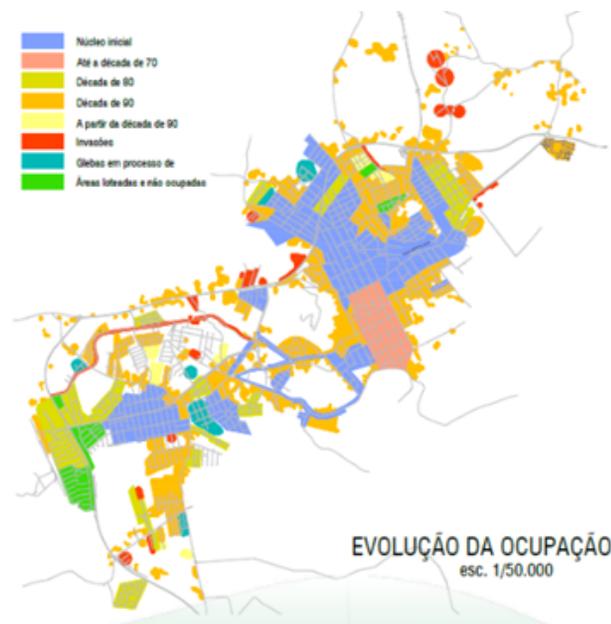


Figura 6: Mapa com indicação da evolução da ocupação.

Fonte: DUPONT, 2020.

Havia previsão de grande crescimento populacional e, assim, através do Projeto Cura (Programa Comunidade Urbana Pró-recuperação Acelerada), houve significativo investimento em abertura de vias estruturais e implantação de equipamentos públicos (centro cultural, escolas, unidades de saúde, entre outros).

O Plano Diretor desta época (1978) previu vias arteriais de conexão dos dois lados da cidade, uma vez que os acidentes geográficos (morro São João e rio Caí) fazem essa divisão natural (Figuras 07 e 08), configurando-se numa cidade polarizada: uma cidade antiga (bairro Centro, no lado leste do morro) e outra cidade nova

(bairro Timbaúva, no lado oeste do morro). Mesmo assim, estudos existentes indicam que os moradores percebem Montenegro como uma cidade dividida pelo morro, resultando na segregação dos dois lados da cidade, dificultando as relações socioeconômicas e interação social (LIMA, 2011).

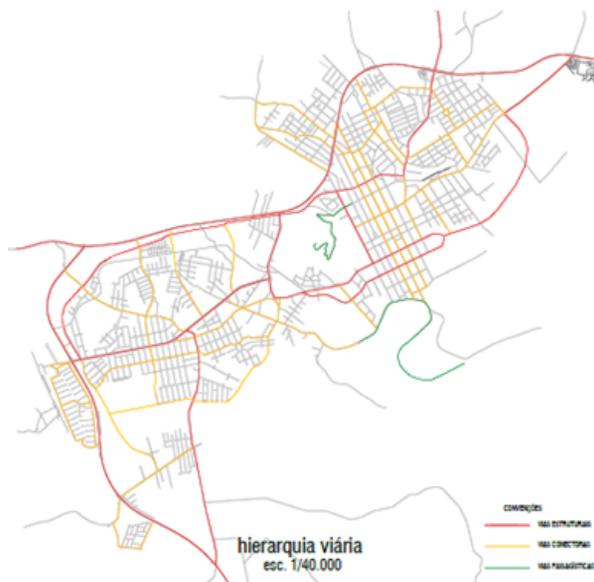


Figura 7: Mapa com indicação da evolução da ocupação.

Fonte: DUPONT, 2020.

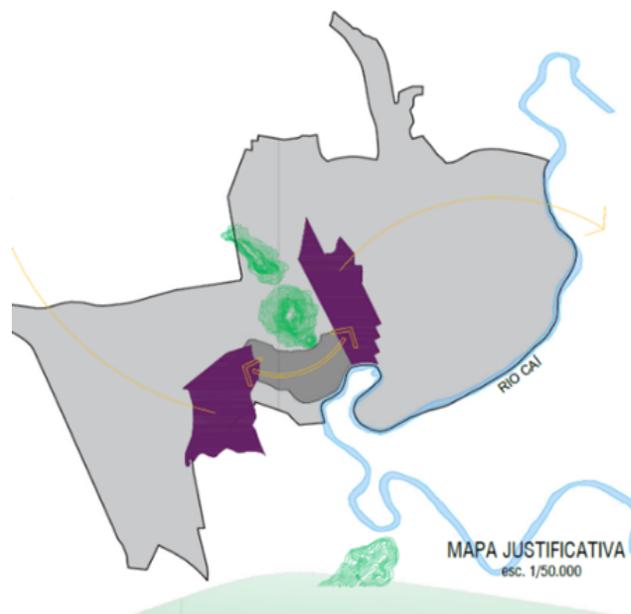


Figura 8: Mapa com indicação da área urbana e acidentes geográficos (rio e morros).

Fonte: DUPONT, 2020.

Dessa forma, os levantamentos de dados e levantamentos físicos da área e entorno/ cidade permitiram identificar que apesar da área de intervenção estar localizada em contexto consolidado, trata-se de terreno com

restrições ambientais, alagável e com declividade acentuada, com imóveis desocupados e degradados, calçadas inadequadas, ciclovias inseguras e sem conectividade, transporte público ineficiente, sem mobiliário adequado e sem atratividade. Por outro lado, identifica-se grande potencial pela vegetação abundante, desnível que propicia belvedere/ amplas visuais, possibilidade de conexão visual e funcional do morro com o rio, edificações históricas, lotes vazios com possibilidade de aproveitamento, além do potencial para criação de novo parque da cidade em local estratégico, central na cidade.

3. CONEXÃO DAS CIDADES ATRAVÉS DOS ACIDENTES GEOGRÁFICOS

Trata-se do projeto desenvolvido para o Trabalho de Conclusão do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS (DUPONT, 2020), que visa apresentar uma possibilidade de qualificação da conexão de uma cidade polarizada: uma cidade antiga (bairro Centro, no lado leste do morro) e outra cidade nova (bairro Timbaúva, no lado oeste do morro). Ambos os bairros, atualmente, possuem estruturas parecidas de suporte às necessidades da população local, ou seja, polos urbanos que também são chamados de centralidades ou subcentros (ver BAIARDI, 2018 e VILLAÇA, 1998).

Contudo, há uma segregação destas duas 'cidades' em função dos acidentes topográficos (topografia e hidrografia) e da própria evolução da ocupação, obstáculos que podem dificultar a legibilidade, integração socioespacial e interação social. Assim, a integração/ conexão desses dois polos urbanos parece ser primordial para a integração efetiva da cidade como um todo (Figura 09). Além disso, essa integração e fortalecimento dos polos urbanos parece ser estratégia que vai ao encontro do desenvolvimento urbano sustentável (ver LEITE & AWAD, 2012).



Figura 9: Área de intervenção – Montenegro/ RS.

Fonte: DUPONT, 2020.

No início do povoado de Montenegro, ainda sem muitas estradas e pontes, as travessias do rio Caí assim como dos arroios, se davam a partir de balsas e canoas. Estas travessias tinham, na época, a denominação de “passo”. Atualmente, as estradas e as pontes fazem as transições da cidade, embora, algumas vezes, precariamente. Busca-se, então, essas possíveis conexões como aprimoramento dos passos e das pontes, assim como um novo olhar para as pessoas constituintes das cidades, aqui partidas. Por ser zona de proteção ambiental pelos alagamentos (ver Figura 05 acima) e em função das ocupações irregulares existentes, essa área apresenta uma degradação. Ressalta-se que as enchentes são tratadas neste trabalho como uma característica do lugar e não como um problema. Nesse sentido, as áreas alagáveis foram tratadas como ‘esponja urbana’, que se baseia em estratégias para garantir espaço e tempo para que as águas urbanas escoem gradualmente até rios, arroios e lagos, diminuindo os riscos de enchentes e inundações. O termo ‘esponja’ representa a busca por uma maior porosidade e permeabilidade dos espaços livres e construídos, para que essa água possa ser absorvida e retornada à camada subterrânea, além de trazer benefícios indiretos como melhoria do microclima urbano, aumento da biodiversidade, captura e armazenamento de CO₂ e outras funções ecossistêmicas (CALDAS, 2020; HERZOG, 2013).

Também foram verificadas ‘sobras urbanas’, ou seja, espaços residuais ou espaços perdidos. De um modo geral, esses espaços perdidos são as áreas urbanas ‘indesejáveis’ que precisam de releitura/ redesenho. Eles estão mal definidos, sem limites mensuráveis e não conseguem conectar elementos de forma coerente. Por isso, são espaços que não contribuem positivamente para o ambiente ou para as pessoas (Trancik, 2003 apud BAIARDI, 2018). Magalhães (2007) complementa que os vazios urbanos constituem-se em problema porque dificultam o desenvolvimento urbanístico e o melhor aproveitamento social da cidade. Além disso, contaminam negativamente o ambiente urbano, pois a ausência de uso contribui para a degradação do espaço de vizinhança. Porém, considerando a função social da propriedade, disposta no Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001), podem também ser vistos como importante potencial de renovação, possibilitando novos usos e atividades que contribuam para o projeto de intervenção.

Dessa forma, são propostos três elementos principais para a conexão urbana: o sistema viário, a mobilidade através de distintos modais de transporte e uma centralidade (parque urbano). Para o sistema viário, foram propostos:

qualificação das vias públicas da área e entorno imediato, limitação de estacionamentos nas vias públicas, qualificação dos cruzamentos para torná-los mais seguros, qualificação das calçadas, com pavimentação, arborização, iluminação e mobiliário adequados, o que contribui para a caminhabilidade, dá suporte mais adequado e qualifica a mobilidade através de distintos modais de transporte, além da potencialização das visuais do rio Caí e do morro São João (Figura 10).



Figura 10: Imagem rio Caí e morro São João.

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL MONTENEGRO, 2022

Segundo Magalhães (2007), na articulação entre tecidos urbanos, a relação entre sistemas viários é a mais imediata e necessária para que se apresente um mínimo de funcionalidade. Ainda segundo o autor, na inserção de uma nova estrutura urbana, a contiguidade pressupõe o enfrentamento desse conflito com o reconhecimento das diferenças, não apenas entre os atores sociais, mas também entre eles e as relações que estabelecem com os ambientes urbanos. Em outras palavras, Hillier e Hanson (1984) colocam a acessibilidade como o componente mais eficiente na dinâmica de segregação, pois afirma a distância social através da natural implicação das redes de movimento.

Hillier e Hanson (1984) partem do princípio que determinadas condições de contato social no espaço público e a apropriação social do espaço urbano são, em grande parte, condicionadas por peculiares arranjos morfológicos, ou seja, a maneira como se dispõem e se relacionam entre si os diversos elementos arquitetônicos que abrigam as atividades humanas e o espaço público, espaço de relação. Esses arranjos morfológicos, dependendo de suas regras compositivas, estabelecem um certo “potencial de contato social”. Esse campo potencial de copresença e encontros prováveis é chamado de comunidade virtual e está diretamente relacionado com a estrutura dos espaços públicos abertos da cidade. Peponis (1989 apud HOLANDA, 2002) ressalta que as propriedades de configuração podem efetivamente constituir pré-requisitos para a intensa interação local em espaços públicos abertos,

assim favorecendo o reconhecimento de diferenças culturais, a negociação e a democracia. Nesse sentido, Hillier e Hanson (1984) argumentam que a comunidade virtual é produto direto do desenho espacial e cria um campo de encontros prováveis, não um sistema de copresença real, dentro do qual vivemos e nos movemos, levando ou não à interação social. Em outros termos, Holanda (2002) defende a hipótese de que, potencialmente, certos padrões espaciais correspondem a certos padrões de copresença.

Para a mobilidade através de distintos modais de transporte, foram propostas: priorização do transporte ativo, extensão da rede cicloviária, paraciclos e bicicletários, compatibilização dos modais, implantação de um terminal/ estação de transporte público, revisão das rotas de ônibus, implantação de mais paradas de ônibus e qualificação das existentes, integração e conexão entre praças, parques e orla do rio Caí, tanto peatonais como cicloviárias, com espaços de descanso com infraestrutura adequada, além de acessibilidade universal (Figura 11). A qualificação da via que conecta diretamente o morro ao rio, é uma forma de estruturar esses elementos morfológicos, potencializar o significado e a identidade. Nesse sentido, Baiardi (2018) coloca que um nó de transporte pode se configurar pelo cruzamento de linhas de um mesmo sistema de transporte num determinado espaço; sendo o ponto de acesso a uma rede, mas não ao território. Já um lugar é entendido como o espaço que disponibiliza criação de uma identidade, relação e história, com múltiplas interpretações, mas também aquele que concebe um entre-lugar como agente catalisador para uma ligação afetiva, para a intensificação de um evento indeterminado e mutável, seja durante o movimento ou a permanência das pessoas (BAIARDI, 2018). Ainda segundo a autora, áreas de estação, por exemplo como este terminal/ estação de transporte público proposto, podem ser o núcleo catalisador para o desenvolvimento urbano de uma área. Pode ser um desafio articular o nó de transporte às dimensões do lugar, nas áreas das estações, e proporcionar benefícios a ambos (BAIARDI, 2018).



Figura 11: Proposta para conexões/ciclovias.

Fonte: DUPONT, 2020.

Ainda, para a centralidade (Figura 12), foram propostas: criação de um novo parque (conexão dos polos urbanos/ centralidades da cidade), para promoção da cultura e da arte na Cidade das Artes, através de espaços para apresentações, feiras e mostras, inclusão de serviços recreativos permanentes e temporários (oficinas, dança, teatro, circo etc), além de tratamento de 'esponja urbana' na área alagável. Também tem a função de destacar as visuais dos pontos de interesse naturais (rio e morro), conforme Figura 10 acima. A área do parque possui desnível significativo e, por isso, foi trabalhado de forma escalonada, aproveitando a declividade natural do terreno. Na cota mais baixa, alagável, são propostos espaços permeáveis e bacias de retenção, com quadras multiuso e pista de skate, além das passarelas elevadas que conectam os espaços do parque. Na cota intermediária é proposta área mais ativa, com equipamentos para exercícios, academia ao ar livre e playground. Já na cota mais alta, junto ao morro, são propostos equipamentos de apoio, como, por exemplo, ambientes de convívio social e contemplação, espaço para foodtrucks e estrutura do terminal/ estação intermodal. Também é proposta a Lona das Artes, que possibilita apresentações de dança e teatro, podendo ser agente transformador de educação, cultura e geração de renda. A unidade de triagem de resíduos sólidos existente na área é qualificada e agrega função de centro ambiental.

Ressalta-se aqui a importância dos saberes locais para os projetos de territórios com potencial educativo bem como para a efetiva apropriação dos espaços públicos. Nesse sentido, o projeto pode contribuir como cidade educadora fazendo com que o território assumira uma posição de centralidade no processo educativo, com aprendizagem permanente no espaço urbano. O conceito de Cidade Educadora traz a ideia da cidade como projeto educativo, que implica conceber que a cidade pode se transformar em um agente educador a partir da efetivação de um projeto pedagógico-educativo para a vida social em todos os espaços e dimensões da cidadania. Assim, não é apenas a escola que tem o papel de educar, mas é a cidade, projetada em todos seus espaços, que poderá desenvolver e estimular o crescimento, aprendizado, reelaboração da cultura e as trocas humanas para que cada pessoa cresça enquanto sujeito social em constante processo de humanização (LIMA, NERBAS e SILVA, 2022).

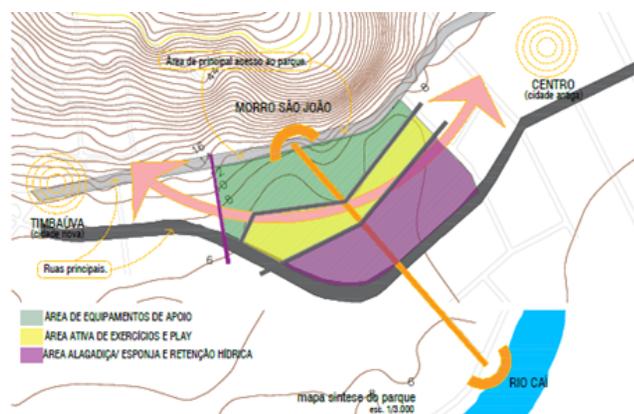


Figura 12: Proposta para a centralidade/ parque urbano.

Fonte: DUPONT, 2020.

Dentro da concepção do traçado, a praça é um ponto de confluência, um elemento morfológico identificável da forma da cidade (Figura 12 e 13). A praça deve ser vista como um lugar intencional de encontro, de circulação, de permanência, dos acontecimentos, de práticas sociais, de manifestações sociais e da vida urbana (LAMAS, 2004). Por isso, esse projeto propõe a centralidade como principal elemento, complementando os demais e potencializando a conexão urbana, uma vez que é o elemento que possibilita a permanência, convívio e interação social entre os distintos moradores e usuários da cidade. Nesse sentido, considera-se a interação social como um indicador fundamental de desempenho dos espaços urbanos, uma vez que parte-se da premissa de que a qualidade essencial das cidades está em cumprir a vocação de lugar de encontros e lugar das trocas sociais, ou seja, da interação social (por exemplo, MAGALHÃES, 2002; NETTO, 2006). Em outros termos, Alexander (1965) sustenta que as cidades devem cumprir a sua vocação de lugares de encontro e, neste sentido, o autor propõe que a organização física da cidade deve funcionar como mecanismo de sustentação de contatos humanos. A contiguidade entre tecidos sociais diferentes, conforme Magalhães (2007), evidencia a compreensão do espaço da cidade como espaço público, de interação social e do domínio coletivo.

Enfim, o projeto de conexão urbana dos dois lados da cidade, através dos acidentes geográficos, buscou elementos estruturadores tais como o sistema viário, a mobilidade através dos distintos modais de transporte e uma centralidade (parque urbano), com o intuito de melhorar a legibilidade, integração socioespacial e interação social. Destaca a importância desses elementos combinados para potencializar a conexão urbana. O sistema viário foi trabalhado como elemento de estruturação, organização e relação entre os demais elementos, usando as barreiras físicas, que tratam das bordas entre tecidos diversos para

conferir unidade a trechos urbanos, podendo, assim, fazer uma costura urbana (LYNCH, 1980). A mobilidade através de distintos modais de transporte, priorizando o transporte ativo, integração e conexões entre os espaços públicos abertos e com a implantação de um terminal/ estação de transporte público, foi trabalhado para articular o nó de transporte às dimensões do lugar, ou seja, como núcleo catalisador para o desenvolvimento urbano da área (BAIARDI, 2018).



Figura 13: Imagens do projeto.

Fonte: DUPONT, 2020.

Já a centralidade (parque urbano) além de elemento de conexão urbana é proposta como ponto nodal, local estratégico da cidade, ponto de convergência física do tecido urbano e local de concentração. Também como um marco (ou elemento marcante), ponto de referência que se destaca tipologicamente na paisagem, por sua especialidade de uso ou por representar um valor simbólico para a população, pelo contraste, distinção ou evidência (LYNCH, 1980). Dessa forma, atua com a identidade, estrutura e significado do lugar, que segundo Lynch (1980), são aspectos indissociáveis que caracterizam a imagem de um lugar. Nesse sentido, Lynch (1980) ressalta o valor da forma urbana como constituinte da percepção e da memória e destaca que a forma deve ser usada para reforçar o significado.

Em complemento, espaços com uma imagem ambiental que afeta positivamente a apropriação e o comportamento espacial contribuem para a interação social. Esses espaços que favorecem a interação social são dotados de qualidades espaciais que vem sendo exploradas desde 1961 por Jacobs (ver JACOBS, 2000). A partir do trabalho

desta autora, foram desenvolvidos alguns conceitos, por exemplo, o de urbanidade, desenvolvido por Holanda (2003). O conceito de urbanidade tem sido discutido e redefinido por diversos autores (por exemplo, AGUIAR, 2010; FIGUEIREDO, 2010; GONÇALVES, 2010; MORAIS, 2010; NETTO, 2010). No entanto, parece ser comum o entendimento de que se trata de qualidades espaciais que podem favorecer as interações que envolvem certa intensidade de contatos e interações entre pessoas nos espaços urbanos. Ainda, Figueiredo (2010) argumenta que urbanidade, numa definição mais restrita, acontece quando o ambiente construído e suas estruturas auxiliares (por exemplo, sistemas de transporte) permitem ou mesmo potencializam encontros e a copresença entre pessoas de classes ou estilos de vida distintos em espaços legitimamente públicos, dentro de um sistema probabilístico no qual essas pessoas, em suas rotinas, tendem a usar ou passar pelos mesmos lugares. Trabalha-se com o pressuposto de que certas estruturas urbanas podem estimular ou desestimular a ocorrência de interação social mais intensa, ou seja, condições que podem ou não gerar urbanidade. Espaços com boa acessibilidade possuiriam forte potencial de convergência de grupos sociais diferentes e de articular a vida privada e a vida coletiva.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo trouxe inicialmente uma revisão da literatura sobre polos urbanos, rupturas e continuidades, morfologia urbana e percepção ambiental. Assim, evidenciou a importância da forma urbana, da estruturação dos polos urbanos e suas conexões para a legibilidade, integração socioespacial e interação social. Ainda, fez uma breve descrição do objeto de estudo: setor urbano localizado na cidade de Montenegro, Região Metropolitana de Porto Alegre/RS. Na sequência, apresenta o projeto de conexão urbana dos dois lados da cidade, através dos acidentes geográficos, com o objetivo de discutir desafios e possibilidades de conexão de cidades partidas ou polarizadas, seja por rodovias, linhas de trem urbano ou condicionantes naturais. Neste caso, uma cidade polarizada por condicionantes naturais, separando uma cidade antiga (bairro Centro, no lado leste do morro) e outra cidade nova (bairro Timbaúva, no lado oeste), percebida também pelos moradores como uma cidade dividida e segregada, o que dificulta as relações socioeconômicas entre os 'dois lados da cidade'.

O projeto propõe três elementos principais para a conexão urbana: o sistema viário, a mobilidade através de distintos modais de transporte e uma centralidade

(parque urbano). O sistema viário trabalhado como elemento de estruturação, organização e relação entre os demais elementos e, conforme destacado por Magalhaes (2007), importante articulador entre tecidos urbanos. Já a mobilidade através de distintos modais de transporte trabalhada como um nó de transporte articulado às dimensões do lugar, ou um núcleo catalisador para o desenvolvimento urbano da área, conforme Baiardi (2018) argumenta. Entretanto, o projeto destaca a centralidade (parque urbano) como elemento principal para a efetiva conexão, pois o parque urbano se configura como ponto nodal em local estratégico da cidade, servindo também como um marco de referência.

Assim, a centralidade é o local de encontro, de circulação e de permanência, local dos acontecimentos, de práticas sociais, de manifestações sociais e da vida urbana e por isso, seu papel principal para a efetiva conexão. Fundamentado no estudo sobre rupturas e continuidades de Magalhães (2007), destaca-se a importância da contiguidade entre tecidos sociais diferentes, mas sobretudo da compreensão do espaço da cidade como espaço público, espaço de interação social e do domínio coletivo, uma vez que nossas cidades deveriam ter estruturas produzidas para intensificar as trocas sociais e econômicas entre as pessoas (por exemplo, MAGALHÃES, 2002; NETTO, 2006).

Magalhães (2007) também destaca que a inserção na cidade de elementos que a modificam deve ser feita a partir do reconhecimento das preexistências ambientais e culturais. Portanto, por tratar de contextos consolidados, ressalta-se o importante papel do diagnóstico preciso como respeito às pré-existências, inclusive para minimizar os possíveis impactos da intervenção. Entende-se que é fundamental a consideração das necessidades dos moradores e usuários para facilitar o uso e apropriação. Nesse sentido, este projeto discute e aponta soluções e estratégias de desenho urbano que podem ser estudadas e re-combinadas para outros contextos.

Por fim, esse trabalho sugere que projetos que contemplem a estruturação de polos urbanos e suas conexões podem ser uma alternativa para melhorar legibilidade e integração socioespacial, favorecendo o sentimento de pertencimento, a familiaridade com o lugar e a interação social. Concluindo, este artigo pretende contribuir para o debate de soluções de desenho urbano alinhadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030, para melhorar a qualidade de vida dos moradores e também contribuir para a produção de cidades inclusivas, resilientes, saudáveis e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Douglas Viera de. *Alma espacial: o corpo e o movimento na arquitetura*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2010.
- ALEXANDER, Christopher. *A City is not a Tree*. In: *Architectural Forum*, vol. 122, nº 1, abril 1965, pp. 58-62 (parte I); vol. 122, nº 2, maio 1965, pp. 58-62 (parte II).
- ARNHOLD, Alexa Krahl. *Conexão humana do Bairro Santo Antônio*. Orientação: Artur do Canto Wilkoszynski. Trabalho de Conclusão de Curso de Arquitetura e Urbanismo - Unisinos/ RS, 2020.
- BAIARDI, Yara C. L.. *Nó de transporte e lugar. Dilemas, Desafios e Potencialidades para o Desenvolvimento de um Hub Urbano de Mobilidade*. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2018.
- BRANDALISE, Luisa. *Requalificação do entorno da Estação Unisinos e a transformação em nó-lugar*. Orientação: Márcia Azevedo de Lima. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Arquitetura de Urbanismo. Unisinos. 2021.
- CALDAS, Lucas Rosse. (2020). *Enfrentando inundações urbanas: 7 soluções para cidades-esponja*. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/940139/enfrentando-inundacoes-urbanas-7-solucoes-para-cidades-esponja>. Acesso em: maio de 2020.
- DEL RIO, Vicente. *Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento*. São Paulo: Pini, 1990.
- DUPONT, Aline. *A conexão da cidade através dos acidentes geográficos*. Orientação: Márcia Azevedo de Lima. Trabalho de Conclusão de Curso de Arquitetura e Urbanismo - Unisinos/ RS, 2020.
- Estatuto da Cidade. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. 2001.
- Fernando, S.P.. *O traçado*. In: COELHO, C.D. (coord.). *Cadernos de Morfologia Urbana: estudos da cidade portuguesa*. Lisboa: Estudos e realizações, 2013.
- FIGUEIREDO, Lucas. *Desurbanismo: Um manual rápido de destruição de cidades*. I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - ENANPARQ. Rio de Janeiro, 2010.
- GOLLEDGE, Reginald G.; MOORE, Gary T. *Environmental Knowing: theories, research and methods*. Stroudsburg: Dowden, Hutchinson & Ross Inc, 1976.
- GONÇALVES, Alice Rauber. *Urbanidade e as novas configurações urbanas*. I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - ENANPARQ. Rio de Janeiro, 2010.
- HILLIER, Bill; HANSON, Julienne. *The Social Logic of Space*. Bath: Pitman Press, 1984.
- IBGE. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/montenegro/panorama>. Acesso em 21/06/2021. 2021.
- JACOBS, Jane. *Morte e vida de grandes cidades*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- HERZOG, Cecília Polacow. *Cidades para todos: (re) aprendendo a conviver com a natureza*. 1.ed. Rio de Janeiro: Mauad X Inverde, 2013.
- HOLANDA, Frederico de. *O espaço de exceção*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2002.
- HOLANDA, Frederico de (org.). *Arquitetura & Urbanidade*. São Paulo: Pro Editores, 2003.
- LAMAS, Jose M. Ressano Garcia. *Morfologia urbana e desenho da cidade*. 3ª Ed. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian/ Fundação para a Ciência e Tecnologia, 2004.
- LEITE, C.; AWAD, J.C.M.. *Cidades Sustentáveis: Cidades Inteligentes*. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- LIMA, Márcia A. de. *A influência da dimensão, configuração e localização de conjuntos habitacionais na interação social*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- LIMA, M.A. de; NERBAS, P. de F.; SILVA, M. M. da. *Um novo olhar para as cidades educadoras*. In: XIX Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional - ANPUR, Evento virtual. Anais do XIX ENANPUR, 2022.
- LYNCH, Kevin. *A imagem da cidade*. São Paulo: Martins Fontes, 1980.
- MADALENA, Maurício de Andrade. In (between): *res-significação de áreas de passagem*. Orientação: Patrícia de Freitas Nerbas. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Arquitetura de Urbanismo. Unisinos. 2019.
- MAGALHÃES, Sérgio Ferraz. *Sobre a cidade: habitação e democracia no Rio de Janeiro*. São Paulo: Pro Editores, 2002.
- MAGALHÃES, Sérgio Ferraz. *A cidade na incerteza. Ruptura e contingüidade em urbanismo*. Rio de Janeiro: Viana & Mosley: Ed. PROURB, 2007.
- MORAIS, Marcele Trigueiro de Araújo. *A pacificação da cidade: o caso dos espaços públicos do grand ensemble Lês Minguettes, em Lyon (França)*. I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - ENANPARQ. Rio de Janeiro, 2010.

NASAR, J. The evaluative image of the city. Thousand Oaks, Califórnia: SAGE Publication, 1998.

NETTO, Vinicius de Moraes. O efeito da arquitetura: impactos sociais, econômicos e ambientais de diferentes configurações de quarteirão. Arqtextos, São Paulo, dez 2006.

NETTO, Vinicius de Moraes. A urbanidade como dever do urbano. I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - ENANPARQ. Rio de Janeiro, 2010.

ONU Brasil. Objetivos de desenvolvimento sustentável. <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL MONTENEGRO. <https://www.montenegro.rs.gov.br/>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

RAPOPORT, Amos. Aspectos humanos de la forma urbana: hacia una confrontación de las ciencias sociales com el diseño de la forma urbana. Barcelona, Editora Gustavo Gilli, 1978.

VILLAÇA, Flávio. Espaço intra-urbano no Brasil. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute, 2001.

PUBLICADO EM: 30/11/2022

EDITORES RESPONSÁVEIS: Paulo César Machado Ferrolli e Lisiane Ilha Librelotto.

Registro da contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

AD: Conceituação, Análise formal, Investigação, Visualização, Escrita - rascunho original.

MAZ: Conceituação, Análise formal, Investigação, Metodologia, Supervisão, Visualização, Escrita - rascunho original, Escrita - revisão e edição.

Declaração de conflito: nada foi declarado.

AUTORES

ORCID: 0000-0002-1316-3672

ALINE DUPONT, Arquiteta e Urbanista | Unisinos | Curso de Arquitetura e Urbanismo | São Leopoldo, RS - Brasil | Correspondência para: R. Fernando Ferrari, 1530, apto 103 - Passo do Manduca - Montenegro - RS, 92512-000 | e-mail:dupontaline@hotmail.com

ORCID: 0000-0003-2103-9564

MÁRCIA AZEVEDO DE LIMA, Doutora em Planejamento Urbano e Regional | UFRGS | PROPUR | Porto Alegre, RS - Brasil | Correspondência para: Travessa Lima, 101 - Bairro SENAI - Montenegro - RS, 92518-464 | e-mail: malima.mgo@hotmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

DUPONT, Aline; DE LIMA, Márcia Azevedo. Conexão urbana: estratégia de desenvolvimento sustentável. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 107-118, nov. 2022. ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.107-118>.

SUBMETIDO EM: 06/09/2022

ACEITO EM: 06/09/2022

REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA PARA CENÁRIOS DE DESASTRE: CONCEITO, LACUNAS E OPORTUNIDADE DE PESQUISA

SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW FOR DISASTER SCENARIOS: CONCEPT, GAPS AND RESEARCH OPPORTUNITY

LUANA TORALLES CARBONARI, Dr^a | Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
LISIANE ILHA LIBRELOTTO, Dr^a | Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

RESUMO

Considerando as particularidades e diferenças da provisão de abrigo e habitação para cenários de desastre, o objetivo deste estudo foi determinar os principais conceitos sobre o tema, identificar parâmetros projetuais, levantar indicadores, diretrizes, estratégias e as melhores práticas para abrigos e habitações temporárias e analisar o uso de modelos multicritério de decisão voltados a abrigos para situações de desastre. Para isso, tomou-se como base a Revisão Sistemática de Literatura - RSL e a análise bibliométrica, utilizando o método Systematic Search Flow (FERENHOF; FERNANDES, 2016). Dos artigos resultantes, 46 estudos serviram como base para esta análise. Os resultados evidenciam a importância da seleção do local e do projeto dos abrigos e habitações temporárias, considerando as fases anteriores ao desastre e após a ocorrência de emergências, englobando diversos profissionais, inclusive arquitetos. Além disso, foi identificada a necessidade de se estabelecerem parâmetros projetuais referentes aos abrigos temporários em acampamentos planejados e de modelos multicritério de decisão com o método AHP voltados ao projeto desse tipo de abrigo.

PALAVRAS-CHAVE

Revisão Sistemática da Literatura; Desastre; Abrigo temporário; Habitação temporária; Modelo multicritério de decisão.

ABSTRACT

Considering the particularities and differences of shelter and housing provision for disaster scenarios, this study aims to determine the main concepts on the subject, identify design parameters, raise indicators, guidelines, strategies and best practices for temporary shelters and housing and analyze the use of multi-criteria decision models for shelters for disaster situations. For this, a Systematic Literature Review - SLR and bibliometric analysis were taken, using the Systematic Search Flow method (FERENHOF; FERNANDES, 2016). Of the resulting articles, 46 studies served as the basis for this analysis. The results highlight the importance of site selection and design of temporary shelters and housing in the phases before the disaster and after the occurrence of emergencies, encompassing several professionals, including architects. In addition, a need has been identified to establish design parameters for temporary shelters in planned camps and for multi-criteria decision models using the AHP method for the design of this type of shelters.

KEY WORDS

Systematic Literature Review; Disaster; Temporary shelter; Temporary housing; Multicriteria decision model.



1. INTRODUÇÃO

De acordo com Senne (2017), o tema da arquitetura humanitária surgiu há uns cem anos, como resposta às mais diversas crises e emergências, e representa uma discussão essencial no contexto atual. Uma crise humanitária pode resultar tanto de desastres decorrentes de ações humanas, como conflitos armados ou colapsos econômicos e políticos, como por fenômenos naturais (secas, inundações, terremotos, dentre outros) ou eventos tecnológicos, como colapsos de edificações, incêndios urbanos, extravasamento de substâncias radioativas, etc. Segundo uma avaliação feita pelo *Office for the Coordination of Humanitarian Affairs* – OCHA (2019) da ONU, com base nas necessidades crescentes das pessoas atingidas por crises, no ano de 2020 cerca de 168 milhões de pessoas em todo o mundo precisarão de ajuda humanitária, em decorrência, principalmente, de situações em que a população não tenha acesso garantido à alimentação, à água, aos cuidados de saúde, à rede de serviços sociais, de proteção e ao abrigo e habitação temporária.

Segundo dados do Alto Comissariado das Nações Unidas para Refugiados – ACNUR (2020a), nas últimas décadas, os deslocamentos forçados decorrentes de desastres atingiram níveis sem precedência e mais de 67 milhões de pessoas no mundo foram forçadas a deixar seus locais de origem, empregos e familiares em prol de sua liberdade e segurança. Entre elas estão, aproximadamente, 22 milhões de refugiados e 40 milhões de deslocados internos. Deste modo, em um mundo cada vez mais moldado pelos conflitos armados, pelas mudanças climáticas e pela pobreza, o desenvolvimento sustentável não pode ser alcançado sem levar em conta os direitos e as necessidades das pessoas afetadas por crises humanitárias, reforçando a necessidade de apoio e atenção prestados a elas (ACNUR, 2020b). Nesse contexto, a provisão de abrigos e habitações temporárias mostra-se necessária e complexa, devido à diversidade de desastres que ocorrem no Brasil e no mundo, à demanda por refúgio, além dos inúmeros serviços, infraestrutura e instalações de apoio essenciais para seu funcionamento.

Segundo o *United Nations High Commissioner for Refugees* - UNHCR (2020), a provisão de abrigo e habitação temporária é vital para a sobrevivência a crises, sendo fundamental para restaurar a segurança pessoal, a autossuficiência e a dignidade. O direito ao abrigo está implícito na Declaração Universal dos Direitos Humanos e em diversos documentos elaborados por organizações multilaterais como a ONU. Em 1996, na primeira conferência sobre o tema, estabeleceu-se que o acesso ao abrigo

básico e contextualmente apropriado é uma necessidade humana essencial, sendo suas características variáveis dependendo do contexto cultural, da situação, do clima e de outros fatores (UNIVERSITY OF WISCONSIN, 1996). No entanto, Anders (2007) salienta a complexidade para a determinação de padrões de desempenho para abrigos e habitações temporárias e indicadores que orientem o seu projeto, pois existem muitas variáveis que afetam a adequação dessas estruturas

Considerando as particularidades e diferenças da provisão de abrigo e habitação para cenários de desastre, o objetivo deste estudo é determinar os principais conceitos sobre o tema, identificar parâmetros projetuais, levantar indicadores, diretrizes, estratégias e melhores práticas para abrigos e habitações temporárias e analisar o uso de modelos multicritério no embasamento de decisões acerca dos abrigos para situações de desastre.

Este estudo é uma parte da tese de doutorado desenvolvida por Carbonari (2021), cujo objetivo foi criar um modelo multicritério de decisão para o projeto de acampamentos temporários planejados (ATPs) para cenários de desastre. Esta pesquisa foi desenvolvida na primeira etapa da tese e foi fundamental para a definição dos aspectos relevantes para o projeto de ATPs para situações emergenciais e composição do conjunto de critérios e subcritérios para a aplicação do método multicritério *Analytic Hierarchic Process* (AHP) utilizado na tese.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atingir o objetivo proposto, realizou-se a Revisão Sistemática de Literatura - RSL e análise bibliométrica. A RSL tem por finalidade pesquisar a literatura sobre um tema específico, disponibilizando um resumo das evidências encontradas com relação a um determinado assunto, organizando e explicitando de forma sistemática o modo como foram feitas as buscas, análise e sínteses das publicações encontradas (FERENHOF; FERNANDES, 2016). Para realizar a RSL utilizou-se o método *Systematic Search Flow* – SSF (FERENHOF; FERNANDES, 2016). O SSF é um método não aleatório ou exploratório, que segue um procedimento metodológico rigoroso que garante a repetibilidade da pesquisa, minimizando a seleção tendenciosa de documentos aleatórios.

Este método é composto por quatro fases (protocolo de pesquisa, análise, síntese e escrita) e oito atividades, como ilustra a Figura 1.

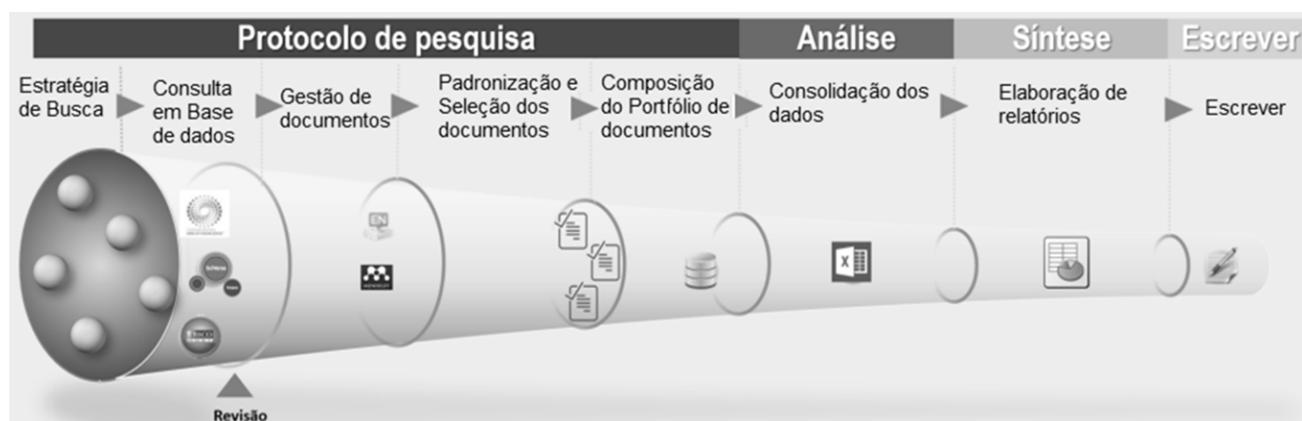


Figura 01: Fases e atividades do método SSF.

Fonte: Ferenhof e Fernandes (2016)

Segundo Ferenhof e Fernandes (2016), as atividades da fase 1, referente ao Protocolo de pesquisa, são:

1) estratégia de busca: abrange um conjunto de procedimentos que definem os mecanismos da pesquisa e a recuperação de informações online. Nesta fase definem-se as delimitações, associadas à *query* de busca, como o tipo de documento, idioma e o período de publicação;

2) consulta em bases de dados: consiste na parametrização da busca (*query*) e sua execução nas bases previamente selecionadas, de acordo com a estratégia formulada;

3) gestão de documentos: se destina à organização das bibliografias, por meio de um software organizador de bibliografias e referências. Para as buscas realizadas nesta pesquisa utilizou-se os softwares *EndNote*[®] e *Mendeley*[®];

4) padronização e seleção dos documentos: consiste no processo e criação de filtros de seleção. Nesta fase é realizada a leitura dos títulos, resumo e palavras-chaves de cada artigo, levando à escolha daqueles que estejam alinhados com o tema da busca; e

5) composição do portfólio de documentos: envolve a leitura de todos os artigos na íntegra, sendo realizada mais uma filtragem para excluir os que não estavam aderentes à temática de investigação.

A fase 2, referente à Análise (atividade 6), destina-se a consolidação dos dados, onde é realizada a combinação de alguns dados, como os artigos, os *journals* e os autores mais citados; o ano em que houve mais publicações sobre o tema; a definição dos constructos etc. Para a combinação e agrupamento dos dados utilizou-se uma planilha eletrônica denominada Matriz do Conhecimento (FERENHOF; FERNANDES, 2014). Esta fase tem por objetivo realizar a interpretação dos dados coletados, levantar lacunas de conhecimento, sugerir pautas para futuras pesquisas e obter dados bibliométricos, quando pertinente.

Na fase 3, referente à Síntese (atividade 7), as conclusões são sintetizadas em relatórios, com o intuito de gerar novos conhecimentos, com base nos resultados apresentados pelas pesquisas anteriores. Nesse processo, algumas informações têm maior destaque, a saber: palavras-chave; ano de publicação; autor(es); *journal*; tipo de artigo (empírico, teórico, teórico-empírico); referências emergentes (artigos a serem lidos); constructos e definições; lacuna(s) do conhecimento; pontos positivos e negativos; e trechos a serem citados.

A fase 4, referente à escrita científica (atividade 8), destina-se à consolidação dos resultados, com base no objetivo da revisão de literatura e nos resultados da análise e síntese.

Destaca-se que este trabalho seguiu as 4 fases e 8 atividades do método SSF, sendo realizadas duas buscas sistemáticas com diferentes objetivos.

A primeira busca, mais abrangente, teve como objetivo explorar os conceitos de abrigo e habitação para desastres, parâmetros projetuais e lacunas no conhecimento e foi realizada no dia 17 de agosto de 2020, sendo aplicada uma *query* de busca com os seguintes descritores:

(strateg OR handbook* OR guid* OR indicator* OR standard* OR "best practi*") AND (facilit* OR "set?up" OR project* OR "site plan*" OR "layout" OR "site select*" OR "site location") AND ("tran?itonal settle*" OR "emerg* settle*" OR "temporary settle*" OR "tran?itonal hous*" OR "emerg* hous*" OR "temporary hous*" OR "tran?itonal shelter*" OR "emerg* shelter*" OR "temporary shelter*" OR "planned camp*" OR *settle* OR housing OR shelter*) AND ("natural disaster*" OR "natural harzard*" OR "*disaster* response" OR "emergenc* response")*.

Para localizar e selecionar os estudos potenciais nas bases de dados realizou-se a seleção de artigos que contenham ou no título, ou no resumo, ou nas palavras-chave

os descritores definidos; a busca por tipo de documento artigo ou artigo de revisão avaliados por pares; e, seleção de artigos nos idiomas inglês, português ou espanhol.

A consulta em bases de dados foi feita no *Scopus*[®], *Web of Science*[®] e *Scielo*[®]. A pesquisa resultou em 201 artigos, 150 deles sem serem duplicação, que foram sistematicamente analisados. Os números exatos de publicações que retornaram para cada base de dados foi: 122 artigos da *Scopus*[®], 79 artigos da *Web of Science*[®] e 0 artigos da *SciELO*[®].

Após a leitura do título, resumo e palavras-chave, identificou-se que apenas 39 dos 150 artigos estavam alinhados ao objetivo da busca e foram submetidos à análise e leitura do texto completo. Após a análise, 10 artigos não estavam alinhados com o tema, e foram descartados do portfólio bibliográfico, o que resultou em 29 artigos relevantes. Na Figura 2 é apresentado um gráfico dos anos dessas publicações.

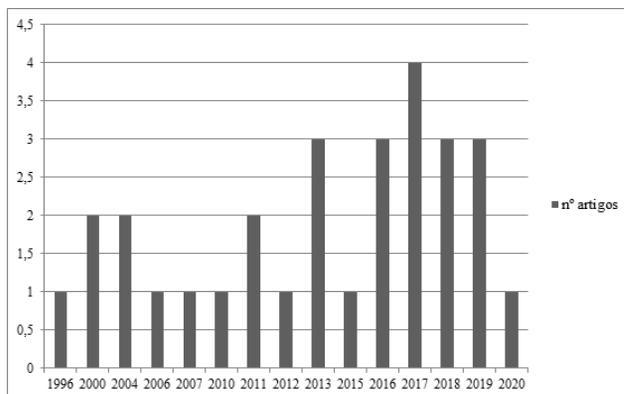


Figura 02: Distribuição das publicações por ano.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A partir deste gráfico pode-se verificar que a primeira publicação sobre o assunto pesquisado data de 1996 (ELO; PALM; VROLIJKS, 1996), mesmo ano em que foi realizada a 1ª Conferência Internacional de Assentamento Emergenciais, em Wisconsin, USA. Esta publicação descreve as estratégias e abordagens da Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais – DIRDN (1990 a 2000) e aponta para a contribuição do evento para a 2ª Conferência Mundial Sobre os Assentamentos Humanos - HABITAT II. Observa-se, a partir disto, que o tema pesquisado é assunto relativamente recente no cenário internacional, despontando nos últimos 25 anos,

A segunda busca, mais específica, teve como objetivo analisar o uso de modelos multicritério de decisão voltados a abrigos para situações de desastre e foi realizada no dia 07 de agosto de 2020, sendo aplicada uma query de busca com os seguintes descritores:

("Multi-criteria Model" OR "Analytic Hierarchy Process" OR AHP) AND ("emerg settle*" OR "temporary settle*" OR "emerg* shelter*" OR "temporary shelter*" OR "planned camp*" OR "planned settle*" OR "refug* camp*" OR shelter*) AND (disaster* OR harzard* OR emergenc* OR cris*),* utilizando como filtro documentos do tipo artigos ou artigos de revisão.

A pesquisa resultou em 46 artigos, 34 deles sem duplicação. Os números exatos de publicações que retornaram em cada base de dados foram : 25 artigos da *Scopus*[®], 21 artigos da *Web of Science*[®] e 0 artigos da *SciELO*[®]. Após a leitura do título, resumo e palavras-chave, identificou-se que apenas 17 estavam alinhados ao objetivo da busca.

Os resultados da Meta-Análise serão apresentados e discutidos a seguir.

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir da análise do portfólio bibliográfico resultante da primeira RSL foi possível identificar os autores, o ano das publicações, o local onde as pesquisas foram desenvolvidas, as disciplinas envolvidas, o foco dos estudos e os principais métodos e técnicas utilizados nos trabalhos. Estas informações são apresentadas no Quadro 1.

Autor(es)	País	Disciplina	Foco	Métodos e técnicas
Elo, Palm e Vrolijk (1996)	Suíça	Urbanismo	Gestão de Desastres, DIRDN (1990-2000)	Estudo de caso. Revisão da literatura
Davenport (2000)	Canadá	Não disponível	Gestão de Desastres, DIRDN no Canadá	Estudo de caso. Revisão da literatura
Rashid (2000)	Bangladesh	Saúde Pública	Vulnerabilidade social em abrigos temporários	Estudos de caso exploratórios (entrevistas e discussões informais). Revisão de literatura
Gall (2004)	EUA	Geografia	Acessibilidade a abrigos emergenciais/temporários para pessoas vulneráveis	Estudos de caso (análise de docs. e pesquisa de campo). Simulações. Questionários. Modelagem espacial
Wu e Lindell (2004)	Taiwan EUA	Arq. e Eng. Civil	Recuperação/Reconstrução habitacional	Revisão de literatura. Estudo de caso (análise de docs., entrevistas)
Johnson, Lizarralde e Davidson (2006)	Canadá	Ambiente construído	Projeto de habitações temporárias	Revisão de literatura. Estudos de caso (entrevistas, pesquisa de campo, análise de documentos). Análise comparativa
Johnson (2007)	Canadá	Ambiente construído	Planejamento estratégico de habitações temporárias	Revisão de literatura. Estudos de caso (entrevistas, pesquisa de campo, análise de publicações)
Cullen e Ivers (2010)	Haiti	Medicina	Acampamento espontâneo (abrigo emergencial / temporário)	Estudo de caso (entrevistas). Análise comparativa com o Projeto Esfera
Kipling, Newton e Ormerod (2011)	Reino Unido	Design Inclusivo	Acesso de pessoas com deficiência a Centros de Emergência (abrigos temporários)	Revisão da Literatura. Estudos de caso (entrevistas)
Liu, Ruan e Shi (2011)	China	Engenharia Geomecânica	Seleção de locais para abrigo emergencial / temporário	Revisão de literatura. Estudo de caso (pesquisa de campo, análise de imagens de sensoriamento remoto, entrevistas, análise de documentos)
Rawls e Turnquist (2012)	EUA	Engenharia Civil e Ambiental	Provisão de suprimentos de emergência para abrigos temporários	Construção de modelo dinâmico de alocação. Estudo de caso. Cenários simulados
Agrawal (2013)	EUA	Medicina emergência	Indicadores mínimos do projeto esfera	Revisão de literatura do Projeto Esfera
Felix, Branco e Feio (2013)	Portugal	Arq. e Eng. Civil	Habitação temporária após desastres	Revisão de literatura (estado da arte). Proposição de diretrizes
Patel e Hastak (2013)	EUA	Eng. Civil e Gestão	Estratégia para fornecer rapidamente habitação permanente pós-desastre	Revisão de literatura. Entrevistas. Simulações
Zhen, Wang e Liu (2015)	China	Arquitetura e Urbanismo	Rede de infra. para alívio de desastre. Localização de abrigos emergenciais e temporários	Revisão de literatura. Estudo exploratório. Uso do método de Relaxamento Lagrangian para criar modelo. Simulações
Hosseini, De La Fuente e Pons (2016)	Espanha	Arq., Engenharia Civil e Ambiental	Modelo multicritério para a seleção de locais para habitação temporária em áreas urbanas	Integrated Value Model for Sustainable Assessment (MIVES). AHP. Revisão de literatura. Estudo de caso. Survey
Marino, De Cuerva e Ceano-Vivas (2016)	Espanha	Arq., Eng. e Design Industrial	Planejamento pré-desastre para a provisão de habitação temporária	Revisão de literatura. Estudos de caso (pesquisa de campo e entrevistas)
Wang (2016)	Taiwan	Arquitetura	Gestão de desastres em escolas	Revisão de literatura. Grupos focais (brainstorm). Estudos de caso (questionário, pesquisa in loco)

Quadro 01: Autor(es), país, disciplina(s), foco, métodos e técnicas de pesquisa, referentes à primeira RSL - Parte 1.

Fonte: Elaborado pelas autoras

Marshall, Rowberry e Esnard (2017)	EUA	Gestão, Políticas Púb., Direito	Projetos de longo-prazo para desenvolvimento habitacional e comunitário	Revisão de literatura. Estudo de caso (entrevistas e análise de documentos)
Trivedi e Singh (2017a)	Índia	Gestão	Seleção de locais para abrigo de emergência pós-desastre	Revisão de literatura. Entrevistas. Modelo multicritério híbrido usando o AHP e o Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) Estudo de caso
Schmitt et al. (2017)	EUA	Saúde Pública	Analisa as barreiras de gestão da higiene menstrual em acampamentos temp.	Estudos de caso (pesquisa de campo, grupos focais, entrevistas, mapeamento participativo)
Utaberta e Asif (2017)	Malásia	Arquitetura	Analisa uso de mesquitas como abrigo emergencial / temporário	Revisão de literatura. Estudos de caso.
Islam, Mondal e Kabir (2018)	Japão, Bangladesh	Geog. e Meio Ambiente; Rel. Sociais	Estratégias de enfrentamento de pessoas com deficiência em situações de desastres e no acesso a abrigos	Revisão de literatura. Pesquisa transversal (survey, questionários, Excel)
Hosseini, Pons e De la Fuente (2018)	Espanha	Eng. Civil e Ambiental; Arquitetura	Modelo para seleção de locais para habitações temporárias com base em conceitos de sustentabilidade	Revisão de literatura. Modelo multicritério AHP/SE combinando MIVES e o algoritmo Knapsack. Program. dinâmica. Estudos de caso
French et al. (2018)	Canadá EUA	Arq. Paisagística e Planej. Urbano	Analisa como o projeto de espaços públicos abertos pode apoiar a resiliência (aborda abrigo emergencial / temporário)	Revisão sistemática de literatura
Venturi et al. (2019)	Países Baixos	Arq. e o Ambiente Construído	Produção de habitação temporária com tecnologia de impressão 3D com solo	Revisão de literatura. Testes de laboratório com solo seco e fluido. Desenvolvimento de hardware.
Lee e Chen (2019)	Taiwan	Ciência e Tecnologia	Estratégias de gestão de desastres para pessoas com deficiências (aborda abrigos emergenciais / temporários)	Revisão de literatura e de relatórios. Questionários.
Mostajabdaveh, Gutjahr e Sibel Salman (2019)	Áustria	Engenharia; Estatísticas e operações	Modelo para a seleção de locais de abrigo emergencial/ temporário para a preparação a desastres	Revisão de literatura. Modelo de programação estocástica (algoritmo genético, programa matemático). Estudo de caso
Geng, Hou e Zhang (2020)	China	Economia e Adm., Inteligência Artificial	Modelo para a localização de abrigo emergencial / temporário pré-desastre	Revisão de literatura. Modelo multicritério (AHP, TOPSIS, otimização ponderada multiobjetivos). Estudos de caso

Quadro 01: Autor(es), país, disciplina(s), foco, métodos e técnicas de pesquisa, referentes à primeira RSL - Parte 2.

Fonte: Elaborado pelas autoras

Com base nas informações presentes no Quadro 1 é possível verificar que os 29 artigos que compõem o portfólio bibliográfico estão distribuídos em 15 diferentes localidades, sendo os Estados Unidos o país com maior número de publicações, concentrando 8 dos estudos. Observa-se que o assunto pesquisado tem caráter interdisciplinar, mas a maioria é referente às disciplinas de Arquitetura e Engenharia Civil, evidenciando a importância do tema

para estas áreas do conhecimento.

Com relação ao foco das pesquisas, 15 estudos abordam os abrigos emergenciais e/ou temporários, o que sinaliza a preocupação com este assunto por pesquisadores de diversas localidades. Estes estudos investigam aspectos muito variados, relacionados com: a vulnerabilidade social e acessibilidade de pessoas vulneráveis a abrigos; avaliação das condições de vida dos desabrigados em

acampamentos espontâneos, em comparação com os padrões mínimos indicados pelo Projeto Esfera; o acesso de pessoas com deficiência a Centros de Emergência; a seleção de locais de abrigo para desastres sísmicos em regiões de montanha; o planejamento de redes de infraestruturas para alívio de desastres em metrópoles com foco na localização de abrigos; a seleção de locais para abrigo a partir do uso de modelos multicritério; as barreiras de gestão da higiene menstrual em acampamentos temporários; o uso de mesquitas como abrigo; e o projeto de espaços públicos abertos para serem utilizados como abrigo em emergências. De outra parte, 7 estudos focaram nas habitações temporárias, abordando: aspectos referentes ao seu projeto e planejamento estratégico; levantamento do estado da arte sobre o tema, com a proposição de diretrizes projetuais; seleção de locais para habitação temporária em áreas urbanas; aspectos referentes ao planejamento na fase anterior ao desastre para a provisão de habitação temporária; o uso de modelo multicritério para a seleção de locais para habitações temporárias com base em conceitos de sustentabilidade; e a produção de habitações temporárias com tecnologia de impressão 3D usando o solo como matéria prima. **A partir desses dados, evidenciou-se uma lacuna com relação à sistematização de parâmetros para o projeto de abrigos temporários.**

Com base nas informações presentes no Quadro 1 também é possível verificar que, com relação aos métodos e técnicas utilizados nas pesquisas, o estudo de caso foi o mais recorrente (21 estudos), com pesquisa de campo e aplicação de questionários e entrevistas. Isto indica que existe uma preocupação dos pesquisadores em estudar casos reais e a opinião das pessoas envolvidas neles, denotando a relevância desses procedimentos no tema investigado. Dois artigos utilizam o Projeto Esfera em suas análises. Um deles desenvolve um estudo mais aprofundado do documento, identificando indicadores mínimos para atividades de saúde pública; e no outro é feito um estudo de caso em um acampamento temporário espontâneo, analisando-o comparativamente com o prescrito no Projeto Esfera, caracterizando a importância desse manual na provisão de abrigo e habitação pós desastre.

A aplicabilidade do método multicritério AHP pode ser percebida em 4 dos 7 trabalhos onde foram desenvolvidos modelos para auxiliar na tomada de decisão em logística humanitária.

As principais questões emergentes destacadas pela revisão sistemática são:

I) Definições e período temporal dos abrigos e habitações pós-desastre:

Observou-se que existe uma diferença conceitual e temporal entre os termos “abrigo” e “habitação”. Enquanto “abrigo” refere-se a um local para ficar durante o auge e imediatamente após um desastre, onde as rotinas diárias regulares são suspensas; “habitação” indica o retorno às atividades e responsabilidades domésticas e às rotinas diárias. Com base nesta distinção, há quatro fases diversas que podem ser empregadas: *emergency sheltering* (abrigo emergencial), *temporary sheltering* (abrigo temporário), *temporary housing* (habitação temporária) e *permanent housing* (habitação permanente). As diferenças entre essas fases muitas vezes não são bem definidas e sua duração depende das sobreposições existentes entre duas ou mais fases. Elas nem sempre se desenvolvem de forma linear e são configuradas como um processo social dinâmico. Antes da publicação de Quarantelli (1995) havia uma variedade de formas pouco claras e inconsistentes na literatura definindo estes termos e suas etapas. Com base na distinção estabelecida pelo autor, diversos pesquisadores adotaram a sua conceituação. Nesta pesquisa identificaram-se os seguintes autores: Wu e Lindell (2004); Johnson, Lizarralde e Davidson (2006); Johnson (2007); Kipling, Newton e Ormerod (2011); Felix, Branco e Feio (2013); Hosseini, De la Fuente e Pons (2016); French *et al.* (2018); e Hosseini, Pons e De la Fuente (2018).

As pessoas que ficam desabrigadas podem ou não passar por todas as etapas de abrigo e habitação pós-desastre, e algumas delas podem ser empregadas simultaneamente para diferentes setores da população afetada (JOHNSON, 2007; QUARANTELLI, 1995). Em muitos casos a habitação temporária se converte em permanente, pois as casas permanentes acabam nunca sendo construídas (GALL, 2004; QUARANTELLI, 1995).

II) Indicadores, diretrizes, estratégias e melhores práticas para o projeto de abrigos temporários:

Na fase de resposta a desastres muitas vezes é utilizada infraestrutura existente (escolas, igrejas, centros comunitários, estádios, campos de futebol etc.) para funcionarem como abrigos temporários (GALL, 2004; KIPLING; NEWTON; ORMEROD, 2011; LIU; RUAN; SHI, 2011; RASHID, 2000). Considerando esse uso, observa-se a necessidade de adaptar, transformar ou expandir estas instalações (GALL, 2004). Além de avaliar a sua integridade e realizar melhorias quando necessário, como reforçá-las

ou transladá-las de modo adequado para reduzir o risco (ELO; PALM; VROLIJKS, 1996).

Segundo Johnson, Lizarralde e Davidson (2006), a escolha de locais para abrigos temporários e o planejamento da infraestrutura e instalações de apoio deve ser feita antes do desastre para evitar que os desabrigados tenham que ficar em locais inapropriados por tempo prolongado. Além disso, de acordo com Liu, Ruan e Shi (2011), a seleção, o planejamento e o projeto de locais para abrigos temporários requerem uma abordagem interdisciplinar envolvendo arquitetos e engenheiros, ambientalistas, pessoal de gerenciamento de emergências e funcionários do governo. O processo integrado de gestão e gerenciamento de desastres corrobora com a sua mitigação.

French *et al.* (2018) destacam que os espaços públicos abertos das cidades podem ser planejados e projetados de modo que possam ser utilizados em períodos de normalidade e como abrigo em emergências. Esses autores identificaram seis estratégias para isso: **Multifuncionalidade**, espaços com função de desastre embutida no projeto para uso diário; **Networks**, espaços conectados por uma rede acessível e legível em múltiplas escalas, agrupados para criar nós com a infraestrutura crítica, instalações e outros espaços abertos; **Localização e adequação**, em relação à exposição ao risco e à densidade populacional; **Tamanho e função**, compostos de uma gama de escalas e funções; Elementos do local, onde as necessidades humanas básicas podem ser atendidas; e **Resiliência social**, criando oportunidades de interação social, construção de capital social, educação e treinamento contínuos em preparação para desastres. Projetado com a comunidade e as partes locais interessadas.

De modo geral, o que pôde ser extraído da meta-análise é que os indicadores, diretrizes e estratégias para a seleção do local e projeto de abrigos e habitações temporárias são em alguns casos similares, considerando questões como a distância de zonas de risco e características físicas-geográficas; acessibilidade e a infraestrutura e serviços; sustentabilidade social e econômica; e questões relacionadas com a segurança, privacidade e proteção contra a violência. No entanto, constata-se que existem mais parâmetros específicos para o projeto de habitações temporárias, considerando questões como: o design das unidades, o uso de recursos locais e novas tecnologias e o uso final das habitações. Este fato se deve em grande parte a um maior número de pesquisas voltadas para o projeto de habitações temporárias, avaliando soluções projetuais e estudos de caso.

III) Outras questões emergentes:

A população mais pobre geralmente vive nas edificações de menor qualidade e está situada nos lugares mais propensos aos desastres. Além disso, têm menos oportunidades para mitigar os efeitos dessas ocorrências. A pobreza é uma das causas fundamentais da vulnerabilidade urbana aos desastres (ELO; PALM; VROLIJKS, 1996; JOHNSON; LIZARRALDE; DAVIDSON, 2006; RASHID, 2000). Deste modo, as políticas de redução de desastres devem estar centradas nas comunidades que estão em situação de risco e fomentar a sua capacitação para que participem diretamente em sua própria proteção (ELO; PALM; VROLIJKS, 1996; LEE; CHEN, 2019)

Segundo Marino, De Cuerva e Ceano-Vivas (2016), as normas mínimas estabelecidas pelo Projeto Esfera (*Sphere Project*) sobre abrigos e assentamentos temporários são muito generalistas e abordam situações muito diversas de abrigo. Sendo assim, é necessário adaptar as normas mínimas ao contexto local de cada desastre

A partir da análise dos documentos pesquisados foi verificada a importância da seleção do local e projeto dos abrigos e habitações temporárias na fase anterior ao desastre e após a ocorrência de emergências, englobando diversos profissionais, inclusive arquitetos. Além disso, foi identificada a necessidade de se estabelecerem parâmetros projetuais referentes aos abrigos temporários em acampamentos planejados, pois os documentos encontrados carecem de informações sobre o projeto deste tipo de abrigo. Com estas informações, esses locais poderiam ser planejados na fase anterior à emergência, servindo, por exemplo, como infraestrutura social em períodos de normalidade e como abrigo temporário quando necessário, conforme sugerem Gall (2004) e French *et al.* (2018). Estas questões ficam mais evidentes no Quadro 2, que apresenta algumas lacunas de pesquisa.

A partir dos resultados desta primeira busca identificou-se a importância do uso de modelos multicritério para auxiliar na tomada de decisão, evidenciando a sua aplicabilidade na Logística Humanitária. Deste modo, para verificar o estado da arte e identificar lacunas no conhecimento, foi realizada uma segunda busca sistemática.

A partir da análise do portfólio bibliográfico resultante dessa segunda RSL foi possível identificar os autores, o ano das publicações, o local onde as pesquisas foram desenvolvidas, as disciplinas envolvidas e o foco dos estudos. Estas informações são apresentadas no Quadro 3.

Com base nas informações presentes no Quadro 3, nota-se que o desenvolvimento e uso de modelos multicritério de decisão voltados a abrigos emergenciais e

temporários é recente, tendo sido investigado com maior ênfase a partir de 2010. Os 17 artigos que compõem o portfólio bibliográfico estão distribuídos em 8 diferentes localidades, sendo a China o país com maior número de publicações, concentrando 5 dos estudos. O assunto pesquisado assume um caráter interdisciplinar, mas a maioria é referente às disciplinas de Arquitetura e Engenharia Civil, destacando a importância do tema para estas áreas do conhecimento. Também é possível verificar que na maior parte dos artigos são utilizados diferentes métodos combinados ao AHP, como o EVM e o TOPSIS, e em alguns casos estão associados ao GIS. Além disso, observa-se que o foco principal dos estudos está na seleção, localização e alocação / realocação de locais de abrigo (em 15 dos 17 artigos analisados).

Deste modo, identificou-se uma lacuna no conhecimento, referente ao desenvolvimento de modelos multicritério de decisão que utilizem o AHP, voltados ao projeto de abrigos temporários em acampamentos planejados, caracterizando uma oportunidade de pesquisa original.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foram realizadas duas RSLs com o intuito de avaliar o estado da arte referente às particularidades, boas práticas e parâmetros projetuais para abrigos e habitações temporárias para cenários de desastre, além

da aplicação de modelos multicritério de decisão na Logística Humanitária. Dos 46 artigos que compõem o portfólio bibliográfico, verificou-se que o mais antigo foi publicado em 1996, ressaltando que o assunto pesquisado é recente no cenário internacional. Além disso, o tema tem caráter interdisciplinar, com associações às disciplinas de Arquitetura e Engenharia Civil, evidenciando a sua importância para estas áreas do conhecimento.

Existe uma base conceitual para os termos utilizados na área, como abrigos e habitações temporárias, entretanto esses ainda não são unânimes e muitas situações específicas escapam do seu enquadramento, originando novas terminologias.

Os métodos e técnicas mais recorrentes nos artigos analisados foram o estudo de caso, com pesquisa de campo e aplicação de questionários e entrevistas, o que demonstra uma preocupação na análise de casos reais e na opinião das pessoas envolvidas neles. Além disso, foi identificada uma lacuna no conhecimento com relação à sistematização de parâmetros para o projeto de abrigos temporários em acampamentos planejados e de modelos multicritério de decisão com o método AHP voltados ao projeto desse tipo de abrigo.

Destaca-se que a última atualização desta RSL foi realizada dia 17 de agosto de 2020 e que outras pesquisas sobre o tema podem ter sido publicadas após essa data.

Autor(es)	Lacuna de pesquisa
Gall (2004)	É necessário adequar a infraestrutura existente para funcionar como abrigo durante uma emergência e construir / planejar novas instalações, de preferência instalações multifuncionais, que podem servir como infraestrutura social e abrigo. Semelhante à implementação bem-sucedida dos <i>Multi-purpose cyclone shelters</i> em Bangladesh, onde espaços e instalações servem ao duplo propósito de serviços sociais e infraestrutura de abrigo temporário.
French et al. (2018)	É necessário planejar e projetar os espaços públicos abertos das cidades para que possam ser utilizados em períodos de normalidade e como abrigo temporário em emergências.
Johnson, Lizarralde e Davidson (2006)	Nem sempre é obtida uma abordagem coerente das etapas sequenciais de fornecimento de abrigo, habitação temporária e reconstrução permanente. O desempenho dos projetos de resposta, recuperação e reconstrução estão diretamente ligados a organização e gestão da equipe do projeto.
Patel e Hastak (2013)	Observaram-se atrasos no fornecimento de abrigos temporários devido a uma falta de planejamento no período pré-desastre e de profissionais capacitados atuando na prevenção a desastres para acelerar o processo de provisão dos serviços essenciais de abrigo temporário. Isso gera consequências negativas para as vítimas, tanto mental quanto fisicamente.
Zhen, Wang e Liu (2015)	O pré-desenvolvimento de projeto de abrigos temporários e suas instalações e infraestrutura é muito importante para favorecer uma resposta rápida e eficiente em emergências. No entanto, observa-se uma carência destes projetos e de profissionais capacitados.
Marino, de Cuerva e Ceano-Vivas (2016)	Revisão de literatura. Estudos de caso (entrevistas, pesquisa de campo, análise de documentos). Análise comparativa

Quadro 02: Lacunas de pesquisa.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Autor/ano	País	Área	Foco do artigo
Pan (2011)	China	Arq. e Eng. Civil	Propõe um modelo multicritério usando AHP para a avaliação da razoabilidade de alocação de abrigos de emergência para cenários de tufão na área rural costeira da China.
Choi, Kang e King (2012)	Coréia do Sul	Ciências da Terra e do Planeta	Faz a seleção de um abrigo para vítimas de tsunami na cidade de Busan, Coréia do Sul, usando o método multicritério AHP associado ao <i>Geographic Information System</i> (GIS).
Chu (2013)	China	Arq. e Eng. Civil	Faz a seleção de parques de prevenção de desastres para estabelecer um sistema de abrigos nas cidades, através da aplicação da ponderação AHP - <i>Entropy Value Method</i> (EVM) e do método TOPSIS.
Chu, Ma e SU (2013)	China	Arq. e Eng. Civil	Faz a seleção de locais de abrigo emergencial para as cidades e vilas, através da aplicação da ponderação AHP-EVM e do método TOPSIS.
Nappi e Souza (2015)	Brasil	Arq. e Urb.	Apresenta os critérios e aspectos importantes que devem ser abordados por um modelo multicritério de gestão de risco para a seleção e localização de abrigos temporários coletivos, com base no AHP.
Ma et al. (2015)	China	Arq. e Eng. Civil	Propõe um modelo de localização multiobjetivos para abrigos emergenciais, usando uma combinação dos métodos AHP e EVM.
Çetinkaya et al. (2016)	Turquia	Eng. Industrial e Geomática	Propõe um modelo multicritério usando fuzzy AHP e TOPSIS associado a GIS, para selecionar locais de acampamento de refugiados na Turquia.
Trivedi e Singh (2017a)	Índia	Negócios e Administração	Propõe um modelo multicritério, combinando AHP e TOPSIS, para fazer a priorização de um conjunto locais de abrigo emergencial / temporário.
Trivedi e Singh (2017b)	Índia	Negócios e Administração	Propõe um modelo multicritério, combinando AHP, conjuntos difusos e abordagem de programação de metas para o gerenciamento da localização e realocação de abrigos emergenciais / temporários.
Şentürk e Erener (2017)	Turquia	Eng. Geomática	Propõe um modelo multicritério usando o AHP associado ao GIS para a seleção de locais de abrigo temporário pós-desastre em Gölcük, Turquia.
Yu et al. (2018)	China	Geografia e Ciências Amb.	Propõe um método integrando simulação de evacuação multiagentes e o método multicritério AHP para alocar abrigos emergenciais urbanos.
Junian e Azizifar (2018)	Irã	Gestão da Construção e Ciências Amb.	Propõe um modelo multicritério usando o AHP associado ao GIS para determinar a localização ideal de áreas de abrigo temporário para cenários de terremoto.
Asadi e Karami (2019)	Irã	Sensoriamento Remoto e GIS	Propõe um modelo multicritério, combinando o AHP e os métodos DEA, PROMETHEE e GAIA, em ambiente GIS, para a otimização espacial de abrigos para o planejamento da evacuação urbana pós-terremoto.
Trivedi e Singh (2019)	Índia	Negócios e Administração	Propõe um modelo multiobjetivos, combinando AHP, conjuntos difusos e TOPSIS para localização e realocação de abrigos para riscos sísmicos
Pomponi et al. (2019)	UK, África	Ambiente Construído	Propõe um modelo multicritério usando o AHP para avaliar a sustentabilidade de abrigos pós-desastre / conflito na África.
Velastegui et al. (2020)	Equador	Ciência da computação	Propõe um modelo multicritério usando o AHP associado ao ArcGIS para avaliar infraestruturas e edificações públicas para servirem de abrigo temporário em cantón Ambato, Equador.
Alam, Sammonds e Ahmed (2020)	UK	Redução de Riscos e Desastres	Propõe um modelo multicritério usando o AHP associado ao GIS para avaliar padrões espaciais de risco de ciclone no distrito de Cox Bazar e nos campos de refugiados de Rohingya em Bangladesh.

Quadro 03: Lacunas de pesquisa.
Fonte: Elaborado pelas autoras.

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, P. International standards for public health activities. *Japan Medical Association Journal*, Harvard Medical School, Department of Emergency Medicine, Brigham and Women's Hospital, Boston, MA, United States, v. 56, n. 1, p. 15–18, 2013.

ALAM, A.; SAMMONDS, P.; AHMED, B. Cyclone risk assessment of the Cox's Bazar district and Rohingya refugee camps in southeast Bangladesh. *Science of the Total Environment*, Institute for Risk and Disaster Reduction, University College London, United Kingdom, v. 704, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135360>

ALTO COMISSARIADO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REFUGIADOS – ACNUR. Agência da ONU para Refugiados. [s. l.], 2020 a. Disponível em: <http://www.acnur.org/portugues/>. Acesso em: 10 jan. 2020.

ALTO COMISSARIADO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REFUGIADOS – ACNUR. Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ODS). [s. l.], 2020 b. Disponível em: <https://www.acnur.org/portugues/temas-especificos/agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel-ods/>. Acesso em: 10 jan. 2020.

ANDERS, G. C. Abrigos temporários de caráter emergencial. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ASADI, M.; KARAMI, J. Spatial optimization of safe shelters for urban evacuation planning caused by earthquake based on promethee, gaia and dea method in gis environment (Case study: Municipal district 12 of Tehran). *Disaster Advances, Remote Sensing and GIS Department*, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, v. 12, n. 5, p. 37–45, 2019.

CARBONARI, L. T. Modelo Multicritério de Decisão para o projeto de acampamentos temporários planejados voltados a cenários de desastre. 2020. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

ÇETINKAYA, C. et al. GIS-based fuzzy MCDA approach for siting refugee camp: A case study for southeastern Turkey. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Department of Industrial Engineering, Gaziantep University, Turkey, v. 18, p. 218–231, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2016.07.004>

CHOI, J.-H.; KANG, I.-J.; KING, S.-S. Study on the Selection of the Tsunami Shelter Using AHP and GIS analysis. *Korean Journal of Geomatics*, [S. l.], v. 30, n. 6_1,

p. 503–509, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2012.30.6-1.503>

CHU, J. Research on planning of energy-saving disaster prevention parks based on AHP-entropy weighting and TOPSIS Method. *Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research*, College of Civil and Architectural Engineering, Hebei United University, Tangshan, 063009, China, v. 31, n. 1, p. 167–170, 2013.

CHU, J.; MA, D.; SU, Y. Study on site selection of resident emergency congregate shelters based on combination weighting TOPSIS. *Tumu Gongcheng Xuebao/China Civil Engineering Journal*, Tianjin University, Tianjin 300072, China, v. 46, n. SUPPL.2, p. 307–312, 2013.

CULLEN, K. A.; IVERS, L. C. Human rights assessment in Parc Jean Marie Vincent, Port-au-prince, Haiti. *Health and Human Rights, Mission for Partners In Health, Haiti*, v. 12, n. 2, p. 61–72, 2010.

DAVENPORT, A. G. The decade for natural disaster reduction in Canada. *Natural Hazards Review, Can. Nat. Com., Int. Decade for Natural Disaster Reduction*, United States, v. 1, n. 1, p. 27–36, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1527-6988\(2000\)1:1\(27\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1527-6988(2000)1:1(27))

ELO, O.; PALM, E.; VROLIJKS, L. Disaster reduction in urban areas. *ITC Journal, Intl. Decade Nat. Disaster Reduction*, n. 1, p. 29–37, 1996.

FÉLIX, D.; BRANCO, J. M.; FEIO, A. Temporary housing after disasters: A state of the art survey. *Habitat International*, [S. l.], v. 40, p. 136–141, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.03.006>

FERENHOF, H. A.; FERNANDES, R. F. Passo-a-passo para construção da Revisão Sistemática e Bibliometria Utilizando a ferramenta Endnote. [s. l.], 2014. Disponível em: http://www.igci.com.br/artigos/passos_rsb.pdf. Acesso em: 20 abr. 2017.

FERENHOF, H. A.; FERNANDES, R. F. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SFF. *Revista ACB, Florianópolis*, v. 21, n. 3, p. 550–563, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1937.2401/1>

FRENCH, E. L. et al. Designing public open space to support seismic resilience: A systematic review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, [S. l.], v. 34, p. 1–10, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2018.11.001>

GALL, M. Where to Go? Strategic Modelling of Access to Emergency Shelters in Mozambique. *Disasters*, [S. l.], v. 28, n. 1, p. 82–97, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.0361-3666.2004.00244.x>

GENG, S.; HOU, H.; ZHANG, S. Multi-Criteria Location

Model of Emergency Shelters in Humanitarian Logistics. Sustainability, School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, China, v. 12, n. 5, p. 1759, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12051759>

HOSSEINI, S. M. A.; DE LA FUENTE, A.; PONS, O. Multicriteria decision-making method for sustainable site location of post-disaster temporary housing in urban areas. Journal of Construction Engineering and Management, School of Civil and Environmental Engineering, Polytechnic Univ. of Catalonia (UPC), BarcelonaTech, Spain, v. 142, n. 9, 2016. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001137](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001137)

HOSSEINI, S. M. A.; PONS, O.; DE LA FUENTE, A. A combination of the Knapsack algorithm and MIVES for choosing optimal temporary housing site locations: A case study in Tehran. International Journal of Disaster Risk Reduction, Department of Civil and Environmental Engineering, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Barcelona, Spain, v. 27, p. 265–277, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.10.013>

ISLAM, S.; MONDAL, S.; KABIR, I. Coping with natural disasters: A cross-sectional study with people with disabilities in the coastal zone of Bangladesh. Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic SASA, [S. l.], v. 68, n. 1, p. 67–83, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.2298/IJGI18010671>

JOHNSON, C. Strategic planning for post-disaster temporary housing. Disasters, 111 RIVER ST, HOBOKEN 07030-5774, NJ USA, v. 31, n. 4, p. 435–458, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-7717.2007.01018.x>

JOHNSON, C.; LIZARRALDE, G.; DAVIDSON, C. H. A systems view of temporary housing projects in post-disaster reconstruction. Construction Management and Economics, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 367–378, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01446190600567977>

JUNIAN, J.; AZIZIFAR, V. The Evaluation of Temporary Shelter Areas Locations Using Geographic Information System and Analytic Hierarchy Process. Civil Engineering Journal, [S. l.], v. 4, n. 7, p. 1678, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28991/cej-03091104>

KIPLING, J.; NEWTON, R.; ORMEROD, M. Accessing emergency rest centres in the UK - lessons learnt. International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment, Johnson Controls Global Workplace Solutions, United Kingdom, v. 2, n. 1, p. 47–58, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/17595901111108362>

LEE, H.-C.; CHEN, H. Implementing the Sendai Framework for disaster risk reduction 2015–2030: Disaster governance strategies for persons with disabilities in

Taiwan. International Journal of Disaster Risk Reduction, National Science and Technology Center for Disaster Reduction, Taiwan, v. 41, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101284>

LIU, Q.; RUAN, X.; SHI, P. Selection of emergency shelter sites for seismic disasters in mountainous regions: Lessons from the 2008 Wenchuan Ms 8.0 Earthquake, China. Journal of Asian Earth Sciences, Key Laboratory of Engineering Geomechanics, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China, v. 40, n. 4, p. 926–934, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2010.07.014>

MA, D. et al. Study on location model of disaster emergency shelter based on multi-objective programming. Journal of Natural Disasters, College of Civil and Architectural Engineering, North China University of Science and Technology, Thangshan, 063009, China, v. 24, n. 2, p. 1–7, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.13577/j.jnd.2015.0201>

MARINO, P. B.; CUERVA, F. B. M. de; CEANO-VIVAS, M. S.-S. Planificación de la vivienda de emergencia en desastres naturales: Terremotos de Haití y España. Revista INVI, [S. l.], v. 31, n. 87, p. 115–141, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4067/S0718-83582016000200004>

MARSHALL, J. T.; ROWBERRY, R. M.; ESNARD, A.-M. Core Capabilities and Capacities of Developer Nonprofits in Postdisaster Community Rebuilding. Natural Hazards Review, Georgia State Univ. College of Law, P.O. Box 4037, Atlanta, GA 30302, United States, v. 18, n. 2, 2017. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)NH.1527-6996.0000225](https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000225)

MOSTAJABDAVEH, M.; GUTJAHR, W. J.; SIBEL SALMAN, F. Inequity-averse shelter location for disaster preparedness. IJSE Transactions, [S. l.], v. 51, n. 8, p. 809–829, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/24725854.2018.1496372>

NAPPI, M. M. L.; SOUZA, J. C. Disaster management: hierarchical structuring criteria for selection and location of temporary shelters. Natural Hazards, [S. l.], v. 75, n. 3, p. 2421–2436, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11069-014-1437-4>

OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS - OCHA. OCHA's 2019 in review. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://unocha.exposure.co/ochas-2019-in-review>. Acesso em: 15 jan. 2020.

PAN, A. P. Evaluation model of allocation reasonableness of typhoon emergency shelter in coastal rural area. Journal of Natural Disasters, College of Architectural and Civil Engineering, Wenzhou University, Wenzhou 325035, China, v. 20, n. 1, p. 10–18, 2011.

- PATEL, S.; HASTAK, M. A framework to construct post-disaster housing. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, School of Civil Engineering, Purdue University, West Lafayette, IN, United States, v. 4, n. 1, p. 95–114, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/17595901311299026>
- POMPONI, F. et al. Sustainability of post-disaster and post-conflict sheltering in Africa: What matters? *Sustainable Production and Consumption*, Resource Efficient Built Environment Lab (REBEL), Edinburgh Napier University, 10 Colinton Road, Edinburgh, EH10 5DT, United Kingdom, v. 20, p. 140–150, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.06.007>
- QUARANTELLI, E. L. Patterns of sheltering and housing in US disasters. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 43–53, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/09653569510088069>
- RASHID, S. F. The urban poor in Dhaka City: Their struggles and coping strategies during the floods of 1998. *DISASTERS*, [S. l.], v. 24, n. 3, p. 240–253, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1467-7717.00145>
- RAWLS, C. G.; TURNQUIST, M. A. Pre-positioning and dynamic delivery planning for short-term response following a natural disaster. *Socio-Economic Planning Sciences*, School of Civil and Environmental Engineering, Cornell University, Ithaca, United States, v. 46, n. 1, p. 46–54, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2011.10.002>
- SCHMITT, M. L. et al. Understanding the menstrual hygiene management challenges facing displaced girls and women: findings from qualitative assessments in Myanmar and Lebanon. *Conflict and Health*, Mailman School of Public Health, Columbia University, New York, United States, v. 11, n. 1, p. 19, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13031-017-0121-1>
- SENNE, L. L. B. Projeto APIS: uma experiência construtiva em arquitetura humanitária. In: GUNTHER, W. M. R.; CICCOTTI, L.; RODRIGUES, A. C. (org.). *Desastres: múltiplas abordagens e desafios*. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. p. 259–278.
- ŞENTÜRK, E.; ERENER, A. Determination of temporary shelter areas in natural disasters by GIS a case study for Gölcük/Turkey. *International Journal of Engineering and Geosciences*, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 84–90, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.26833/ijeg.317314>
- TRIVEDI, A.; SINGH, A. Prioritizing emergency shelter areas using hybrid multi-criteria decision approach: A case study. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, Indian Institute of Management Rohtak, Rohtak, India, v. 24, n. 3–4, p. 133–145, 2017 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/mcda.1611>
- TRIVEDI, A.; SINGH, A. A hybrid multi-objective decision model for emergency shelter location-relocation projects using fuzzy analytic hierarchy process and goal programming approach. *International Journal of Project Management*, Indian Institute of Management Rohtak, MD University Campus, Rohtak, 124001, India, v. 35, n. 5, p. 827–840, 2017 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.12.004>
- TRIVEDI, A.; SINGH, A. Shelter planning for uncertain seismic hazards using multicriteria decision approach: A case of Nepal earthquake. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, Jindal Global Business School, O P Jindal Global University, Sonipat, India, v. 26, n. 3–4, p. 99–111, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/mcda.1665>
- UNITED NATIONS HIGH COMMISSIONER FOR REFUGEES - UNHCR. Shelter. [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.unhcr.org/shelter.html>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- UNIVERSITY OF WISCONSIN. First International Emergency Settlement Conference. In: (D. Schramm, P. Thompson, Org.) 1996, Madison, U.S. *New Approaches to New Realities*. Madison, U.S.: University of Wisconsin, Disaster Management Center, 1996. p. 508.
- UTABERTA, N.; ASIF, N. Mosques as emergency shelters in disaster prone regions. *Pertanika Journal of Social Sciences and Humanities*, Department of Architecture, Faculty of Design and Architecture, Universiti Putra Malaysia (UPM), Serdang, Selangor, v. 25, n. August, p. 207–216, 2017.
- VELASTEGUI, R. et al. Evaluation of alternatives for the use of public resources in major emergencies using analytical hierarchical process (AHP): Case of study cantón de ambato. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 180207, Ecuador, n. E25, p. 159–172, 2020.
- VENTURI, T. et al. Terra-ink additive earth manufacturing for emergency architecture. *Spool*, Faculty of Architecture and the Built Environment, Delft University of Technology, Netherlands, v. 6, n. 2, p. 41–46, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.7480/spool.2019.2.4373>
- WANG, J.-J. Study on the context of school-based disaster management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Architecture Department, Ming Chuan University, 5, Deming Rd., Gweishan District, Taoyuan City, Taiwan, v. 19, p. 224–234, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2016.08.005>
- WU, J. Y.; LINDELL, M. K. Housing reconstruction after two major earthquakes: The 1994 Northridge earthquake

in the United States and the 1999 Chi-Chi earthquake in Taiwan. *DISASTERS*, [S.l.], v.28, n.1, p.63–81, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.0361-3666.2004.00243.x>

YU, J. et al. Integrating multi-agent evacuation simulation and multi-criteria evaluation for spatial allocation of urban emergency shelters. *International Journal of Geographical Information Science*, [S. l.], v. 32, n. 9, p. 1884–1910, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13658816.2018.1463442>

ZHEN, L.; WANG, K.; LIU, H.-C. Disaster relief facility network design in metropolises. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, School of Management, Shanghai University, Shanghai, 200444, China, v. 45, n. 5, p. 751–761, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TSMC.2014.2364550>

AGRADECIMENTOS

A UFSC, ao grupo de pesquisa Virtuhab e a Capes pelo apoio com bolsa de pesquisa - código de Financiamento 001.

AUTORES

ORCID: 0000-0003-2132-3389

LUANA TORALLES CARBONARI, Dr^a | Universidade Estadual de Maringá (UEM) | Engenharia Civil | Maringá, PR - Brasil | Correspondência para: (C67 - Centro de Tecnologia - Vila Esperança, Maringá - PR, 87020-900) | e-mail: luanatcarbonari@gmail.com

ORCID: 0000-0002-3250-7813

LISIANE ILHA LIBRELOTTO, Dr^a | Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) | Arquitetura e Urbanismo | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: (816, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, 662 - Carvoeira, Florianópolis - SC) | e-mail: lisiane.librelotto@ufsc.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

CARBONARI, Luana Toralles; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; Revisão Sistemática da Literatura para Cenários de Desastre: Conceito, Lacunas e Oportunidade de Pesquisa. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 119-132, nov. 2022. ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.119-132>.

SUBMETIDO EM: 18/10/2022

ACEITO EM: 25/10/2022

PUBLICADO EM: 30/11/2022

EDITORES RESPONSÁVEIS: Paulo César Machado Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto.

Registro da contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

LTC: Conceituação; Investigação; Metodologia; Administração de projetos; Validação; Visualização; Escrita - rascunho original; Escrita - revisão e edição.

LIL: Conceituação; Curadoria de dados; Análise formal; Metodologia; Administração de projetos; Validação; Escrita - revisão e edição.

Declaração de conflito: nada foi declarado.

OS ODS DA ONU NA FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS: MÁQUINA COLETORA DE RESÍDUOS PARA O LAGO PARANOÁ

THE UN SDGS IN COMPETENCE-BASED EDUCATION: WASTE COLLECTING MACHINE FOR PARANOÁ LAKE

DIANNE MAGALHÃES VIANA, Dra. | Universidade de Brasília

SIMONE BORGES SIMÃO MONTEIRO, Dra | Universidade de Brasília

FILIPE AZIZ BATISTA | Universidade de Brasília

MARCUS JESSE ALVES DE OLIVEIRA | Universidade de Brasília

RESUMO

Uma situação real, como a limpeza da orla do lago Paranoá em Brasília, Brasil, concebeu um ambiente de ensino-aprendizagem, sustentado pelo método de aprendizagem baseada em projetos (PjBL), de modo a introduzir propostas de solução no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) na formação de estudantes de engenharia. Uma equipe de estudantes de Engenharia Mecânica, Mecatrônica e de Produção foi constituída para estudar o problema e desenvolver um sistema de coleta de resíduos flutuantes. O estudo envolveu uma pesquisa aplicada e resultou no projeto de controle de uma máquina para coleta de materiais em superfícies hídricas. Para validar o projeto de controle foi construído e testado um protótipo.

PALAVRAS CHAVE

Aprendizagem baseada em projeto; Projeto interdisciplinar; ODS; Educação em engenharia.

ABSTRACT

A real situation, such as the cleaning of the Paranoá lake shoreline in Brasília, Brazil, conceived a teaching-learning environment, supported by the project-based learning method (PjBL), in order to introduce solution proposals in the scope of the Sustainable Development Goals (SDGs) in the background of engineering students. A team of Mechanical, Mechatronics, and Production Engineering students was constituted to study the problem and develop a floating waste collection system. The study involved applied research and resulted in the control design of a machine for collecting materials on water surfaces. A prototype was built and tested to validate the control design.

KEY WORDS

Project-based learning; Interdisciplinary project; SDG, Engineering education.



1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento da cidade de Brasília e seu entorno, muitas atividades contribuem para a poluição da água e grande parte dessa poluição é carregada pelos sistemas de drenagem, que não contêm dispositivos efetivos que impeçam esses resíduos de chegar aos corpos hídricos. Assim, o despejo de resíduos sólidos ocasiona uma contaminação concentrada em alguns pontos ao longo da orla do lago Paranoá.

Situação semelhante ocorre nos rios e lagos em áreas urbanas em diversas partes do país e uma preocupação com estes recursos também estão presentes no contexto global. Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, no âmbito da Agenda 2030, em particular os de número 6 e 12, abordam essa questão:

6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos.

12.4 Até 2020, alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente (NAÇÕES UNIDAS, 2022).

Desenvolver projetos interdisciplinares com parcerias internacionais (universidades) e locais (setores produtivos) visando a atender os ODS da ONU tem sido uma iniciativa dos cursos de Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília (UnB) com o intuito de incluir a sustentabilidade na formação de competências técnicas e transversais dos estudantes.

Nesse sentido, projetos têm sido propostos para evitar que resíduos carregados pelas águas pluviais cheguem nos rios e lagos e também para remover os resíduos já existentes. Para se atingir uma das metas dos ODS, de preservar a qualidade da água, a estratégia de controle da poluição com auxílio de uma máquina coletora de resíduos sólidos aquáticos foi considerada na gestão do meio ambiente hídrico.

Este trabalho tem por objetivo apresentar os resultados do projeto de controle da máquina coletora de resíduos flutuantes não tripulada e controlada remotamente desenvolvida por estudantes de engenharia. Um protótipo com dimensões reduzidas foi construído, testado e validado quanto aos movimentos necessários para a operação de retirada de resíduos. Os resultados alcançados

pela equipe são analisados à luz das competências trabalhadas, enquanto projeto de engenharia e enquanto estratégia de ensino-aprendizagem.

Essa proposta se insere, portanto, nas iniciativas de formação por competências com foco em sustentabilidade e utiliza o método de aprendizagem baseada em projetos (PjBL), o qual é centrado no estudante, e implica em uma responsabilidade maior atribuída ao estudante pelo seu aprendizado (PRINCE; FELDER, 2006).

O artigo está estruturado em 5 seções. A seção 1 apresenta a introdução, que traz a contextualização do problema; na seção 2 têm-se os conceitos teóricos que subsidiaram o desenvolvimento da pesquisa. O método utilizado no trabalho está ressaltado na seção 3; a seção 4 mostra a caracterização do problema, e o desenvolvimento do protótipo, juntamente com os resultados são detalhados na seção 5. Por fim, têm-se a conclusão.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção apresenta conceitos teóricos relacionados às competências em engenharia, métodos de aprendizagem ativa e sustentabilidade em projetos, que fundamentam o desenvolvimento do trabalho.

2.1. Formação por competências

No cenário da indústria 4.0, como formar os estudantes para os desafios que se revelam diante do contexto de uma nova era digital e da rapidez das transformações? Como envolver a facilidade de acesso às informações, tecnologias, networking com profissionais, compartilhamento dos conhecimentos em redes sociais sem limitações espaciais nessa formação?

A fim de responder essas questões é preciso fazer uma reflexão acerca dos desafios em termos pedagógicos e curriculares para o desenvolvimento das competências necessárias, as quais necessitam de novas metodologias de ensino-aprendizagem, e que também surgem no sentido de oferecer alternativas aos professores para uma educação mais afinada com as demandas da sociedade hodierna.

A Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para Cursos de Graduação em Engenharia em Instituições de Ensino Superior (denominadas como DCNs) aborda diversos aspectos que orientam a construção de um currículo por competências, entre eles: o perfil e competências esperadas do egresso; a organização do curso de graduação; a avaliação e o corpo docente.

Se por um lado a formação profissional requer o desenvolvimento de múltiplas competências, é necessário

definir essas competências de acordo com o perfil do egresso esperado, criar contextos de aprendizagem que permitam a construção dessas competências e avaliá-las durante esse processo ativo de construção (VILLAS-BOAS *et al.*, 2020).

Destaca-se, nesse sentido, o artigo 6º da mesma Resolução, o qual estabelece a necessidade de as instituições focarem em métodos de aprendizagem ativa para uma aprendizagem mais efetiva:

Art. 6º § 6º Deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno (BRASIL, 2019, p. 4).

A aprendizagem ativa se apresenta como um “modelo pedagógico com potencial para enfrentar os desafios” de ensino-aprendizagem, tanto para estudantes, quanto para professores, “bem como para uma formação por competências.” (VILLAS-BOAS *et al.*, 2020, p. 29).

2.2. MÉTODOS DE APRENDIZAGEM ATIVA

O método tradicional de ensino, por si só, já não é mais capaz de atender as demandas do aluno contemporâneo (SILVA, 2017). Apesar de se encontrar casos supostamente de sucesso, o método centrado no professor, e que geralmente se baseia em técnicas de resolução de exercícios e estratégias, muitas vezes exige apenas a memorização do processo de solução (SCHROEDER, 2007; PARISOTO; HILGER, 2016).

Problemas complexos da humanidade apontados na Agenda 2030 da ONU requerem competências, habilidades e atitudes que possibilitem compreender, avaliar e atuar em diversos contextos e sob diferentes condições.

Muller *et al.* (2017) ressaltam a busca pelo desenvolvimento de novas metodologias de ensino que objetivam o maior engajamento dos estudantes. O uso de metodologias de aprendizagem ativa tem se mostrado efetivo para despertar o interesse e a motivação dos alunos diante dos desafios do século XXI.

De acordo com os autores Menekse *et al.* (2013), a aprendizagem ativa apresenta novas abordagens instrucionais para ensinar e o processo de aprendizagem é centrado no estudante. Os autores enfatizam que é preciso envolvê-lo de forma mais dinâmica, com métodos e estratégias capazes de incentivar a autonomia e o protagonismo, mas também a cooperação e a colaboração no trabalho em equipe. Por conseguinte, podem ser criadas experiências mais sólidas, favorecendo o processo de ensino-aprendizagem, e tornando-o responsável pelo seu próprio aprendizado.

O Quadro 01 apresenta um resumo dos métodos de aprendizagem ativa que envolvem trabalho em equipe. Dentre os métodos apresentados, destaca-se a Aprendizagem Baseada em Projetos - Project-Based Learning (PjBL) que é o foco deste estudo.

A Aprendizagem Baseada em Projetos (PjBL) é um método de ensino que possibilita a aprendizagem por meio da participação do estudante em equipes de projeto. O foco está em apresentar aos estudantes problemas complexos do mundo real, que geralmente variam quanto ao nível de complexidade e abrangência, para que possam trazer soluções viáveis de serem implementadas (VIANA *et al.*, 2011; MONTEIRO *et al.*, 2012).

Os projetos requerem que os alunos atuem em atividades de design, investigação, resolução de problemas, tomada de decisão e trabalho em equipe. Um dos desafios atuais é encontrar soluções para problemas pautados em sustentabilidade.

2.3. SUSTENTABILIDADE EM PROJETOS

Temáticas de projetos que envolvem desafios relacionados à sustentabilidade principalmente quando ocorrem em um contexto real possuem potencial de engajamento dos estudantes (GUERRA, 2017).

Pode-se citar como exemplo de sucesso a cooperação de projetos internacionais com foco em sustentabilidade no âmbito do projeto “Erasmus+ EPIC”, que ocorreu no período de 2017-2020 na Faculdade de Tecnologia da UNB e a cada semestre testou novos formatos de projetos estudantis internacionais e interdisciplinares que apresentavam como ponto central a resolução de problemas reais oriundos de empresas ou comunidades. Foram envolvidos estudantes de diferentes países e eles colaboraram com encontros presenciais e principalmente de forma on-line (PEDERSEN *et al.*, 2020).

Resumo das ferramentas e técnicas adotadas em métodos de aprendizagem ativa	
Aprendizagem baseada em problemas (<i>Problem-based learning</i>)	Grupos de discussão para resolução de problemas. Feedback e reflexão sobre o processo de aprendizagem e dinâmicas de grupo são componentes essenciais.
Aprendizagem baseada em projetos (<i>Project-based learning</i>)	Proposta de soluções para problemas reais, por meio da execução de projetos. Envolve resolução de problemas, design, tomada de decisão, investigação e trabalho em equipe.
Aprendizagem cooperativa (<i>Cooperative learning</i>)	Design alternativo para sala de aula, trabalhos em grupo, avaliação individual dos alunos.
Aprendizagem colaborativa (<i>Collaborative learning</i>)	Design alternativo para sala de aula, trabalhos em grupo, avaliação em grupo dos alunos.
Aprendizagem híbrida (<i>Blended learning</i>)	Videoaulas de conteúdos e/ou atividades, tecnologias de informação e comunicação na aprendizagem, designs alternativos para a sala de aula, atividades com pequenos grupos.
Aprendizagem baseada em jogos (<i>Game-based learning</i>)	Instrução detalhada, tecnologias de informação e comunicação, criação de cenários.
Aprendizagem baseada em investigação (<i>Inquiry-based learning</i>)	Sala de aula com poucos alunos, instrução detalhada dos problemas propostos, uso de recursos online.

Quadro 01: Métodos de aprendizagem ativa mais conhecidos.
Fonte: Adaptado de Da Silva et al. (2019).

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) têm se tornado a inspiração de projetos de engenharia, em que os estudantes são estimulados a buscar soluções para problemas complexos que impactam a sociedade e o mundo em que vivemos.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Este trabalho pode ser classificado como uma pesquisa aplicada, visto que se busca gerar conhecimento para aplicação prática e resolução de problemas específicos. A abordagem da pesquisa é qualitativa e os dados de projetos similares foram extraídos da literatura científica.

Utilizou-se o método de aprendizagem ativa PjBL como base para o desenvolvimento do projeto e adotou-se o *framework Scrum* para seu gerenciamento. O projeto foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar e envolveu 5 estudantes das disciplinas de Tópicos Especiais em Sistemas Mecânicos (TESM) e Projeto de Sistemas de Produção 3 (PSP3), dos cursos de Engenharia Mecânica, Mecatrônica e de Produção da Faculdade de Tecnologia da UnB.

Os estudantes de Engenharia de Produção atuaram principalmente na gestão de portfólio do projeto e integração de conhecimentos e os estudantes de Engenharia Mecânica e Mecatrônica atuaram na execução do projeto mecânico e de automação e controle. Além do aprendizado dos conteúdos técnicos associados ao desenvolvimento de um projeto vinculado aos ODS e pautado na gestão de portfólio de projetos, competências transversais podem ser trabalhadas durante o processo de solução por

meio de atitudes dos envolvidos, relacionadas à responsabilidade, comunicação, relações interpessoais.

O PjBL compreendeu os seguintes passos: a apresentação da situação-problema para os estudantes; pesquisa na literatura para encontrar informações acerca do problema e delineamento da proposta; planejamento do projeto; execução do projeto e entrega da solução do problema real. A avaliação das competências dos estudantes foi realizada ao longo do desenvolvimento do projeto.

Para o desenvolvimento da máquina coletora foi utilizada uma metodologia de projeto de engenharia de cinco etapas: (i) levantamento de projetos semelhantes; (ii) definição das características da máquina coletora; (iii) elaboração do projeto mecânico; (iv) elaboração do projeto de controle; (v) construção e teste do protótipo. O projeto teve como ponto de partida a proposta de uma coletora de resíduos para o lago do Parque da Cidade Dona Sarah Kubitschek desenvolvido por Lima *et al.* (2020), no escopo do evento internacional Global Student SDG Challenge (SDG CHALLENGE, 2020). A partir desse primeiro projeto foi desenvolvida uma nova proposta de acionamento a fim de atender às características do lago Paranoá e os requisitos de controle da embarcação.

4. DESCRIÇÃO DO AMBIENTE

O lago Paranoá contribui para manter a qualidade de vida dos moradores do Distrito Federal, pois melhora a umidade relativa do ar; assim, o lago foi criado para trazer para Brasília certa amenização no clima, visto o clima muito seco e árido (BRINDEIRO, 2017).



Figura 01: Lago Paranoá, Brasília e arredores.
Fonte: OpenStreetMap, Wikimedia Commons.

De acordo com Echeverria (2007) a sub-bacia do lago Paranoá ocupa uma área de 288,69 quilômetros quadrados (km²), captando os principais cursos d'água que drenam o sítio urbano da cidade de Brasília (Figura 01). O lago foi formado no ano de 1959 a partir do fechamento da barragem do Rio Paranoá. A cota de nível é de 1.000 metros acima do nível do mar. Na década de 1990 foi implantado um programa de despoluição e duas estações de tratamento de esgoto, o que proporcionou a melhor qualidade de suas águas.

Aos poucos o lago Paranoá se tornou atrativo para a população e atingiu um dos propósitos de sua construção, que é o lazer da população local e visitantes (PEREIRA, 2006). No entanto, o uso recreacional e turístico requer cuidados constantes com a preservação do ambiente, seja com a limpeza dos descartes impróprios ou controle da poluição por rejeitos.

Em 2012, a CAESB (Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal) anunciou o uso de um barco especializado para coletar e controlar a quantidade de aguapés (planta aquática) que por vezes atinge grandes áreas. O Papaguapé (SECUNHO, 2021), possui 12 metros de comprimento, quatro metros de largura e é alimentado por um motor a diesel. Possui também dois ceifadores verticais e três esteiras para podar e coletar a vegetação, assim como rejeitos inorgânicos (Figura 02).

Uma das desvantagens do barco Papaguapé é que seu funcionamento está baseado em um motor a diesel, que emite gases poluentes e ruído. Além disso, as dimensões



Figura 02: Barco Papaguapé no lago Paranoá.
Fonte: Wikimedia Commons.

do barco dificultam a limpeza próxima às margens onde há acúmulo de resíduos devido o descarte irregular pela população.

Nesse sentido, direcionou-se os estudos para o desenvolvimento de uma embarcação com dimensões menores, baixa velocidade e controlada remotamente a partir das margens do lago. Os principais pontos de operação do equipamento seriam próximos às áreas frequentadas pela população e saídas de galerias de águas pluviais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta aspectos do projeto mecânico, o projeto de controle da máquina coletora e o protótipo de validação do projeto de controle.

5.1. Projeto de Engenharia

Conforme já mencionado anteriormente, a metodologia de projeto de engenharia utilizada consiste de cinco etapas: (i) levantamento de projetos semelhantes; (ii) definição das características da máquina coletora; (iii) elaboração do projeto mecânico; (iv) elaboração do projeto de controle; (v) construção e teste do protótipo.

5.1.1. Levantamento de projetos semelhantes

Othman *et al.* (2020) realizam um levantamento e classificam os sistemas de limpeza de lixo em corpos hídricos como estáticos e dinâmicos, os primeiros podem ser ainda autônomos e mecânicos, os sistemas dinâmicos, podem ser autônomos e por controle humano. Os autores apontam diversos equipamentos que exemplificam os métodos mencionados e as respectivas regiões em que são encontrados e apresentam a proposta de uma embarcação robótica autônoma. É possível, assim, coletar materiais plásticos flutuantes de diferentes tipos e dimensões além de plantas marinhas na superfície da água. Possui duas rodas acionadas por um motor DC de 24 V, resistente

à água. Possui também um atuador linear de 12 V e um cilindro de rolamento que funciona por um motor DC de 12 V que nivela o lixo para que ocupe todo o espaço de armazenamento.

Mutkar *et al.* (2020) exploram o desenvolvimento de um equipamento flutuante (dinâmico), denominado RTCS (River Trash Collector System) para reduzir a poluição no rio Malaca da cidade de Malaca na Malásia. O RTCS foi projetado para remover lixo flutuante, óleo, combustível e detergente da água. Esse coletor utiliza a ideia do tanque de lastro, ou seja, é um coletor que tem grande parte submersa. A água de lastro entra pela parte inferior e é conduzida para a superfície. A água com os detritos é succionada por uma abertura na parte central superior do coletor e filtrada; os detritos ficam presos em um reservatório interno. O sistema utiliza uma bomba elétrica interna cuja fonte de energia é um gerador que aproveita o próprio fluxo de água.

Por outro lado, a “Mr. Trash Wheel” é uma máquina coletora fixa (estática), que pode ser controlada remotamente pela Internet, para remover o lixo da foz do rio Jones Falls, Baltimore. Os detritos flutuantes são capturados e posicionados em uma esteira transportadora, que por sua vez os conduzem a um contentor. As rodas laterais que dão nome à máquina são movidas pela própria correnteza do rio e acionam a esteira. Na baixa velocidade, um conjunto de painéis solares é acionado para fornecer energia para bombear a água e mover as rodas. Este projeto tem despertado o interesse de várias partes do mundo (LINDQUIST, 2016).

Esses trabalhos e outros (MARQUES, SILVA e GONÇALVES, 2019; SHAMSUDDIN *et al.*, 2020) caracterizam diferentes sistemas e auxiliam na definição dos métodos mais adequados para o local investigado, no caso, o lago Paranoá.

5.1.2. Definição das características da máquina coletora

Tendo em vista as soluções comerciais e as soluções encontradas na literatura, para a definição do conceito do equipamento levou-se em consideração os aspectos do ambiente hídrico, baixas profundidades para operações próximas às margens, baixas velocidades da água, das operações de limpeza, dos ventos.

Utilizou-se, ainda, uma matriz de decisão com a análise das seguintes características: baixo custo, peças de reposição acessíveis e disponíveis no mercado nacional, baixo peso, ambientalmente favorável, navegabilidade, capacidade de armazenamento, facilidade de controle,

segurança do operador, materiais recicláveis, tempo de montagem, eficiência de coleta e facilidade de retirada dos resíduos, o que levou a um conceito baseado em um equipamento móvel, com esteira transportadora, controlado remotamente, dotado de duas rodas d'água acionadas, cada uma, por motor elétrico.

5.1.3. Elaboração do projeto mecânico

O projeto mecânico é composto pelas fases de estabelecimento de requisitos, design inicial, dimensionamento, análise mecânica e plantas estruturais. A máquina pode ser dividida nas seguintes partes: estrutura e flutuadores, reservatório, esteira transportadora e sistema de movimentação por rodas. A concepção da estrutura mecânica da coletora e dos flutuadores não serão objeto de análise neste trabalho. A proposta do projeto de Lima *et al.* (2020) foi adaptada para facilitar o controle da máquina, sendo trocado o sistema de motor de popa e leme pelo acionamento de rodas de pás, assim, o foco do projeto mecânico consiste nas adequações e ajustes para o novo sistema de movimentação da coletora, realizado por meio de rodas de pás e para o qual foi construído e testado um protótipo.

Os reservatórios já haviam sido selecionados projeto de Lima *et al.* (2020), e suas dimensões serão mantidas. Nelas são armazenados os resíduos sólidos coletados pela esteira transportadora, sendo estes esvaziados apenas ao final do ciclo de operação da máquina coletora. Os quesitos considerados para seleção dos reservatórios incluíram disponibilidade no mercado nacional, capacidade total, resistência, dimensões totais, praticidade de remoção e massa dos reservatórios. Foram selecionados três reservatórios fabricados em polietileno de alta densidade, anti-UV, de dimensões: 0,475 m de altura, 0,880 m de comprimento, 0,555 m de largura, 7 kg de massa e 0,180 m³ de volume.

A esteira é responsável por capturar os resíduos presentes no lago e levá-los até os reservatórios. A velocidade de 0,6 m/s já havia sido definida no projeto anterior como segura para o transporte de resíduos, foi mantida e deverá coincidir com a velocidade de operação da embarcação coletora.

Algumas alterações foram realizadas. Como aspectos construtivos da esteira, levou-se em consideração de que parte dela precisava estar submersa, de que a altura seria limitada pela altura do reservatório escolhido e o uso de um ângulo de inclinação dentro dos limites recomendados na literatura. O ângulo escolhido foi de 20°, o que resultou em um comprimento de 2,63 m. Para a largura, definiu-se um tamanho de 1,50 m para uma melhor

distribuição dos resíduos nos três reservatórios.

Para selecionar a esteira estimou-se o carregamento máximo. Considerando a inclinação, a área da esteira coberta por rejeitos e uma possível quantidade de água transportada, estimou-se assim, uma carga de 26,65 kg/m² a partir da análise dos detritos que flutuam na superfície do lago. Assim, optou-se por uma esteira de construção modular feita em polímero injetado e anti-UV.

Para avaliar a factibilidade da coleta com essa esteira projetada, calculou-se o torque necessário para acionar a esteira e assim selecionar o motor. O torque calculado foi de 17,40 N m, considerando ainda as perdas de potência no processo, a potência necessária para o motor é igual a 0,28 kW.

A movimentação da coletora utilizando rodas é lenta e, desta forma, as curvas realizadas serão mais curtas, podendo inclusive haver rotações em torno do próprio eixo central da coletora.

Para mover a coletora de resíduos flutuantes é necessário sobrepor a resistência ao avanço pelo meio de propulsão escolhido. Pode-se dividir a resistência total a ser superada em três principais componentes: resistência de atrito, resistência residual e resistência do ar. As resistências residual e do ar são muito inferiores à resistência de atrito, então é possível calcular uma força de propulsão e aplicado um fator de carga em relação a força de atrito.

Para o cálculo da força de atrito é necessário determinar a região submersa da embarcação e a massa total da embarcação vazia e carregada de rejeitos. As dimensões máximas estimadas para a coletora são 3,0 m de comprimento, 2,0 m de largura e 1,0 m de altura, levando-se em conta as dimensões da esteira, dos reservatórios e considerando que os demais componentes elétricos e motores serão posicionados sob a esteira. Com as dimensões estimadas, considerando que a estrutura será feita de tubos de PVC, e conhecendo-se as massas da esteira e do reservatório já selecionados, estimou-se a massa das rodas, obtendo-se uma massa total estimada da coletora carregada o valor de 230 kg. A capacidade de carga de resíduos coletados ficou em torno de 40 kg com base no volume dos reservatórios e nos tipos de detritos comuns (garrafas PET e outros polímeros)

Para a flutuação da embarcação foi definida a utilização de tubos de PVC, anti-UV. Considerando quatro tubos de 2,5 m de comprimento, calculou-se que é possível suportar até 314 kg, atendendo com folga a massa total estimada para a coletora. A partir desses cálculos e considerações é possível calcular a área de contato das partes

da embarcação com a água e assim calcular a resistência de atrito.

Para uma estimativa da força mínima necessária para a roda mover a embarcação, baseou-se nas considerações a seguir.

O volume do conjunto de tubos do sistema de flutuação foi aproximado para o produto entre a área projetada e o diâmetro do tubo e calculado o coeficiente de atrito C_F pela equação (1) (WHITE, 2011), na qual R_e é o número de Reynolds. Este, por sua vez, pode ser reescrito como o produto da velocidade da embarcação (v) pelo comprimento da área submersa (l) e dividido pela viscosidade do fluido da submersão (ν).

$$C_F = \frac{0,075}{(\log R_e - 2)^2} \quad (1)$$

$$R_e = \frac{v \cdot l}{\nu} \quad (2)$$

A resistência de atrito R_F pode ser calculada por meio da equação (03) (WHITE, 2011), na qual ρ é a densidade do fluido em a embarcação está inserida e A_s é a área da superfície de contato com o fluido.

$$R_F = \frac{1}{2} C_F \rho V^2 A_s \quad (3)$$

As rodas utilizadas devem ser capazes de superar a resistência ao atrito para que a embarcação se mova.

Considerou-se a área equivalente a uma pá da roda dentro da água por vez, simulando a rotação da roda como um movimento repetitivo de uma remada. A Figura 03 mostra como essa pá interage com a água. Definindo quatro regiões com os números 1, 2, 3 e 4, para cada região há três constantes, V , P e E , que representam velocidade da água, pressão na pá e energia necessária para vencer a resistência da água.

Segundo Bernoulli há conservação de energia em um fluxo de um fluido, nesse sentido, há alteração de pressão e velocidade, mas a energia se conserva. Pode-se determinar essa energia por meio da equação (4) (GLAUERT, 1983), onde ρ é a densidade do fluido, e , V_a e P_a são a velocidade e pressão em uma região "a" respectivamente.

Porém, a pá em movimento introduz nova energia ao sistema vinda do movimento gerado pelo motor, dessa forma, a energia antes da pá não é igual a energia após a pá. Porém, em uma região mais afastada da pá, a energia é conservada durante o movimento do barco.

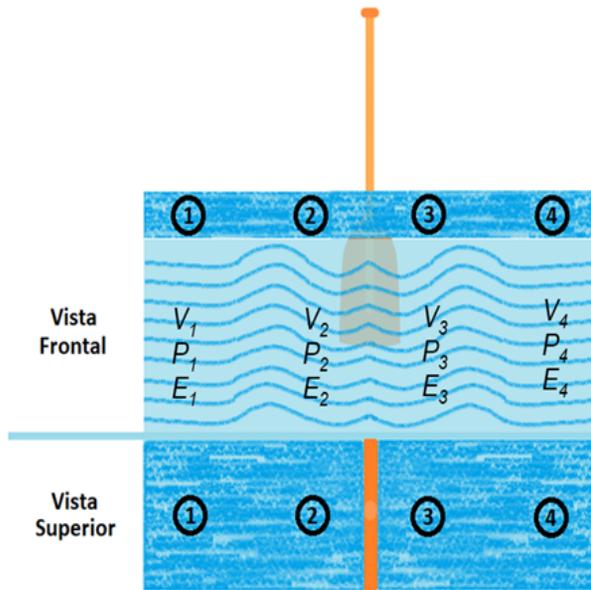


Figura 03: Representação da interação do remo com a água.
Fonte: Autores.

Nesse caso, a variação da energia pode ser escrita como mostra a equação (5).

$$\Delta E = E_3 - E_2 = E_4 - E_1 \quad (5)$$

Reescrevendo a equação (4) em termos das regiões definidas na Figura 03; substituindo na equação (5) e considerando a diferença de energia entre as regiões 2 e 3, equação (6) obtém-se a equação (7):

$$\Delta E = E_3 - E_2 = P_3 - P_2 = \Delta P \quad (6)$$

$$\Delta E = P_3 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (V_4^2 - V_1^2) \quad (7)$$

Sabe-se que a pressão é distribuição de força por uma área, ou seja, $\Delta P = F/A$. Da equação (7), tem-se a diferença de pressão das regiões 2 e 3, dessa forma pode-se calcular F conforme a equação (8) (GLAUERT, 1983), onde $\vec{P}e$ representa o valor do momento linear e A, a área da pá.

$$\vec{F} = \frac{dPe}{dt} \rightarrow F = A\rho V_2(V_4 - V_1) \quad (8)$$

Para as regiões 1 e 4 pode-se escrever:

$$F = A \frac{1}{2} \rho (V_4 + V_1)(V_4 - V_1) \quad (9)$$

Assim, associando as equações (8) e (9):

$$F = A\rho V_2(2V_2 - V_1) \quad (10)$$

A equação (10) foi utilizada para calcular a força mínima necessária para uma roda mover o barco, considerando a área da superfície de uma pá da roda, A, e as velocidades aproximadas para a pá (V_2) e para a embarcação (V_1), a força que a roda geraria para mover o barco. A força resultante dessa equação precisa ser no mínimo igual a

força de arrasto calculada na equação (3).

A embarcação utiliza duas rodas para sua movimentação, proporcionando uma velocidade máxima de 4m/s e as dimensões apresentadas na Tabela 01. Para essa velocidade podem ser determinados os dados para seleção do motor, os quais são torque mínimo de 58 N m, potência de 0,300 kW e velocidade de 600 rpm.

A tensão dos motores das rodas é de 24 V e do motor da esteira, 12 V, dessa forma, é possível usar duas baterias em série para os motores de 24 V e uma delas para o motor de 12 V.

Dimensões gerais das rodas	
Área da pá	0,045 m ²
Raio	0,425 m
Número de pás	8

Tabela 01: Resultados dos projetos das rodas.
Fonte: Autores.

Na Tabela 02 são apresentadas as principais características da máquina coletora.

Máquina coletora de resíduos	
Dimensões máximas	3,0 x 2,0 x 1,0 m
Massa sem carga	190 kg
Volume de reservatório	150 l
Capacidade de carga	40 kg
Velocidade máxima	4,0 m/s
Velocidade de operação	0,6 m/s
Inclinação da esteira	20°
Velocidade da esteira	0,6 m/s

Tabela 02: Características gerais da máquina.
Fonte: Autores.

A Figura 04 é ilustrativa e são apresentados os modelos da roda e da coletora e a concepção geral da máquina. O projeto estrutural precisará ser refeito em função das alterações introduzidas neste trabalho e deverá ser finalizado posteriormente por outra equipe.

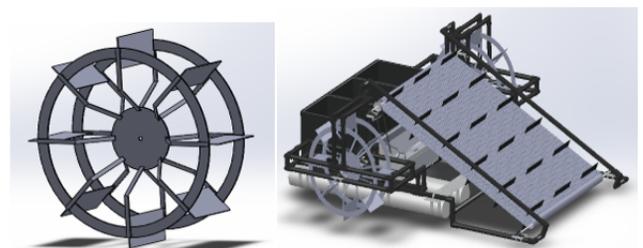


Figura 04: Representação gráfica da roda de pás e do conceito da máquina coletora.
Fonte: Autores.

5.1.4. Elaboração do projeto de controle

Tendo em vista dimensões reduzidas e facilidade de controle e operação da coletora nas proximidades da orla, optou-se por uma máquina não tripulada, onde o

operador permanece na orla do lago e controla a coletora remotamente.

O projeto consiste no desenvolvimento do controle transmissor e da base receptora, os quais serão validados por meio da construção de um protótipo.

Na Figura 05 é mostrado o controle transmissor da máquina coletora. É possível observar marcações numeradas nos diversos componentes eletrônicos. O componente identificado com o número 1 é uma placa Arduino Uno, que possui um microcontrolador que receberá todos os comandos que devem ser enviados à máquina coletora. O número 2 identifica o módulo transceptor RF de 2,4 G que é responsável por enviar os comandos que o Arduino interpreta para a base receptora. O componente de número 3 é a bateria de 9 V que alimenta o controle transmissor. O número 4 corresponde a três componentes idênticos, são os potenciômetros, responsáveis por controlar a velocidade de cada motor. Marcados com o número 5 estão três interruptores que são responsáveis por definir o sentido de rotação de cada motor. Com o número 6 está marcado um *push button*, que é uma chave responsável por ativar a parada de emergência caso seja necessário. O elemento número 7 trata-se de um interruptor que é responsável por ligar e desligar o controle transmissor. Marcado com o número 8 está um led vermelho que caso esteja aceso indica que o botão de emergência foi acionado. O número 9 corresponde a um led verde que indica quando o controle está ligado. O número 10 marca dois resistores que estão associados aos leds, evitando que eles recebam muita corrente. Por fim, o número 11 mostra um interruptor que será responsável por ligar as luzes da coletora.

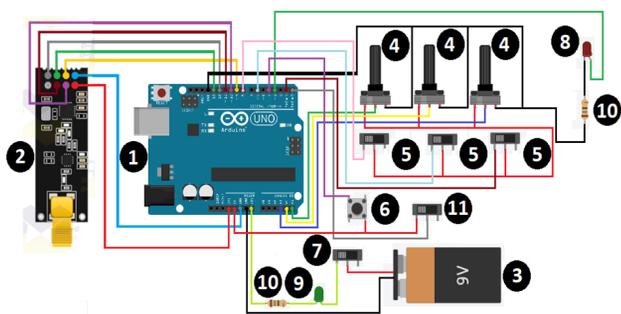


Figura 05: Controle transmissor da máquina coletora.
Fonte: Autores.

Na Figura 06 é mostrado o controle receptor da máquina coletora. É possível observar marcações numeradas em diversos componentes eletrônicos. Da mesma forma que no controle transmissor, o componente indicado com o número 1 é um Arduino Uno, nesse caso o microcontrolador receberá todos os comandos que devem ser realizados na coletora. O número 2 indica um módulo

transceptor RF 2,4 G que é responsável por receber os comandos e enviá-los para o Arduino interpretar. O número 3 corresponde a um relé que é responsável por permitir que a energia chegue aos motores, bloqueando a energia caso o botão de emergência seja acionado. Marcado com o número 4 está o regulador de tensão (LM2596) que é responsável por regular a tensão que a bateria alimenta a placa Arduino, impedindo que essa tensão passe do limite que este suporta. O número 5 representa uma bateria de 12 V que alimenta toda a coletora. Marcado com o número 6 está um interruptor que será responsável por ligar e desligar o sistema da base receptora. O número 7 marca o led verde que identifica quando a base receptora está ligada ou desligada. O número 8 mostra um resistor que é responsável por evitar que o led receba muita corrente e queime. Marcado com o número 9 estão três motores, dois que controlam a movimentação da coletora e um que controla a esteira. O número 10 identifica as duas lâmpadas da coletora. Marcado com o número 11 estão três pontes H, que controlam os três motores, estes são responsáveis por controlar a velocidade e a direção dos motores a partir de informações vindas do controle transmissor. Por fim, o número 12 mostra um relé que é responsável por ligar e desligar as luzes da coletora, dependendo apenas da informação enviada do controle transmissor.

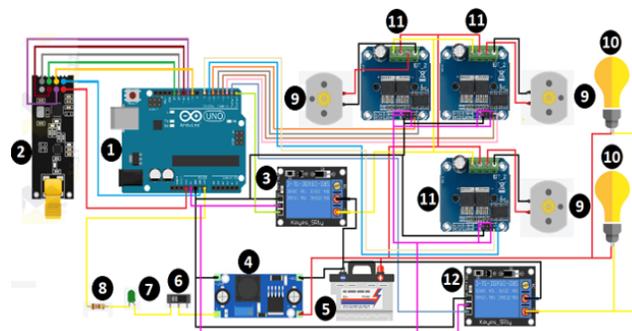


Figura 06: Controle receptor da máquina coletora.
Fonte: Autores.

5.1.5. Construção e teste do protótipo

Para a validação do projeto de controle, decidiu-se construir um protótipo com dimensões reduzidas, mas com o mesmo projeto de controle da coletora original. Na Figura 07 são apresentadas imagens do protótipo e detalhes de suas partes.

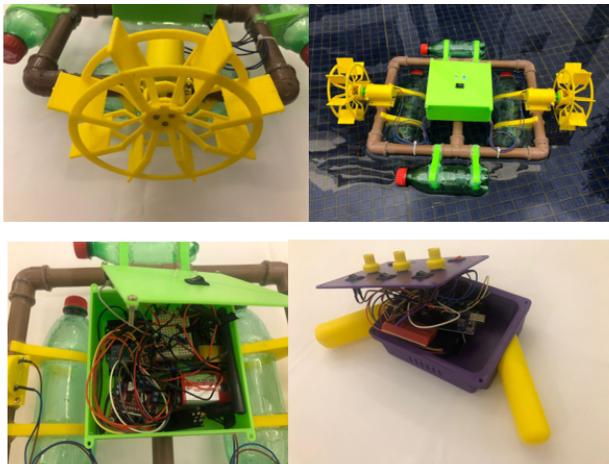


Figura 07: Controle transmissor da máquina coletora.

Fonte: Autores.

Como o objetivo era validar o projeto de controle, não houve uma preocupação em colocar a esteira e os reservatórios, principalmente pela dificuldade em encontrar uma esteira que fosse compatível com as dimensões definidas para a construção do protótipo em questão: 0,18 m de altura, 0,47 m largura e 0,37 m de comprimento.

Os cálculos da hidrodinâmica da pá da roda para o protótipo foram feitos de maneira análoga aos cálculos do projeto original. Obteve-se uma velocidade angular do motor de 305,33 rad/s, área da pá da roda de 0,0009 m², raio da roda de 0,07 m e 8 pás.

A roda utilizada no protótipo em questão é a mesma modelada para a coletora original, em escala de 1:10. Essa roda foi fabricada por impressão 3D, em material PLA. A roda foi fixada diretamente no eixo do motor sem a necessidade de uma caixa de redução. O motor escolhido foi o DC, alimentado por uma fonte de 18 V.

A estrutura foi construída com tubo de PVC de 20 mm e todos os encaixes foram modelados e impressos em 3D com material PLA. O sistema de flutuação consiste de quatro garrafas PET, sendo duas de 600 ml e duas de 237 ml. O circuito e todos os componentes eletrônicos incluindo as baterias foram colocados dentro de uma caixa selada no centro do protótipo.

O circuito do controle remoto do protótipo, visível na imagem inferior esquerda da Figura 07 permaneceu idêntico ao circuito do controle original. Por outro lado, o circuito da base receptora recebeu algumas alterações: a ponte H utilizada foi trocada por um modelo mais simples e de baixo custo já que os motores utilizados demandaram menos corrente. As lâmpadas previstas no projeto não foram utilizadas no protótipo, o regulador de tensão não foi necessário já que uma bateria de 9 V foi utilizada para alimentar o Arduino. Por fim, os relés não foram utilizados e a parada de emergência foi criada em código.

O protótipo foi testado nas águas do lago Paranoá em novembro de 2021, levando-se em consideração os movimentos necessários para realizar as operações previstas para a máquina coletora real, obtendo-se os resultados esperados com respeito à capacidade de controle, com um alcance seguro do sinal de até 100 m, validando, assim, o projeto de controle.

5.2. RESULTADOS DE APRENDIZAGEM

O desenvolvimento do protótipo foi realizado durante o segundo semestre de 2021 em disciplinas que adotam a abordagem PjBL, por uma equipe multidisciplinar. Os resultados de aprendizagem referentes às competências técnicas dos estudantes dos cursos de engenharia mecânica e mecatrônica consistiram na adequação do projeto mecânico para o uso de rodas com pás na máquina coletora e na elaboração do projeto de controle. As competências técnicas dos estudantes de engenharia de produção estiveram alinhadas com as práticas de gestão de projetos da equipe multidisciplinar, com diferentes áreas de conhecimento, com o intuito de gerenciar a entrega no prazo, com o atendimento ao escopo e com a qualidade almejada.

Além das competências técnicas, foram trabalhadas competências transversais, tais como resolver problemas, saber comunicar, saber liderar, trabalhar em equipe, e atitudes como, profissionalismo, responsabilidade.

A avaliação da aprendizagem se deu por meio de entregas de resultados semanais e feedback que resultaram em relatório técnico, artigo científico e apresentação oral. Os estudantes apresentaram o protótipo em um evento de fechamento das disciplinas, no qual foram selecionados os melhores projetos.

6. CONCLUSÃO

Embora existam várias iniciativas já praticadas em todo o mundo que buscam a redução dos resíduos plásticos na superfície de lagos e rios, as pesquisas para equipamentos mais eficientes são muito necessárias, visto que este tipo de poluição ainda é uma ameaça para os seres vivos e o meio ambiente. Com base no problema identificado, o projeto proposto foi desenvolvido de modo que pudesse ser aplicado na orla do lago Paranoá.

O projeto para o controle remoto levou em consideração a especificação de três motores, dois para a movimentação da coletora e um para a movimentação da esteira. Dessa forma, foram desenhados dois sistemas, um controle transmissor que é capaz de enviar informações com relação ao controle da velocidade e direção dos motores

da coletora e uma base receptora capaz de receber as informações e efetuar as ações.

No entanto, uma análise das implicações na estrutura em função das mudanças realizadas no projeto original para incorporar a nova forma de movimentação precisa ser efetivada, assim como a seleção de motores comerciais a partir dos dados calculados de torque e potência.

Também a carga transportada foi considerada pequena, sendo necessário investigar melhor a quantidade de resíduos a ser coletada por dia e, principalmente, após o final de semana e avaliar um possível redimensionamento.

Melhorias foram sugeridas pelos estudantes, como a instalação de uma câmera com uma tela no controle capaz de ser conectada a plotters cartográficos que suportem entrada de vídeo para monitorar áreas dentro e ao redor da máquina coletora; bem como, a colocação de placas solares para aumentar a autonomia do equipamento projetado.

Vale ressaltar a relevância deste trabalho no processo de aprendizagem dos estudantes, uma vez que puderam aplicar os conhecimentos técnicos adquiridos ao longo curso em busca de uma solução para o projeto de uma máquina coletora de resíduos aquáticos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Ensino Superior. Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2019-pdf/112681-rces002-19/file>. Acesso em 11 out. 2022.

BRINDEIRO, C. T. O papel da iniciativa privada na conservação urbanística e ambiental dos bens de uso comum do povo: estudo de caso: Lago Paranoá, Brasília-DF. 2017. 72 f. Monografia (Graduação) - Faculdade de Ciências Jurídicas e Sociais, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

DA SILVA, V. B. N. Best practices for Active Learning: a literature study using bibliometrics. In International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE), 8. Proceedings of International Symposium on Project Approaches in Engineering Education, 2019. p. 768-775.

ECHEVERRIA, R. M. Avaliação de impactos ambientais nos tributários do lago Paranoá, Brasília - DF. 2007. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

GLAUERT, H. The Airscrew Momentum Theory. In:

GLAUERT, Hermann. The elements of aerofoil and airscrew theory. 2 ed. Cambridge University Press, 1983. p. 208-221.

GUERRA, A. Integration of Sustainability in Engineering Education: Why is PBL an answer? International Journal of Sustainability in Higher Education (Print Edition), v. 18, n. 3, p. 436-454, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2016-0022>.

LIMA, D. V. C. et al. Projeto de uma embarcação coletora de resíduos sólidos. 2020. 88 f. (Relatório Técnico) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <https://www.sdgchallenge.com.br/>. Acesso em 04 abr. 2022.

LINDQUIST, A. Baltimore's Mr. trash wheel. Journal of Ocean Technology, v. 11, n. 2, p. 28-35, 2016.

MARQUES, L.; ROBERTO, J.; SILVA, P. Embarcação verde, sistema flutuante de limpeza da água da baía de Guanabara. Revista Augustus, v. 25, n. 50, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15202/1981896.2020v25n50p81>.

MENEKSE, M. et al. Differentiated overt learning activities for effective instruction in engineering classrooms. Journal of Engineering Education, v. 102, n. 3, p. 346-374, 2013. DOI: 10.1002/jee.20021.

MONTEIRO, S. et al. Metodologias e práticas de ensino aplicadas ao curso de Engenharia de Produção: Análise da percepção de alunos de Projetos de Sistemas de Produção da Universidade de Brasília. In: 40º. COBENGE, 2012, Belém. Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2012. p. 1-12. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/7/artigos/103920.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022

MULLER, M. G. et al. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015) Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 39, n. 3, p. 1-20, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0012>. Acesso em: 10 out. 2022.

MUKHTAR, M. F. et al. Development of River Trash Collector System. In: Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, v. 1529, 042029, 2020.

NAÇÕES UNIDAS Brasil. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 04 abr. 2022.

OTHMAN, H. et al. Automated trash collector design. Journal of Physics: Conference Series, v. 1444, 012040, 2019.

PARISOTO, M. F.; HILGER, T. R. Investigação da aprendizagem de conceitos de óptica utilizando ilusões para turmas de pré-vestibular. Revista Brasileira de Ensino de

Ciência e Tecnologia, v. 9, n.1, p. 62-98, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2109/0>> Acesso em: 10 out. 2022.

PEDERSEN, J. M.; FRICK, J.; KIRIKOVA, M. International Student Projects and Sustainable Development Goals: A Perfect Match. In: International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE), 8. Proceedings of International Symposium on Project Approaches in Engineering Education. 2020, p. 768-775.

PEREIRA, L. P. Avaliação econômica do uso do lago Paranoá para atividades recreacionais. 2006. 197 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

PRINCE, M. J.; FELDER, R. M. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, v. 95, n. 2, p. 123-138, 2006.

SCHROEDER, C. A importância da física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental. *Revista Brasileira de Ensino de Física* [online], v. 29, n. 1, p. 89-94, 2007. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172007000100015>>

SECUNHO, R. Barco Papaguapé limpa o lago Paranoá. Agência Brasília, Brasília-DF, 20 de março de 2021. Disponível em: <<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2021/03/20/barco-papaguape-limpa-o-lago-paranoa/>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

SDG CHALLENGE. Global Students SDG Challenge. Edição 2020. Disponível em: <<https://www.sdgchallenge.com.br>>. Acesso em: 02 abr. 2022.

SHAMSUDDIN, P. N. F. M. et al. Development of water trash collector. *Journal of Advanced Industrial Electronics Research and Applications*, v. 1, n. 1, p. 01-05, 2020.

VIANA, D. M. et al. Including Integrating Projects in Engineering Curricula. *WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education*, v. 8, n. 3, p. 73-82, 2011. Disponível em: <<http://www.wseas.us/e-library/transactions/education/2011/54-166.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

VILLAS-BOAS, V. et al. Educando o engenheiro do século XXI: Aprendizagem ativa para formação por competências no contexto das novas DCNs. In: TONINI, Adriana Maria; PEREIRA, Tânia Regina (org). Os desafios para formar hoje os engenheiros do amanhã. *Aprendizagem Ativa, Jogos e Gamificação, Novas DCN'S e CDIO, Ensino remoto*. Brasília: ABENGE, 2020, p. 09-143. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/2020/arquivos/EbookDiagramadoSD2020.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2022.

WHITE, F. M. Escoamento ao redor de corpos imersos. In: WHITE, Frank M. *Mecânica dos Fluidos*. Porto Alegre:

AMGH, 2011. p. 461-532.

SILVA, J. B. O Contributo das tecnologias digitais para o ensino híbrido: o rompimento das fronteiras espaço-temporais historicamente estabelecidas e suas implicações no Ensino. *Revista Artefactum*, v. 15, n. 2, p. 1-11, 2017. Disponível em: <<http://artefactum.rafrom.com.br/index.php/artefactum/article/view/1531>> Acesso em: 10 out. 2022.

AUTORES

ORCID: 0000-0001-8396-8022

DIANNE MAGALHÃES VIANA, Dra. | Universidade de Brasília | Engenharia Mecânica | Brasília, DISTRITO FEDERAL(DF) - Brasil | Correspondência para: (Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte - DF, 70673-403) | e-mail: diannemv@unb.br

ORCID: 0000-0001-5546-8143

SIMONE BORGES SIMÃO MONTEIRO, Dra. | Universidade de Brasília | Engenharia de Produção | Brasília, DISTRITO FEDERAL(DF) - Brasil | Correspondência para: (Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte - DF, 70673-403) | e-mail: simoneborges@unb.br

ORCID: 0000-0001-9553-3114

FILIPE AZIZ BATISTA | Universidade de Brasília | Engenharia Mecatrônica | Brasília, DISTRITO FEDERAL(DF) - Brasil | Correspondência para: (SMAS Trecho 1 C, Guará - DF, 71218-010) | e-mail: filipe.aziz@aluno.unb.br

ORCID: 0000-0003-4037-8684

MARCOS JESSÉ ALVES DE OLIVEIRA | Universidade de Brasília | Engenharia Mecatrônica | Brasília, DISTRITO FEDERAL(DF) - Brasil | Correspondência para: (SGAS 908, LOTES 23/24, Asa Sul, Brasília - DF, 70390-080) | e-mail: filipe.aziz@aluno.unb.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

VIANA, Dianne Magalhães; MONTEIRO, Simone Borges Simão; BATISTA, Filipe Aziz; DE OLIVEIRA, Marcos Jessé Alves; Os ODS da ONU na formação por competências: máquina coletora de resíduos para o Lago Paranoá. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 133-145, nov. 2022. ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexus.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.133-145>>.

SUBMETIDO EM: 07/11/2022

ACEITO EM: 16/11/2022

PUBLICADO EM: 30/11/2022

EDITORES RESPONSÁVEIS: Paulo César Machado Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto.

Registro da contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

DMV: Conceituação, ideias, formulação de objetivos e metas globais de pesquisa; desenho de metodologia; criação de modelos; administração de projetos, responsabilidade de gestão e coordenação pelo planejamento e execução da atividade de pesquisa; supervisão e responsabilidade de liderança para o planejamento e execução da atividade de pesquisa; validação, verificação, reprodutibilidade geral dos resultados, experimentos e outros produtos de pesquisa; escrita, revisão e edição, especificamente revisão crítica, incluindo as etapas de pré-publicação.

SBSM: Conceituação, ideias, formulação de objetivos e metas globais de pesquisa; Metodologia, desenho de metodologia; criação de modelos; administração de projetos, responsabilidade de gestão e coordenação pelo planejamento e execução da atividade de pesquisa; supervisão e responsabilidade de liderança para o planejamento e execução da atividade de pesquisa, incluindo mentoria externa à equipe principal; escrita - revisão e edição; preparação e apresentação do trabalho publicado por aqueles do grupo de pesquisa original, especificamente revisão crítica, incluindo as etapas de pré-publicação.

FAB: Conceituação, ideias, evolução de objetivos de pesquisa; análise formal, aplicação de técnicas matemáticas e computacionais para analisar dados de estudo; condução do processo de pesquisa e investigação, especificamente realizando os experimentos, coleta de dados; programas, programação, desenvolvimento de software; concepção de programas de computador; implementação do código de computador e algoritmos de suporte; teste de componentes de código existentes; escrita - rascunho original, preparação, criação e apresentação do trabalho publicado, especificamente redação do rascunho inicial.

MJAO: Conceituação, ideias, evolução de objetivos de pesquisa; análise formal, aplicação de técnicas matemáticas e computacionais para analisar dados de estudo; condução do processo de pesquisa e investigação, especificamente

realizando os experimentos, coleta de dados; programas, programação, desenvolvimento de software; concepção de programas de computador; implementação do código de computador e algoritmos de suporte; teste de componentes de código existentes; escrita - rascunho original, preparação, criação e apresentação do trabalho publicado, especificamente redação do rascunho inicial.

Declaração de conflito: Nada a declarar.

GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO AÇO/MG

INTEGRATED MANAGEMENT OF URBAN SOLID WASTE IN THE METROPOLITAN REGION OF VALE DO AÇO/MG

PATRÍCIA LORENA COTA DA SILVA | Escola de Arquitetura - Universidade Federal de Minas Gerais
SOFIA ARAÚJO LIMA BESSA, Dr^a | Escola de Arquitetura - Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO

Gerir os resíduos sólidos urbanos é o grande desafio vivido pelas cidades contemporâneas. Para diagnosticar o panorama da gestão dos resíduos sólidos domiciliares (RDO) na Região Metropolitana do Vale do Aço (RMVA) e identificar a capacidade de implantação da economia circular a partir do ciclo reverso, foi realizado levantamento bibliográfico sobre o tema e de base exploratória para obter dados que permitisse aprofundar o conhecimento sobre a realidade desta região. Observou-se que não há gestão integrada dos RDO na RMVA, apenas o gerenciamento de algumas atividades que garantem a coleta e a disposição adequada dos RDO. Foram identificadas ações com o objetivo de implantar a educação ambiental e a coleta seletiva, mas sem resultados expressivos. Ainda assim, a coleta seletiva apresenta indícios de viabilidade técnica, econômica e social, o que torna a implantação da economia circular uma possibilidade para obter o desenvolvimento sustentável, com geração de emprego e renda.

PALAVRAS CHAVE

Gestão; Resíduos sólidos; Economia Circular.

ABSTRACT

Managing urban solid waste is the great challenge faced by contemporary cities. With the objective of diagnosing the panorama of the integration of solid waste in the Metropolitan Region of Vale do Aço - RMVA, identifying the capacity to implement the reverse cycle of Household Waste, a theoretical basis survey on the subject and an exploratory basis was prepared to obtain information and data that allow for a deeper understanding of the reality of this region. Note that there is no proper management of solid waste, in the municipalities only the management of some activities that guarantee the collection and adequate provision of urban solid waste. Actions were identified with the objective of implementing environmental education and selective collection, but without expressive results. Even so, selective collection, obtaining models of technical and social feasibility, which makes the implementation of the cycle of reverse income of the circular economy with the generation of employment and sustainable acquisition.

KEY WORDS

Management; Solid Waste; Circular Economy.



1. INTRODUÇÃO

As cidades surgiram com a promessa de segurança, oferta de moradia, facilidade de suprimentos e conforto. Dados da ONU (2017) apontam o crescimento exponencial da população a partir de 1950 até os dias atuais. Tal fato trouxe complexidade para o espaço construído e resultou em problemas no qual as soluções desenvolvidas não os resolvia, apenas mitigava.

Nos últimos séculos, o mundo passou por grandes transformações sociais e ambientais em razão das revoluções industriais. Transformações estas que resultaram em desenvolvimento econômico, geração de riqueza e evolução social. Mas também, em pobreza extrema, degradação ambiental e intensa estratificação social.

A associação dos fatores como crescimento populacional, consumo excessivo e economia linear resultou em um grave problema para as cidades e um imenso desafio para os gestores públicos, o lixo.

O descarte do material de forma inadequada provoca proliferação de doenças, obstrução do sistema de drenagem pluvial urbana, contaminação do solo, do ar e da água, morte de animais, aquecimento global e odor desagradável. Isto resultou na necessidade de realizar a gestão dos resíduos sólidos e compartilhar a responsabilidade, entre todos os envolvidos, na execução de ações para resolver o problema.

Desta forma, o modelo de economia linear pode e deve ser substituído pela Economia Circular - EC.

A gestão de resíduos, baseada na coleta seletiva e no sistema de logística reversa, está inserida no ciclo reverso da EC, dentro da etapa reaproveitamento, com foco na reciclagem.

O setor público ficou responsável pela gestão dos resíduos sólidos urbanos, que consiste em coletar, segregar, destinar e dispor de forma ambientalmente adequada. O setor privado ficou responsável pela gestão do sistema da logística reversa (BRASIL, 2010a). Este sistema compreende a coleta seletiva, o processamento, a reciclagem e a disposição final de rejeitos. As fontes geradoras, em ambas as gestões, são as unidades domésticas que geram o resíduo sólido urbano chamado resíduo domiciliar - RDO.

Por isso, é necessário compreender qual o panorama da Gestão dos Resíduos Sólidos dez anos após a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Para isso, escolheu-se como estudo de caso analisar a RMVA, em Minas Gerais, devido a sua importância econômica no cenário estadual e nacional, assim como as peculiaridades territorial e socioeconômica desta região.

2. A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

“Desde a década de 1970 tem surgido em nível mundial, nacional e local, campanhas e protocolos com normas de proteção ambiental no que tange aos cuidados individuais e coletivos para o alcance do desenvolvimento sustentável” (SOUSA; PAIXÃO, 2019, p. 1).

Mesmo assim, devido ao crescimento demográfico nos centros urbanos, mudanças nos hábitos de consumo desta população, falta de incorporação de práticas sustentáveis pela sociedade, o aumento do poder aquisitivo, o índice de consumo crescente e a baixa eficiência produtiva houve um aumento na geração de resíduos na produção e no consumo. “O consumo mundial de matérias-primas, como a biomassa, os combustíveis fósseis, os metais e os minerais, deverá duplicar nos próximos quarenta anos, prevendo-se que a produção anual de resíduos aumente 70% até 2050” (COMISSÃO EUROPEIA, 2020, p. 2).

Estes fatos associados à escassez de locais para a disposição adequada trouxeram complexidade ao problema dos resíduos sólidos, com custos crescentes sobre as dimensões econômicas, sociais e ambientais. “A questão dos resíduos sólidos e seu gerenciamento está cada vez mais se revestindo de fundamental importância no contexto do desenvolvimento sustentável de um país” (OLIVEIRA NETO; SOUZA; PETTER, 2014, p. 3810) e a resolução deste problema envolve toda a sociedade contemporânea (SOARES et al, 2019; CARVALHO et al, 2019; FONSECA, 2015).

Em 2007 o tema resíduo sólido começou a ser tratado como problema das cidades brasileiras de forma ainda muito incipiente nas Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico. A limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos passaram a compor o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais do serviço público de saneamento básico (BRASIL, 2007).

Em 2010 ao ser aprovada a primeira lei nacional que trata sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, o tema passa a ser relevante e obrigatório no planejamento estratégico de todos os entes públicos da federação brasileira. Nela foi estabelecido o prazo máximo dos municípios aprovarem seus Planos Integrados de Gestão de Resíduos Sólidos - PGIRS até 2012 e realizarem a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos até 2014. Isso quer dizer que, nesta data limite, todos os lixões e aterros controlados do Brasil precisavam ter suas atividades encerradas e a disposição dos rejeitos deveria ser realizada em aterros sanitários, com autorização de funcionamento expedida pelos órgãos responsáveis (BRASIL,

2010a).

Porém, a aprovação das novas diretrizes do Saneamento Básico em 2020 alterou os prazos para extinção dos lixões e aterros controlados, estendendo-os de acordo com os critérios definidos. As regiões metropolitanas passaram a ter o prazo limite de 02 de agosto de 2021 para extinguir os lixões e adotar o aterro sanitário (BRASIL, 2020a).

Na PNRS a gestão integrada de resíduos sólidos é definida como o

conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010a, Art. 3).

Sendo

um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve (com base nos critérios sanitários, ambientais e econômicos), para coletar, segregar, tratar e dispor o lixo de uma cidade (CEMPRE, 2018, p. 3).

Os princípios da PNRS são a prevenção e precaução; o mecanismo poluidor/pagador e protetor/recebido, defendido na Conferência Rio 92; a visão sistêmica; o desenvolvimento sustentável; a ecoeficiência; a cooperação; a responsabilidade compartilhada; a visão de que o resíduo sólido é um bem econômico e de valor social; o direito da sociedade à informação e ao controle social (BRASIL, 2010a).

A integração na gestão dos resíduos sólidos se dá na esfera dos planos, das normas, dos atores, das unidades ambientais naturais, dos mecanismos, dos instrumentos e das áreas do conhecimento.

A PNRS classifica os resíduos sólidos conforme a sua origem (Figura 01). O resíduo sólido urbano - RSU engloba os resíduos domiciliares - RDO e os resíduos de limpeza urbana - RLU (BRASIL, 2010a). O resíduo, objeto de estudo deste trabalho é o RDO.

3. A ECONOMIA CIRCULAR

Toda economia tem fluxos de materiais, de energia e de informação. O atual modelo econômico linear é baseado na fabricação de produtos com matéria-prima primária e no consumo constante. Eles são vendidos, usados e descartados como lixo. Este modelo enfrenta grandes desafios e mudanças profundas do modelo operacional da economia fazem necessárias. A busca por eficiência pode retardar seu colapso, mas “não alterará a natureza finita das reservas de materiais” (EMF, 2015, p. 3).

A EC é um modelo econômico influenciado por pensamentos percussores como o Design Regenerativo, a Economia de Performace, o *cradle to cradle* e a Ecologia Industrial. Ela visa redefinir o crescimento ao dissociar desenvolvimento econômico e consumo de recursos finitos, além de eliminar a geração de resíduos do sistema. Ela tem como princípios de ação a eliminação de resíduos e da poluição, a preservação do valor dos materiais, a utilização de materiais e recursos o máximo de tempo possível e a promoção da regeneração dos sistemas naturais (EMF, 2015; COMISSÃO EUROPEIA, 2018; EMF, 2021).



Figura 01: Classificação dos resíduos sólidos conforme PNRS.
Fonte: BRASIL, 2010a. Adaptado pelas autoras.

Por ser uma economia regenerativa e restaurativa, a EC denomina os materiais como nutrientes e os divide em ciclos técnicos e biológicos. No ciclo técnico ocorre a gestão de estoque dos materiais de origem finita, criados pelo homem, no qual prioriza a substituição do consumo pelo uso. A recuperação e a restauração dos produtos, componentes e materiais acontecem com a intervenção humana em processos de reutilização, reparo, remanufatura ou reciclagem. No ciclo biológico ocorre a gestão do fluxo dos materiais renováveis, no qual os materiais não são tóxicos e o consumo é mantido. Os materiais de base biológica realimentam e regeneram o sistema natural vivo, em processos de compostagem e digestão anaeróbica, com ou sem a intervenção humana (EMF, 2015; EMF, 2021).

Para que a mudança de modelo econômico aconteça quatro elementos são essenciais: novos modelos de negócio que promovam o acesso a produtos como serviço por meio de pagamento por uso, o compartilhamento, a extensão da vida útil do produto e a virtualização; design de produtos e produção circulares que considerem o ciclo de vida do produto na sua criação e utilizem insumos circulares; ciclo reverso que permite que o fluxo de materiais aconteça em sentido do reuso ou reciclagem, criando ou mantendo o seu valor e condições sistêmicas favoráveis como a educação, o financiamento, as plataformas colaborativas e a nova estrutura econômica. A eficiência do ciclo reverso viabiliza o benefício econômico do design circular ao manter mais materiais de boa qualidade no sistema (EMF, 2015).

É preciso “prevenir os resíduos, aumentar o teor reciclado, promover fluxos de resíduos mais seguros e limpos e assegurar uma reciclagem de alta qualidade [...]. A reciclagem de alta qualidade depende de um recolhimento seletivo de resíduos eficaz” (COMISSÃO EUROPEIA, 2020, p.14). A reciclagem tem o objetivo de recuperar os materiais para alimentar novos ciclos ecossistêmicos (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2018).

O material resultante da reciclagem é denominado na economia circular de matéria-prima secundária. Segundo a Comissão Europeia (2020) as matérias-primas secundárias deparam com desafios relacionados à segurança, desempenho, disponibilidade e custo para competir com as matérias-primas primárias.

As etapas básicas da reciclagem são a coleta e triagem, no qual o material técnico é recebido e separado de acordo com o tipo; a revalorização, que prepara, processa e molda o material para ser novamente matéria-prima e a transformação, que a partir da matéria-prima secundária,

fábrica novos produtos (EMF, 2021; CATTO, 2015).

A triagem tem o objetivo principal de separar todo o material que pode ser reciclado. A eficiência obtida na triagem resultará na eficiência dos outros sistemas relacionados na Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos (NETO; SOUZA; PETTER, 2014).

Ainda incipiente no Brasil, a EC vem sendo estudada e debatida a alguns anos na Europa e sendo aplicada em legislações, acordos e políticas públicas. Os europeus a veem como uma oportunidade para ter uma economia sustentável, gerar empregos e obter vantagens competitivas, preservando os recursos mundiais. “A importância da economia circular para a indústria europeia foi recentemente sublinhada na renovada estratégia de política industrial da UE” (COMISSÃO EUROPEIA, 2018, p. 1). O setor industrial mundial é o protagonista de dois fortes movimentos contemporâneos, a Revolução Industrial 4.0 e a Economia Circular. Portanto, a sua adesão em ambos é fundamental.

4. REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO AÇO

A Região Metropolitana do Vale do Aço - RMVA está localizada no leste de Minas Gerais, a 200 km de Belo Horizonte e é formada pelos municípios de Timóteo, Coronel Fabriciano, Ipatinga e Santana do Paraíso (Figura 02). Possui em seu entorno o colar metropolitano formado por 24 municípios (MINAS GERAIS, 2006). A metropolização da região caracteriza-se pela pendularidade, conurbação e organização policêntrica. É um importante parque siderúrgico nacional que fornece aço, aço inox, produtos metalmeccânicos e celulose para o mercado nacional e internacional (ARMVA, 2014) e apresentou PIB total de R\$ 12,99 bilhões em 2017 (IBGE, 2020).

A região possui importantes instituições, como o Sistema FIEMG e Sebrae; várias unidades das principais instituições bancárias; instituições de ensino técnico profissionalizante e superior pública e privada; importantes equipamentos de serviço público das três esferas governamentais (ARMVA, 2014).

Nos indicadores sociais, apresenta IDHM de 0,745; taxa de alfabetização de 95,02%, com 43,4% da população com até fundamental incompleto; 21% da população na classe econômica D/E e 53% na classe C (SEBRAEMG, 2020).

Dados de 2017 apontam que a RMVA foi responsável por 2,57% do PIB do estado de Minas Gerais. Ipatinga gerou 65,76% do PIB da região e ficou em sétimo lugar no ranking de maiores PIB de Minas Gerais e em oitavo lugar

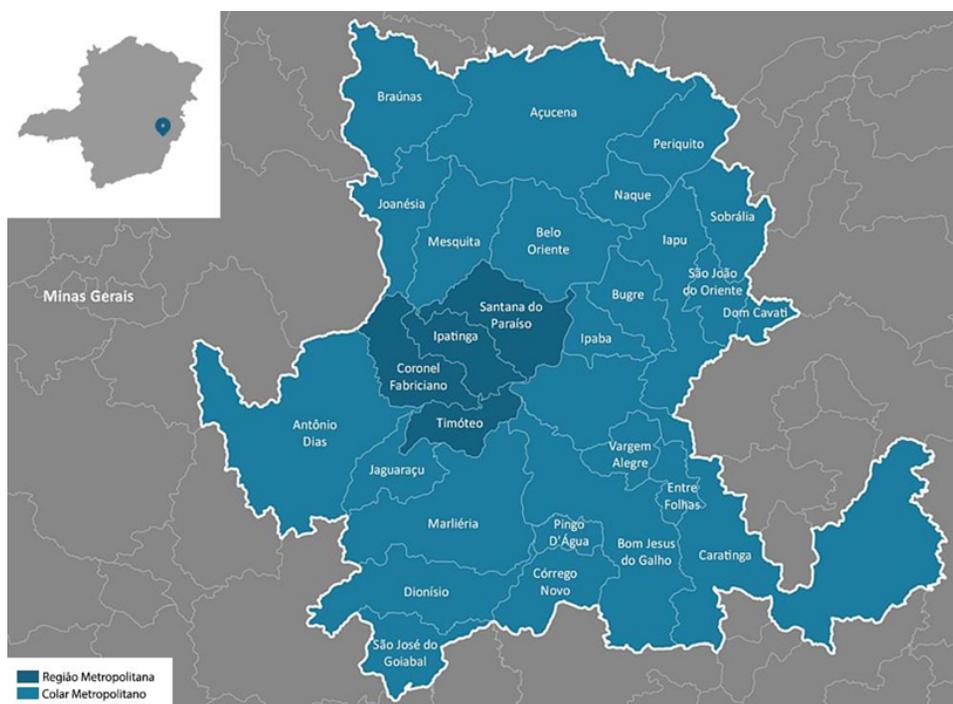


Figura 02: Mapa da RMVA e Colar Metropolitano.
Fonte: FNEM, 2020. Adaptado pelas autoras.

no valor adicionado na atividade de serviços (FJP, 2019).

No entanto, Coronel Fabriciano e Santana do Paraíso não estão em posição de destaque na economia mineira e apresentam os menores desempenhos da RMVA. Coronel Fabriciano está no grupo de 108 municípios brasileiros chamado G100. Estes municípios apresentam “grande contingente populacional, elevada vulnerabilidade socioeconômica e baixa receita tributária” (FNP, 2018, p. 30). Santana do Paraíso atualmente tem apresentado desenvolvimento dos setores

produtivos e crescimento econômico, com a instalação de diversas empresas. Além disso, oferece serviços relevantes para toda a RMVA, pois é onde estão implantados o aeroporto e o aterro sanitário regional (VASCONCELOS, 2014). Porém, esse desenvolvimento não apresenta melhora significativa nas condições socioespaciais do território.

5. MÉTODOS

O trabalho foi fundamentado em pesquisa documental, entrevista exploratória e visita a campo realizadas entre janeiro e maio de 2021, no qual buscou diagnosticar o panorama da GIRS nos municípios da RMVA (Ipatinga, Coronel Fabriciano, Timóteo e Santana do Paraíso) sob a perspectiva da economia circular, identificando carências e oportunidades a serem exploradas.

A pesquisa documental teve um enfoque amplo para

conhecer o contexto histórico, ambiental, econômico, social e urbano da RMVA e específico para obter dados operacionais da coleta e manejo dos resíduos sólidos domiciliares - RDO dos municípios referentes a geração, coleta, destinação, disposição, custo da prestação do serviço e receita obtida com a cobrança da taxa de prestação de serviço junto aos órgãos públicos municipais executivos e prestadoras do serviço, assim como a relação de leis, decretos, planos, programas e projetos relacionados ao saneamento básico, resíduos sólidos, coleta seletiva e educação ambiental junto aos órgãos públicos municipais executivos e legislativos.

Diante da não disponibilização dos dados e das informações por estas instituições, os mesmos foram solicitados para os seguintes órgãos públicos estaduais: a Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Vale do Aço - ARMVA, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento - SEMAD e a Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM. Foram realizadas também buscas no portal transparência dos poderes executivos e legislativos municipais. A partir destas bases de dados foram obtidos os dados e informações utilizados nesta pesquisa.

A entrevista exploratória teve o intuito de levantar informações importantes sobre a gestão dos resíduos sólidos, como: existência do serviço de coleta tradicional, coleta seletiva e logística reversa; taxa de cobertura; tipo

de mecanismos utilizados; relação dos municípios com os outros atores envolvidos na gestão; conhecimento sobre os geradores do setor empresarial; principais problemas na prestação serviço; soluções planejadas e/ou executadas; educação ambiental; taxa cobrada pela prestação do serviço; recursos obtidos para implantar coleta seletiva; formação da equipe responsável pelo serviço em cada município da RMVA.

Para isso, foram realizadas reuniões com os responsáveis pelos serviços no órgão público municipal executivo. Tentou-se realizar reunião com o Promotor, responsável pelo tema no Ministério Público de Ipatinga, que tem atuado para implantar a coleta seletiva em Santana do Paraíso. Porém, não houve êxito devido à limitação imposta pela pandemia.

Buscou-se também informações sobre a gestão da logística reversa de cada sistema instituído no país junto aos representantes das gestoras dos sistemas das pilhas e baterias, pneus, lâmpadas fluorescentes, produtos eletroeletrônicos e seus componentes, baterias de chumbo ácido, embalagens de aço e embalagens em geral. Assim como, informações sobre a situação das associações e cooperativas de catadores do Brasil, com o representante da Associação Nacional de Catadores - ANCAT. Não houve êxito com os representantes da gestora do sistema de logística reversa do pneu, lâmpadas fluorescentes, eletroeletrônicos de grande porte e da ANCAT por razão desconhecida.

Na visita a campo buscou conhecer o espaço físico, estrutura existente, organização administrativa, caracterização social e atuação no mercado de resíduos das associações de catadores da região. A visita foi realizada na sede da Associação de Catadores de Material Reciclável de Timóteo - ASCATI, da Associação de Catadores de Material Reciclável do Vale do Aço - AMAVALE e da Cooperativa de Catadores de Material Reciclável do Vale do Aço - COOPCAVA. Não foi identificada a localização da sede da Associação de Catadores de Material Reciclável de Ipatinga - ASCARI, por isso não foi realizada a visita. No mesmo período foram realizadas visitas nos Pontos de Entrega Voluntária - PEV em Timóteo que estão implantados nos bairros Alegre, Cachoeira do Vale e Primavera.

A partir da obtenção destes dados e informações foi elaborado o diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos na RMVA com base: nos princípios da gestão contemporânea e da PNRS; nas integrações propostas pela PNRS; na implantação do desenvolvimento sustentável baseado na economia circular.

6. RESULTADOS, DISCUSSÕES E ANÁLISES

Foi possível constatar que, dez anos após a promulgação da PNRS, os quatro municípios da RMVA obtiveram bons resultados, pois eliminaram os seus lixões; aprovaram seus Planos de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos – PGIRS inseridos no Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB; oferecem o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos regularmente e compartilham o mesmo local para disposição final dos resíduos sólidos urbanos, o aterro sanitário implantado em Santana do Paraíso, na modalidade de concessão, gerido e operado pela empresa Vital Engenharia Ambiental S.A (Figura 03).



Figura 03: Aterro sanitário em Santana do Paraíso.

Fonte: SGS ENGINEERS, 2011.

Agora, precisam avançar um pouco mais para atender plenamente a PNRS. O trabalho desenvolvido no âmbito dos RSU está no nível de gerenciamento, orientado para a execução do serviço por meio das ações básicas de coletar, transportar e dispor em aterro sanitário, tendo como métrica de eficiência a regularidade do horário e dia de coleta e o não acúmulo de lixo nos logradouros. Mesmo todos os municípios tendo o PGIRS no PMSB não foi identificado o desenvolvimento de ações integradas baseadas em planejamento sistemático com metas pré-estabelecidas e cronograma.

A adoção da gestão integrada dos resíduos sólidos torna ainda mais urgente, a fim de que o RSU torne oportunidade e não volte ser problema, visto que finda a vida útil do aterro sanitário.

O aterro iniciou operação em 2003 e possui capacidade total para 3.354.655 m³ de material depositado, aproximadamente 2,11 milhões de toneladas e com previsão de vida útil até 2025. Está licenciado para receber resíduos sólidos urbanos, da saúde, da construção civil e industrial (SCS ENGINEERS, 2011).

Em 2011, a FEAM analisou a viabilidade de utilizar o gás gerado na decomposição dos materiais no aterro

sanitário por meio do uso direto, da geração de energia e da queima associada a venda de crédito de carbono.

Constatou que o aterro sanitário possui “combustível suficiente para operar uma

usina elétrica de 1,0 MW de 2014 até 2029”, o que considerou economicamente inviável pelo investimento necessário e o valor de venda da energia. A utilização direta do gás é viável se for feita para empresas instaladas bem próximas do aterro. A queima direta mostrou ser uma alternativa com menor valor de investimento (SCS ENGINEERS, 2011).

Com investimento de R\$ 6 milhões, a usina foi implantada e está em operação desde de 2020, com o modelo de geração distribuída. O objetivo é fornecer energia para consumidores de pequeno porte, além da possibilidade de vender

créditos de carbono para o mercado de carbono (CAMPOS, 2020). Com comparativo, a usina solar de Tauá instalada no sertão do Ceará, que também gera 1MW, tem a capacidade de fornecer energia para 650 habitações populares (PORTAL SOLAR, 2021).

A declaração anual de informações sobre a gestão dos resíduos sólidos urbanos feita pelos municípios no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS é uma fonte importante de dados. Ela não é obrigatória, mas é um dos critérios para obtenção de recurso junto ao governo federal. A inserção de informações no sistema são autodeclaratórias e sem a necessidade de anexação de documentos, relatórios, notas fiscais ou qualquer outra fonte documental que fundamente a declaração prestada. Existem outras bases de dados como Cempre, Ancat, Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR e Ministério do Meio Ambiente – MMA, porém há divergências nos dados e informações entre todas elas.

Na RMVA, as três cidades maiores geradoras optaram por não instalar este equipamento em seu território pois há uma valorização imobiliária interessante, há demanda por moradia e instalação de novas empresas. A implantação do aterro resulta em desvantagem econômica devido à desvalorização de extensa área territorial. Com isso, este equipamento, e o seus impactos, são transferidos para os municípios vizinhos.

Os municípios da RMVA declaram desde 2013 suas informações no SNIS. Porém a divulgação compilada dos dados, o fato de ser um modelo autodeclaratório e por ter sido identificadas algumas inconsistências de informações dos municípios da RMVA em relação aos planos e ao uso de balança, leva a interpelação sobre a qualidade e a confiabilidade dos dados.

Os municípios não possuem controle ou sequer ciência sobre os planos de gerenciamento dos empreendimentos que existem em seu território, assim como as medidas adotadas para o descarte dos resíduos gerados.

Por se tratar de uma região metropolitana, os municípios e o Estado não conseguiram estabelecer uma relação colaborativa para a gestão dos RSU, nem sequer criar o Plano de Saneamento Básico e o Plano de Resíduos Sólidos da RMVA. Isso aponta desafios a serem considerados na proposição e implantação de soluções consorciadas na região.

Dentre os princípios do modelo de gestão contemporânea que também constam na PNRS tem-se o controle social, a transparência, a cooperação/cocriação e a ecoeficiência.

O controle social pode acontecer de forma coletiva ou individual. A coletiva acontece por meio dos conselhos. Foi identificada a criação em lei dos conselhos de saneamento básico. Embora criados, alguns não estão ativos e entre os que estão, as pautas principais estão relacionadas à água e ao esgoto.

A transparência viabiliza a forma individual. No escopo das leis municipais e federal é delegado o dever às prestadoras de serviço e ao órgão público de disponibilizar dados e informações relativos à prestação de serviço para o cidadão e é dado ao cidadão o direito de ter acesso a eles. Ainda reconhece que os dados são públicos e devem ser acessíveis. Porém, nos setores públicos responsáveis pelo serviço de limpeza urbana e manejo do resíduo sólido e nas empresas prestadoras do serviço na região a transparência não é uma prática adotada. Mesmo realizando todo o procedimento formal estabelecido pelas

instituições públicas e privadas, os dados não são disponibilizados. Os dados e informações apresentadas neste trabalho foram obtidos em outras fontes e a partir deles foram encontradas estimativas.

A cooperação ou cocriação tem origem na democracia deliberativa que é a união do poder público, iniciativa privada e sociedade civil para desenvolver soluções para os problemas coletivos (SECCHI, 2009) compartilhando o poder decisório, as responsabilidades, os riscos e os esforços.

No âmbito da gestão dos resíduos sólidos na RMVA, devido à inatividade dos conselhos, o esforço das instituições em manter os dados e informações sob sigilo e os traços do modelo burocrático encontrado na administração dos setores responsáveis pelo serviço de limpeza urbana e manejo de RSU, a integração dos atores para cooperar e cocriar ocorreu apenas pontualmente na elaboração dos planos e com caráter participativo, não deliberativo.

A responsabilidade compartilhada também está inserida na democracia deliberativa. Ela é um princípio importante que vai além da responsabilização punitiva. É um meio de compartilhar entre os responsáveis, mas também com os interessados sobre o tema um conjunto de situações, propostas e ações para resolver o problema de alta complexidade que o poder público sozinho não consegue. Para isso, é necessário a abertura do governo municipal e o comprometimento da sociedade civil e empresarial.

No que tange ao cidadão, mesmo a PNRS definindo-o como ator responsável pelo ciclo de vida do produto, na prática regional e nos textos das leis ele é considerado um usuário do serviço público de limpeza urbana e manejo de RSU e a sua participação dar-se anualmente com o pagamento da taxa de prestação do serviço. Apenas Santana do Paraíso apresenta em sua PMSB as atribuições destas responsabilidades.

A administração pública de todos os municípios delegou a execução do serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos a empresas da iniciativa privada. A sua função restringe à criação de leis, contratação das empresas executoras do serviço e fiscalização do serviço executado. Estas empresas detêm a frota dos veículos utilizados no serviço e para a coleta do resíduo domiciliar são utilizados caminhões compactadores.

A atuação da iniciativa privada é pontual e limitada e consiste em ações de responsabilidade social e não de responsabilidade com a logística reversa. Mesmo que, pelos critérios definidos para implantação dos sistemas, a RMVA já se enquadra na maioria.

A população da RMVA, em 2010, era de 451.670 habitantes, sendo 445.738 na área urbana e 5.932 na área rural (IBGE, 2020a). A região gera 26.476,19 t./ano de RDO. Isto representa uma geração *per capita* de 0,735 kg/hab./dia. Apresenta o custo médio de R\$ 48,83 hab./ano para prestar o serviço manejo do RDO.

A coleta do resíduo sólido porta a porta atende 100% da população urbana e não há a informação de qual o índice de cobertura da população rural, devido a não identificação deste percentual em Santana do Paraíso, segundo município da RMVA com maior número de habitantes na área rural.

Isso é preocupante pois a expansão da mancha urbana está acontecendo a partir de loteamentos irregulares nos chacreamentos. Isso deixa de retratar a realidade de um grupo que no diagnóstico nacional e da região Sudeste apontou ser o mais afetado pelo déficit de prestação de serviço.

Quando o serviço não é oferecido pelo município, a população adota seus próprios métodos para resolver o problema, que podem ser microlixões a céu aberto, aterros sem controle e queima indevida. Estas ações geram os riscos de poluição dos cursos d'água; contaminação do solo e lençol freático; queima indiscriminada do material que resulta em poluição do ar, intoxicação das pessoas e até incêndios florestais. Tudo isso compromete a qualidade de vida de toda a população e demonstra a inexistência de integração das unidades ambientais na gestão.

Sabe-se que as receitas do setor público municipal são oriundas de transferência federal e estadual, de impostos e taxas municipais. Sabe-se também a dificuldade que alguns municípios enfrentam para manter o equilíbrio das contas públicas. Para que o serviço de manejo dos resíduos sólidos seja autossustentável e ecoeficiente é necessária a cobrança de taxa de coleta e destinação do RSU. Por isso, deve-se ter clareza sobre o serviço a ser contratado, os valores justos pela prestação do serviço; os parâmetros adequados para o cálculo da taxa e a definição de isenções de pagamento; o dimensionamento da diferença entre população geradora de resíduo e os contribuintes ativos para o pagamento da taxa.

Para isso, é preciso realizar o detalhamento minucioso do conjunto de informações referentes ao serviço a ser contratado que serão determinantes para a elaboração do orçamento do serviço e a definição do custo final. Este detalhamento deve constar nos termos de referência, editais de licitação e contratos com os respectivos valores individuais e global acordados no processo licitatório. A partir dele, é possível definir o valor adequado da tarifa ou taxa a ser cobrada pela prestação de serviço a fim de obter a autossuficiência financeira.

Todos os municípios da RMVA cobram a taxa de manejo de resíduos dos seus habitantes. A cobrança é feita anualmente junto à taxa de IPTU. O lote urbano é o objeto de análise para definir o valor da taxa ser cobrado. Os parâmetros analisados são o tipo de uso, área do lote e se há ou não edificação.

Ao se comparar a estimativa de custos do serviço de manejo, constatou-se que os municípios da RMVA apresentam ecoeficiência em relação ao serviço qualificado e possuem preço competitivo (Tabela 1), porém não conseguiram atingir a autossuficiência (Tabela 2). Em Ipatinga, a partir do único dado obtido, não foi possível identificar, estimar ou estabelecer os custos individuais do serviço, por isso a análise não foi realizada.

Comparativo	Timóteo	Coronel Fabriciano	Santana do Paraíso	Sudeste	Brasil
Custo manejo (hab/ano)	R\$ 48,88	R\$ 50,57	R\$ 47,03	R\$ 151,78	R\$ 137,73
Custo da coleta (hab/mês)	R\$ 2,81	R\$ 2,88	R\$ 3,91	R\$ 5,65	R\$ 5,13

Tabela 01: Análise da ecoeficiência do serviço prestado em 2020.

Fonte: BRASIL, 2020b; TIMÓTEO, 2021; GESOIS, 2019; CORONEL FABRICIANO, 2018; 2020; 2021; SANTANA DO PARAÍSO, 2021. Adaptado pelas autoras.

Comparativo	Timóteo	Coronel Fabriciano	Ipatinga	Santana do Paraíso
Custo do serviço de manejo (coleta + disposição em aterro)	R\$ 4.427.554,00	R\$ 5.578.245,40	R\$ 23.935.336,02	R\$ 1.662.901,44
Taxa de limpeza urbana (valor arrecadado)	R\$ 2.950.000,00	R\$ 2.469.228,84	R\$ 10.856.855,12	R\$ 256.732,45
Índice de autossuficiência	66,63%	44,26%	45,36%	15,44%

Tabela 02: Análise da autossuficiência do serviço prestado em 2020.

Fonte: TIMÓTEO, 2020; 2021; GESOIS, 2019; CORONEL FABRICIANO, 2018; 2020; 2021; IPATINGA, 2021; SANTANA DO PARAÍSO, 2021. Adaptado pelas autoras.

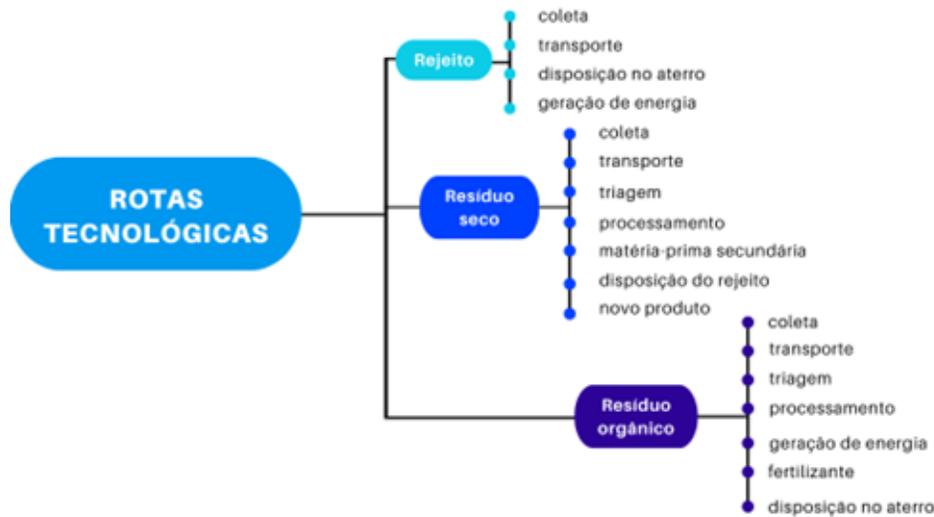


Figura 04: Detalhamento das rotas tecnológicas.

Fonte: Autoras.

A autossuficiência é obtida quando o índice atinge 100%, ou seja, o custo do serviço de manejo e o valor arrecadado em taxa são equivalentes. O equilíbrio é fundamental para as contas públicas, mas não resolve o problema ambiental de degradação e poluição ambiental. Pois não oferece a redução de impacto e consumo de recursos naturais, visto que o resíduo continua a ser gerado de forma crescente e enviado para o aterro sanitário.

Dentro da ordem de prioridade definida pela PNRS de não geração, redução na origem, reutilização, reciclagem e compostagem, valorização energética e disposição final é perceptível o direcionamento das ações e do recurso público municipal na RMVA voltado para a disposição final, última prioridade da lista.

Uma forma de obter ecoeficiência neste quesito seria inverter a política e a aplicação do recurso público da

disposição final para a destinação final, ou seja, no ciclo reverso da economia circular com ampliação das rotas tecnológicas.

A RMVA possui a rota do rejeito estabelecida, na qual coleta todos os resíduos juntos, dispõe em aterro sanitário e atualmente está gerando energia e crédito de carbono a partir do gás gerado no aterro, apesar de ter sido considerada inviável (Figura 04).

Timóteo e Santana do Paraíso têm desenvolvido ações na tentativa de diversificar as rotas tecnológicas e estabelecer a quarta prioridade – a reciclagem. O objetivo é estabelecer as rotas: (1) coletar rejeito e resíduo orgânico, transportar, dispor em aterro sanitário, gerar energia/ crédito de carbono e (2) coletar resíduo seco, transportar, triar, encaminhar para reciclagem. A coleta seletiva é restrita a alguns pontos das cidades e carece de muitas

melhorias. Ela é realizada por associações de catadores.

A rota do resíduo orgânico é inexistente, mas poderia ser implantada. A visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos compartilha com o desenvolvimento sustentável as bases das dimensões cultural, ambiental, econômica, social, política, além da tecnológica.

A cultura estabelece mudanças fundamentais no padrão de consumo, estilo de vida, valores e comportamento das pessoas. A educação ambiental formal e não formal são ferramentas capazes de promover essa transformação. Por meio delas, as pessoas podem desenvolver a conscientização e o senso crítico sobre as questões ambientais, assim como a corresponsabilidade sobre o impacto de suas escolhas sobre o ambiente e o protagonismo no planejamento e execução do conjunto de ações necessárias para a solução do problema dos resíduos sólidos.

A RMVA possui leis aprovadas que determinam a criação de programas de educação ambiental, porém não houve o planejamento e a execução destes programas. Falta o detalhamento destes programas e projetos com a definição clara das ações e responsáveis, formação de equipe com alta capacidade de execução, fonte financiadora e métricas para a avaliação de eficiência para serem adotadas em curto, médio e longo prazo.

Ações pontuais e desarticuladas são realizadas na região cumprindo um calendário ambiental, mas não conseguem fazer o que a educação ambiental se propõe, que é a mudança cultural.

A educação é um processo contínuo que necessita de constante avaliação e adequação do método, das ferramentas e da capacidade de transformação. Por isso, é preciso adotar um conjunto de indicadores que meçam

o impacto ao longo do tempo. Trabalhar com o índice de pessoas abordadas por ação, como acontece na RMVA, é insuficiente para dimensionar a capacidade efetiva da transformação causada. Com tudo isso, não foi identificado na RMVA maturidade da educação ambiental.

A dimensão social tem como propósito erradicar a pobreza, a precarização da vida humana e implantar a justiça social. A partir da PNRS, o resíduo sólido passou a ser considerado um meio para concretizar esse propósito com geração de emprego e renda, além de promoção da cidadania (NASCIMENTO, 2012; BRASIL, 2010a).

Na RMVA, a relação dos municípios com as associações é efetivada por meio de convênios. Desta forma, os municípios repassam apenas valores necessários para o pagamento de alguns custos básicos da operação.

Foram levantados alguns dados sobre as associações de catadores da RMVA e realizada uma comparação com os valores e montantes em relação às empresas contratadas para realizar a coleta e disposição do RDO (Tabela 3).

Nota-se que as atividades realizadas pelas associações equiparam com os serviços prestados pelas empresas contratadas. Portanto, prestam aos municípios o serviço público de manejo de resíduos sólidos, com a vantagem de fomentar o desenvolvimento sustentável baseado na economia circular e promover a inclusão social. O que agrega valor econômico, social e ambiental ao problema RSU.

Porém, o método adotado pelos municípios gera apenas o trabalho, sem a garantia de renda que resulte na erradicação da pobreza e precarização da vida e sem promover o desenvolvimento destas pessoas (figura 05). As Associações não podem ter o lucro financeiro. Mas, não há impedimento para que tenham o lucro social, a própria PNRS determina que isso aconteça.

Comparativo	Empresa contratada	Associação de catadores
Serviço	Coletar RDO Dispor em aterro sanitário	Coletar reciclável e triar Destinar para a reciclagem
Valor pago	Entre 1,6 e 23,9 milhões/ano	Média de 180 mil/ano
Cobertura de custos	Equipamento Maquinário Mão de obra Seguro Administração Combustível Limpeza dos caminhões Lucro GPS	Aluguel Água Luz Caminhão Motorista Combustível
Vantagens	Resolve o problema do lixo urbano.	Agrega valor econômico, social e ambiental ao problema RSU.

Tabela 03: Comparativo entre empresas contratadas e associações de catadores.

Fonte: Autoras.

Nota-se que as atividades realizadas pelas associações equiparam com os serviços prestados pelas empresas contratadas. Portanto, prestam aos municípios o serviço público de manejo de resíduos sólidos, com a vantagem de fomentar o desenvolvimento sustentável baseado na economia circular e promover a inclusão social. O que agrega valor econômico, social e ambiental ao problema RSU.

Porém, o método adotado pelos municípios gera apenas o trabalho, sem a garantia de renda que resulte na erradicação da pobreza e precarização da vida e sem promover o desenvolvimento destas pessoas (figura 05). As Associações não podem ter o lucro financeiro. Mas, não há impedimento para que tenham o lucro social, a própria PNRS determina que isso aconteça.

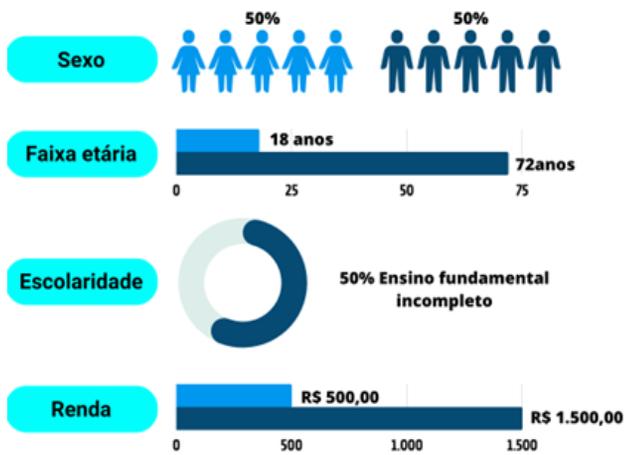


Figura 05: Características sociais dos catadores de materiais recicláveis da RMVA
Fonte: FEAM, 2018; 2020. Adaptado pela autora.

A PNRS prioriza a participação de associações na prestação do serviço. Foi identificado entre os municípios o interesse em desfazer o vínculo com as associações e transferir a responsabilidade pela gestão e gerenciamento da coleta seletiva para elas. Desta forma, os municípios transferem o ônus sem o bônus correspondente, mantendo estas pessoas em situação de vulnerabilidade social e deixando de implantar a justiça social, com a obrigação de obterem suas rendas com a venda dos materiais que tem a coleta incerta.

Conforme levantamento realizado junto as associações, atualmente esse volume é insuficiente para proporcionar um salário-mínimo, visto que não há cobertura integral de coleta seletiva nos municípios e não há ações de educação ambiental permanente (Tabela 4). Isso compromete a ampliação e melhoria contínua da prestação de serviço.

	Situação atual	Projeção
Receita anual	R\$ 136,2 mil	R\$ 1,87 milhões
Nº de profissionais	15	15
Salário mensal	R\$ 756,83	R\$ 10.413,96

Tabela 04: Projeção de faturamento com a ampliação da coleta seletiva.
Fonte: FEAM, 2018; 2020. Adaptado pela autora.

A ampliação da rota tecnológica da coleta seletiva para atender todos os geradores domiciliares possibilita a melhoria da renda destes trabalhadores e a geração de novos postos de trabalho nas associações (tabela 4), o que beneficia o grupo de habitantes que possui baixa escolaridade e que integra a classe D/E (figura 06).

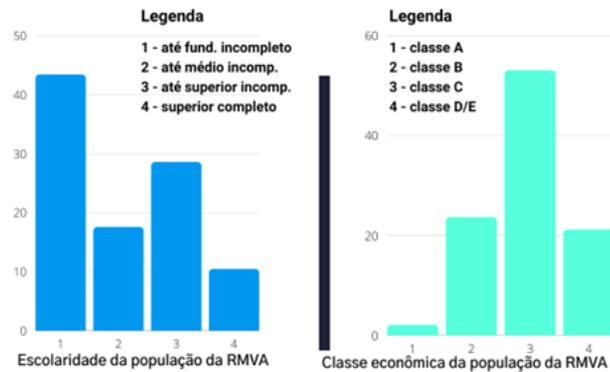


Figura 06: Tamanho do grupo populacional que pode ser beneficiado com a geração de emprego e renda com a expansão da coleta seletiva na RMVA
Fonte: FEAM, 2018; 2020. Adaptado pela autora.

Esta ampliação pode resultar em mudanças na estratégia da rota tecnológica de coleta de rejeitos, com redução de custos para os municípios, pois terão menos rejeitos para serem coletados e dispostos em aterro sanitário.

Para a coleta seletiva ser bem sucedida é preciso prover infraestrutura adequada, planejamento estratégico para implantação e/ou expansão da coleta, educação ambiental para a população e desenvolvimento socioeducativo e profissional para as pessoas que compõem as associações.

Na dimensão econômica e ambiental, a RMVA possui o mecanismo poluidor/pagador e protetor/recebedor como ferramenta para estimular a adequação do parque industrial instalado e associadas ao desenvolvimento do arcabouço de políticas públicas e leis da dimensão política, pode atrair para a região novos negócios com o impacto socioambiental inseridos em seu DNA, adotando práticas de produção limpa e inovando nos modelos de

negócios. Algumas empresas, devido ao setor de atuação, já atendem a regulamentações específicas.

Estimular a cadeia produtiva do ciclo reverso da economia circular é uma alternativa para a diversificação da vocação econômica da região, uma oportunidade para tornar-se um polo de referência em desenvolvimento sustentável de Minas Gerais e uma possibilidade de reafirmar a importância da RMVA no cenário econômico e ambiental mineiro e brasileiro. Esta cadeia é formada pela coleta, triagem, revalorização e transformação do material e possui a capacidade de absorver grande quantidade de mão de obra com níveis de escolaridade diferentes. No estudo realizado constatou-se a vantagem econômica oferecida pelo setor.

Não foram identificadas, na RMVA, empresas que realizam a reciclagem de RSU assim como que utiliza de matéria-prima secundária proveniente de RSU no seu processo produtivo. Foi identificado apenas empresas que compram e vendem RSU. O levantamento de todas as empresas que atuam na região neste setor é fundamental para ter o dimensionamento do mercado já estabelecido e o impacto que causam.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da visão futurística do que viria a ser o maior problema ambiental vivido pela humanidade e uma posição radical e unilateral de solução fundamentada no crescimento zero, teve-se início a um debate longo e evolutivo que apontou as diversas causas do problema global instalado, que o desenvolvimento sustentável é a ação necessária para mitigá-lo e que os atores público, privado e sociedade civil devem ser envolvidos na solução do problema. O movimento de origem ecológica tomou conotação política, econômica, social e cultural e resultou em um compromisso global com objetivos e prazo definidos.

Na intercessão desse evoluir do movimento ambiental e dos modelos de administração pública, que se retroalimentavam, foi instituída no Brasil a PNRS, baseada nos princípios do desenvolvimento sustentável. Esta política definiu diretrizes para resolver o problema dos resíduos, entre elas, a gestão integrada dos resíduos sólidos que tem o município como área territorial de abrangência e a administração pública municipal como responsável por sua elaboração e execução.

A economia circular é um modelo econômico que compartilha com a PNRS a responsabilidade em relação ao impacto da geração do resíduo e a busca por sua eliminação. Para ser implantada em sua integralidade, a economia circular precisa de condições sistêmicas em nível

federal, estadual e municipal.

A gestão integrada dos resíduos sólidos na RMVA é muito incipiente, pois não foram observadas ações referentes ao planejamento estratégico e sistemático, a utilização de indicadores, o acompanhamento analítico e contínuo das ações, os investimentos público e privado, a variedade de rotas tecnológicas, a educação ambiental efetiva, a transparência e a responsabilidade compartilhadas. Apenas um ínfimo de ações é realizado com foco na disposição final, que está diretamente relacionada à economia linear.

Apesar disso, as associações de catadores estão conseguindo manter as atividades iniciais da rota tecnológica da reciclagem, ainda considerando o cenário da epidemia da COVID-19.

Portanto, investir na estruturação física dos centros de triagem, na educação ambiental crítica, no desenvolvimento e capacitação do recurso humano das associações de catadores é o passo essencial para estabelecer a coleta seletiva e iniciar um processo inovador na gestão dos resíduos sólidos urbanos na RMVA, baseado no desenvolvimento sustentável e na economia circular.

Desta forma, seria possível obter a receita projetada ao ser comercializado todo o resíduo seco gerado e coletado em seu território e criar oportunidades de emprego e renda para um grupo populacional que apresenta dificuldade de acessar o mercado de emprego formal, principalmente as mulheres.

A RMVA possui localização favorável para escoar o material coletado e prensado *in natura* para as empresas processadoras instaladas na região Sudeste, região esta que possui o maior número de empresas recicladoras do país.

A configuração do seu território, a infraestrutura urbana e a diversidade de importantes instituições de desenvolvimento existentes oferecem condições para que a região seja mais ousada e invista na implantação do setor produtivo completo da reciclagem – coleta, triagem, revalorização e transformação, por meio de Arranjo Produtivo Local. Esta é uma solução possível e viável, visto que há um mercado nacional e internacional de matérias-primas secundárias e produtos sustentáveis em crescimento, com movimentação de recurso atrativa, que demanda mão de obra especializada e não especializada.

Uma opção de setor a ser explorado na região que já possui uma matriz industrial robusta, que precisa diversificar sua vocação econômica e que na conjuntura atual deve ter viés no desenvolvimento sustentável e local, o que cria a possibilidade de reafirmar sua importância no cenário econômico e ambiental e pode tornar um polo

mineiro de referência em desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ARMVA. Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado-PDDI: Região Metropolitana do Vale do Aço. Coronel Fabriciano: UnilesteMG, 2014.

BRASIL. Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília: Presidência da República, [2007].

BRASIL. Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: Presidência da República, [2010a].

_____. Decreto 10.240, de 12 de fevereiro de 2020. Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília: Presidência da República, [2020a].

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019. Brasília: SNS/MDR, 2020b.

CAMPOS, Luiz H.. Usina de biogás é inaugurada em Santana do Paraíso, no

Vale do Rio Doce. Estado de Minas, Belo Horizonte, 16 set. 2020. Disponível

em:

https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2020/09/16/internas_economia,11

86081/usina-de-biogas-e-inaugurada-em-santana-do-paraíso-no-vale-do-riodoc.shtml. Acesso em: 06 jun. 2021.

CARVALHO et al. Geração e coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU) em Marabá – PA. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 10., 2019, João Pessoa. Anais[...]. Porto Alegre: Instituto Venturi, 2019.

CATTO, André L.. Reciclagem de resíduos sólidos e sustentabilidade. In: CONGRESSO DE MEIO AMBIENTE, 8., 2015, Porto Alegre. Bem viver, biodiversidade e sustentabilidade. Porto Alegre: AUGM, 2015.

CEMPRE. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. 4. ed. São Paulo: CEMPRE, 2018. 316 p.

COMISSÃO EUROPEIA. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comitê Econômico e Social Europeu e ao Comitê das Regiões: sobre um quadro de controle da economia circular, 2018. Estrasburgo: Comissão Europeia, 16 jan. 2018.

_____. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comitê Econômico e Social Europeu e ao Comitê das Regiões: um novo Plano de Ação para a Economia Circular, para uma Europa mais limpa e

competitiva, 2020. Bruxelas: Comissão Europeia, 11 mar. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Economia circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira. Brasília: CNI, 2018. 64 p.

CORONEL FABRICIANO. Contrato de prestação de serviços nº 357/2018. [Contratação de empresa para serviço de limpeza urbana]. Coronel Fabriciano: órgão oficial do município, Coronel Fabriciano, 23 out. 2018.

_____. Contrato de prestação de serviços nº 203/2020. [Contratação de empresa para disposição final de resíduos sólidos urbanos]. Coronel Fabriciano: órgão oficial do município, Coronel Fabriciano, 02 set. 2020.

_____. Diário de pagamentos: analítico. Coronel Fabriciano: portal oficial do município, Coronel Fabriciano. Disponível em: < <http://sistemas.fabriciano.mg.gov.br/GRP/servlets/portalcidadao/legado/downloadArquivoRetorno?tipoExt=pdf&id=24772>>. Acesso em: 26 mai. 2021.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION - EMF. Rumo à economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição. 2015. Disponível em: < https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-a%CC%80-economia-circular_Updated_08-12-15.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2021.

_____. Economia circular. Disponível em: < <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>>. Acesso em: 06 jan. 2021.

FEAM (Minas Gerais). Relatório de visita técnica. Belo horizonte: FEAM, Termo de Parceria 048/2018, 2018.

_____. Relatório Municipal de Coleta Seletiva do Município de Timóteo e Ipatinga. Belo Horizonte: FEAM, Termo de Parceria 048/2018, 2020.

FJP. Produto interno bruto dos municípios de Minas Gerais: 2017. Fundação João Pinheiro, Diretoria de Estatística e Informações. Belo Horizonte: FJP, 2019.

FNEM. Região Metropolitana do Vale do Aço (MG). Disponível em: <<http://fnembrasil.org/fnem/mg/>>. Acesso em: 16 set. 2020.

FNP. G100: municípios populosos com baixa receita per capita e alta vulnerabilidade socioeconômica. Brasília: FNP, 2018.

FONSECA, Sérgio A. Planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos: mito ou realidade? Guaju – Revista Brasileira de Desenvolvimento Territorial Sustentável. Matinhos: UFPR, v.1, n. 1, p. 106-122, jan./jun. 2015.

GESOIS. Seminário de apresentação do diagnóstico e das propostas para a escolha da alternativa a ser adotada na coleta seletiva. Termo de parceria nº 48/2018. Timóteo:

FEAM/GESOIS, 2019.

IBGE. Cidades. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 06 out. 2020.

IPATINGA. Portal transparência. Disponível em:< https://transparencia.ipatinga.mg.gov.br/tpc_des_vis.aspx?cd=2020067100000333&exercicio=2020&cdFornecedor=615332021&dsFornecedor=Vital%20Engenharia%20Ambiental%20Sa>. Acesso em: 02 mar. 2021.

MINAS GERAIS. Lei Complementar nº 90, de 12 de janeiro de 2006. Dispõe sobre a Região Metropolitana do Vale do Aço. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa, 2006.

NASCIMENTO, Elimar P. do. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. Estudos Avançados. São Paulo, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012.

NETO, Raul O.; SOUZA, Luis E. de; PETTER, Carlos O.. Avaliação da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos no Brasil em comparação com países desenvolvidos. Revista Monografias Ambientais, v. 13, n. 5, p. 3809-3820, dez. 2014.

PORTAL SOLAR. Usina solar no Brasil. Disponível em: < <https://www.portalsolar.com.br/usina-solar.html>>. Acesso em: 08 jun. 2021.

OLIVEIRA NETO, Raul; SOUZA, Luis E. de; PETTER, Carlos O.. Avaliação da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos no Brasil em comparação com países desenvolvidos. Revista Monografias Ambientais – REMOA. Santa Maria: Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, v. 13, n. 5, p. 3809-3820, dez. 2014.

ONU. Conferências de meio ambiente e desenvolvimento sustentável: um miniguia da ONU. Desenvolvimento sustentável. 2017. Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/conferencias-de-meio-ambiente-e-desenvolvimento-sustentavel-miniguia-da-onu/>>. Acesso em: 08 jul. 2020.

SANTANA DO PARAÍSO. Despesas – Empenhos. Disponível em:< <https://www.santanadoparaiso.mg.gov.br/despesas-por-empenhos-detalle>>. Acesso em: 09 mar. 2021.

SCS ENGINEERS. Aterro sanitário “Central de Resíduos do Vale do Aço” Santana do Paraíso, Minas Gerais, Brasil. Nova Lima: FEAM, 2011.

SEBRAE. Dados dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Aço. Disponível em: <<https://datasebraeindicadores.sebrae.com.br>>. Acesso em: 15 set. 2020.

SOARES et al. Abordagem da disposição final dos resíduos sólidos urbanos em Umuarama - PR. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 10., 2019, João Pessoa. Anais[...]. Porto Alegre: Instituto Venturi, 2019.

SOUZA, Janeide de F.; PAIXÃO, Márcia C. S.. Plano municipal de gestão de resíduos sólidos: desafios de implementação em Cabaceiras - PB. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 10., 2019, João Pessoa. Anais[...]. Porto Alegre: Instituto Venturi, 2019.

TIMÓTEO. Lei nº 3.764, de 29 de dezembro de 2020. Estima a receita e fixa a despesa do Município de Timóteo para o exercício financeiro de 2021. Timóteo: Prefeitura Municipal, 2020.

_____. Portal transparência: Detalhamento de empenho. Disponível em:< https://transparencia.timoteo.mg.gov.br/tpc_des_vis.aspx?tipo=e&cd=2020000152001&exercicio=2020>. Acesso em: 08 mar. 2021.

VASCONCELOS, Fábio A.. Região metropolitana do Vale do Aço: evolução urbana, planejamento e desafios contemporâneos. 2014. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

AUTORES

ORCID: 0000-0002-4363-3233

PATRICIA LORENA COTA DA SILVA, Mestranda | Universidade Federal de Minas Gerais | Escola de Arquitetura | Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável | Belo Horizonte, MG - Brasil | Correspondência para: Rua Polônia, 470 - Ana Rita, Timóteo - MG, 35182-270 | e-mail: paty.loren@hotmail.com

ORCID: 0000-0003-1883-1251

SOFIA ARAÚJO LIMA BESSA, Dra. | Universidade Federal de Minas Gerais | Escola de Arquitetura - Departamento de Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo | Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável | Belo Horizonte, MG - Brasil | Correspondência para: Rua Paraíba, 697, sala 313/319, Savassi, Belo Horizonte, MG | e-mail: sofiabessa@ufmg.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

DA SILVA, Patrícia Lorena Cota; BESSA, Sofia Araújo Lima. Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos na região metropolitana do Vale do Aço/MG. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 147-161, nov. 2022. ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexus.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.147-161>.

SUBMETIDO EM: 20/10/2022

ACEITO EM: 25/10/2022

PUBLICADO EM: 30/11/2022

EDITORES RESPONSÁVEIS: Paulo César Machado Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto.

Registro da contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

PLCS: Conceituação. Curadoria de dados. Investigação. Metodologia. Administração

de projetos. Validação. Visualização. Escrita - rascunho original.

SALB: Conceituação. Metodologia. Supervisão. Validação. Escrita - revisão e edição.

Declaração de conflito: Nada a declarar.

ANÁLISE DE MATERIAIS APLICADOS EM SOLUÇÕES DE MOBILIÁRIOS PARA ACAMPAMENTOS TEMPORÁRIOS PLANEJADOS (ATP) EM CENÁRIOS DE DESASTRE

ANALYSIS OF MATERIALS APPLIED IN FURNITURE SOLUTIONS FOR PLANNED TEMPORARY CAMPS (PTC) IN DISASTER SCENARIOS

MARIANA RODRIGUES MARCELINO | Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

LISIANE ILHA LIBRELOTTO, DR^a | Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

LUANA TORALLES CARBONARI, DR^a | Universidade Estadual de Maringá, Brasil

PAULO CÉSAR MACHADO FERROLI, DR | Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

SABRINA CARDOSO NASCIMENTO | Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

RESUMO

Este artigo assume como tema a seleção de materiais para o projeto de mobiliários em acampamentos temporários planejados (ATP) para cenários de desastre. Objetiva analisar, com base em um modelo de seleção (ESA-MOD), a adequação do uso dos mobiliários nessas estruturas sob a ótica dos materiais constituintes desses equipamentos. Para tanto, realizou uma revisão bibliográfica e busca sistemática de literatura englobando a arquitetura emergencial e a seleção dos materiais para incorporar os objetos do tipo mobiliários presentes nos acampamentos planejados catalogados pelo Projeto Infrashelter (VIRTUHAB, 2022). Por fim, é realizada uma avaliação comparativa de duas soluções de mobiliário sob a ótica da sustentabilidade como forma de fornecer subsídios ao processo de seleção de materiais em projetos para acampamentos temporários planejados (ATP). Como resultado, obteve-se uma comparação entre dois casos: a mesa de plástico e a mesa de papelão.

PALAVRAS-CHAVE: *Acampamento Temporário Planejado (ATP); Materiais; Mobiliário; Sustentabilidade;*

ABSTRACT

This article takes as its theme the selection of materials for the design of furniture in planned temporary camps (ATP) for disaster scenarios. It aims to analyze, based on a selection model (ESA-MOD), the adequacy of the use of furniture in these structures from the perspective of the constituent materials of these equipments. To this end, it carried out a bibliographic review and systematic literature search encompassing emergency architecture and the selection of materials to incorporate the furniture-type objects present in the planned camps cataloged by the Infrashelter Project (VIRTUHAB, 2022). Finally, a comparative evaluation of two furniture solutions is carried out from the perspective of sustainability as a way of providing subsidies to the material selection process in projects for planned temporary camps (ATP). As a result, a comparison was obtained between two cases: the plastic table and the cardboard table.

KEYWORDS: *Planned Temporary Camp (PTC); Materials; Furniture; Sustainability;*



1. INTRODUÇÃO

A crise humanitária contemporânea é uma situação de emergência contemplada pelo que se conceitua como desastres socioambientais, podendo ser de origem antropológica, como conflito armado, colapso econômico ou político, entre outros. De outro modo, pode ser decorrente de ação natural, como tsunamis, secas, inundações, terremotos, furacões, entre outros, principalmente quando estas incidem sobre áreas ocupadas pelo homem. Esses desastres ocorrem em diferentes escalas, portanto são classificados em quatro níveis de intensidade: pequena, média, grande e muito grande (DE CASTRO, 2009). Em decorrência das mudanças climáticas, os desastres naturais têm-se agravado. Somados às intervenções cada vez mais acentuadas do homem no meio ambiente (processo intenso de urbanização, degradação e descaso com áreas de preservação ambiental - CRUZ, 2021; CARBONARI, 2021) e severidade das crises políticas, têm conduzido a um aumento no número de pessoas em situação de vulnerabilidade. Muitas delas assumem a condição de desabrigados, pela perda de seus lares.

Segundo a UNHCR (2021) - *United Nations High Commissioner for Refugees* -, pelo menos 82,4 milhões de pessoas ao redor do mundo estiveram em deslocamento forçado em 2020. Entre essas, cerca de 48 milhões são pessoas em deslocamento interno e 26,6 milhões são refugiados que abandonaram suas casas em busca de sobrevivência. Somente o conjunto de cinco países, Myanmar, Sudão do Sul, Afeganistão, Venezuela e República Árabe da Síria, concentram o maior número de vítimas das crises humanitárias e já originam cerca de 68% de refugiados.

Por conseguinte, torna-se indispensável um conjunto de ações a fim de ajudar, defender e preservar a vida das pessoas desabrigadas em situação de vulnerabilidade. Cabe à sociedade, e suas organizações, proteger os direitos fundamentais desses refugiados por meio da defesa dos direitos humanos, estabelecidos na Declaração Universal dos Direitos Humanos adotada pela ONU em 1948. Um desses direitos diz respeito à moradia, que deve ser um local salubre, atendendo as necessidades básicas como saneamento, energia elétrica, alimentação, segurança e respeito aos aspectos culturais. Esses objetivos também devem ser assegurados nas instalações humanitárias, acrescentando-se a elas a disponibilidade de um ambiente acolhedor, apoio médico e psicossocial que auxiliarão na recuperação social e emocional tendo em vista prover uma vida digna à essa população já tão fragilizada. (UNCHR, 2021; SPHERE ASSOCIATION, 2018).

Segundo a Sphere Association (2018), para que a

resposta humanitária seja eficaz deve haver um planejamento, conhecendo o contexto pré e pós-crise, no qual seja possível avaliar o seu impacto e das intervenções de acolhimento sobre as condições de vida das pessoas e possíveis consequências sociais, econômicas, políticas e ambientais. Dessa forma, é possível determinar as necessidades e desenvolver opções de abrigos apropriadas para a situação.

Existem diversas formas de atender a população desabrigada, que pode ser alocada em estruturas fixas já existentes como escolas, ginásios, entre outros grandes espaços que necessitarão de uma reestruturação interna ou mesmo uma complementação / ampliação; contar com o apoio de famílias locais para hospedagem dos desabrigados ou disponibilizar acampamentos (áreas) de ocupação planejada, onde todas as instalações precisarão ser providenciadas. Esta última opção, se bem planejada, pode provocar menor impacto na rotina da comunidade, pois é uma alternativa ao uso de escolas como abrigo.

Em paralelo à estrutura física de apoio às crises humanitárias é necessário prover o que a literatura internacional conceitua como bens humanitários (*humanitarian goods*). São mobiliários, equipamentos, utensílios e pequenas estruturas que ajudarão a compor os espaços e a suprir as necessidades dos abrigados, como exemplificam Savonen *et al.* (2018), Ye & Yan (2020), Coalition (2021) e Nielsen (2020). Particularmente, esta pesquisa debruça-se sobre os objetos móveis entendidos como mobiliários e busca conhecer quais os requisitos mínimos que devem atender nas condições da logística humanitária, especialmente no que se refere à seleção dos materiais que os constituem.

O projeto do mobiliário integra as atividades do denominado Design Humanitário (*Humanitarian Design*) e para Nilsen (2020) deve considerar a apropriação cultural e as necessidades dos desabrigados, assim como os serviços de apoio necessários à produção do objeto. Além disso, uma das questões centrais que desafiam a logística humanitária é que estes bens estejam disponíveis, no local e na quantidade necessárias, no momento em que forem necessários a partir de uma demanda de difícil previsão.

Em adição, necessita-se considerar a questão da sustentabilidade a partir de uma avaliação do risco ambiental para que as necessidades sejam supridas, mas com o mínimo de impacto para não comprometer a recuperação, agravar problemas existentes ou causar novos. Considera-se questões como transporte, terreno, uso de recursos naturais, produção, aquisição e escolha de materiais. Tais questões são indispensáveis ao processo de

planejamento e projeto dos acampamentos, dos abrigos móveis (SEDEC RJ, 2006) e dos bens necessários para esses locais.

Esta pesquisa faz parte dos trabalhos de implementação do Projeto da Plataforma Infrashelter, num esforço de sistematização, catalogação e disponibilização das informações sobre os ATPs de atendimento à população desabrigada. Além disso, propõe-se novas tipologias de abrigo e mobiliários para as instalações. Mais especificamente, neste artigo discute-se o processo de seleção de materiais, tendo como foco a sustentabilidade, em dois estudos de casos, como forma de buscar alternativas mais sustentáveis que contribuam para a implementação de novos ATPs. Essa última discussão integra-se com outro projeto desenvolvido no Grupo de Pesquisa Virtuhab, a Materioteca (VIRTUHAB, 2022 b) que objetiva a disponibilização de informações para projetistas sobre o ciclo de vida dos materiais.

Nesse artigo, analisa-se, com base em um modelo de seleção (ESA-MOD), a adequação do uso dos mobiliários nos ATPs, sob a ótica dos materiais constituintes desses equipamentos

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa assume as características de pesquisa aplicada, pois busca soluções específicas para um determinado contexto, nesse caso, o projeto de mobiliários para os ATPs. De acordo com Fleury e Da Costa (2016) a pesquisa aplicada pode ser definida como conjunto de atividades nas quais conhecimentos previamente adquiridos são utilizados para coletar, selecionar e processar fatos e dados, a fim de se obter e confirmar resultados, e gerar impacto. Foi realizada nas seguintes etapas:

1. revisão exploratória - busca de referências conceituais em atendimento e crises humanitárias, ATP, mobiliários para situações de emergência, materiais e ferramentas de seleção de materiais em design;

2. revisão sistemática de literatura - no portal de periódicos da CAPES, realizou-se uma pesquisa por artigos e publicações recentes que pudessem responder a pergunta - Como tem sido realizada a escolha dos materiais que constituirão os mobiliários de estruturas implementadas em ATPs para cenários de desastre? Como strings de busca, utilizou-se os termos em inglês: *furniture, camp, refugee, material, design*. Em adição, aplicou-se os filtros de disponibilidade - acesso aberto e revisado por pares e de assunto, excluindo "Ciências da Vida e Biomedicina e Narrativas e História", chegando-se a 73 resultados,. Com a seleção da data para publicações a partir de 2010, que

também é a data limite a partir da qual realiza-se a catalogação dos acampamentos da Plataforma Infrashelter, restaram 71 publicações. A partir destes, elaborou-se a leitura dos títulos e, posteriormente dos resumos, chegando-se a 5 artigos que englobam e relacionam as palavras de busca com pertinência a esta pesquisa. Os artigos estão apresentados no quadro 1.

3. Foram identificados dois casos de mobiliários, dentre aqueles constituintes nos acampamentos já catalogados no Projeto Infrashelter, para análise do processo de seleção dos materiais tendo como base o Modelo ESA-MOD, proposto por Ferroli e Librelotto (2012), que realiza a avaliação qualitativa de alguns critérios de escolha do material tendo em vista as dimensões Econômica, Social e Ambiental da sustentabilidade. Esse modelo será explicado no referencial teórico.

4. Avaliação da adequação/ conformidade do processo de seleção dos materiais para os mobiliários.

Na sequência é apresentado o referencial teórico, com a definição e classificação dos termos essenciais para o entendimento desta pesquisa visto sua emergência e extrema importância. Isso também ajudará no desenvolvimento desta pois haverá a aplicação de uma ferramenta abordada no mobiliário mais frequente nos ATPs identificados. Portanto, será possível, em uma etapa posterior da pesquisa, propor um mobiliário sustentável, adequado, que atenda os critérios apresentados.

Referência	Objetivo e conteúdo
Savonen, Mahan, Curtis, Schreier, Gershenson e Pearce (2018)	Este artigo expõe os resultados obtidos do desenvolvimento de uma nova impressora 3-D projetada para fabricação rápida e confiável nos locais de crises humanitárias. Através dela foi possível produzir peças úteis e necessárias em ambientes hospitalares em ambientes hospitalares, por exemplo.
Moran, Ertas e Gulbulak (2021)	Este artigo apresenta o uso de Ferramentas Transdisciplinares Integradas (TD) em habitações temporárias para refugiados a fim de minimizar os empecilhos complexos no processo de design.
Dalal, Darweesh, Misselwitz e Steigemann (2018)	Este artigo apresenta o planejamento de alguns abrigos emergenciais e realiza uma análise comparativa e crítica a fim de provar sua hipótese - o viés controlador sobre os refugiados desses locais.
Mohareb e Maassarani (2018)	Este artigo apresenta uma experiência de DB (Design-Build) conduzida com estudantes do curso de Arquitetura no Líbano. Teve como objeto o projeto de uma unidade de abrigo para refugiados construído como modelo em escala real. No processo de projeto e seleção de materiais utilizaram como restrições: a forma, tamanho, materiais, função, custo e usabilidade. Além disso a unidade não poderia ser fixada no local (móvel/removível), tirando partido de materiais leves e com limite de área, exigindo o mínimo esforço de construção, ser autoconstruída por pessoas sem experiência e com materiais locais, Foram estabelecidos indicadores-chaves para o projeto do abrigo.
Aburamadan (2022)	Este artigo aborda a inadequação dos materiais utilizados no projeto de abrigos para refugiados. A pesquisa analisa a temporariedade dos abrigos e formas de apropriação do espaço (construção e bens humanitários) utilizados pelos refugiados nos acampamentos da Jordânia.

Quadro 01: Resultado final da revisão sistemática portal de periódicos CAPES.

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Na sequência é apresentado o referencial teórico, com a definição e classificação dos termos essenciais para o entendimento desta pesquisa visto sua emergência e extrema importância. Isso também ajudará no desenvolvimento desta pois haverá a aplicação de uma ferramenta abordada no mobiliário mais frequente nos ATPs identificados. Portanto, será possível, em uma etapa posterior da pesquisa, propor um mobiliário sustentável, adequado, que atenda os critérios apresentados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico aborda conceitos e classificações sobre termos importantes para uma boa compreensão deste artigo, a saber: ATP, mobiliários, materiais: conceito, propriedades, métodos e ferramentas para seleção.

3.1 Definição de Acampamento Temporário Planejado (ATP)

As estruturas de apoio humanitário possuem diferentes classificações, variando de acordo com o objetivo. Para Quarantelli (1992) há quatro tipologias que consideram diferenciações entre abrigos e habitações para cenários emergenciais, sendo elas: abrigo emergencial, abrigo temporário, habitação temporária e habitação permanente. Os abrigos emergenciais requerem menos planejamento de preparação, infraestrutura e serviço, pois é um local onde as vítimas desabrigadas ficam por horas ou dias. Esses, geralmente, utilizam estruturas existentes, como igrejas, escolas, ginásios, entre outros. Abrigos temporários possuem duração de dias ou meses, portanto

necessitam de mais infraestrutura e serviços, quando comparados ao anterior. Embora haja alguma controvérsia sobre o assunto, como destacado por Aburamadan (2022), os abrigos não precisam ter como objetivo o restabelecimento da rotina e atividades diárias dos desabrigados, mas sim suporte para que consigam retornar às suas residências (QUARANTELLI, 1992). Na prática, principalmente ao se considerar a realidade brasileira, os abrigos emergenciais acabam por se converter em temporários e por vezes até em permanentes.

Diferentemente disso, as habitações possuem o caráter de permanência e se caracterizam pela retomada da rotina e das atividades diárias e, na maioria das vezes, estendem-se por um período de tempo mais longo. As habitações temporárias são previstas para um período de tempo, geralmente meses ou anos. Já as habitações permanentes resultam no retorno das vítimas desabrigadas para as suas residências reconstruídas ou reparadas, ou para reassentamentos (QUARANTELLI, 1992).

Segundo Corselli e Vitale (2005) os abrigos transitórios (*transitional settlement*) são classificados em seis tipos, na qual podem ser dispersos ou agrupados. Entre as soluções agrupadas, há os acampamentos planejados, que se caracterizam pela escolha de um local onde será instalada infraestrutura e serão providos os serviços necessários. Proporcionam, assim, um ambiente protegido, reservado e digno para as vítimas desabrigadas.

Logo, com base na conceituação dos tipos de abrigos, esta pesquisa foca nas estruturas destinadas aos acampamentos planejados: recepção e triagem, espaço

administrativo, armazenagem e depósito de mercadorias, espaço para atendimento psicossocial e de saúde, espaço educacional, espaço de recreação, áreas comunitárias, cozinha, recepção, estoque e distribuição de alimentos, refeitório, lavanderia, abrigos emergenciais/temporários e outras possíveis estruturas. (CARBONARI, 2021) Assume-se como objetivo os bens humanitários, concentrando-se nos mobiliários, que permitem que esses espaços cumpram as funções destinadas a eles.

3.2 Mobiliários: conceito e classificação

Ferroli *et al.* (2019) propuseram uma classificação para os mobiliários, considerando principalmente, os aspectos de uso. As categorias inicialmente estabelecidas foram:

(1) Mobiliário residencial, projetado para uso interno, com poucos usuários (em geral núcleo familiar e convidados), com ambiente não agressivo e pouco sujeito a intempéries.

(2) Mobiliário condominial interno, projetado para uso interno, mas com muitos usuários (pousadas, escolas, restaurantes, etc.). O ambiente não é tão agressivo, pouco sujeito a intempéries, porém o material está mais sujeito ao desgaste pelo uso compartilhado e mais intenso.

(3) Mobiliário condominial externo, projetado para uso externo, com muitos usuários, em ambiente com público controlado (varandas, decks, sacadas, etc.). Com ambiente agressivo, sujeito a intempéries e desgaste pelo uso compartilhado e intenso.

(4) Mobiliário urbano, projetado para uso externo, com muitos usuários, em ambientes com público de livre acesso (praças, passarelas, pontes, estacionamentos, etc.). Ambiente agressivo, sujeito a intempéries e possibilidade de vandalismo, com uso intenso.

Entretanto, não há nessa classificação, os mobiliários para arquitetura emergencial que possuem, muitas vezes, características específicas. Em função das restrições de espaço dos acampamentos para atendimento aos desabrigados/refugiados, precisam ser compactos. Devem ainda ser leves para facilitar o transporte e a montagem, preferencialmente realizada pelos usuários do espaço (MOHARED; MAASSARANI, 2018). Essa característica também requer que a montagem seja facilmente entendida ou mesmo intuitiva e que os materiais atendam aos requisitos de circularidade, disponibilidade, reciclabilidade, entre outros, considerando a sustentabilidade do local.

Embora o mobiliário utilizado nos acampamentos devesse ter um projeto específico devido às suas particularidades, não é incomum o uso de objetos comuns no dia a dia dos espaços tradicionais. São sofás velhos,

colchões, mesas e cadeiras de plástico, muitas vezes reutilizados de outras estruturas, desde que apresentem versatilidade suficiente para assumirem sua nova função nos acampamentos.

Destaca-se que as características de um produto voltado ao mercado são distintas daqueles envolvidos no denominado design social, que contempla, por exemplo, os equipamentos necessários para os espaços nos acampamentos planejados. Monteiro (2017) expõe uma comparação entre design social e de mercado, na qual, enquanto, o objetivo do design social é a satisfação das necessidades humanas, o design de mercado tem como foco a sua venda e promoção. Mesmo que esse último possua produtos que atendam as demandas sociais, muitos desses acabam por serem direcionados para uma população não necessitada, que não é a finalidade do design social. O principal fator para a diferenciação desses é a seleção dos materiais utilizados.

3.3 Mobiliários para ATP

A ajuda humanitária busca atender as necessidades dos indivíduos nas situações de emergência e pode ser subdividida nas seguintes categorias quanto ao fornecimento: alimento, abrigo, itens não-alimentares, água, infraestrutura de saúde e saneamento. De acordo com a Coalizão Humanitária (COALITION, 2022) os itens não alimentares são bens e suprimentos necessários para manter a saúde, privacidade e dignidade de forma a satisfazer as necessidades de higiene, preparo de alimentos e manter o conforto térmico dos refugiados. Esses itens podem incluir roupas, cobertores, camas, utensílios domésticos, containers de água e produtos de higiene.

O Projeto Infrashelter tem buscado a ocorrência de acampamentos planejados no Brasil e no Mundo. Até agora foram catalogados 10 acampamentos, onde procurou-se também, identificar os bens humanitários presentes, focando nos mobiliários utilizados, levando em consideração sua composição, eficiência e nível de sustentabilidade.

Os acampamentos catalogados até agora foram os acampamentos: Mariana (Mariana, Minas Gerais, Brasil), Ajunong Thok (Sudão do Sul), Azraq (Jordânia), Condomínio Vale da Esperança (São José do Vale do Rio Preto, Rio de Janeiro), Corail-Cesselesse (Porto Príncipe, Haiti), Kobe-Dollo Ado (Kobe, Etiópia), Pintolândia (Boa Vista, Roraima), Rondon I (Boa Vista, Roraima), Sunko (Cebu, Filipinas), Zaatari (Jordânia), e a relação de mobiliários presentes em cada um será apresentada como parte do resultado desta pesquisa.

3.4 Materiais: conceito e evolução

Os materiais são determinantes na atmosfera dos produtos e, muitas vezes, a criação de novos produtos decorre da relação entre o trabalho dos designers e os materiais. Em conjunto, com a influência da tecnologia e da cultura, percebe-se que os povos mais avançados tecnologicamente conseguiram criar materiais e objetos mais elaborados.

Na Pré-história, os principais materiais estavam ligados ao modo de vida do homem e os mais acessíveis eram os mais utilizados, como: a madeira, a pedra, a argila, o osso, as conchas, pele de animais. Posteriormente, vieram os metais (cobre, bronze e ferro) que revolucionaram a condição de vida do homem. Seguiu-se a criação da imprensa, de universidades e a ampliação no alcance e troca das informações e de conhecimentos. O século XX, houve um crescimento na fabricação de produtos em massa destinados ao consumo, acompanhado do desenvolvimento de novas ligas metálicas, compósitos e polímeros que possibilitaram a criação de novos conceitos de design e a exploração de novos materiais, composições, cores, formas e propostas. Disso decorreu a preocupação ambiental e o respeito à ecologia (RAMALHETE, 2012). Levando em consideração aspectos como reutilização, reciclagem, degradação, impacto do material e do produto sobre o meio ambiente desde sua produção.

Esse mesmo pensamento é encontrado na arquitetura e no design humanitário que possuem como um dos principais objetivos o emprego do material mais adequado nos mobiliários, foco deste artigo. Segundo Feres (2014), os materiais utilizados nesse contexto devem ser familiares, respeitando o aspecto cultural, coerentes com os recursos disponíveis, levar em consideração as características físicas e climáticas do local e possuir durabilidade conforme o tempo necessário de utilização. É possível adicionar o aspecto de sustentabilidade do material. Logo, haverá uma facilidade na apropriação do espaço pelas pessoas desabrigadas.

3.5 Métodos e Ferramentas para seleção de materiais: conceitos

Dada a importância do material na atmosfera dos objetos, surge a necessidade de uma escolha adequada, considerando o propósito do objeto que será desenvolvido. Todavia, efetuar essa seleção ainda é um dos maiores desafios dos designers. Antigamente, essa dificuldade acontecia pois havia uma grande dependência da trabalhabilidade do material, essencial para o artesão, de sua

oferta local e do conhecimento do projetista do produto (LIBRELOTTO; FERROLI, 2016). Posteriormente, houve uma minimização desses fatores em decorrência do desenvolvimento da tecnologia, que ajudou a superar as limitações projetuais impostas pelas condições de restrição.

No entanto, diversos métodos e ferramentas, que foram elaborados para auxiliar na seleção de materiais no projeto, na prática resultam em um processo lento e complexo, já que necessitam de uma grande quantidade de dados para a obtenção dos resultados apresentados por meio de gráficos de leitura criteriosa e pouco objetiva. Sua aplicação resulta em uma análise superficial onde resta muita dificuldade em atribuir peso para a importância dos diferentes critérios de seleção. Por exemplo, para um mobiliário que será usado nos acampamentos, qual o critério mais importante para a seleção de materiais dos mobiliários: a leveza do material, a disponibilidade local ou a abordagem DiY (*Do it Yourself* - Faça você Mesmo) de forma a permitir a auto montagem? Alguns desses fatores podem inclusive ser conflitantes ou opostos (LIBRELOTTO; FERROLI, 2016).

Neste artigo, foca-se no requisito da sustentabilidade, pois ao considerar a sua importância, é possível haver um produto que contribua para a qualidade de vida das pessoas, pressupondo-se um equilíbrio entre o atendimento das necessidades dos clientes, das condicionantes econômicas e da preservação do meio ambiente. Infelizmente, esse pensamento é frequentemente desconsiderado. Nota-se na análise de alguns métodos e ferramentas de seleção realizada por Librelotto *et al* (2012), a constatação que grande parte desses não abordam diretamente as questões relativas à sustentabilidade, porém permitem sua inclusão no processo. Ao serem integrados, o projetista possui a oportunidade de analisar diversos aspectos pertinentes, reduzindo assim o nível de complexidade envolvido (LIBRELOTTO *et al*, 2012).

Existem diversas ferramentas que podem ser utilizadas nas etapas de projeto para auxiliar na seleção de materiais. Cabe ressaltar que tais ferramentas são diferentes conforme a área de aplicação. Por exemplo, as que se aplicam na área do design, tendem a incorporar critérios mais subjetivos enquanto que na engenharia, utilizam requisitos mais técnicos e quantitativos.

Ferrante, Santos e Castro (2000) definem a seleção de materiais em um projeto como uma atividade interdisciplinar que interage por meio dos processos de seleção com processos internos e externos, como design, limitações de processo, tamanho e natureza de mercado, custos, impactos ambientais, entre outros. Os autores

propõem a estruturação de um procedimento para seleção de materiais (*Materials Selection Procedure - MSP*) baseado em uma matriz de decisão conforme sugere Pahl & Beitz (. Os fatores de decisão serão agrupados em uma árvore decisória com diversos níveis e com pesos atribuídos por razões técnicas ou preferências dos consumidores.

Algumas ferramentas que tem por objetivo a seleção de materiais, ou mesmo que consideram os materiais como fatores de decisão em projeto são:

- ASUS - Avaliação de Sustentabilidade (BISSOLI-DALVI, 2014).
- ISMAS - Instrumento para Seleção de Materiais Mais Sustentáveis (BISSOLI-DALVI, 2014).
- ACV - Avaliação do Ciclo de Vida - é uma das ferramentas mais abrangentes e eficientes para avaliação de produtos. (BISSOLI-DALVI, 2014; MATERIOTECA).
- FEM - Ferramenta de Escolha dos Materiais - (FERROLI *et al*, 2012 e FERROLI; LIBRELOTTO, 2012).
- FEAP-SUS - Ferramenta auxiliar para projetos com ênfase na sustentabilidade - Derivada da da FEM (FERROLI *et al*, 2012 e FERROLI; LIBRELOTTO, 2012).
- ESA-MOD - Modelo ESA para análise da sustentabilidade Econômica, Social e Ambiental em Produtos, que foi utilizada para a avaliação dos materiais nesta pesquisa por sua simplicidade de aplicação- provém da adaptação do modelo ESA (LIBRELOTTO, 2009), desenvolvido para avaliar o desempenho sustentável de empresas da construção civil, para a análise da sustentabilidade em objetos de design, nas dimensões Econômica, Social e Ambiental. Levando em conta essa adaptação, entende-se que o eixo de desempenho avaliou o critério econômico, o eixo da conduta avaliou o critério ambiental e o eixo referente às pressões avaliou o critério social. A posição em um prisma

de correlação que determina o grau de sustentabilidade do produto/objeto (FERROLI; LIBRELOTTO, 2012).

A partir do estabelecimento de alguns critérios, padronizados em dois grupos: material de confecção do produto/ objeto (E1, E2, E3, S1, S2, S3, A1, A2 e A3) e processo de fabricação (E4, E5, E6, S4, S5, S6, A4, A5 e A6), considerando cada fator para a análise (Tabela 1). Ao fazer a avaliação, atribui-se as notas mediante comparações entre alternativas de materiais que podem ser aplicados no objeto, com base em informações quantitativas e qualitativas (FERROLI; LIBRELOTTO, 2012).

Para realizar a avaliação, o material de preferência é avaliado, sempre comparativamente, em relação a outras opções disponíveis e receberá uma nota, por análise qualitativa e comparativa. A avaliação geral é realizada pela média aritmética simples, nas questões econômicas, sociais e ambientais. Estas médias de cada eixo, são posicionadas nos quadrantes do ESA de acordo com a nomenclatura e faixas de avaliação estabelecidas.

4. MATERIAIS UTILIZADOS NOS MOBILIÁRIOS HUMANITÁRIOS EXISTENTES (COLETA DE DADOS)

Com base nos dez catálogos de ATPs disponibilizados na Plataforma Infrashelter (VIRTUHAB, 2022), para os acampamentos relacionados no item 3.3 deste artigo, foi possível fazer um levantamento dos materiais constituintes dos mobiliários nos locais especificados no quadro 1. A análise foi realizada de forma geral, pela dificuldade em se obter informações específicas, dos materiais utilizados nos mobiliários. O plástico está presente em 44,16% dos objetos. O quadro 1 apresenta essa relação. A figura 1 ilustra o uso do plástico nesses acampamentos.

Critérios econômicos		Critérios sociais		Critérios ambientais	
Critério	ESA	Critério	ESA	Critério	ESA
Preço de aquisição do material	E1	Quantidade de fornecedores na região	S1	Possibilidade de reciclagem do material usado	A1
Quantidade de material utilizado	E2	Disponibilidade do material – tempo de espera para efetivar compra	S2	Possibilidade de reaproveitamento do material usado	A2
% de aproveitamento do material considerando dimensões comerciais.	E3	Existência, na região, de materiais alternativos na impossibilidade de uso do material de primeira escolha.	S3	Origem da matéria-prima	A3
Quantidade de ferramentas necessárias	E4	Geração de renda para a região	S4	Gasto energético total na fabricação	A4
Custo de energia elétrica	E5	Quantidade de empresas capazes de fabricar a matéria-prima empregada no modelo (na região)	S5	Quantidade de subprodutos inúteis no processo fabril	A5
Tempo de fabricação	E6	Capacitação da mão-de-obra na região especializada na produção da matéria-prima empregada na fabricação	S6	Quantidade de subprodutos que podem ser vendidos para reciclagem/ reaproveitamento	A6

Tabela 01: Classificação segundo o ESA MOD para análise dos materiais.

Fonte: FERROLI; LIBRELOTTO (2012).

LOCAL	MATERIAL					TOTAL
	METAL	MADEIRA	PLÁSTICO	TECIDO	OUTRO	
Recepção e Triagem			2			2
Espaço Administrativo			3			3
Armazenagem e Depósito de mercadorias		1				1
Espaço para Atendimento Psicossocial e de Saúde	3	2	5	1	2	13
Espaço Educacional	3	3	5		1	12
Espaço de Recreação	4	3	5		1	13
Áreas Comunitárias			5	1	1	7
Cozinha	5	5	6	2	3	21
Recepção, Estoque e Distribuição de alimentos,	1		2			3
Refeitório	1		5	2		8
Lavanderia			3		1	4
Abrigos Emergenciais/Temporários		1	6	6	1	14
Outras possíveis estruturas	3	1	6	6	3	19
TOTAL	20	16	53	18	13	120
PORCENTAGEM	16,66%	13,33%	44,16%	15%	10,83%	

Tabela 01: Mobiliários empregados em acampamentos planejados.

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

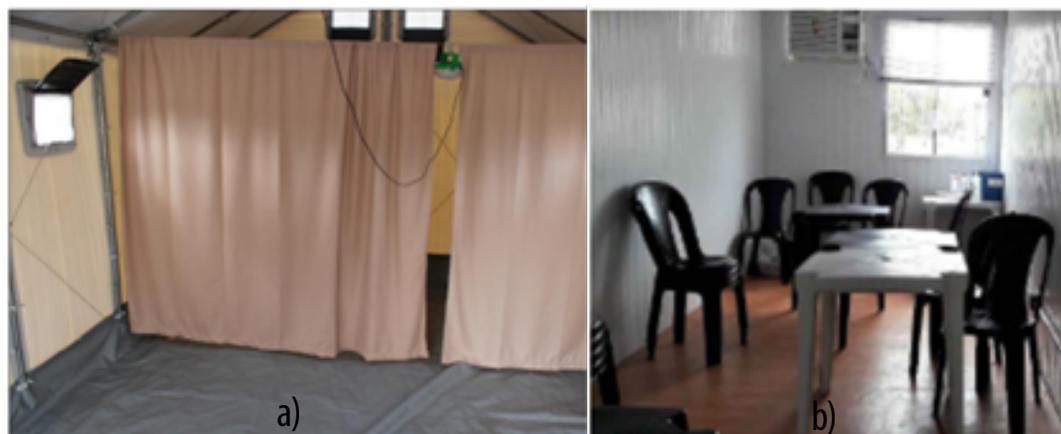


Figura 01: (a) Interior das Unidades de Abrigo, Rondon I. (b) Sala de Atendimento de Saúde, Rondon I.

Fonte: Plataforma Infrashelter. Adaptado de Carbonari (2022).

LOCAL	MOBILIÁRIOS
Recepção e Triagem	Mesas e cadeiras
Espaço Administrativo	Mesas e cadeiras
Armazenagem e Depósito de mercadorias	Pallets
Espaço para Atendimento Psicossocial e de Saúde	Mesa, cadeira, equipamentos hospitalares (macas, camas hospitalares, divisórias...)
Espaço Educacional	Equipamentos educacionais (cadeira, mesa, estantes, quadros...)
Espaço de Recreação	Equipamento infantis (gangorra, campo de futebol, balanço...)
Áreas Comunitárias	Mesas, cadeiras, tendas
Cozinha	Mesas, cadeiras, equipamentos de cozinha (armários, estantes, fogão, geladeira...)
Recepção, Estoque e Distribuição de alimentos,	Tendas, pallets, mesas, cadeiras
Refeitório	Mesas, cadeiras, tendas, bebedouros
Lavanderia	Tanques, tendas
Abrigos Emergenciais/Temporários	Camas, mesas, cadeiras, tapetes, divisórias, estantes, prateleiras
Outras possíveis estruturas	Bancos, tapetes, mesas, cadeiras, tendas, bicicletário

Tabela 02: Mobiliários empregados em acampamentos planejados.

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

5. APLICAÇÃO DA FERRAMENTA ESA-MOD

Levando em consideração a coleta de dados referente aos materiais utilizados nos mobiliários presentes nos acampamentos planejados apresentados acima, percebeu-se que o plástico é um dos principais materiais empregados. Notou-se também que um mobiliário comum em quase todos os abrigos analisados são as mesas de plástico. Portanto, optou-se pela escolha desse móvel para realizar a avaliação da sustentabilidade com a utilização da ferramenta ESA-MOD. Esse modelo foi escolhido com base em Ferroli e Librelotto (2012), previamente aplicado em um protótipo com resultados satisfatórios, permitindo uma análise global e simplificada da sustentabilidade. A fim de haver uma avaliação adequada e resultados relevantes, a mesa de plástico será comparada com uma mesa de papelão ondulado, mobiliário proposto em Araújo (2021) para arquitetura emergencial.

O surgimento da primeira forma comercial de plástico totalmente sintético, no começo do século XX, ocorreu através da busca de um substituto do marfim dos elefantes, os cascos e os chifres bovinos. Já na década de 1930, houveram avanços técnicos que possibilitaram a acessibilidade de diversos produtos. E na década de 1960, esse material já estava completamente inserido no cotidiano das pessoas através dos utensílios domésticos, tecidos, acessórios, móveis e outros (ABIPLAST, 2016).

Um desses mobiliários é a mesa de plástico amplamente utilizada. Tendo como referência o fabricante Rei dos Plásticos, localizado em Santa Catarina (Rei do Plástico, 2022), essa é composta por polipropileno (PP), um termoplástico com as seguintes propriedades: baixo custo, fácil coloração, elevada resistência química, à fraturas por flexão ou fadiga, ao impacto, boa estabilidade térmica, baixa condutividade elétrica, atóxico, leveza e fácil

moldagem. Essa última característica garante sua reciclagem, podendo ser fundido e transformado em diferentes produtos (GORNI, 2003).

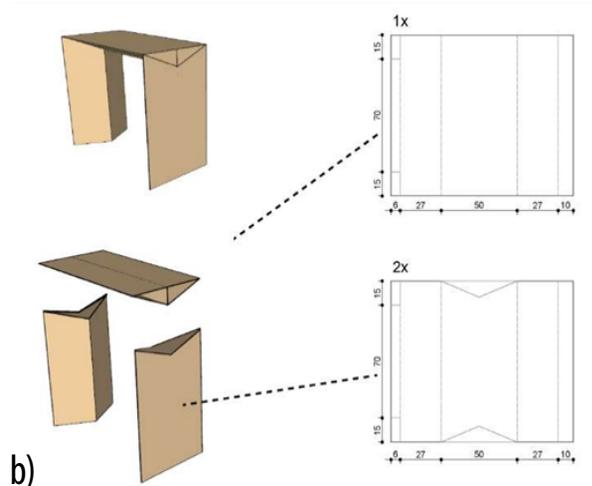
O papelão ondulado possui como matéria-prima básica a celulose, obtida por madeiras de florestas plantadas ou por reciclagem de aparas de papel descartadas no processo, ou do próprio material descartado (ARAÚJO, 2021). Esse material é composto por um ou mais elementos ondulados, denominados miolo, fixados por meio de adesivos, em um ou mais elementos planos, denominados capa. Conforme a sua configuração são classificados como: face simples, parede simples, parede dupla, parede tripla, parede múltipla. Além disso, são classificados segundo as características das ondulações, como número, largura e espessura (ABPO 2021 apud Araújo, 2021).

Apesar do papelão ondulado ser mais utilizado em embalagens para transporte, sua versatilidade, leveza e resistência permitiram que experimentassem diferentes configurações e formatos. Como, por exemplo, em 1968, quando esse material foi utilizado pela primeira vez em móveis pelo designer Raacke, no qual concebeu a cadeira conhecida como *Easy Chair Otto* (FRANCO et al., 2014 apud ARAÚJO, 2021).

A Figura 2 ilustra dois mobiliários utilizados nos acampamentos planejados, propostos com o uso de materiais diferentes, o plástico e o papelão, sendo este último desenvolvido por Araújo (2021). O móvel de Araújo (2021) caracteriza-se por uma mesa constituída por placas de papelão ondulado de onda do tipo B, com aproximadamente 4mm de espessura, e parede dupla ou simples se possível. Sendo de 1 m x 1,20 m, seguindo uma proposta de dobraduras e encaixes. Desse modo, haverá uma facilidade na montagem quando esta é realizada pelos próprios moradores.



Figura 02: (a) Mesa de Plástico Quadrada Branca. Fonte: Rei dos Plásticos (2022).



(b) Mesa de papelão ondulado. Fonte: Araújo (2021).

Baseado nessas informações foi possível aplicar o ESAMOD nesses mobiliários e compará-los, como uma forma de selecionar o material para ser utilizado em futuras propostas.

O quadro 4, 5 e o quadro 6 apresentam o resultado da aplicação comparativa dos 2 materiais, considerando a realidade de Florianópolis. Para efeitos de avaliação, observa-se que as mesas, atendem a mesma finalidade e são versáteis, entretanto, em função das características dos

materiais, não podem ter o mesmo projeto. Neste caso, percebe-se o quanto a decisão sobre o material a utilizar afeta o projeto do objeto. Esta aplicação distingue-se em relação às aplicações anteriores realizadas com o ESAMOD pelos autores (FERROLI; LIBRELOTTO, 2012) pois naquelas, considerava-se o mesmo objeto, com materiais diferentes e nesta, para que seja possível que o objeto cumpra sua função, o design teve de ser alterado.

Fator	E1 *a	E2 *b	E3 *c	E4 *d	E5 *e	E6 *f	Média
Papelão Ondulado	R\$ 89,90	Peso aproximado de 8 kg. Dobra, corte e encaixes.	Medidas comerciais das chapas	Ferramentas de corte, dobra e montagem (pode ser manual)	Energia elétrica despendida na fabricação de chapas	Tempo de fabricação da quantidade de chapas necessárias, corte. Tempo de montagem de uma mesa - 2 minutos - Cartone (2022)	-
Plástico Polipropileno	R\$ 99,00	Aprox. 4,5 kg. Processo de Injeção, com ou sem aditivo.	Comercialização em peletes.	Máquina de Injeção.	Energia Elétrica despendida na fabricação de chapas	Tempo de injeção de uma mesa.	-
Nota Papelão	7	7	10	9	5	8	7,66
Nota Plástico	8	5	7	5	8	7	6,66

Quadro 04: Análise dos critérios econômicos.

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

*a - uma mesa pode ser constituída de diversos materiais: concreto, aço, alumínio, ferro, vidro, pedras decorativas, madeira, entre outros. Nessa análise o papelão e o plástico possuem custos relativamente baixos quando comparados aos demais. Entretanto, o papelão é mais barato, por isso ganhou uma nota alta, maior do que o plástico.

*b - tanto o plástico quanto o papelão, são materiais leves, quando comparados com outras possibilidades. Os pesos informados são relativos à quantidade aproximada para os dois projetos.

*c - a perda da injetora é menor que a perda do corte da chapa de papelão ondulado.

*d - a mesa de papelão envolve muitas atividades, algumas manuais, enquanto que de plástico praticamente todo o processo fabril é realizado com máquina. Mesmo com diferentes graus de automatização, o trabalho manual é mínimo.

*e - o gasto energético de eletricidade é muito maior na mesa de plástico (e quanto mais automatizado for o processo, maior será esse gasto)

*f - aqui considerou-se o contexto de aplicação e nesse caso a mesa de papelão (ainda que no site do fabricante informe um tempo de apenas 2 minutos) tem uma perda comparativa com a mesa de plástico, que já vem pronta para uso.

Fator	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Média
Papelão Ondulado	Não há fornecedores na região do produto pronto ou para montar. As folhas de papelão podem ser obtidas em pelo menos 9 locais. (ARAUJO, 2021)	1	Vários	Sim	3	Pouca	-
Plástico Polipropileno	Há diversos fornecedores na região para fabricação e lojas de comercialização do material	1	Vários	Sim	4	Pouca	-
Nota Papelão	7	8	8	8	8	6	7,5
Nota Plástico	10	8	8	8	8,5	6	8,08

Quadro 05: Análise dos critérios sociais.

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Fator	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Média
Papelão Ondulado	100%	86%	natural e/ou reciclada	Gasto energético despendido na fabricação das chapas	1%	63,40%	-
Plástico Polipropileno	100%	100%	polipropileno	Gasto energético despendido na fabricação das chapas	20%	100%	-
Nota Papelão	10	8	10	8	10	7	8,83

Quadro 06: Análise dos critérios ambientais.

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como tema a seleção de materiais para o projeto de mobiliários em ATP para cenários de desastre. Tem-se como finalidade apresentar uma avaliação comparativa, utilizando o modelo de seleção de materiais ESA-MOD, entre a mesa de plástico e de papelão ondulado.

Inicialmente realizou-se uma revisão sistemática, na qual resultou em apenas 5 artigos, eu enfoca essa temática. Percebe-se, portanto, a dificuldade de se encontrar material sobre esse assunto tão emergente e atual, ressaltando a relevância desse artigo.

Posteriormente, no referencial teórico houve a conceituação dos tipos de abrigos e habitações para cenários emergenciais. Assim como a classificação dos mobiliários em: residencial, urbano, condominial interno, condominial externo e para arquitetura emergencial. Apresentou-se a importância do material empregado na concepção dos produtos, pois isso é determinante na sua atmosfera. Logo, considerou-se alguns aspectos importantes para o design humanitário, como a sustentabilidade, no desenvolvimentos dos mobiliários embasado na seleção de materiais.

Em adição, evidenciou-se os métodos e ferramentas

de seleção de materiais, na qual podem proporcionar uma escolha mais adequada. Entretanto, foi percebido que diversos não abordam sustentabilidade, mas é possível integrá-los. Contribuindo, assim, para uma melhora na qualidade de vida das pessoas, preservação do meio ambiente equilibrado com as necessidades dos consumidores e tornando o processo de projeto mais eficiente e simples.

Houve a apresentação de alguns métodos e ferramentas com enfoque no ESA-MOD (Modelo ESA para análise da sustentabilidade Econômica, Social e Ambiental em Modelos e Protótipos) que provém da adaptação do modelo ESA (LIBRELOTTO, 2009), aplicado para avaliar o desempenho sustentável de empresas da construção civil, para a análise da sustentabilidade de protótipos no design, nas dimensões Econômica, Social e Ambiental. Cada dimensão possui seis critérios divididos em dois grupos: material de confecção do modelo e processo de fabricação. Dessa forma, é viável atribuir notas referentes ao preenchimento da Tabela 1 e avaliá-los.

Foram identificados os mobiliários e seus materiais mais utilizados nos acampamentos temporários planejados para cenários de desastre catalogados na Plataforma

Infrashelter. Como resultado, obteve-se a mesa de plástico com a maior abrangência. Por isso, foi escolhida para a análise comparativa junto com a mesa de papelão ondulado proposta por Araújo (2021) a fim de haver um resultado adequado.

A partir disso, observando os quadros 4, 5 e 6, percebe-se que a mesa de plástico possui uma média no fator social de 8,08, no fator econômico de 6,66 e no fator ambiental de 7,83, resultando em uma média geral de 7,52. Já a mesa de papelão possui uma média no fator social de 7,5, no fator econômico de 7,66 e no fator ambiental de 8,83, resultando em uma média geral de 7,99. Sendo assim, nota-se que a mesa de papelão pode ser mais sustentável, segundo a ferramenta ESA-MOD, que a mesa de plástico, mais utilizada em ATP, considerando a perspectiva de um pessoa responsável pelas análises. Porém, ressalta-se que essa conclusão é parcial e relativa ao contexto do mobiliário e não pode ser entendida como definitiva, ou seja, como o papelão sendo mais 'sustentável' em todos os projetos que for utilizado. A ferramenta ESA-MOD auxilia na estruturação de alguns fatores relevantes para análise do projetista quanto à sustentabilidade e as notas atribuídas se baseiam em avaliações qualitativas. É necessário ponderar as limitações do método de pesquisa, pois não há a intenção de que o resultado final seja definitivo, ou seja, a ferramenta apenas nos diz que, no contexto dos ATPs, para o tipo de mobiliário analisado, o projetista consegue estruturar as informações a cerca do mobiliário, de uma forma que facilite sua compreensão geral, explicita os critérios e o ajude a tomar uma decisão, sugerindo um opção de melhor resultado.

Esses resultados servirão de apoio para a próxima etapa da pesquisa, na qual haverá a proposta de um mobiliário sustentável para essas instalações a fim de atender os critérios apresentados. Assim, será possível uma boa acomodação e apropriação desses espaços por parte dos desabrigados que ali habitarão.

REFERÊNCIAS

ABIPLAST, Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Perfil 2016: edição especial 50 anos, 2016**. Disponível em: http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2020/09/Plastico_no_Mundo.pdf. Acesso em: 01 fev. 2022.

ABURAMADAN, Rania. **Refugee-Led Socio-Spatial Organization in Al Baqa'a Camp, Jordan. City, Territory And Architecture, Usa**, v. 9, n. 1, p. 1-16, jan. 2022.

Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40410-021-00145-y>. Acesso em: 05 fev. 2022.

ARAUJO, Nadieli de; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; FERROLI, Paulo Cesar Machado; LIBRELOTTO, CARBONARI, Luana Toralles. SANTA CRUZ, Thais Nolio. **Proposta de classificação de mobiliários para acampamentos temporários planejados**. In: V ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Florianópolis, UFSC, 19, 20, 21 e 28 de Maio, 04 e 11 de Junho de 2021. Anais, p. 269-287.

ARAUJO, Nadieli de. **Estudo de materiais e sustentabilidade - com foco no mobiliário para acampamentos planejados**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2021. 70 p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/229032>. Acesso em: 10 out. 2021.

ASHBY, M.; JOHNSON, K. **Materiais e Design. – A arte e a ciência de Seleção de Materiais em Design de Produto**. Rio de Janeiro, Campus, 2012, 348 p

BISSOLI-DALVI, Márcia. **ISMAS: a sustentabilidade como premissa para a seleção de materiais**. 2014. 195 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidad del Bío-Bío, Chile, 2014.

CARBONARI, Luana Toralles. **Modelo multicritério de decisão para o projeto de acampamentos temporários planejados voltados a cenários de desastre**. 2021. 409 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

CARTONE. **MESAS, APOIOS E RACKS**. Disponível em: <https://cartonedesign.com.br/produtos/mesa-de-papelao/>. Acesso em: 05 fev. 2022.

COALITION, Humanitarian. **HUMANITARIAN NEEDS**. 2021. Disponível em: <https://www.humanitariancoalition.ca/humanitarian-needs>. Acesso em: 05 fev. 2022.

CORSELLIS, T.; VITALE, A (Coords.). **Transitional settlement: displaced populations**. University of Cambridge: Oxfam. 2005. 239 p.

CRUZ, Thais Nolio Santa. **Sustentabilidade aplicada ao projeto de acampamentos planejados para atendimento a população desabrigada: Plataforma Infrashelter**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2021. 54 p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/229031>. Acesso em: 10 out. 2021.

DALAL, Ayham; DARWEESH, Amer; MISSELWITZ, Philipp; STEIGEMANN, Anna. **Planning the Ideal Refugee Camp? A Critical Interrogation of Recent Planning Innovations in Jordan and Germany**. *Cogitatio, Usa*, v. 3, n. 4, p. 64-78, dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.17645/up.v3i4.1726>. Acesso em: 05 fev. 2022.

DE CASTRO, Antônio Luiz Coimbra. **Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres. Segunda edição: revisada e ampliada.** Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2009.

FERRANTE, M.; SANTOS, S. F.; DE CASTRO, J. F. R. **Materials selection as an interdisciplinary technical activity: basic methodology and case studies.** Materials Research, v. 3, n. 2, p. 1-9, 2000. Disponível em: <Materials Selection as an Interdisciplinary Technical Activity: Basic Methodology and Case Studies (scielo.br)>

FERES, Giovana Savietto. **Habitação emergencial e temporária: estudo de determinantes para o projeto de abrigos.** 2014. 194 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

FERROLI, Paulo César Machado; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Aplicação das ferramentas FEAP-SUS, FEM e ESA em modelo funcional de escala reduzida.** Design & Tecnologia, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p. 24-34, dez. 2012. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/det/index.php/det/article/view/77>. Acesso em: 05 jan. 2022.

FERROLI, Paulo Cesar Machado; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; NASCIMENTO, Emanuele de Castro; MEDINA, Franchesca. **Materiais para móveis: proposta de classificação.** In: VII ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO. Florianópolis, UFSC, 8-10 de maio de 2019. Anais VII ENSUS, 2019. v. 7. p. 656-669.

FERROLI, Paulo Cesar Machado; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; VIDIGAL, Maria Fernanda; SETTER, Diogo Alessandro. **Sistema de leitura integrada amostras – site para classificação de materiais numa materioteca interdisciplinar.** In: V ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Florianópolis, UFSC, 2-4 de Maio, 2017. Anais, p. 318-327.

FLEURY, Maria Tereza Leme; DA COSTA WERLANG, Sergio Ribeiro. **Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens.** Anuário de Pesquisa GVPesquisa, 2016.

GORNI, Antônio Augusto. **Introdução aos Plásticos,** 2003. Disponível em: [http://ingaprojetos.com.br/download/INTRODUCAO_AOS_PLASTICOS\[1\].pdf](http://ingaprojetos.com.br/download/INTRODUCAO_AOS_PLASTICOS[1].pdf) Acesso em: 01 fev. 2022.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; FERROLI, Paulo Cesar Machado; MUTTI, Cristine do Nascimento; ARRIGONE, Giovani Maria. **A Teoria do Equilíbrio - Alternativas para a Sustentabilidade na Construção Civil.** Florianópolis: DIOESC, 2012.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; FERROLI, Paulo César Machado. **Sistema de classificação e seleção dos materiais: leitura integrada de amostras físicas e catálogos virtuais em materioteca com ênfase na aplicação da ferramenta FEM e análise da sustentabilidade.** Revista

de Design, Tecnologia e Sociedade, Brasília, v. 3, n. 2, p. 119-133, 2016.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Modelo para Avaliação de Sustentabilidade na Construção Civil nas Dimensões Econômica, Social e Ambiental (ESA): Aplicação no setor de edificações.** São Paulo: Blucher Acadêmico, 2009.

MANNHEIM, Vitória; SIMENFALVI, Zoltan. **Total Life Cycle of Polypropylene Products: Reducing Environmental Impacts in the Manufacturing Phase.** Polymers: Eco-Innovative Engineering of the Polymer Material's Life Cycle, Miskolc-Egyetemváros, v. 12, n. 9, p. 1-18, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4360/12/9/1901/htm>. Acesso em: 12 fev. 2022.

MATERIOTECA SUSTENTÁVEL. **Catálogo de Materiais.** Disponível em: <https://materioteca.paginas.ufsc.br/>. Acesso em: 05 fev. 2021.

MOHAREB, Nabil; MAASSARANI, Sara. **Design-build: An Effective Approach for Architecture Studio Education.** Archnet-Ijar: International Journal Of Architectural Research., v. 12, n. 2, p. 141-161, jun. 2018. Disponível em: <https://www.archnet.org/publications/13028>. Acesso em: 05 fev. 2022.

MONTEIRO, Cátia Maria Morgado. **Design para situações de emergência: estudo centrado na intervenção do design aplicado em contextos periféricos.** 2017. 190 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design Industrial e de Produto, Belas Artes e Universidade do Porto, Porto, 2017.

MORAN, Daniel; ERTAS, Atila; GULBULAK, Utku. **A Unique Transdisciplinary Engineering-Based Integrated Approach for the Design of Temporary Refugee Housing Using Kano, HOQ/QFD, TRIZ, AD, ISM and DSM Tools.** Sustainable Architecture Design, v. 5, n. 31, p., maio 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/designs5020031>. Acesso em: 05 fev. 2022.

NIELSEN, Brita Fladvad. **Humanitarian Design.** Humanitarianism. Leiden, The Netherlands: Brill, 2020.

PAHL, Gerhard; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. H. **Projeto na engenharia.** Editora Blucher, 2005.

QUARANTELLI, Enrico Louis. **Patterns of sheltering and housing in American disasters.** 1991.

RAMALHETE, Pedro Miguel Barata de Sousa. **Metodologia de seleção de materiais em design: base de dados nacional.** 2012. 348 f. Tese (Doutorado) - Curso de Design, Comunicação e Arte, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2012.

REI DO PLÁSTICO. Disponível em: <<https://www.reido-plasticosc.com.br/>>. Acesso: 05 fev. 2022.

SAVONEN, Benjamin L.; MAHAN, Tobias J.; CURTIS, Maxwell W.; SCHREIER, Jared W.; GERSHENSON, John

K.; PEARCE, Joshua M.. **Development of a Resilient 3-D Printer for Humanitarian Crisis Response. Technologies**, v. 6, n. 30, mar. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/technologies6010030>. Acesso em: 05 fev. 2022.

SEDEC - RJ. Administração de Abrigos Temporários. 1. ed. Rio de Janeiro: SEDEC - RJ, 2006. E-book.

SLU, Abn Pipe Systems. **Multilayer Polypropylene Pipes**. Valladolid: Abn Pipe Systems Slu, 2019. Disponível em: <https://www.environdec.com/library/epd811>. Acesso em: 12 fev. 2022.

SOUZA, Ricardo Abreu Lima de. **SOFTWARE EDUCATIVO DE SELEÇÃO DE MATERIAIS PELO MÉTODO ASHBY**. Volta Redonda, RJ: Fundação Oswaldo Aranha. 24 slides, color.

SPHERE ASSOCIATION. **The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response**. 4. ed. Geneva: Practical Action Publishing, 2018. Ebook. Disponível em: <https://www.spherestandards.org/handbook-2018/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SRL, Sabox. **Sabox Green line, corrugated cardboard boxes, trays and packaging**. Nocera Superiore: Sabox Srl, 2017. Disponível em: <https://www.environdec.com/library/epd959>. Acesso em: 12 fev. 2022.

UNHCR, United Nations High Commissioner For Refugees. **Refugee Data Finder**. 2021. Disponível em: <https://www.unhcr.org/refugee-statistics/>. Acesso em: 01 fev. 2022.

VIRTUHAB. Plataforma Infrashelter. Disponível em: <<https://infrashelter.paginas.ufsc.br/>> . Acesso em: abril de 2022.

VIRTUHAB. Plataforma Infrashelter. Disponível em: <<https://materioteca.paginas.ufsc.br/>> . Acesso em: abril de 2022.

AUTORES

ORCID: 0000-0002-0554-9313

MARIANA RODRIGUES MARCELINO | Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) | Arquitetura e Urbanismo | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: (816, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, 662 - Carvoeira, Florianópolis - SC) | e-mail: mari.rodriguesfloripa@gmail.com

ORCID: 0000-0002-3250-7813

LISIANE ILHA LIBRELOTTO, Dra | Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) | Arquitetura e Urbanismo |

Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: (816, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, 662 - Carvoeira, Florianópolis - SC) | e-mail: lisiane.librelotto@ufsc.br
ORCID: 0000-0003-2132-3389

LUANA TORALLES CARBONARI, Dra | Universidade Estadual de Maringá (UEM) | Engenharia Civil | Maringá, PR - Brasil | Correspondência para: (C67 - Centro de Tecnologia - Vila Esperança, Maringá - PR, 87020-900) | e-mail: luanatcarbonari@gmail.com

ORCID: 0000-0002-6675-672X

PAULO CESAR MACHADO FERROLI, Dr. | Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) | Design de Produto | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: (816, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, 662 - Carvoeira, Florianópolis - SC) | e-mail: ferroli.paulo@ufsc.br

ORCID:

SABRINA CARDOSO NASCIMENTO | Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) | Arquitetura e Urbanismo | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: (816, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, 662 - Carvoeira, Florianópolis - SC) | e-mail: sa.nascimento58@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

Mariana Rodrigues Marcelino, Lisiane Ilha Librelotto, Luana Toralles Carbonari, Paulo Cesar Machado Ferroli, Sabrina Cardoso Nascimento; Análise de materiais aplicados em soluções de mobiliários para acampamentos temporários planejados (ATP) em cenários de desastre. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 163-177, nov. 2022. ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.163-177>.

SUBMETIDO EM: 16/11/2022

ACEITO EM: 17/11/2022

PUBLICADO EM: 30/11/2022

EDITORES RESPONSÁVEIS: Paulo César Machado Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto.

Registro da contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

MRM: Conceituação; Análise formal; Investigação; Visualização; Escrita - rascunho original; Escrita - revisão

e edição.

LIL: Conceituação; Análise formal; Investigação; Metodologia; Supervisão; Validação; Visualização; Escrita - rascunho original; Escrita - revisão e edição.

LTC: Conceituação; Investigação; Metodologia; Escrita - rascunho original.

PCMF: Supervisão; Validação; Visualização.

SCS: Conceituação; Investigação; Metodologia; Escrita - rascunho original.

Declaração de conflito: Nada foi declarado.

SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA NO PROGRAMA HABITACIONAL VENEZUELANO GMVV: SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS NO RESIDENCIAL CIUDAD TIUNA, CARACAS-VE

ANDRADE SERRANO ORIANA, M. Sc | UFAL
ALEXANDRE MÁRCIO TOLEDO, Dr. | UFAL

1. INTRODUÇÃO

O ideal de progresso da era industrial, baseado na infinidade de recursos, refletiu-se com maior força no setor da construção civil, do que a ideia da sustentabilidade. No entanto, na atualidade, com o aquecimento global, produzido em grande parte pelo uso indiscriminado de energia fóssil, essa visão tem perdido validade, abrindo espaço a outras formas energeticamente mais sustentáveis de abordar a prática construtiva, como a Arquitetura Bioclimática, os Edifícios de Energia Zero e a Arquitetura Regenerativa. Assim, a presente dissertação de mestrado em arquitetura e urbanismo objetiva avaliar o impacto da incorporação de estratégias e parâmetros de desenho pertinentes à sustentabilidade energética no mais recente Programa Habitacional Venezuelano, a GMVV.

2. MÉTODO

A pesquisa com foco na observação do desempenho energético, utiliza o procedimento de simulação computacional sobre uma situação tipo do Programa, para a avaliação comparativa de três cenários de desempenho: (i) Cenário Base - com as características de desempenho originais do caso modelo; (ii) Cenário Modificado 1 - com a incorporação de estratégias bioclimáticas e de eficiência de equipamentos para a otimização do consumo; (iii) Cenário Modificado 2 - com a incorporação de 396 módulos fotovoltaicos na cobertura e ¼ da energia dos 1992 módulos instalados no estacionamento para a redução das emissões de CO₂. Utilizou-se como Caso Modelo o Edifício Tipo C do Residencial *Ciudad Tiuna* em Caracas-Venezuela, o software *Climate Consultant 6*® de apoio na definição das diretrizes de modificação e o *Ecodesigner* do *Graphisoft Archicad 23*® para a simulação termo energética.

3. RESULTADOS

O Cenário Base apresentou consumo de energia de 132,39 kWh/m²a, emissão de CO₂ de 14,42 kg/m²a, e a limitação de 7.649 h/a (87% das horas do ano) de desconforto por calor). Sendo o ganho solar (44,7%) e a iluminação e equipamentos (41,03%) as principais fontes de ganho energético na edificação. O Cenário Modificado 1, mostrou uma redução de -33% do consumo energético global obtido no Cenário Base, com maior porcentagem de redução para o uso de equipamentos e iluminação; -52,2% das horas com necessidade de refrigeração; e, 6,1% das emissões de CO₂. Já no Cenário Modificado 2, a porcentagem de redução das emissões de carbono alcançou -20,5% em comparação às emissões do Cenário Base.

4. CONCLUSÕES

A sustentabilidade energética na GMVV passa assim pela incorporação de práticas bioclimáticas que permitam aproveitar os fluxos naturais de energia no local, minimizando o ganho de calor solar e permitindo que as correntes de ar naturais resfriem os espaços internos e eliminem o excesso de umidade; um perfil de consumo mais eficiente que procure o uso de ventiladores para favorecer as perdas de calor, uso de luminárias LED, diminuição de uso de secadora de roupa com garantia de espaços para a secagem natural, e preferência pelos equipamentos mais eficientes, à gás quando possível, e sempre que acompanhados com sistemas alternativos de geração de energia (fotovoltaica no caso da Caracas) e parcelas de vegetação com folhagem para favorecer a diminuição do impacto dos gases de efeito estufa gerados no funcionamento das edificações.

REFERÊNCIAS

SERRANO, O.Y.A. Sustentabilidade energética no programa habitacional venezuelano GMVV: Simulação de cenários no residencial Ciudad Tiuna, Caracas- VE. Dissertação (Curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal de Alagoas, Maceió. 2022

EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE EM ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA/GO (1985-2020)

ESTÉFANE DA SILVA LOPES | UFG

1. INTRODUÇÃO

A formação das cidades e consequente urbanização ao longo dos séculos tem feito com que cada vez mais resíduos sejam gerados. Esta geração é influenciada diretamente pela urbanização, industrialização que faz com que os resíduos tenham uma caracterização cada vez mais diversa. A urbanização resulta também no acréscimo da produção de gases de efeito estufa (GEE), que são grandes retentores de calor e um dos maiores responsáveis pelo aumento da temperatura terrestre (LINS *et. al.*,2020).

Ainda segundo o autor, que diz respeito a realidade vivenciada pelas cidades a falta de tratamento ou a disposição final precária de resíduos sólidos domiciliares, que podem acarretar na disseminação de doenças, no favorecimento da presença de catadores, na contaminação do solo e das águas subterrâneas e superficiais, aumento da temperatura local e poluição do ar pelo gás. O método mais seguro e viável de disposição final destes resíduos sólidos é o aterro sanitário.

2. METODOLOGIA

A metodologia constitui-se em revisão bibliográfica, estudo de campo, coleta de dados, análises de dados meteorológicos obtidos junto ao Banco de Dados Meteorológicos (BDMEP) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), registrados pela Estação Climatológica e Meteorológica de Goiânia (Código 83423), que registrou dados de temperatura do ar. Havendo a utilização das Tecnologias: Google Earth Pro, imagens de satélite, QGIS, Portal DGI INPE com o Satélite LANDSAT 8, Sensor OLI, faixas espectrais de radiação.

3. RESULTADOS

Para gerar as imagens de temperatura de forma a analisar as mudanças no tempo foi preciso considerar um espaço temporal de pelo menos 5 em 5 anos.

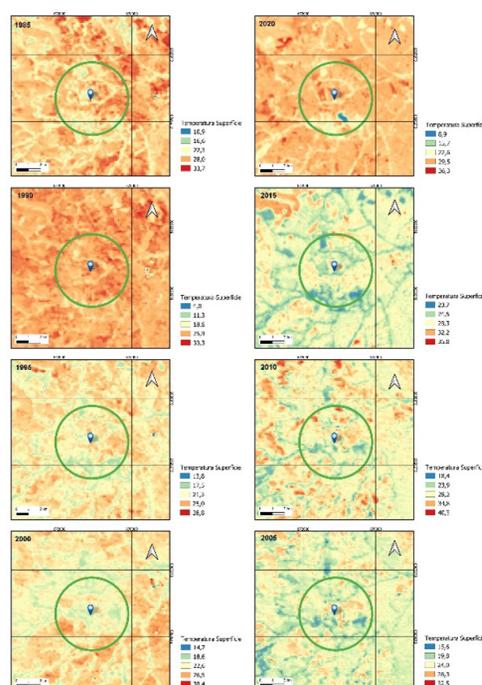


Figura 01: Mapas de temperatura referente à área do Aterro de Goiânia.
Fonte: Arquivo pessoal (2021).

A imagem acima com a dinâmica temporal corresponde à área onde está localizado/do Aterro de Goiânia representado pelo marcador azul e seu entorno, tendo nesta escala quadras residenciais e comerciais e partes de setores que o rodeiam.

4. CONCLUSÃO

De um modo geral, observou-se que as áreas com maiores concentrações de matéria orgânica apresentaram maior incidência de temperatura, fato este justificado pela emissão de gases gerados pela decomposição da matéria orgânica responsáveis pela geração de gases como gás carbônico e metano.

Por fim, sugere-se como pesquisa futura um levantamento da temperatura em pontos de diferentes

morfologia de Goiânia e em pontos dentro do aterro sanitário de Goiânia com o intuito de mapear e confirmar se existe o aumento da temperatura do ar nos aterros de Goiânia, visto que comprova-se que quanto a temperatura de superfície terrestre obtida por meio de imagem termal Landsat 8 existe sim um aumento de temperatura, registrando cerca de 1,4°C na temperatura de superfície em relação ao período de (1985 a 2020).

REFERÊNCIAS

Lins, E.A.M.; Lima, C.R.; Silva, J.V.M.S (2020). **Geração de ilhas de calor em um aterro sanitário**. Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental.

ENTREVISTA COM: LISIANE LIBRELOTTO

*EM BUSCA DA SUSTENTABILIDADE:
ALTERNATIVAS PARA EDIFICAÇÕES E CIDADES*



RESUMO

Esta edição, é a primeira da série que traz como entrevistados os editores da revista MIX Sustentável: Paulo Cesar Machado Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto. Ambos têm dedicado sua trajetória acadêmica à sustentabilidade. Enquanto pesquisadores, suas formações em engenharia e atuação nas ciências sociais aplicadas, guardam muitas semelhanças, principalmente na busca por alternativas mais sustentáveis de produção. Nessa edição a professora e pesquisadora Lisiane Ilha Librelotto destaca os pontos de sua trajetória acadêmica que lhe conduziram a atuação em pesquisa-ensino-extensão com a sustentabilidade. Enquanto engenheira civil, Lisiane centrou sua atuação no setor de edificações, buscando soluções que possam conduzir à redução de impactos ambientais e a uma gestão para a sustentabilidade. Juntos, os professores compartilham sua trajetória na condução do Grupo de Pesquisa Virtuhab e em outros importantes projetos, como a editoração da Mix Sustentável e a promoção anual do evento ENSUS - Encontro de Sustentabilidade em Projeto.

PALAVRAS-CHAVE

Sustentabilidade, Design, Arquitetura, Engenharia.

ABSTRACT

This edition includes as interviewees the editors of MIX Sustentável: Paulo Cesar Machado Ferroli and Lisiane Ilha Librelotto. Both have dedicated their academic careers to sustainability. As researchers, their academic backgrounds in engineering and applied social sciences have many similarities, especially in the search for more sustainable production alternatives. In this issue, the professor and researcher Lisiane Ilha Librelotto highlights the points in her academic career that led her to work in research-teaching-extension with sustainability. Lisiane Ilha Librelotto, as a civil engineer, concentrates her activities in the building sector, seeking solutions that can lead to the reduction of environmental impacts and management for sustainability. Together, the professors share their trajectory in conducting the Virtuhab Research Group and in other important projects, such as the publishing of Mix Sustentável and the annual promotion of the event ENSUS - Encontro de Sustentabilidade em Projeto (Meeting for Sustainable Projects).

KEYWORDS

Sustainability, Architecture, Design, Engineering.

A minha trajetória profissional, assim como a de Paulo, está intrinsecamente relacionada ao caminho acadêmico. Dessa forma, enfatizo alguns aspectos que transcorreram sob o meu ponto de vista e me conduziram à atuação com a sustentabilidade. Vou percorrer essa história desde o início da formação, que pouco a pouco foi consolidando meu perfil voltado para a sustentabilidade. Ressalto também alguns aspectos enquanto mulher atuando como mãe, esposa, profissional e a gestão compartilhada do lar.

Como era comum em nossa época, a escolha profissional ocorria muito cedo. Como aluna, durante o primeiro e segundo graus (hoje ensino fundamental e médio) de escolas públicas, aos 16 anos, interrompi o final do meu terceiro ano escolar e fui para Santa Maria, fazer o pré-vestibular intensivo para tentar uma vaga na UFSM. Como já havia atingido de forma antecipada a média escolar mínima para concluir o ano, essa era uma prerrogativa que a escola Annes Dias, de Cruz Alta, nos relegava, para que pudéssemos reforçar nossos estudos. Voltávamos apenas para fazer as provas finais. Assim, fui, também, ainda uma menina, morar sozinha e conquistei minha tão sonhada independência aos 16 anos. Como uma das poucas universidades federais do interior do Rio Grande do Sul, havia ainda a UFRGS e UFPEL, Santa Maria acabava por ser o destino de quase todos os jovens das pequenas cidades do interior.

Ingressei, em janeiro de 1991, no curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria, através de processo seletivo, oriunda da rede pública estadual de ensino. Naquela época não existiam cotas e a vaga era bastante concorrida, cerca de seis candidatos por vaga na engenharia civil. Com dezessete anos recém feitos, iniciei meu caminho na faculdade de engenharia.

Foi no curso de engenharia civil que dei meus primeiros passos na pesquisa, com bolsa da FIPE, e entrevistei os colaboradores de 7 empresas construtoras da cidade de Santa Maria, com o intuito de verificar a sua qualidade de vida, em tempos onde este assunto estava despontando no cenário científico nacional. Acho que essa atividade também me despertou e passei de uma aluna displicente e pouco disciplinada, nos dois primeiros anos do curso, a uma aluna bastante dedicada. Dessa pesquisa resultou a primeira publicação na forma de um resumo na Jornada de Iniciação Científica da UFSM. Descobria assim, minha vocação e iniciativa para a ciência. Posteriormente, em 1996, a mesma pesquisa, em parceria com uma mestranda originou o primeiro de muitos artigos publicados no ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção.

(LIBRELOTTO; DENARDIN, 1995 e OLIVEIRA; LIBRELOTTO; DENARDIN, 1996).

Seguindo minha trajetória, estagiei em empresas construtoras, acompanhei e executei obras, elaborei orçamentos para participar de licitações, realizei o cálculo de áreas e estimativa do custo para Incorporações Imobiliárias, elaborei projeto hidrossanitário e de edificações e ainda assumi alguns empregos sem carteira assinada. Na época, a preferência do emprego de mulheres na construção era para atividades no escritório. Acho importante reforçar que a busca pela sustentabilidade tem muito a ver com equidade e desde cedo busquei meu espaço. Havia bastante preconceito, pois segundo ouvi em uma entrevista de emprego, nossa presença (de mulheres engenheiras) em obras distraía os trabalhadores. Não foi só uma vez que ouvi afirmativas como essa, que muito me causavam indignação. Depois de graduada, cursei a especialização em Gestão da Qualidade, na UFSM e a carreira acadêmica começava a despontar como uma alternativa. Gostava bastante da prática profissional e mesmo enquanto fazia a especialização, seguia construindo e trabalhando. Essa pesquisa foi muito importante pela vocação e pela atuação na dimensão social da sustentabilidade.

Duas das experiências profissionais pelas quais passei, uma em empresa que estava em processo de concordata e outra, da construção civil, que começou a lançar empreendimentos para captar recursos sem conseguir entregar os imóveis, alertaram-me para a importância da gestão empresarial e gerência do processo produtivo. A empresa construtora acabou falindo por ingerência administrativa, embora a qualidade da construção alcançasse parâmetros médios da região. Foi pelo mesmo caminho a indústria de máquinas e equipamentos.

Ao desenvolver o projeto arquitetônico e complementares de um edifício com dois blocos de três pavimentos, na cidade de Ijuí- RS, do qual assumi a responsabilidade, também, pela execução e toda gerência físico-financeira do empreendimento, que perdurou por um ano e meio, começaram a surgir as primeiras indagações sobre como a atividade da construção poderia ser diferente. Foi na atividade de gestão desta obra que encontrei inspiração para a elaboração da monografia de especialização em Qualidade e Produtividade, pela UFSM, cujo título foi “Custos na Construção Civil: um Estudo de Caso”, defendida em junho de 1997, onde elaborei a estimativa de custo da obra que geri, através da NBR 12721 e comparei com o custo real. (LIBRELOTTO, 1997). Aqui se concretizava a primeira pesquisa na dimensão econômica da sustentabilidade.

Um fator pessoal também motivou a busca por um caminho que possibilitasse seguir junto com Paulo, meu companheiro nessa jornada. Eu o conheci em meu primeiro ano de faculdade, em 1991. Em 1992 já éramos namorados e em 1995, durante o período de estágios, estávamos separados. Ele, em Santa Catarina, e eu no Rio Grande do Sul. Nos víamos aos fins-de-semana e ficamos bastante nervosos com a situação.

Assim, transcorridos 2 anos, entre idas e vindas, estando por concluir a especialização, ingressamos juntos no mestrado em Engenharia de Produção na UFSC, no ano de 1997. O curso, naquela época, possuía o melhor conceito na área nacionalmente.

Encantei-me com a Engenharia de Produção, pelas possibilidades que oferecia à construção civil. Eram várias as aplicações que extrapolavam a visão tradicional da engenharia civil. Foram as temáticas discutidas pelo Professor Luiz Fernando Heineck, Roberto de Oliveira e Antonio Cesar Bornia que particularmente, influenciaram os rumos que daria a minha dissertação de mestrado. Ainda, dentro das questões do custo, coloquei de lado a proposta de desenvolvimento do orçamento operacional e investi pesado na idéia que hoje norteia o Estatuto das Cidades e a visão da sustentabilidade do meio ambiente urbano, que chamei de O Custo Global da Habitação, onde quantifiquei o custo das três dimensões da habitação: o abrigo (a construção física), a acessibilidade (diferentemente do que estabelece a NBR9050, defini a acessibilidade como o custo do deslocamento urbano para exercer as funções que uma cidade proporciona – habitar, recrear, trabalhar....) e a ocupação (custos da manutenção dos imóveis) para a região da Grande Florianópolis, além de relacionar tais custos com o grau de satisfação dos moradores, faixa de renda familiar, entre outras correlações. (LIBRELOTTO, 1999). Aqui dei os primeiros passos em busca de uma visão integrada, tentando estabelecer um rascunho do conceito de sustentabilidade.

Durante o mestrado, sem o auxílio de bolsa, como necessitava de meios para possibilitar o término do curso, iniciei minha carreira docente, como professora temporária (ACT) do Estado de Santa Catarina. Por quase dois anos ministrei aulas de física para o primeiro e segundo anos secundaristas no Colégio Estadual Irineu Bornhaussem.

Em 1997, engajei-me no GGC – Grupo de Gestão da Construção vinculado ao PPGE / UFSC, prestando consultoria para empresas construtoras na gerência de canteiros de obras. Participei do Projeto Alternativas para Redução de Desperdício de Materiais nos Canteiros de Obras: Avaliação do Processo de Execução – nas etapas

de alvenaria e revestimentos, em parceria com o SEBRAE, onde foram mensurados os desperdícios de 12 empresas construtoras de Florianópolis, além da proposta de alternativas para redução das mesmas. (GGC, 1998)

Reproduzimos um projeto semelhante com empresas construtoras de Balneário Camboriú. Atuei em projetos para Implementação de Procedimentos para Melhorias em Canteiros de obras - nas Fases Diagnóstico e, posteriormente, Implementação que contou com o envolvimento de 7 empresas construtoras de Balneário Camboriú. Em março de 1999 defendi minha dissertação de mestrado e um semestre depois encerrei a participação no GGC, para poder dedicar-me a nova etapa de minha vida profissional em franca expansão, a carreira docente no ensino superior. Trabalhei simultaneamente, durante 10 anos em duas universidades particulares, nos cursos de arquitetura e urbanismo, engenharia civil e design, o que me rendia uma jornada de trabalho de até 60 horas semanais e muitas viagens de Norte a Sul, pela BR101 em duplicação. 6 destes anos acumulei com o nascimento de meus dois filhos, numa rotina cansativa, de reservar leite, amamentar de madrugada, corrigir provas e me deslocar as cidades de Tubarão, Palhoça e Balneário Camboriú, além da própria Florianópolis, onde dava as aulas em engenharia, arquitetura e design e ainda cuidava de dois laboratórios.

Iniciei o doutorado, ainda em 1999, no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, um trimestre após a defesa de minha dissertação, também sem bolsa. Mantive o foco na construção civil agora na tentativa de responder uma pergunta que permanecia sem respostas para mim: o que leva ao baixo desempenho empresarial na construção civil? Por que grande parte das empresas apresentam um curto ciclo de vida? Como inserir em um contexto cada vez mais complexo, as questões ambientais urgentes? Acredito que somos um somatório de nossas experiências e dessa forma fui unificando as questões sociais com as econômicas e as ambientais que começavam a se destacar na pesquisa científica.

Assim, desenvolvi um modelo que considera a sustentabilidade no desempenho empresarial: o modelo ESA (LIBRELOTTO, 2005). O modelo considera as dimensões Econômica, Social e Ambiental (ESA), de forma a estabelecer o posicionamento das empresas da construção civil no setor de edificações, segundo a estrutura de mercado, conduta e desempenho empresarial (LIBRELOTTO, 2005). Utilizei como base as propostas de Porter (1991), o modelo Estrutura-Condução-Desempenho de Mason (apud Scherer e Ross, 1990); os modelos ECP-Triplo (Abreu, 2002), *Triple Bottom Line* (Elkington, 1998) e ECP-Ambiental proposto

por Abreu (2002); de responsabilidade social proposto por Borger (2001) e o de Oliveira (2002) para avaliação da sustentabilidade organizacional. Em 2005, usando o tempo da licença maternidade de meu primeiro filho para concluir meu doutorado, defendi minha tese.

Na vida de professora nas universidades particulares, desenvolvi muitos experimentos construtivos, junto com os alunos de cursos de arquitetura e urbanismo e engenharias, buscando por técnicas construtivas diferenciadas. As imagens das figuras apresentam alguns desses experimentos. Algumas publicações realizadas abordam esses experimentos (BESSA; LIBRELOTTO, 2022).



a)



b)



c)

- (a) Churrasqueira em forma de vaca feita em argamassa armada.
 (b) Árvore estilizada construída com resíduos.
 (c) Forno em terra sobre base de alvenaria inspirado na publicação do Arquiteto Descalço.

Imagens de Librelotto.

Passei por diversas disciplinas nas universidades onde atuei. De um modo geral, sempre a questão das técnicas construtivas e dos materiais, do planejamento e da gestão da sustentabilidade, foram aspectos que se sobressaíram nos conteúdos abordados.

Concomitantemente as atividades da docência, desenvolvi, em todas as universidades em que atuei, depois dos 22 anos de atuação docente no ensino superior, trabalhos que incluem orientações de diversas naturezas (TCCs, Mestrados, Doutorados e Pósdocs), participação em bancas, atividades de pesquisa e extensão tutoria e responsabilidade pelos laboratórios de materiais e de restauro.

Na forma de extensão atuei na proposta do Projeto Minha Casa pelo Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIVALI, a partir do ano de 1999, do qual fui a idealizadora, em parceria com o município de Balneário Camboriú. O projeto consistia em cadastramento, regularização e elaboração de projetos de imóveis situados nos bairros de Balneário Camboriú. O Projeto Minha Casa montava um stand no programa Agito no Bairro e os interessados em construir ou regularizar seu imóvel esclareciam suas dúvidas a respeito da construção e preenchiam um cadastro caso houvesse intenção de regularizar seu imóvel junto à prefeitura. Posteriormente uma equipe deslocava-se até o endereço, verificava o imóvel e elaborava os projetos para regularização junto à Prefeitura.

Junto com o Prof. Paulo Ferroli, em 2006, propusemos o ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Foram realizadas três edições do evento em 2007, 2008 e 2009, na cidade de Balneário Camboriú, no campus da UNIVALI. Em 2011 ingressei na UFSC por concurso público, e em 2016 retomamos o ENSUS, que no ano de 2023 realizará sua décima primeira edição, na UFSC em Florianópolis. Na mesma ocasião surgiu a revista MiG, que teve duas edições com publicações científicas, ainda na UNIVALI. Depois, já na UFSC, criamos a Revista Mix Sustentável em 2015, hoje com 8 anos de existência, 28 edições e mais de 340 artigos publicados, entre outras entrevistas de importantes pesquisadores da área da sustentabilidade e resumos de trabalho de conclusão de curso de graduação, mestrado e doutorado. (FERROLI; LIBRELOTTO, 2018; ENSUS, 2022; MIX SUSTENTÁVEL, OJS, 2022)

Outro projeto com início em 2011, que acabou por definir uma importante linha de atuação em minhas pesquisas foi o de “Deslizamentos, Inundações e os Processos de Construção e Urbanização em Bacias Hidrográficas”, sob coordenação da Prof. Regina Davison Dias. Nesta proposta foram mapeadas áreas de riscos e realizados trabalhos

de prevenção de riscos e desastres em comunidades vulneráveis.



Casa contêiner flutuante. Imagem de Librelotto.

O projeto de pesquisa desenvolvido com a FAPESC, que perdurou até 2009, foi a aplicação do modelo ESA para avaliação da sustentabilidade em empresas construtoras. Esta foi uma extensão do trabalho desenvolvido como tese de doutoramento. Tal proposta, o Modelo ESA, posiciona as empresas segundo uma inter-relação tridimensional, frente às três dimensões da sustentabilidade. A região para coleta de dados envolveu as cidades de Tubarão (sul do Estado de Santa Catarina), Balneário Camboriú (norte do Estado) e Grande Florianópolis. Também com o fomento da FAPESC, iniciou em abril de 2010 e perdurou até 2012, a proposta da seleção, catalogação e avaliação da sustentabilidade das tecnologias aplicadas a componentes de sistemas construtivos e projetos de habitação de interesse social para reassentamentos de populações atingidas por catástrofes ou sediadas em áreas de risco.

Durante minha atuação, passei por diversos núcleos e grupos de pesquisa, sendo eles: NEPAS (Núcleo de Estudos e Projetos de Arquitetura Sustentável, vinculado ao curso de Arquitetura e Urbanismo da UNISUL), SeaCon (vinculado ao curso de Engenharia Civil da UFSC) e ao NUGEOPEC (Núcleo de Geologia, Tecnologia e Gerência de Riscos para Catástrofes, vinculado ao Curso de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo da UNISUL). Até 2010, integrei o NP Design – grupo de pesquisa associado ao curso de Design Industrial da UNIVALI e posteriormente, ainda na UNISUL em 2010, criei o Grupo de Pesquisa Virtuhab, que depois transferei para a UFSC.

Foi no Virtuhab que minha carreira se consolidou, junto com o ENSUS, a revista Mix Sustentável (hoje Qualis

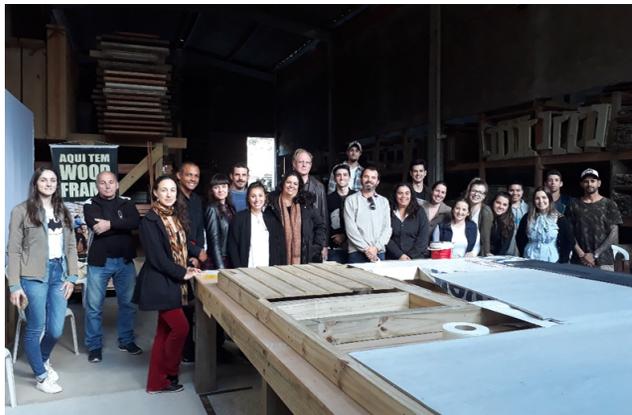
A3), a Materioteca (LIBRELOTTO; FERROLI, 2016; FERROLI; LIBRELOTTO, 2014; FERROLI e outros, 2017), a Construteca (LIBRELOTTO e outros, 2012), a Plataforma Infrashelter (CRUZ e outros, 2021) os jogos para desastres e acampamentos temporários planejados para refugiados (PRADO; LIBRELOTTO, 2022), a HQ em materiais e todas as pesquisas que seguimos desenvolvendo com materiais alternativos como o Bambu (LIBRELOTTO; OSTAPIV (Org), 2019), a Construção com Terra (LIBRELOTTO; BESSA, 2022), a Flexibilidade e a Sustentabilidade. Hoje um dos projetos mais importante que temos em andamento trata da aplicação do Modelo ESA-Building, derivado de minha tese de doutorado, no desenvolvimento de uma ferramenta para avaliação da sustentabilidade na Lagoa da Conceição, a USAT (*Urban Sustainability Assessment Tool*) que conta com o apoio da FAPESC e da CASAN. (USAT, 2022)



Construções de Modelos e Protótipos, Departamento de Arquitetura e Urbanismo – UFSC. Imagens de Librelotto.

Minha trajetória acadêmica com certeza não se encerra aqui. Mas encerro, sim, esta entrevista reforçando o conceito de sustentabilidade no qual acredito, onde o edifício sozinho, por mais tecnologia de que disponha para eficiência energética, gestão do uso da água e do ar, seleção de materiais de menor impacto ambiental entre outras estratégias, não pode ser realmente sustentável, sem que o meio urbano se integre a ele. Seria como uma árvore em um deserto. Na verdade as necessidades do bairro e da cidade é que devem ajudar a definir quais tecnologias devem ser incorporadas na edificação, onde a sustentabilidade não pode ser encarada como um kit ou pacotes de tecnologias. A sustentabilidade da edificação e dos assentamento humanos precisa ser gerida de forma integrada, com priorização das necessidades frente a recursos limitados que precisam ser implementados

conforme os requisitos da gestão e das prioridades locais. Também necessita ser vista como algo dinâmico, e não estático, onde as tecnologias podem ser introduzidas ao longo do ciclo de vida da edificação, conforme as prioridades e mudanças que ocorrem nas cidades, desde que tenham sido já pensadas em projetos mais flexíveis.



Rede de disseminação de tecnologias mais sustentáveis: Wood Frame.
Imagem de Rodrigo Vargas.

Aos 49 anos de idade, completos nessa semana, imagino que serão muitas, ainda, as contribuições que darei para o desenvolvimento da ciência na área das engenharias e ciências sociais aplicadas, atuando na pesquisa, no ensino e na extensão. Percebo o tema da sustentabilidade como o principal foco norteador de meus trabalhos, que sem dúvida, apresenta desdobramentos para o campo do conhecimento da construção civil, seja na área de desenvolvimento de componentes e diversificação construtiva para edifícios mais sustentáveis ou na inserção da sustentabilidade no projeto/ planejamento e execução das habitações. Para quem quiser saber mais, recomendo que busquem pelo Portal Virtuhab, onde todas as nossas atividades estão descritas. Sigo à disposição para contatos e parcerias. (VIRTUHAB, 2022)

REFERÊNCIAS

ABREU, Mônica Cavalcanti Sá de. Modelo de Avaliação da Estratégia Ambiental: Uma Ferramenta para a Tomada de Decisão. Florianópolis: PPGEF-UFSC, 2002. (Tese de doutorado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).

BESSA, SOFIA ARAÚJO LIMA; LIBRELOTTO, LISIANE ILHA. A importância das práticas construtivas nos canteiros experimentais em cursos de arquitetura e urbanismo. PARC: PESQUISA EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO, v. 12, p.e021028, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.20396/parc.v12i00.8660850>>

<<https://doi.org/10.20396/parc.v12i00.8660850>>

BORGER, Fernanda Gabriela. Responsabilidade Social: Efeitos da Atuação Social na Dinâmica Empresarial. São Paulo: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Departamento de Administração - Pós Graduação (USP), 2001. (Tese de doutorado). Disponível em <<http://www.pcc.usp.br>>. Acesso em janeiro de 2003.

CRUZ, T.N.S.; LIBRELOTTO, L.; CARBONARI, L.; ARAUJO, N. . CATALOGAÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DE CAMPAMENTOS PLANEJADOS - FUTURA PLATAFORMA INFRASHELTER. MIX SUSTENTÁVEL (ONLINE). , v. 7, p. 91-104, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.91-104>>

ELKINGTON, John. Cannibals With Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business. New Society Publishers. Gabriola Island BC: Canada, 1998. 407 p.

ENSUS. ANAIS ENSUS. 2022. Disponível em: <<https://ensus.paginas.ufsc.br/>>

FERROLI, P. C. M.; LIBRELOTTO, L. I. . Aplicação da extensão como elo entre a pesquisa e o ensino universitário através do congresso ENSUS. Revista de Extensão, v. 15, p. 39-55, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.5007/1807-0221.2018v15n30p39>>

FERROLI, PAULO CESAR MACHADO; LIBRELOTTO, LISIANE ILHA. Materioteca com enfoque em sustentabilidade no design de produtos. Arcos Design (Online), v. 7, p. 57-80, 2014. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/arcosdesign/article/view/9994>>.

FERROLI, P. C. M.; LIBRELOTTO, L. I.; VIDIGAL, M. F. ; SETTER, D. A. . Sistema de leitura integrada de amostras - site para classificação dos materiais em uma materioteca multidisciplinar. In: ENSUS 2017 - V Encontro de Sustentabilidade em Projeto, 2017, Florianópolis. Anais ENSUS 2017 - V Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Florianópolis: UFSC/Virtuhab, 2017. v. 1. p. 318-327. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/240239>>

GRUPO DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO. Alternativas para Redução de Desperdício em Canteiros de Obras. Caso da Grande Florianópolis. Fases de estrutura, alvenaria e revestimentos. Universidade Federal de Santa Catarina/SEBRAE. Florianópolis, 1998

LIBRELOTTO, L. Custos na Construção Civil: um Estudo de Caso Especialização em Gestão da Qualidade. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, Brasil, 1997.

LIBRELOTTO, L. I. O Custo global da habitação. Dissertação de Mestrado, PPGEF, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, Brasil,

1999. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228522681_O_Custo_Global_da_Habitacao

LIBRELOTTO, L. I. Modelo para Avaliação da Sustentabilidade na Construção Civil nas Dimensões Econômica, Social e Ambiental: Aplicação no Setor de Edificações. Tese de Doutorado. PPGEP. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2005.

LIBRELOTTO, L. I.; BESSA, SOFIA ARAÚJO LIMA . O papel do canteiro experimental na abordagem da arquitetura e construção com terra nos cursos de arquitetura e urbanismo.. In: Neves, Célia; Maranhão, Milena Fernandes; Lelis, Natália; Faria, Obede Borges.. (Org.). Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. 1ed. Tupã: ANAP, 2022, v. 1, p. 204-215. Disponível em: <https://www.academia.edu/81341732/Arquitetura_e_Constru%C3%A7%C3%A3o_com_Terra_no_Brasil>

LIBRELOTTO, L. I., DENARDIN, C. B. Qualidade de vida no trabalho dos operários da construção civil de Santa Maria, RS In: Jornada Integrada de Pesquisa, Extensão e Ensino, 1995, Santa Maria. p.949 – 949

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C. M.. Sistema de classificação e seleção dos materiais: leitura integrada de amostras físicas e catálogos virtuais em materioteca com ênfase na aplicação da ferramenta FEM e análise da sustentabilidade. Revista de Design, Tecnologia e Sociedade, v. 3, p. 119-133, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/design-tecnologia-sociedade/article/view/13657>

LIBRELOTTO, L. I.; OSTAPIV, F. (Org.) . Bambu: caminhos para o desenvolvimento sustentável no Brasil. 1. ed. Florianópolis: UFSC/Virtuhab, 2019. v. 1. 204p . Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/197060>>

LIBRELOTTO, L. I. ; Pinto, R. L. C ; Benvenuti, Alexandre Fabiano ; FERROLI, P. C. M. . Tecnologias: Sistemas Construtivos e Tipologia para Habitações de Interesse Social em Reassentamentos. In: Entac, 2012, Juiz de Fora. ENTAC: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Juiz de Fora, 2012. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2012/docs/0842.pdf>>

MIX SUSTENTÁVEL. 2022. Disponível em: <<https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/index>>

OLIVEIRA, C. S. P., LIBRELOTTO, L. I., DENARDIN, C. B. Diagnóstico da Qualidade de Vida dos Operários da construção Civil de Santa Maria. In: XVI ENEGEP, 1996, Piracicaba. A engenharia de produção e o processo de globalização da economia. , 1996.

OLIVEIRA, João Hélio Rigui de. M.A.I.S.: Método para Avaliação de Indicadores de Sustentabilidade Organizacional. Florianópolis: PPGEP-UFSC, 2002. (Tese de

doutorado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).

PRADO, A. B. C. ; LIBRELOTTO, L. I. ; CARBONARI, L. T. . Proposta de gamificação em desastres socioambientais: o jogo como simulação para a recuperação e resposta.. In: ENSUS 2022 - X Encontro de Sustentabilidade em Projeto, 2022, Marabá. Amazônia Internacional: um desafio em projetos. Florianópolis: Grupo de Pesquisa Virtuhab/UFSC, 2022. v. 10. p. 669-688.

PORTER, M. E.. Estratégia Competitiva: Técnicas para Análise da Indústria e da Concorrência. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991.

SCHERER, F. M.; ROSS, David. Industrial Market Structure and Economic Performance. 3. ed. Boston: Houghton Mifflin Company, 1990. 713 p.

USAT. Urban Sustainability Assesment Tool.2022. Disponível em:<<https://usat.paginas.ufsc.br/>>

VIRTUHAB. Portal Virtuhab. 2022. Disponível em: <<https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/>>