

# Cidade e Meio Ambiente

Organizadoras

Renata Cardoso Magagnin

Norma Regina Truppel Constantino

Sandra Medina Benini

Parcerias  
Institucionais



Organizadoras

**Renata Cardoso Magagnin**  
**Norma Regina Truppel Constantino**  
**Sandra Medina Benini**

# **CIDADE E MEIO AMBIENTE**

1ª Edição

ANAP  
Tupã/SP  
2019

## **EDITORA ANAP**

### **Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista**

Pessoa de Direito Privado Sem Fins Lucrativos, fundada em 14 de setembro de 2003.

Rua Bolívia, nº 88, Jardim América, Cidade de Tupã, São Paulo. CEP 17.605-310.

Contato: (14) 99808-5947 e 99102-2522

[www.editoraanap.org.br](http://www.editoraanap.org.br)

[www.amigosdanatureza.org.br](http://www.amigosdanatureza.org.br)

[editora@amigosdanatureza.org.br](mailto:editora@amigosdanatureza.org.br)

Editoração e Diagramação da Obra - Sandra Medina Benini

Revisão Ortográfica - Joselilian Miralha e Smirna Cavalheiro

### Ficha Catalográfica

M188c                      Cidade e Meio Ambiente/ Renata Cardoso Magagnin, Norma Regina Truppel Constantino e Sandra Medina Benini (orgs). 1 ed. – Tupã: ANAP, 2019.

150 p; il.; 14.8 x 21cm

Requisitos do Sistema: Adobe Acrobat Reader

ISBN 978-65-81469-04-7

1.Cidade 2. Meio Ambiente 3. Paisagem

I. Título.

CDD: 710

CDU: 710/49

Índice para catálogo sistemático  
Brasil: Planejamento Urbano e Paisagismo

## CONSELHO DE EDITORIAL

*Prof. Dr. Adeir Archanjo da Mota - UFGD*  
*Prof. Dra. Alba Regina Azevedo Arana - UNOESTE*  
*Prof. Dr. Alexandre Carneiro da Silva*  
*Prof. Dr. Alexandre França Tetto - UFPR*  
*Prof. Dr. Alexandre Sylvio Vieira da Costa - UFVJM*  
*Prof. Dr. Alfredo Zenen Dominguez González - UNEMAT*  
*Prof. Dra. Alina Gonçalves Santiago - UFSC*  
*Prof. Dra. Aline Werneck Barbosa de Carvalho - UFV*  
*Prof. Dr. Alyson Bueno Francisco - CEETEPS*  
*Prof. Dra. Ana Klaudia de Almeida Viana Perdigão - UFPA*  
*Prof. Dra. Ana Lúcia de Jesus Almeida - UNESP*  
*Prof. Dra. Ana Lúcia Reis Melo Fernandes da Costa - IFAC*  
*Prof. Dra. Ana Paula Branco do Nascimento – UNINOVE*  
*Prof. Dra. Ana Paula Fracalanza – USP*  
*Prof. Dra. Ana Paula Novais Pires*  
*Prof. Dra. Ana Paula Santos de Melo Fiori - IFAL*  
*Prof. Dr. André de Souza Silva - UNISINOS*  
*Prof. Dra. Andrea Aparecida Zacharias – UNESP*  
*Prof. Dra. Andrea Holz Pfitzenreuter - UFSC*  
*Prof. Dr. Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira - UFAM*  
*Prof. Dr. Antonio Marcos dos Santos - UPE*  
*Prof. Dra. Arlete Maria Francisco - FCT/UNP*  
*Prof. Dra. Beatriz Ribeiro Soares - UFU*  
*Prof. Dra. Carla Rodrigues Santos - Faculdade FASIPE*  
*Prof. Dr. Carlos Andrés Hernández Arriagada*  
*Prof. Dra. Carmem Sílvia Maluf - Uniube*  
*Prof. Dra. Célia Regina Moretti Meirelles - UPM*  
*Prof. Dr. Cesar Fabiano Fioriti - FCT/UNESP*  
*Prof. Dr. Cledimar Rogério Lourenzi - UFSC*  
*Prof. Dra. Cristiane Miranda Martins - IFTO*  
*Prof. Dra. Daniela de Souza Onça - FAED/UESC*  
*Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva - UNESP*  
*Prof. Dra. Denise Antonucci - UPM*  
*Prof. Dra. Diana da Cruz Fagundes Bueno - UNITAU*  
*Prof. Dr. Edson Leite Ribeiro - Unieuro - Brasília / Ministério das Cidades*  
*Prof. Dr. Eduardo Salinas Chávez - Universidade de La Habana, PPGG, UFGD-MS*  
*Prof. Dr. Edvaldo Cesar Moretti - UFGD*  
*Prof. Dra. Eliana Corrêa Aguirre de Mattos - UNICAMP*  
*Prof. Dra. Eloisa Carvalho de Araujo - UFF*  
*Prof. Dra. Eneida de Almeida - USJT*  
*Prof. Dr. Erich Kellner - UFSCar*  
*Prof. Dr. Eros Salinas Chávez - UFMS /Aquidauana Post doctorado*  
*Prof. Dra. Fátima Aparecida da Silva Iocca - UNEMAT*  
*Prof. Dr. Felipe Pessoa de Melo - Centro Universitário AGES*  
*Prof. Dr. Fernanda Silva Graciani - UFGD*  
*Prof. Dr. Fernando Sérgio Okimoto – UNESP*

Profa. Dra. Flávia Akemi Ikuta - UFMS  
Profa. Dra. Flávia Maria de Moura Santos - UFMT  
Profa. Dra. Flávia Rebelo Mochel - UFMA  
Prof. Dr. Flavio Rodrigues do Nascimento - UFC  
Prof. Dr. Francisco Marques Cardozo Júnior - UESPI  
Prof. Dr. Frederico Braidia Rodrigues de Paula - UFJF  
Prof. Dr. Frederico Canuto - UFMG  
Prof. Dr. Frederico Yuri Hanai - UFSCar  
Prof. Dr. Gabriel Luis Bonora Vidrih Ferreira - UEMS  
Profa. Dra. Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues - UFU  
Prof. Dr. Generoso De Angelis Neto - UEM  
Prof. Dr. Geraldino Carneiro de Araújo - UFMS  
Profa. Dra. Gianna Melo Barbirato - UFAL  
Prof. Dr. Glauco de Paula Cocozza - UFU  
Profa. Dra. Isabel Crisitna Moroz Caccia Gouveia - FCT/UNESP  
Profa. Dra. Jakeline Aparecida Semechechem - UENP  
Prof. Dr. João Cândido André da Silva Neto - UEA  
Prof. Dr. João Carlos Nucci - UFPR  
Prof. Dr. João Paulo Peres Bezerra - UFFS  
Prof. Dr. João Roberto Gomes de Faria - FAAC/UNESP  
Prof. Dr. José Aparecido dos Santos - FAI  
Prof. Dr. José Queiroz de Miranda Neto – UFPA  
Prof. Dr. José Seguinot - Universidad de Puerto Rico  
Prof. Dr. Josep Muntaniola Thornberg - UPC -Barcelona, Espanha  
Prof. Dr. Josinês Barbosa Rabelo - UFPE  
Profa. Dra. Jovanka Baracuhy Cavalcanti Scocuglia - UFPB  
Profa. Dra. Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro - FEA  
Prof. Dr. Junior Ruiz Garcia - UFPR  
Profa. Dra. Karin Schwabe Meneguetti – UEM  
Profa. Dra. Katia Sakihama Ventura - UFSCar  
Prof. Dr. Leandro Gaffo - UFSB  
Profa. Dra. Leda Correia Pedro Miyazaki - UFU  
Profa. Dra. Leonice Seolin Dias - ANAP  
Profa. Dra. Lidia Maria de Almeida Plicas - IBILCE/UNESP  
Profa. Dra. Lisiane Ilha Librelotto - UFS  
Profa. Dra. Luciana Ferreira Leal - FACCAT  
Profa. Dra. Luciana Márcia Gonçalves – UFSCar  
Prof. Dr. Luiz Fernando Gouvêa e Silva - UFG  
Prof. Dr. Marcelo Campos - FCE/UNESP  
Prof. Dr. Marcelo Real Prado - UTFPR  
Profa. Dra. Marcia Eliane Silva Carvalho - UFS  
Prof. Dr. Márcio Rogério Pontes - EQUOIA Engenharia Ambiental LTDA  
Profa. Dra. Margareth de Castro Afeche Pimenta - UFSC  
Profa. Dra. Maria Ângela Dias - UFRJ  
Profa. Dra. Maria Ângela Pereira de Castro e Silva Bortolucci - IAU  
Profa. Dra. Maria Augusta Justi Pisani - UPM  
Profa. Dra. Maria Gloria Fabregat Rodríguez - UNESP  
Profa. Dra. Maria Helena Pereira Mirante – UNOESTE  
Profa. Dra. Maria José Neto - UFMS  
Profa. Dra. Maristela Gonçalves Giassi - UNESC

*Profa. Dra. Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira - UFMT*  
*Profa. Dra. Martha Priscila Bezerra Pereira - UFCG*  
*Prof. Dr. Maurício Lamano Ferreira - UNINOVE*  
*Prof. Dr. Miguel Ernesto González Castañeda - Universidad de Guadalajara - México*  
*Profa. Dra. Natacha Cíntia Regina Aleixo - UEA*  
*Profa. Dra. Natália Cristina Alves*  
*Prof. Dr. Natalino Perovano Filho - UESB*  
*Prof. Dr. Nilton Ricoy Torres - FAU/USP*  
*Profa. Dra. Olivia de Campos Maia Pereira - EESC - USP*  
*Profa. Dra. Onilda Gomes Bezerra - UFPE*  
*Prof. Dr. Oscar Buitrago - Universidad Del Valle - Cali, Colombia*  
*Prof. Dr. Paulo Alves de Melo – UFPA*  
*Prof. Dr. Paulo Cesar Rocha - FCT/UNESP*  
*Prof. Dr. Paulo Cesar Vieira Archanjo*  
*Profa. Dra. Priscila Vargas da Silva - UFMS*  
*Profa. Dra. Regina Célia de Castro Ferreira - UEMA*  
*Prof. Dr. Renan Antônio da Silva - UNESP - IBRC*  
*Prof. Dr. Ricardo de Sampaio Dagnino - UNICAMP*  
*Prof. Dr. Ricardo Toshio Fujihara - UFSCar*  
*Profa. Dra. Risete Maria Queiroz Leao Braga - UFPA*  
*Prof. Dr. Rodrigo Barchi - UNISO*  
*Prof. Dr. Rodrigo Cezar Criado - TOLEDO Prudente Centro Universitário*  
*Prof. Dr. Rodrigo Gonçalves dos Santos - UFSC*  
*Prof. Dr. Rodrigo José Pisani - UNIFAL-MG*  
*Prof. Dr. Rodrigo Simão Camacho - UFGD*  
*Prof. Dr. Ronaldo Rodrigues Araujo - UFMA*  
*Profa. Dra. Roselene Maria Schneider - UFMT*  
*Prof. Dr. Salvador Carpi Junior - UNICAMP*  
*Profa. Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves - UNEMAT*  
*Prof. Dr. Sérgio Augusto Mello da Silva - FEIS/UNESP*  
*Prof. Dr. Sergio Luis de Carvalho - FEIS/UNES*  
*Profa. Dra. Sílvia Carla da Silva André - UFSCar*  
*Profa. Dra. Sílvia Mikami G. Pina - Unicamp*  
*Profa. Dra. Simone Valaski - UFPR*  
*Profa. Dra. Sueli Angelo Furlan - USP*  
*Profa. Dra. Tânia Paula da Silva – UNEMAT*  
*Profa. Dra. Tatiane Bonametti Veiga - UNICENTRO*  
*Profa. Dra. Vera Lucia Freitas Marinho – UEMS*  
*Prof. Dr. Vilmar Alves Pereira - FURG*  
*Prof. Dr. Vitor Corrêa de Mattos Barretto - FCAE/UNESP*  
*Prof. Dr. Xisto Serafim de Santana de Souza Júnior - UFCG*  
*Prof. Dr. Wagner de Souza Rezende - UFG*  
*Profa. Dra. Yanayne Benetti Barbosa*

## **ORGANIZADORAS DA OBRA**

### **Renata Cardoso Magagnin**

*Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1993), Mestrado em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (1999) e Doutorado em Engenharia de Transportes pela Universidade de São Paulo (2008). Atualmente é professora assistente doutora (ms3) do Curso de Graduação em de Arquitetura e Urbanismo e do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Atualmente é Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UNESP. Foi Coordenadora do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo no período de dez/2011-dez/2015 e Chefe do Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo no período de dez/2009-dez/2011. Tem experiência na área de Planejamento Urbano, com ênfase em Planejamento da Mobilidade Urbana, atuando principalmente nos seguintes temas: planejamento urbano, mobilidade urbana, planejamento de transporte, acessibilidade espacial, modos motorizados e não motorizados e métodos e técnicas de avaliação da acessibilidade no espaço urbano e no edifício.*

### **Norma Regina Truppel Constantino**

*Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Paraná (1979), mestrado em Planejamento Urbano e Regional Assentamentos Humanos pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (1994) e doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (2005). Professor assistente doutor da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho no Curso de Arquitetura e Urbanismo e no Mestrado Acadêmico em Arquitetura e Urbanismo. Aposentada (2019) mantém atuação como professor voluntário na mesma instituição. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Projetos de Espaços Livres Urbanos, atuando principalmente nos seguintes temas: paisagem urbana, paisagismo, espaços livres urbanos e história da cidade e do território.*

### **Sandra Medina Benini**

*Possui Graduação em Arquitetura e Urbanismo pela UNIMAR (1995), Graduação em Direito pela FADAP (2005), Graduação em Geografia pelo Claretiano (2014), Especialização em Administração Ambiental pela FACCAT (2005), Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela UNILINS (2008), Especialização em Direito Público com ênfase em Gestão Pública pela Faculdade IBMEC-SP (2019). Mestrado em Geografia pela FCT/UNESP (2009), Doutorado em Geografia pela FCT/CUNESP (2015), Doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, bolsista CAPES/Prosup (2016) e Pós-doutorado Arquitetura e Urbanismo pela FAAC/UNESP, bolsista PNPd/Capes (2017). Atualmente é professora da Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UNIVAG e do Mestrado Acadêmico em Arquitetura e Urbanismo Centro Universitário de Várzea Grande - UNIVAG em associação com a Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUC-Campinas. Tem experiência na área de Planejamento Urbano e Regional, Planejamento Ambiental e Direito Urbanístico, atuando principalmente nos seguintes temas: políticas públicas, política urbana, gerenciamento de cidades e gestão ambiental.*

## SUMÁRIO

**APRESENTAÇÃO** 09

**Capítulo 1**  
**TEORIA DOS CONFLITOS TRANSINDIVIDUAIS: UMA CONSTRUÇÃO** 11  
**TEÓRICA A PARTIR DE CASE STUDIES**

*Celso Maran de Oliveira; Isabel Cristina Nunes de Sousa*

**Capítulo 2**  
**URBANISMO +SUSTENTÁVEL - METODOLOGIA PROJETUAL PARA** 31  
**URBANIZAÇÃO DE BAIXO IMPACTO POR MEIO DO MANEJO DE**  
**ÁGUAS PLUVIAIS COM APLICAÇÃO DE LID (LOW IMPACT**  
**DEVELOPMENT)**

*Luciana Márcia Gonçalves; Fernando Cesar Rodi Bonfim*

**Capítulo 3**  
**DESAFIOS DE DESENHO E GESTÃO: AMBIENTES FLUVIAIS** 47  
**URBANOS APÓS REMOÇÃO DE FAMÍLIAS**

*Helena Bonfante Dal Bianco; Laura Machado de Mello Bueno*

**Capítulo 4**  
**OBSERVAÇÃO SOBRE A APROPRIAÇÃO E USO DE PRAÇAS EM** 65  
**CIDADES DE PEQUENO PORTE: ESTUDO SOBRE A PRAÇA 9 DE**  
**JULHO DE PARAGUAÇU PAULISTA (SP)**

*Renata Braga Aguilár da Silva; Renata Cardoso Magagnin*

<b>Capítulo 5</b> <b>PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE</b> <b>PLANEJAMENTO - CONSÓRCIOS INTERMUNICIPAIS DE RESÍDUOS</b> <b>SÓLIDOS</b> <i>Katia Sakihama Ventura; Danilo Rezende; Maria Eugênia Gonzalez</i> <i>Alvares</i>	<b>81</b>
<b>Capítulo 6</b> <b>PAINÉIS DE PARTÍCULAS PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DE</b> <b>ARBORIZAÇÃO URBANA</b> <i>Maximiliano dos Anjos Azambuja; Luana Serafim Lima da Silva</i>	<b>99</b>
<b>Capítulo 7</b> <b>CONFORTO TÉRMICO EM PROJETO PADRÃO:</b> <b>EFEITO DE ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS DA NBR 15220-3 NAS</b> <b>CRECHES PROINFÂNCIA TIPO B</b> <i>Augusto Yuji Nojima Spagnuolo; João Roberto Gomes de Faria</i>	<b>115</b>
<b>Capítulo 8</b> <b>AUTOMAÇÃO EM EDIFÍCIOS EDUCACIONAIS VISANDO O USO</b> <b>RACIONAL DA ENERGIA ELÉTRICA</b> <i>Carmelina Suquerê de Moraes; Roberto Apolonio</i>	<b>131</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b>	<b>149</b>

## APRESENTAÇÃO

A presente obra oferece um painel diversificado para todos aqueles que se interessam e trabalham com a cidade e o meio ambiente. Para sua identidade contribuem desde os fatores não criados pelo homem até as ações com as quais o homem marca e modifica o ambiente. Nesse sentido, o filósofo Rosario Assunto<sup>1</sup> entende que ambiente é mais que território, sendo “ambiente o território qualificado biológica, histórica e culturalmente. No ambiente existe o território acrescido de vida, da história, da cultura”, completando que o ambiente é o território vivo para o homem e vivido pelo homem.

No cenário contemporâneo diferentes assuntos podem vir a instigar os leitores, desde a questão do direito à cidade e os conflitos ambientais até os desafios de gestão a partir dos conflitos fluviais urbanos. Também é importante ressaltar a aplicação de uma metodologia projetual para a urbanização de baixo impacto por meio do manejo das águas pluviais e a utilização de uma metodologia para avaliação de uma praça de cidade de pequeno porte por meio de técnicas de observação e entrevistas. Outros capítulos evidenciam a utilização de protocolos de avaliação como instrumento de planejamento e a questão dos resíduos sólidos, passando pela reutilização dos resíduos de arborização urbana na produção de painéis. Os dois últimos capítulos trazem uma análise dos efeitos de estratégias bioclimáticas em creches e a questão da automação dos edifícios educacionais visando ao uso racional da energia elétrica.

Como normalmente acontece com as boas pesquisas, as contribuições aqui apresentadas apontam para muitos desdobramentos interessantes, podendo também ser utilizados por gestores públicos e, neste

---

<sup>1</sup> ASSUNTO, R. A paisagem e a estética. In: SERRÃO, Adriana Verissimo Serrão (coord.). *Filosofia da Paisagem: uma antologia*. Lisboa: Centro de Filosofia UL, 2011. p. 341-375.

sentido, fazemos votos que esta obra sirva de inspiração para muitos projetos.

Boa leitura!

Norma Regina Truppel Constantino

# Capítulo 1

## TEORIA DOS CONFLITOS TRANSINDIVIDUAIS: UMA CONSTRUÇÃO TEÓRICA A PARTIR DE *CASE STUDIES*

*Celso Maran de Oliveira*<sup>2</sup>  
*Isabel Cristina Nunes de Sousa*<sup>3</sup>

### 1 INTRODUÇÃO

Os municípios são palco de intensos e constantes conflitos ambientais, com afetação para um número significativo de cidadãos. Quando os conflitos extrapolam os limites políticos do município, a afetação mostra-se ainda mais premente e, em muitos momentos, a solução buscada por meio de um processo judicial encontra barreiras limitantes institucionalmente estabelecidas por regras processuais.

O fenômeno da intensa e descontrolada ocupação dos espaços urbanos tem estado presente na sociedade brasileira há décadas. Para Britto e Oliveira (2019, p. 690), “O universo humano contemporâneo situa-se em um ambiente (meio) urbano, em uma sociedade complexa, ostentando características comuns e também heterogêneas”. Esse quadro de maciça ocupação por uma sociedade complexa, e de forma desordenada, pode gerar conflitos de diversas naturezas, em especial as decorrentes das relações antrópicas com o meio ambiente em todas suas interfaces (natural, construído, trabalho e cultural).

Essa natureza de conflitos de interesses (ambientais) pode existir em um município, superando seus limites políticos na grande maioria dos

---

<sup>2</sup> Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental, Professor Adjunto do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos. E-mail: celmaran@gmail.com

<sup>3</sup> Mestre em Engenharia Urbana, pesquisadora do Grupo de Pesquisa CNPq/UFSCar Novos Direitos, Doutoranda em Geografia pela Universidade Estadual Paulista – UNESP (IGCE/Rio Claro). E-mail: sousa.isabelnunes@gmail.com

momentos, com afetação negativa aos direitos e interesses ambientais dos cidadãos de dois ou mais municípios, como no caso de municípios limítrofes, ou mesmo de uma região. No momento da busca pela resolução desses conflitos, e conseqüentemente do quadro de degradação ambiental, o ideal é que sejam buscadas soluções ambientais amplas, para todas as pessoas afetadas.

Nesse sentido, é papel do poder público garantir o direito à cidade sustentável, entendida, conforme disposição do Estatuto da Cidade, como “o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 2001, art. 2º, inciso I). Com isso, há uma gama de direitos fundamentais que devem ser garantidos pelo poder público no momento da consecução do direito à cidade sustentável (OLIVEIRA; MELNICKY, 2017), para que os cidadãos tenham garantidos seus direitos ao bem-estar (BRASIL, 1988, art. 182).

Embora todos esses direitos estejam constitucional e infraconstitucionalmente garantidos, as cidades normalmente enquadram-se em um *status* de profunda ilegalidade, em decorrência do não cumprimento dessas disposições legais, caracterizando a grande incidência de conflitos ambientais no âmbito municipal.

Quando se está diante de conflitos de natureza ambiental institucionalizados em um município, extrapolando ou não os limites políticos do mesmo, o poder público precisa aplicar os instrumentos de controle repressivo no sentido de restabelecer as funcionalidades ecológicas das cidades, seja adstrito à uma cidade quando sua incidência ocorre somente nesta, ou em toda a região abrangida pela degradação ambiental, quando se está diante de um quadro de dano ambiental que envolve dois ou mais municípios concomitantemente.

Diante da necessidade de aplicação desses instrumentos de controle repressivo, o poder judiciário desempenha papel vital no sentido de contar com ações de tutela coletiva à disposição para restabelecimento do *status quo ante*, bem como de punir os infratores. Porém, o âmbito de competência jurisdicional pode restringir o campo de abrangência da solução do conflito, mesmo diante de um conflito transindividual, por este extrapolar os limites políticos do município, com afetações negativas à

pessoas que podem não estar abrangidas pela jurisdição, mas são igualmente interessadas na solução.

No presente capítulo<sup>4</sup>, busca-se verificar a existência de casos perante o poder judicial (justiça federal), de ações de tutela coletiva do período de 2006 a 2016, que tragam elementos caracterizadores da teoria dos conflitos transindividuais, verificando se a abrangência dessas ações judiciais transindividuais na justiça federal é mais ampla do que na justiça estadual, em decorrência de sua competência para toda a Subseção Judiciária (15ª Subseção Judiciária), podendo servir de exemplo para futuros processos judiciais perante a justiça federal; possibilitando, também, a discussão sobre a competência da justiça estadual, para que esta igualmente possa buscar soluções transindividuais diante da caracterização de conflitos dessa natureza.

## **2 METODOLOGIA PARA COLETA DE DADOS**

As ações de tutela coletiva consultadas, foram obtidas junto à 15ª Subseção Judiciária do Estado de São Paulo, sendo que a coleta de dados iniciou-se após o envio de ofício, em que constava apresentação da pesquisa científica e requerimento de acesso à base de dados pelos pesquisadores.

No mesmo ofício também foi solicitado acesso físico aos processos judiciais, com o objeto sobre o meio ambiente em geral, sob o amparo da jurisdição federal, referentes ao período de 01 de janeiro de 2006 até 31 de dezembro de 2016, em situação ativos, baixados sobrestados e suspensos, consoante questionário de pesquisa previamente elaborado. Em resposta, a secretaria do Tribunal forneceu uma listagem com todos os processos do período da pesquisa (2006-2016). Porém, por se tratar da 15ª Subseção Judiciária do Estado de São Paulo, cuja abrangência envolve 12 municípios, na lista fornecida constavam processos de todas as cidades que a mesma engloba.

---

<sup>4</sup> Processo nº 2017/14163-7, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). "As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP".

Portanto, o número de processos judiciais apresentados pela secretaria do Tribunal foi de 33 conflitos institucionalizados na seara cível ambiental. Como a área de estudo da pesquisa restringia-se ao município de São Carlos-SP, foi necessário promover a triagem dos processos, de modo a selecionar somente os que envolvessem conflitos ambientais ocorridos no mencionado município, ou que o abrangesse, além de ações que estivessem em fase de cognição, sendo de natureza transindividual e com discussão da obrigação de reparação dos danos ao meio ambiente.

Em continuidade à triagem dos processos listados para identificação dos conflitos com as características citadas anteriormente, a equipe de pesquisadores foi orientada pelo Ministério Público Federal a acessar o sistema eletrônico do Tribunal Regional Federal, com a inserção do número completo do processo judicial, constante na lista fornecida pela secretaria do Tribunal. Desta forma, foi possível identificar dentre o histórico de andamento, peças processuais que pudessem fornecer o local de ocorrência do conflito institucionalizado perante a 15ª Subseção Judiciária do Estado de São Paulo. Por esse procedimento foram identificados cinco processos, sendo quatro ações civis públicas ambientais<sup>5</sup> e uma ação popular ambiental<sup>6</sup>.

Ainda na etapa inicial de levantamento documental no âmbito jurídico-institucional, foram feitas incursões presenciais ao fórum da 15ª Subseção Judiciária do Estado de São Paulo no município de São Carlos-SP, com o objetivo de acessar fisicamente os processos triados, ou digitalmente na base de dados de uso do poder judiciário federal. Com base em um formulário previamente elaborado, dados primários destes processos foram selecionados, tabulados e codificados (GIL, 2008; APPOLINÁRIO, 2012) em planilhas do *Microsoft Office Excel 2010*. Houve coleta dos dados com auxílio de computadores portáteis para registro e tabulação das informações, além de uma câmera digital e *smartphones* (com o aplicativo *CamScanner* instalado) para registro fotográfico das informações mais relevantes à pesquisa. Posteriormente, análises foram realizadas com auxílio da

---

<sup>5</sup> Processos: 0001195-08.2008.403.6115; 0000293-79.2013.403.6115; 0001700-86.2014.403.6115; 0002428-30.2014.403.6115.

<sup>6</sup> Processo nº 0002369-42.2014.403.6115.

estatística descritiva (APPOLINÁRIO, 2012), o que possibilitou a interpretação dos dados e a representação tabular das características dos conflitos.

### **3 IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS TRANSINDIVIDUAIS**

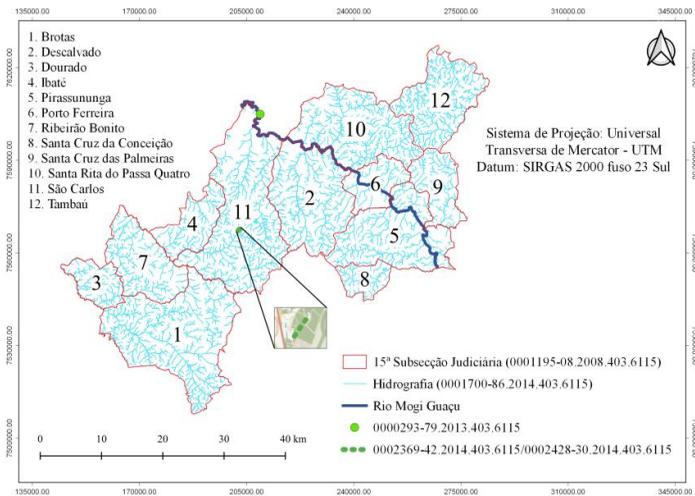
Os cinco processos judiciais perante a 15ª Subsecção Judiciária do Estado de São Paulo são conflitos ambientais que abrangem direta ou indiretamente o município de São Carlos-SP, e referem-se a ações de natureza civil, ou seja, de caráter protetivo e reparatório do meio ambiente. Os meios judiciais utilizados foram a ação civil pública (BRASIL, 1985) e a ação popular (BRASIL, 1965). Esses são os instrumentos processuais aptos para proteger e preservar o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações, podendo ser interpostos preventivamente ou em caso de ocorrência de danos ambientais (OLIVEIRA et al., 2019).

A ação popular ambiental é um direito a ser exercido por quem tem o *status* de cidadão (BRASIL, 1965, art. 1º; TRENNEPOHL, 2019), ou seja, quem esteja no gozo pleno dos direitos civis e políticos. No caso identificado, o exercício do direito ocorreu de forma litisconsorcial, com a presença no polo ativo da ação de nove cidadãos. Esses cidadãos buscaram, por meio do poder judiciário, a suspensão da supressão de vegetação ou da modificação de um fragmento do bioma Cerrado localizado em uma Instituição de Ensino Superior – IES de São Carlos-SP, suspensão dos efeitos da licença ambiental concedida pelo órgão licenciador estadual, e a suspensão de um processo licitatório. Porém, por se tratar de uma ação de tutela coletiva para solução de questão adstrita a conflito existente dentro dos limites políticos do município de São Carlos-SP, não se enquadra como sendo conflito transindividual.

As ações civis públicas podem ser intentadas por diversos legitimados (BRASIL, 1985, art. 5º; MANCUSO, 2019), porém, a totalidade das ações identificadas foi intentada por um mesmo ente - o Ministério Público. Este conta com atribuição constitucional de defesa dos interesses sociais e individuais indisponíveis, tornando-se essencial à função jurisdicional do

Estado (BRASIL, 1988, art. 127; MACEDO JÚNIOR, 2010; PEREIRA, 2019), embora não integre o poder judiciário brasileiro. A atuação do Ministério Público nas questões ambientais normalmente é iniciada com a instauração de Inquérito Civil, sendo que na condução do procedimento investigatório, pode-se chegar à composição de acordos, por meio do instrumento denominado Termo de Ajustamento de Conduta – TAC; quando não se chega ao TAC, e não é caso de arquivamento, o Ministério Público interpõe ação judicial de natureza cível chamada Ação Civil Pública. Do universo total de ações civis públicas ambientais identificadas, merecem destaque dois processos judiciais, que buscam a proteção do meio ambiente para além dos limites políticos do município em questão. São casos envolvendo afetação da flora na forma de queima controlada de palha de cana-de-açúcar<sup>7</sup> e ocupação irregular das margens de rios e córregos de domínio da União<sup>8</sup>. Em ambos os casos o Ministério Público Federal atua para a defesa e proteção em todo o território de jurisdição da 15ª Subseção Judiciária, ou seja, em seus 12 municípios, conforme demonstrado na figura 1.

Figura 1 – Conflitos ambientais transindividuais institucionalizados perante a 15ª Subseção Judiciária do Estado de São Paulo



Fonte: elaboração própria (2019).

<sup>7</sup> Processo nº 0001195-08.2008.403.6115.

<sup>8</sup> Processo nº 0001700-86.2014.403.6115.

É possível observar, na figura 1, dois conflitos no município de São Carlos-SP (11). Um deles refere-se à degradação de Área de Preservação Permanente (ponto verde) às margens de um rio federal (Mogi Guaçu, em azul escuro), ocasionado por atividade mineradora – 0000293-79.2013.403.6115, e o outro, que abrange dois processos - 0002369-42.2014.403.6115 e 0002428-30.2014.403.6115, diz respeito à construção de uma estrada (tracejado verde) para interligação entre duas IES.

Os demais conflitos ambientais institucionalizados referem-se aos processos judiciais que apresentam as características de conflitos transindividuais: 0001700-86.2014.403.6115 – ocupação nas margens de um rio federal (Mogi Guaçu) e demais cursos d’água de domínio da União nos 12 municípios abrangidos pela 15ª Subseção Judiciária do Estado de São Paulo (representado na imagem pela hidrografia, em azul claro, dos 12 municípios), e 0001195-08.2008.403.6115 – queima da palha da cana-de-açúcar em toda a extensão de competência da 15ª Subseção Judiciária (representado na imagem pelos limites, em vermelho, dos 12 municípios).

Referidos processos foram identificados na justiça federal, que encontra fundamento legal de sua competência para as questões ambientais na Constituição Federal (BRASIL, 1988, arts. 106 a 110). Segundo Oliveira *et al.* (2017, p. 67), “Este ramo do judiciário é competente para julgar e processar, de forma absoluta, as matérias listadas no artigo 109 e seguintes (CF/88), ficando a cargo da Justiça Comum processar e julgar as matérias que fujam do alcance do referido dispositivo constitucional, de forma residual”. Logo, isso é perfeitamente possível pelo fato de o cenário de discussão ser o judiciário federal, com jurisdição sobre 12 municípios, o que ficou demonstrado nos dois processos identificados na pesquisa.

Situação que poderia ser totalmente diferente no caso de discussão perante o judiciário estadual de assuntos ambientais tão alargados, uma vez que, por determinação da lei da ação civil pública, as ações devem ser propostas no foro do local onde ocorrer o dano, ou seja, em uma comarca específica, dentro da estrutura jurisdicional estadual, onde este juízo terá competência funcional para processar e julgar a causa (BRASIL, 1988, art. 2º).

Nesse sentido, os casos que apresentarem características de conflitos transindividuais poderão ter uma barreira legal na seara estadual,

determinada pelas normas de organização judiciária, mesmo diante de casos de danos ambientais que extrapolam os limites políticos dos municípios. Neste capítulo reflete-se sobre a atual situação das regras de organização judiciária diante de interesses essenciais ao exercício dos direitos fundamentais dos cidadãos, como é o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

A competência da justiça federal possibilita que casos comuns em dois ou mais municípios, dentro da área de jurisdição, possam ser levados conjuntamente para o poder judiciário, por se tratar de conflitos transindividuais, que provocarão discussões e resolução igualmente transindividuais. Embora seja demonstrado como ponto positivo, mesmo no caso da justiça federal, há necessidade de reflexões e aprimoramentos. Nesse sentido, ainda que seja possível que conflitos transindividuais sejam beneficiados pela competência funcional mais alargada (em número de municípios), poder-se-á estar diante de danos tão amplos que poderão extrapolar os limites de todos os municípios abrangidos pela jurisdição.

#### **4 CARACTERÍSTICAS DOS CONFLITOS TRANSINDIVIDUAIS IDENTIFICADOS**

Como visto na seção anterior, após a triagem dos casos, houve a identificação de dois processos judiciais que apresentam as características de conflitos transindividuais. Passa-se agora à descrição dos casos para, em seguida, proceder-se à discussão da teoria dos conflitos transindividuais.

Para esses casos, procedeu-se à identificação de seu assunto e tipologia legal. Para tanto, a equipe de pesquisadores elegeu duas normas jurídicas de referência para os conflitos ambientais, sendo estas o Decreto nº 6.514/08 e a Lei nº 9.605/98 (ambas trazem tipologias e sanções para casos de descumprimento). A partir disso, chegou-se aos seguintes assuntos e tipologias legais:

- a) conflito<sup>9</sup> com assunto “poluição e outros”, e tipologia legal pelo artigo 61 (BRASIL, 2008) e pelo artigo 54 (BRASIL, 1998). Trata-se de conflito institucionalizado perante a justiça federal, concernente à queima controlada da palha de cana-de-açúcar nas plantações sitas

---

<sup>9</sup> Processo nº 0001195-08.2008.403.6115.

na área de abrangência da 15ª Subseção Judiciária do Estado de São Paulo. Defende-se o direito transindividual ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, devendo levar em consideração que referida prática no exercício dessa atividade econômica (queima controlada da palha de cana-de-açúcar nas plantações dessa região) provoca consequências para a saúde humana, para a saúde do trabalhador, para as Áreas de Preservação Permanente - APPs, para os remanescentes florestais, para a flora e a fauna, bem como contribui para as mudanças na atmosfera, relacionadas à poluição do ar, ao efeito estufa e às mudanças climáticas.

Em decorrência dessa abrangência dos danos ambientais e a terceiros afetados (população e trabalhadores), pôde-se ampliar a tipologia legal aplicável, sendo igualmente tipificado no artigo 62, incisos I, II, VII e VIII (BRASIL, 2008) e artigo 54, § 2º, incisos I e II, § 3º (BRASIL, 1998).

A ação civil pública ambiental em questão, que discute a queima controlada da palha de cana-de-açúcar nas plantações situadas na área de abrangência da 15ª Subseção Judiciária (12 municípios), teve duração de 65 meses, desde a distribuição da petição inicial até a sentença em primeira instância. No decorrer do processo, houve o cancelamento das autorizações de queima controlada da palha de cana-de-açúcar nas plantações situadas na área de abrangência, emitidas em âmbito estadual, bem como a assunção do licenciamento pelo órgão ambiental federal licenciador, além da exigência de Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA previamente a tal prática, ante seus efeitos adversos ao meio ambiente e à vida de uma maneira geral. Posteriormente, houve a imposição, ao Estado de São Paulo, de que comprovasse o cumprimento dos dispositivos legais invocados, para que não fosse mais permitida a queima da palha de cana-de-açúcar a partir da colheita de nova safra, a não ser por meio do sistema mecanizado, segundo parâmetros a serem fixados pelo órgão ambiental federal licenciador. Para o julgador do caso não houve necessidade de produção de provas testemunhais ou periciais,

embora tenha sido protestado pela sua produção. A decisão foi baseada única e exclusivamente nas provas documentais juntadas aos autos.

Pôde-se constatar que a ação se fundava na premissa de que os órgãos estaduais responsáveis não atuavam de modo satisfatório na implementação e fiscalização de medidas de proteção ao meio ambiente quanto à queima da palha de cana-de-açúcar, razão pela qual invocou-se a atuação de órgão federal, tendo sido considerado legítimo, em decorrência da competência comum para a proteção ambiental estampada no art. 23, VI (BRASIL, 1988). Por este dispositivo constitucional, é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios o dever de proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas. Assim como preceitua, inclusive, o *caput* do artigo 225 (BRASIL, 1988), ao impor ao poder público, junto à coletividade, o dever de proteger e preservar o meio ambiente para a presente e futuras gerações.

Ademais, o § 1º do artigo 225 (BRASIL, 1988) estipula as obrigações do poder público para dar efetividade ao direito assegurado no *caput*, ou seja, direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, especialmente, para o presente caso, o de “exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade” (BRASIL, 1988, art. 225, 1º, inciso IV). O julgador lembrou que o artigo 225 (BRASIL, 1988) consagra o princípio da obrigatoriedade da intervenção do poder público, sem margem para discricionariedade.

A obrigatoriedade para o EIA/RIMA exige simplesmente a potencialidade de causar significativa degradação ambiental. Porém, os danos apontados e confirmados na petição inicial demonstraram a gravidade dos impactos ambientais causados pela queima da palha de cana, tais como: a) colocar em risco espécies ameaçadas de extinção; b) provocar a morte por queimaduras ou asfixia de animais que habitam os canaviais ou áreas adjacentes; c) reduzir a umidade relativa do ar a níveis que agravam/provocam doenças respiratórias

nas pessoas que habitam as localidades atingidas pela fumaça; d) prejudicar a saúde dos trabalhadores das lavouras de cana; além de: e) colocar em risco áreas de vegetação protegidas, bem como a vida das pessoas que trafegam pela região dos canaviais. Na medida em que esses fatos são provados nos autos, não há como ignorar a incidência do mandamento constitucional que impõe a obrigação ao poder público de exigir a apresentação do EIA/RIMA.

Ficou determinado que a competência para condução do licenciamento é do órgão ambiental estadual, ficando o ente federal com atuação em caráter supletivo, em consonância com o disposto nos artigos 13 a 16 da Lei Complementar 140/2011 (BRASIL, 2011).

Na discussão a respeito do pedido de indenização por danos morais, o julgador lembrou dos princípios de Direito Ambiental da responsabilização civil objetiva e do poluidor-pagador. Nos próprios autos do processo foi possível estabelecer o nexo de causalidade entre a emissão de licenças e autorizações pelos órgãos estaduais responsáveis, sem a exigência de licenciamento ambiental e de EIA/RIMA, e os danos ambientais decorrentes da queima da palha de cana-de-açúcar. Embora tenha sido estabelecido o nexo de causalidade, e a conseqüente responsabilização civil ambiental dos réus, por integrarem a Administração Pública, a indenização foi fixada em montante razoável, para preservação do interesse público.

Em relação às autorizações e licenças para a queima controlada da palha de cana-de-açúcar na área sob jurisdição da 15ª Subseção Judiciária, a sentença determinou ao órgão licenciador estadual e ao Estado de São Paulo, por meio de sua Secretaria do Estado do Meio Ambiente, mais precisamente da Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e de Proteção de Recursos Naturais, que se abstenham de conceder novas autorizações e licenças ambientais para a queima controlada da palha de cana-de-açúcar na área compreendida na Subseção sem a realização de licenciamento ambiental, precedido do devido EIA. Em caso de descumprimento foi estipulada pena de multa diária a ser revertida ao Fundo de Defesa dos Direitos Difusos.

Todas as licenças e autorizações expedidas sem licenciamento ambiental precedido do devido EIA foram declaradas nulas nas áreas abrangidas pela 15ª Subseção Judiciária. Ademais, declarou-se atribuição subsidiária do órgão ambiental federal para efetuar o licenciamento ambiental para as atividades que tenham como objeto a queima da palha de cana-de-açúcar na área compreendida pela 15ª Subseção Judiciária, observado o disposto nos artigos 13 a 16 (BRASIL, 2011), sendo que, em caso de descumprimento, foi estipulada pena de multa diária a ser revertida ao Fundo de Defesa dos Direitos Difusos.

Quanto ao EIA/RIMA, a decisão declarou obrigatória sua prévia exigência como condição para o licenciamento, devendo o estudo ambiental ser abrangente e considerar as consequências para a saúde humana, para os remanescentes florestais, para a flora e fauna, bem como a vedação da queima em áreas mecanizáveis. Em caso de descumprimento, foi estipulada pena de multa diária a ser revertida ao Fundo de Defesa dos Direitos Difusos.

Houve condenação dos réus Estado de São Paulo e do órgão licenciador estadual ao pagamento de danos morais, os quais deverão ser revertidos ao Fundo Federal de Direitos Difusos.

**b)** conflito<sup>10</sup> com assunto “flora”, e tipologia legal pelo artigo 43 (BRASIL, 2008), combinado com o artigo 38 (BRASIL, 1998). Trata-se de degradação de Área de Preservação Permanente - APPs de rios e demais cursos d’água federais existentes no território da 15ª Subseção Judiciária (12 municípios).

A ação civil pública ambiental discute a ocupação das margens dos rios e cursos d’água federais, especialmente para ranchos, em toda a jurisdição da 15ª Subseção Judiciária, e teve duração de 10 meses, desde a distribuição da petição inicial até a sentença em primeira instância.

---

<sup>10</sup> Processo nº 0001700-86.2014.403.6115.

O cerne principal do caso é a prática cultural na região de ocupação das margens de rios e lagos, o que ocorre na forma de ranchos de alvenaria para recreação, providos de estrutura física, compostos por edícula, escada de acesso ao rio federal e piscina; e a realização de atividades (econômicas ou não) em caráter permanente nessas áreas, com plantações, manutenção de depósito de entulho/materiais em geral, abertura de porto de areia, entre outras atividades causadoras de impactos ambientais. Essas ocupações são toleradas pela ré (órgão ambiental federal licenciador), que não atua de forma a impedir a perpetuação das ocupações ou mesmo em retirar essas ocupações irregulares ao longo das APPs. Nos autos, por meio das provas documentais apresentadas pelo autor da ação, não restaram dúvidas quanto à ocupação ilegal massiva de APPs, ocasionando impactos negativos diretos sobre o meio ambiente.

A sentença de primeiro grau de jurisdição foi com exame do mérito, com acolhimento do pedido feito pelo autor de determinar que a ré (órgão ambiental federal licenciador), no prazo de 120 dias, elaborasse e iniciasse a execução de um projeto de recuperação ambiental e regularização das APPs de rios e demais cursos d'água federais existentes no território da 15ª Subseção Judiciária, nos moldes do Plano Nacional de Atuação na Proteção Ambiental (PNAPA), de modo a viabilizar, se necessário, a efetiva imposição, pela própria autarquia, da sanção demolitória sem prejuízo de outras penalidades cabíveis, em cumprimento à determinação legal e regulamentar constante no art. 72, inciso VIII, da Lei nº 9.605/98, combinado com o art. 19 do Decreto nº 6.514/2008, além de apresentar justificativa plausível para a eventual permanência de tal ou qual imóvel ou atividade nas áreas em questão, sob pena da incidência inicial de multa diária, a ser revertida para o Fundo Federal de Direitos Difusos; a notificação pessoal do presidente da ré (autarquia federal), ou de quem lhe faça as vezes, para que adote as providências necessárias ao estrito cumprimento da decisão, no prazo de 120 dias, sob pena da incidência inicial de multa diária, a ser

revertida para o Fundo Federal de Direitos Difusos e de sua eventual responsabilização por improbidade administrativa.

## **5 A TEORIA DOS CONFLITOS TRANSINDIVIDUAIS A PARTIR DE CASE STUDIES**

Nos casos de conflitos transindividuais identificados foi possível notar o importante papel desempenhado pelo poder judiciário no sentido de adequar situações de ilegalidade (descumprimento da lei), por meio de seu poder coercitivo, após o respeito aos princípios do contraditório e da ampla defesa.

Os dados obtidos na pesquisa demonstram a intensa atuação do Ministério Público Federal como ente legítimo a defender interesses transindividuais relacionados ao direito de todos ao meio ambiente. Algo que merece destaque é que o Ministério Público Federal provovou uma discussão mais alargada dos conflitos, como ocorrido nos dois processos identificados. E, em ambos os casos, o poder público figura no polo passivo dos processos judiciais diante de suas responsabilidades ambientais.

A partir da análise dos dois casos, pôde-se chegar às características de um conflito transindividual como sendo: a) abrangência espacial do fato (dano, ou sua potencialidade); b) indeterminação inicial dos agentes; e c) reiterado cometimento da infração ambiental. Assim, um conflito transindividual é aquele em que é marcado além da natureza indivisível, ainda que as partes envolvidas sejam indeterminadas pela grande incidência de infratores, fazendo com que todos estes contribuam com a afetação negativa do ambiente de forma abrangente, e, portanto, ligadas por essas circunstâncias.

Na presente pesquisa foram identificados dois processos judiciais, em que se defendia o meio ambiente de práticas de ocupações de margens de rios, e também de práticas de queima da palha de cana-de-açúcar. Após a incidência de situação ilícita por inúmeros transgressores possivelmente determináveis, o Ministério Público acionou o poder judiciário para uma solução abrangente à toda a extensão diretamente afetada.

Normalmente, quando se defende o direito ao meio ambiente via processos judiciais, faz-se em nome de um direito transindividual, em face

de pessoas determinadas (diretamente ligadas ao fato), como pôde ser visto em alguns casos identificados na pesquisa. Mas, quando no conflito não é possível identificar facilmente todas as pessoas para que figurem no polo passivo de uma ação judicial, devido ao fato de ser uma prática movida por um número significativo de sujeitos (infratores), porém determináveis, surge a necessidade de resolver o conflito transindividual acionando alguém que a legislação ambiental considere responsável ambiental, podendo ser o próprio Estado, devido à sua obrigação constitucional e infraconstitucional que decorre da responsabilidade civil ambiental. Foi o ocorrido nos dois processos judiciais identificados na pesquisa, com o chamamento/acionamento do Estado para que promovesse ações resolutivas em 12 municípios, sem lhe furtar o eventual exercício do direito de regresso.

O incremento das ações de tutela coletiva para conflitos transindividuais, perante a justiça federal, poderá proporcionar maior celeridade para a resolução dos casos, uma vez que bastará acionar o poder público, em sendo possível estabelecer nexos causal com este, deixando para o momento *post processus* a identificação individualizada dos culpados.

Os conflitos transindividuais demandam discussões e soluções igualmente transindividuais. No decorrer desses conflitos a discussão transindividual perante o poder judiciário na seara cível deve proporcionar o estabelecimento do nexo de causalidade entre o dano ambiental (ou sua potencialidade) e o responsável por repará-lo, não necessariamente o infrator direto ligado à coisa, uma vez que este pode não ser determinável, mas aquele que inescusavelmente tem a obrigação de proteger e preservar o meio ambiente, no caso o próprio Estado, com suas obrigações previstas na Constituição federal e em normas jurídicas infraconstitucionais. Tendo o Estado o direito de recobrar de quem puder ser identificado e responsabilizado, por meio do exercício do direito de regresso. Sendo assim, a reparação do ambiente poderá ocorrer de modo mais célere.

Os conflitos transindividuais proporcionam soluções também chamadas de transindividuais, que beneficiarão de forma direta as pessoas próximas do fato danoso, e indiretamente a coletividade, de maneira mais abrangente e célere do que a solução de conflitos individualizados. Algo

importante nos casos analisados, visto que tanto a queima da palha da cana-de-açúcar quanto a degradação de APP suscitam impactos negativos diretos e indiretos.

Nesse sentido, a poluição do ar ocasionada pela queima da palha da cana-de-açúcar não é o único impacto gerado, apenas o mais evidente. As emissões provenientes dessa prática contribuem tanto para a piora na qualidade do ar local quanto para as alterações no clima global, e podem provocar efeitos danosos agudos e crônicos na saúde da população exposta (RIBEIRO; PESQUERO, 2010), visto que “a poluição do ar é principal fator de risco ambiental para a saúde e o único meio de evitá-lo é reduzindo seus níveis, ou seja, reduzir as emissões” (FAJERSZTAJN; VERAS; SALDIVA, 2016, p.11).

Nesse sentido, cabe mencionar que, para “assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades”, a meta 3.9 de um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS (Objetivo 3 - Boa Saúde e Bem-Estar) incentiva à redução substancial do “número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar, da água e do solo”. Complementarmente, a meta 11.6 do ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) propõe “reduzir o impacto ambiental negativo *per capita* das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros” (IBGE, 2019).

Igualmente, a degradação de APPs repercute na qualidade do ar e da água, uma vez que a substituição de cobertura vegetal por infraestruturas humanas diminui a retenção de água, em razão da redução da superfície permeável, o que limita a quantidade de umidade para evaporação e resfriamento do ar, além de impactar na incidência de inundações durante períodos chuvosos. Ademais, a redução de áreas verdes pode facilitar a propagação de mosquitos vetores de doenças, como o *Aedes aegypti*, visto a diminuição da diversidade de espécies (MEDEIROS-SOUSA *et al.*, 2017).

Algo que se relaciona diretamente com a meta 15.5 de um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS (Objetivo 15 - Vida Terrestre), que recomenda “tomar medidas urgentes e significativas para reduzir a degradação de *habitat* naturais, deter a perda de biodiversidade e, até 2020, proteger e evitar a extinção de espécies ameaçadas” (IBGE, 2019).

A caracterização da mencionada situação de conflito transindividual somente foi possível com o acionamento, pelo Ministério Público Federal nos dois processos, diante da competência da 15ª Subseção Judiciária, que possibilita atuação em todos os municípios abrangidos, e após uma intensa apuração em sede de inquérito civil ambiental.

Sendo assim, esses dois processos também chamam atenção para a necessidade de resolução de outros casos que também possam ser considerados conflitos transindividuais perante a justiça federal, e igualmente os que possam ser levados para discussão e solução perante a justiça estadual, que por regras procedimentais poderão apresentar barreiras para uma atuação semelhante em decorrência de sua competência de foro, salvo aplicação do disposto no artigo 93, II do Código de Defesa do Consumidor. Sugere-se que, diante dessas experiências relatadas, o poder público promova discussão para tornar possível que o judiciário possa resolver casos que tenham essas características de conflitos transindividuais, e que o poder público seja chamado a integrar o polo passivo de futuras ações de tutela coletiva que preencham os requisitos caracterizadores de conflitos transindividuais.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os conflitos ambientais normalmente não ficam adstritos aos limites políticos de um município, e quando esses casos são levados ao poder judiciário é preciso que este solucione o caso de degradação ambiental de forma ampla, para todas as pessoas afetadas, propiciando, assim, o respeito a seus direitos fundamentais.

O poder público é responsável por garantir o direito à cidades sustentáveis, porém, quando não se está diante dessa situação como, por exemplo, na ocorrência de conflitos ambientais, cabe ao poder público a aplicação de instrumentos de controle repressivo para restabelecer as funcionalidades ecológicas das cidades.

Quando o poder judiciário é chamado a resolver esses conflitos ambientais, precisa ser competente para os chamados conflitos

transindividuais, ou seja, aqueles que afetam negativamente o ambiente de dois ou mais municípios.

As características de um conflito transindividual são: a abrangência espacial do fato, indeterminação inicial dos agentes, e a reiteração no cometimento da infração ambiental. As discussões e soluções transindividuais devem igualmente existir nesses conflitos transindividuais, com o estabelecimento do nexo de causalidade para responsabilização civil, que poderá ser aquela pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que direta ou indiretamente tenha causado degradação ambiental, resolvendo-se o caso de forma mais célere e abrangente. A pesquisa identificou dois casos que apresentam as características de conflito transindividual. Ambos promovidos pelos Ministério Público Federal, e contra o poder público.

Outros casos que apresentem essas características de conflitos transindividuais poderiam ser demandados perante a justiça federal, sendo oportuna a rediscussão das competências jurisdicionais da justiça para solução de conflitos dessa natureza.

## REFERENCIAL

APPOLINÁRIO, Fabio. *Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa*. São Paulo: CENGAGE LEARNING, 2012.

BRASIL. *Constituição* (1988). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 05 out. 1988.

BRASIL. *Lei nº 4.717*, de 29 de junho de 1965. Regula a ação popular. Publicado no DOU de 5.7.1965 e republicado em 8.4.1974.

BRASIL. *Lei nº 7.347*, de 24 de julho de 1985. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (VETADO) e dá outras providências. Publicado no DOU de 25.7.1985.

BRASIL. *Lei 10.257*, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Publicado no DOU de 11.7.2001 e retificado em 17.7.2001.

BRASIL. *Lei Complementar 140*, de 08 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em

qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Publicado no DOU de 9.12.2011 e retificado em 12.12.2011.

- BRITTO, Marcel; OLIVEIRA, Celso Maran de. Participação popular e decisão política: uma crítica a ausência de justificativa do poder público. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, [S.l.], v. 8, n. 1, 688-712, 2019.
- FAJERSZTAJN, Laís; VERAS, Mariana; SALDIVA, Paulo Hilário Nascimento. Como as cidades podem favorecer ou dificultar a promoção da saúde de seus moradores. *Estudos Avançados*, v. 30, n. 86, 7-27, 2016.
- GIL, Antônio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: ATLAS, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Disponível em: <https://ods.ibge.gov.br/>. Acesso em: 28 mai. 2019.
- MACEDO, Silvio Soares; COHEN, Luís Fernando; DEGREAS, Helena Napoleon; QUEIROGA, Eugenio F. APPs urbanas uma oportunidade de incremento da qualidade ambiental e do sistema de espaços livres na cidade brasileira – conflitos e sucessos. *Anais do Seminário Nacional sobre Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano*, nº. 2, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2012.
- MACEDO JÚNIOR, Ronaldo Porto. A evolução institucional do ministério público brasileiro. SADEK, Maria Teresa (org.) In *Uma introdução ao estudo da justiça* [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2010, p. 65-94.
- MANCUSO, Rodolfo de Camargo. *Ação civil pública*, 15.ed. São Paulo: Saraiva, 2019.
- MEDEIROS-SOUSA, Antônio Ralph; FERNANDES, Aristides; CERETTI-JUNIOR; WILKE, André Barreto Bruno; MARRELLI, Mauro Toledo. Mosquitoes in urban green spaces: using an island biogeographic approach to identify drivers of species richness and composition. *Scientific Reports*, v. 7, n. 17826, 1-11, 2017.
- OLIVEIRA, Celso Maran; MELNICKY, Elaine Cristina da Cunha. Políticas públicas municipais participativas: reflexões sobre a função social das cidades. In: OLIVEIRA, Celso Maran (org.). *Novos Direitos: a interdisciplinaridade do Direito na sociedade contemporânea*. São Carlos: CPOI/UFSCar, 2017, p. 29-46.
- OLIVEIRA, Celso Maran; SANTOS, Camila Marques; RISTER, Carla Abrantkoski; VASCONCELLOS, Bruno José B. Resolução de conflitos ambientais urbanísticos por meio de ações civis públicas: estudo de caso de São Carlos-SP. In: Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro; Elisângela Medina Benini; Allan Leon Casemiro da Silva (org.). *Meio Ambiente: gestão e sustentabilidade*. Tupã: ANAP, 2017, p. 57-78.
- OLIVEIRA, Celso Maran; SOUSA, Isabel Cristina Nunes; ZANQUIM JUNIOR, José Wamberto; COLENCI, Pedro Luciano (org.). *Cidades (i)legais: análise comparativa dos conflitos ambientais urbanísticos em São Carlos - Brasil e Coimbra - Portugal*. São Carlos: UFSCar/CPOI, 2019.
- PEREIRA, Ilma de Paiva *et al.* O Ministério Público e o controle social no Sistema Único de Saúde: uma revisão sistemática. *Ciênc. saúde coletiva* [online]. 2019, vol.24, n.5, p.1767-1776.

RIBEIRO, Helena; PESQUERO, Célia. Queimadas de cana-de-açúcar: avaliação de efeitos na qualidade do ar e na saúde respiratória de crianças. *Estudos Avançados*, v. 24, n. 68, 255-271, 2010.

TRENNEPOHL, Terence. *Manual de direito ambiental*. 7. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

## Capítulo 2

### **URBANISMO +SUSTENTÁVEL - METODOLOGIA PROJETUAL PARA URBANIZAÇÃO DE BAIXO IMPACTO POR MEIO DO MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS COM APLICAÇÃO DE LID (LOW IMPACT DEVELOPMENT)<sup>11</sup>**

*Luciana Márcia Gonçalves*<sup>12</sup>  
*Fernando Cesar Rodi Bonfim*<sup>13</sup>

#### **1 INTRODUÇÃO**

A demanda por projetos urbanos mais sustentáveis, prevenindo menores impactos socioambientais, é cada vez maior, inclusive por orientação de uso das tecnologias de manejo sustentáveis dos recursos naturais e infraestrutura. Paralelamente ainda são poucas as experiências de projetos sistematizadas e analisadas para fins de estudos metodológicos. Neste contexto esse capítulo aborda, como parâmetro conceitual, os princípios de Low Impact Development (LID) para fins de desenvolvimento de projeto urbanístico. Desenvolve-se um cenário possível para a expansão de uso urbano mais sustentável com manejo pluvial de baixo impacto, em especial na área de expansão norte do campus universitário UFSCar/ São Carlos/SP, cujo entorno apresenta restrições de uso e preservação ambiental que configuram desafios a serem contemplados no processo de expansão da universidade. A metodologia baseia-se na aplicação de

---

<sup>11</sup> Este capítulo é fruto do mestrado de Fernando César Rodi Bonfim, orientado pelo prof. Dr. Ademir Pacelli Barbassa e coorientado pela profa Dra. Luciana Marcia Gonçalves no Programa Pós graduação em Engenharia Urbana / UFSCAR ( 2016).

<sup>12</sup> Doutora do em Planejamento Urbano FAUUSP/SP, professora /UFSCAR Programa de Pós graduação em Engenharia Urbana E-mail: arq.luciana.ufscar@gmail.com

<sup>13</sup> Mestre em Engenharia Urbana, Arquiteto e Urbanista. E-mail:rodiaarquitecto@gmail.com

procedimentos projetuais adaptados de referências bibliográficas para urbanização de baixo Impacto (LID) que visa à mimetização das características ambientais de pré-urbanização e uso de técnicas compensatórias de manejo de águas pluviais.

No Brasil, a população praticamente dobrou da década de 60 para a primeira década do século XXI, concentrada nos centros urbanos. O censo realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), mostrou mais de oitenta por cento dos brasileiros vivendo nas cidades. Isto, relacionado às práticas de crescimento econômico, resultam em elevados custos socioambientais que costumam ser transferidos para toda sociedade, com os benefícios do crescimento apropriados por uma minoria (RATTNER, 1999).

A intensificação do desenvolvimento urbano e tecnológico levou a obras de infraestrutura de grande porte, e isto inclui a construção de malhas viárias com extensas áreas impermeabilizadas, acarretando problemas de elevação das temperaturas, destruição das áreas verdes, maior quantidade de chuvas nestes locais em função da maior evaporação e como consequência trazendo um dos problemas mais graves que é a diminuição constante da drenagem natural das águas de chuva pelo solo. Esta situação trouxe consequências sérias, como alagamentos, enchentes, epidemias, destruição de bens materiais, levando durante os períodos de chuvas intensas, a constantes prejuízos socioeconômicos, sanitários e ambientais (RIGHETTO, 2009).

As consequências do impacto ambiental decorrente deste modelo de crescimento urbano, de acordo com Bellen (2004), manifestam-se, em escala e extensão crescentes, e requer a discussão quanto a propostas que busquem outros modelos de desenvolvimento de menor impacto e com mais equilíbrio com ambiente natural.

Ainda segundo Bellen (2004), estas percepções conduzem a um novo conceito, o de desenvolvimento sustentável, que dentre suas várias definições e atribuições, considera o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das gerações futuras. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro.

Este conceito acompanhado de uma reflexão a respeito do seu significado efetivo em áreas de nova urbanização e ou parcelamentos, embasou o desenvolvimento da metodologia projetual por meio da produção de cenários fundamentados na sustentabilidade ambiental e manejo das águas pluviais.

Segundo Alva (1997), nesta ótica de urbanização, os projetos urbanos devem considerar, desde a sua concepção até a sua manutenção, os princípios do desenvolvimento sustentável. Os esforços são pela manutenção de um equilíbrio ecológico e ambiental onde os atores deste processo contínuo de desenvolvimento global tomem consciência da necessidade de ações que diminuam os impactos.

Alva (1997) relata também que projetos que pretendem um desenvolvimento sustentável dependem também da gestão correta dos recursos naturais, entre eles destaca-se neste trabalho os recursos hídricos e águas pluviais, as condições climáticas, o solo, o relevo e a cobertura vegetal natural ou projetada.

Entre as principais razões da deterioração ambiental das cidades está a exploração descontrolada de seus recursos naturais, da não observância dos seus limites e da capacidade de suporte do ambiente às atividades urbanas. O desenho de cidades sustentáveis deve ser feito com soluções integradas e interdisciplinares, a fim de fazer frente aos complexos impactos ambientais. Para esse enfrentamento, se requerem novos enfoques e instrumentos com os quais se melhoram projetos e planos urbanísticos (FARRENY et. al., 2011).

## **2 SISTEMAS DE DRENAGEM DE BAIXO IMPACTO**

Projetos que visam menor impacto hidrológico do ponto de vista da drenagem pluvial, também requerem novos enfoques metodológicos, uma vez que a impermeabilização do solo destinado ao uso urbano e a consequente alteração do ciclo hidrológico gera um dos grandes impactos causados pelo processo de expansão urbana. A partir da década de noventa vários métodos que buscavam projetos de baixo impacto começaram a se desenvolver, é o caso dos conceitos: Low Impact Development (LID) nos

EUA, o Sistema de Drenagem Sustentável (SUDS), conceito desenvolvido inicialmente no Reino Unido, e o Water Sensitive Urban Design (WSUDS) de origem Australiana.

No caso do LID, quanto aos procedimentos de manejo das águas pluviais, destaca-se o uso de um conjunto de técnicas urbanísticas e de drenagem que visam manter o ciclo natural das águas, o mais próximo possível ao período anterior à urbanização em questão, através de estímulos químicos, físicos e biológicos (TUCCI, 2005). Dessa maneira, busca-se o escoamento das águas em condições adequadas ao meio ambiente, ou seja, a água infiltra, filtra, armazena, evapora e detém o escoamento junto à sua fonte. Além disso, se mostra como uma alternativa sustentável às questões da drenagem urbana, em especial por mitigar os impactos negativos ao sistema e os gastos com o tratamento das águas. Estrategicamente, seu objetivo de conservação dos processos hidrológicos e dos recursos naturais estimula a prevenção da poluição do solo e das águas (TAVANTI, 2009).

No cenário de baixo impacto desenvolvido com base nos princípios do LID privilegiou-se o gerenciamento integrado da ocupação urbana com o objetivo de mitigar ou compensar os danos ambientais por meio do uso de técnicas de manejo pluvial que visam imitar o meio ambiente de pré-urbanização.

### **3 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO**

A área escolhida para estudo é dentro dos limites territoriais do Campus da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, mais precisamente na área de expansão acadêmica, definida como AEN - Área de Expansão Urbana Norte, totalizando 64 Hectares, localizados dentro do perímetro urbano do Município de São Carlos a 250 km da capital do Estado de São Paulo.

Esta área está sob o regime proposto e aprovado pelo ZAU - Zoneamento Ambiental Urbano, integrante do Plano Diretor de Desenvolvimento Físico e Ambiental da UFSCar. A figura 1 destaca as 4 áreas que definem a ocupação do campus. Neste artigo destaca-se a possível ocupação prevista como área 2 – AEN.

Figura 1- Área 2- Área de Expansão Urbana Norte



Fonte: adaptado pelos autores do ZAU /UFSCar (2014)

### 3 DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA PROJETUAL

Para atingir o objetivo pretendido foi adaptado o método definido pelo Manual de Maryland (1999) como alternativa a integração do manejo de águas pluviais ao projeto urbanístico. Os parâmetros usados na caracterização e na demanda do projeto foram extraídos do ZAU - UFSCar.

Escolheu-se a área do extremo norte da Universidade por se tratar de área em fase inicial de urbanização, possibilitando a aplicação plena dos conceitos LID em cada fase projetual. Esta gleba não possui acesso a redes convencionais de drenagem com o agravante de ter em todo seu entorno áreas de proteção ambiental (unidades de preservação e cerrado). A fim de obedecer aos parâmetros urbanísticos da universidade foi detalhado quadro de área de uso e ocupação que foi utilizado no desenvolvimento do cenário.

Na sequência teve início o processo de desenvolvimento do cenário, onde a aplicação dos conceitos LID se deu em onze passos, conforme manual de Maryland (1999).

Passo 1 - Identificar Zoneamento, uso do solo e outras normas aplicáveis;

Passo 2 - Levantar condições de desenvolvimento e áreas protegidas;

Passo 3 - Reduzir áreas com movimentação de terra e retirada de vegetação;

Passo 4 - Utilizar digitais locais;

Passo 5 - Utilizar a drenagem e a hidrologia como elemento de projeto;

Passo 6 - Minimizar o total de Áreas Impermeáveis;

Passo 7 - Desenvolver planejamento integrado preliminar;

Passo 8 - Minimizar áreas impermeáveis diretamente conectadas;

Passo 9 - Modificar/Aumentar os caminhos de fluxo;

Passo 10 - Comparar hidrologia de pré e pós-desenvolvimento;

Passo 11 - Completar planejamento local de LID para alcançar as condições de pré-desenvolvimento.

Estes passos seguiram uma sequência objetiva de decisões projetuais com a finalidade de incorporação do manejo de águas pluviais ao método de baixo impacto.

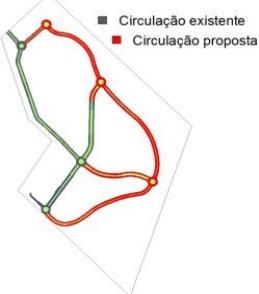
Na sequência estabeleceu-se uma configuração de cenário com espaços integrados ao desenho urbano, tais como adoção de áreas verdes protegidas, adesão do relevo natural no processo de desenvolvimento, aumento de áreas permeáveis, valorização da circulação não motorizada, e uma característica fundamental para o trabalho, que foi a adoção de áreas abertas para drenagem pluvial, integradas ao contexto urbanístico.

No décimo passo de desenvolvimento do método foi feita a comparação da situação de pré e pós-urbanização na qual se realizaram os cálculos hidrológicos para um tempo de recorrência de eventos extremos, ou tempo de retorno, segundo Baptista (M.B. et. al., 2005), de 10 anos para este tipo de urbanização. Nesse pré-dimensionamento compararam-se as vazões, os escoamentos e a capacidade de armazenagem para detenção, retenção e infiltração.

A seguir apresenta-se o quadro 1 que enumera os passos, descreve os procedimentos metodológicos norteadores, mostra os resultados projetuais físico territoriais, fases do projeto urbanístico segundo premissas do baixo impacto dos recursos disponíveis, além da mitigação e compensação como critérios do manejo de espaços com enfoque no cenário UrBIH – Urbanismo de Baixo Impacto Hidrológico.

Quadro 1: Quadro de Desenvolvimento do projeto - cenário UrBIH

PASSOS segundo LID	Descrição do procedimento metodológico	<i>Etapa projetual</i>
<p><b>PASSO 1</b> Identificação do Zoneamento, uso do solo e outras normas aplicáveis</p>	<p>Não há restrição sobre uso e ocupação do solo nesta área de estudo. Adotado o ZAU (Zoneamento ambiental urbano) como parâmetro do programa de necessidades urbanístico.</p>	
<p><b>PASSO 2</b> Criação de condições de desenvolvimento e de áreas protegidas</p>	<p>Criação de Áreas Verdes de Proteção (AVPs) para resguardar as áreas de proteção permanente, APPs, e as áreas de reserva legal que estão no entorno e no caminho natural do escoamento pluvial.</p>	

PASSOS segundo LID	Descrição do procedimento metodológico	Etapa projetual
<p><b>PASSO 3 - Movimentação de terra</b></p>	<p>Proposto um sistema viário que conserva as condições naturais do solo e valoriza o caminho natural da drenagem por meio de soluções que reduzem a compactação e mantém a topografia do local.</p>	 <p>■ Circulação existente ■ Circulação proposta</p>
<p><b>PASSO 4 – Identificação e Uso de digitais locais</b></p>	<p>O sistema viário respeitou o relevo, acompanhando o caminho natural das águas pluviais, preservando as condições naturais do solo e evitando obras estruturais de contenção.</p>	 <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Seta azul: direção da drenagem</li> <li>Seta verde: linha de corrente</li> <li>Área verde: Área vegetal de proteção</li> <li>Linhas verdes: Sistema viário principal</li> <li>Área amarela: Centro de Convenções</li> <li>Área cinza: IFSP</li> </ul>
<p><b>PASSO 5 - Usando a drenagem e a hidrologia como vetor de projeto</b></p>	<p>Definição das áreas não edificantes a fim de garantir a drenagem pelo solo vegetado. O sistema de drenagem interliga as áreas de circulação para pedestres e veículos não motorizados, definido pelo calçamento linear longitudinalmente interligado.</p>	 <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Linhas verdes: Rede de Calçada</li> <li>Áreas verdes: áreas não edificantes</li> <li>Áreas cinzas: áreas de circulação para pedestres e veículos não motorizados</li> <li>Área amarela: Centro de Convenções</li> <li>Área cinza: IFSP</li> </ul>

<p><b>PASSOS segundo LID</b></p>	<p><b>Descrição do procedimento metodológico</b></p>	<p><b>Etapa projetual</b></p>
<p><b>PASSO 5</b> Usando a drenagem e a hidrologia como vetor de projeto</p>	<p>5A Foram definidas áreas abertas para drenagem respeitando o traçado hidrológico. A circulação para pedestres e veículos não motorizados corta toda a área longitudinalmente interligando o sistema de drenagem.</p>	
	<p>5B Foram distribuídas ao longo da circulação, as edificações acadêmicas, implantadas respeitando a topografia e usando do recurso da verticalização para diminuição de áreas impermeabilizadas.</p>	
<p><b>PASSO 6</b> Minimizar o total de áreas impermeáveis</p>	<p>A complementação do sistema de circulação se dá por meio de vias secundárias para veículos, estacionamentos e vias de circulação de pedestres e ciclistas, reduzindo as áreas impermeáveis. O calçamento de um só lado da via também contribui para diminuir larguras.</p>	

PASSOS segundo LID	Descrição do procedimento metodológico	<i>Etapa projetual</i>
<p><b>PASSO 7</b> Planejamento Integrado preliminar - pré dimensionamento hidrológico</p>	<p>Nesta etapa foram escolhidas as TCs e realizados os pré dimensionamentos. O cenário contemplou: jardins de chuva, planos de infiltração, valas gramadas e valetas de infiltração.</p>	
<p><b>PASSO 8</b> Minimização das áreas impermeáveis diretamente conectadas.</p>	<p>Houve direcionamento do fluxo de drenagem das áreas pavimentadas para áreas de infiltração, com escoamento para áreas permeáveis. As edificações tiveram sua drenagem direcionada às áreas verdes do sistema permeável (AVPs e TCs).</p>	
<p><b>PASSO 9</b> Alterar e controlar os caminhos do escoamento</p>	<p>Para manter a drenagem natural foram utilizados os seguintes recursos: preservação de cobertura vegetal; áreas de infiltração no caminho do escoamento, e uso de TCs para diminuição da velocidade do escoamento superficial.</p>	

PASSOS segundo LID	Descrição do procedimento metodológico	<i>Etapa projetual</i>
<p><b>PASSO 10 - Comparar a hidrologia de pré e pós-ocupação</b></p>	<p>O dimensionamento hidrológico foi feito a partir da identificação das sub- bacias e foram considerados o tempo de concentração, o volume do escoamento superficial direto, a intensidade e a vazão de pico.</p>	
<p><b>PASSO 11 - Completar o método LID, se necessário.</b></p>	<p>Com o uso da drenagem e a hidrologia como vetores integrados do projeto urbanístico não houve a necessidade da utilização de sistemas mistos e sistemas convencionais de drenagem, tais como galerias etc.</p>	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As etapas definidas e descritas pelo manual de Maryland para uso do LID (1999) direcionam o desenvolvimento de projetos urbanísticos enfatizando a necessidade de manter ou mimetizar as características ambientais iniciais (pré-urbanização) de infiltração das águas pluviais.

A obtenção dos resultados se deu por meio da aplicação das diretrizes que enfocam a diminuição de áreas impermeáveis, verticalização das construções, desconexão de sistemas de escoamento pluvial canalizado, direcionamento das águas de chuva para áreas permeáveis entre outros. Após os passos iniciais de verificação, informação e conhecimento das condições ambientais locais, principalmente as condições hidrológicas, os passos posteriores se concentram no esforço de direcionar o projetista para

seguir suas orientações em projeto. Esses passos, por vezes repetitivos, reforçam os objetivos pretendidos e os dois últimos direcionam para a conferência do resultado com o método aplicado.

Em termos de procedimentos de projeto há uma inversão de direções e cotas de posicionamento dos elementos urbanos. Nos sistemas tradicionais o direcionamento da drenagem é orientado para as áreas impermeáveis, tais como vias de tráfego, que geralmente estão posicionadas em cotas mais baixas, atuando como calhas para recepção e escoamento com rapidez das águas de chuva para os sistemas de captação e condução nelas conectados. Estes sistemas são compostos na maioria das vezes de bocas de lobo e galerias subterrâneas, elementos construtivos que foram minimizados no cenário UrBIH, pois no sistema de baixo impacto, o direcionamento é das áreas impermeáveis para as áreas permeáveis, posicionadas abaixo das cotas de vias áreas de calçamento, sem elementos de separação ou transição, tais como guias e muretas de travamento, conectados de maneira contínua. É um resgate de estruturas naturais que foi perdido durante o processo contínuo e acelerado de urbanização com perfil higienista no qual os espaços verdes e o relevo, naturais de pré-urbanização, tinham sido afastados dos perímetros citadinos e utilizados para fins simplesmente estéticos nos modelos urbanos.

Os projetos de baixo impacto hidro ambientais propõe uma relação respeitosa com a natureza, de conhecimento e aproveitamento de seus valores e vantagens. Quanto mais próximo das condições de pré-urbanização, melhores condições de sustentabilidade poderão ser atingidas. Trata-se da valorização do ambiente natural na composição com o ambiente construído.

O cenário UrBIH, desenvolvido neste trabalho como exemplo de Urbanização de Baixo Impacto é importante como aplicação direta das etapas propostas de Maryland adaptadas à realidade brasileira para novas áreas de urbanização, principalmente em locais com fatores ambientais e condicionantes restritivas de entorno, como áreas de proteção ambiental, e condicionantes urbanísticas diferenciadas de área de expansão.

O resultado evidenciou a configuração do layout com características de formas orgânicas, principalmente em função do traçado que acompanha o caminho das águas pluviais no relevo natural. Esta configuração é fruto da

inclusão de parâmetros ambientais e hidrológicos no planejamento e no processo projetual de urbanização associados a parâmetros urbanísticos e do estudo detalhado da hidrografia local. A partir da valorização do comportamento hidrológico de pré-urbanização torna-se possível usar os recursos ambientais, urbanísticos, sanitários e hidrológicos em favor da urbanização de baixo impacto.

Por valorizar soluções integradas à paisagem, proporcionou-se maior proximidade e integração com os usuários do espaço. As técnicas compensatórias utilizadas valorizam e explicitam o funcionamento hidrológico. Por exemplo, o uso de planos, valas, e jardins de biorretenção, aplicados principalmente a partir do passo 5 detalhado em quadro do cenário UrBIH.

Nos caminhos para pedestres e ciclistas foram desenhadas soluções com uso de técnicas de drenagem como parte do paisagismo de entorno. Estas técnicas participam do cenário como uma extensão das vias e dos passeios, sem diferenças de nível como a utilização de guias e sarjetas. Há uma relação integradora com a paisagem em um cenário de vivência com valorização estética.

A utilização da drenagem pluvial como orientação do processo projetual tornou-se um novo paradigma no desenvolvimento de projetos de urbanização, onde fatores hidrológicos são tão, ou mais relevantes que os demais fatores no processo de decisões projetuais.

A drenagem pluvial de baixo impacto, orientando o projeto urbano, atua como condicionante de desenvolvimento projetual. É um processo inverso aos sistemas tradicionais de projetos de drenagem, que somente trabalham a hidrologia nas fases finais, ou seja, atuam como projetos complementares a serem compatibilizados.

Mais informação e estudos de aplicação sobre o tema são necessários, principalmente em países como o Brasil, de condições hidrológicas intensas e com sistemas de drenagem insuficientes. A utilização em larga escala deste conceito ainda é limitada pela falta de conhecimento e reconhecimento do processo, uma vez que a viabilidade e operacionalidade deste método apesar das evidências neste capítulo carecem de muitos experimentos e aplicação.

## REFERENCIAL

- ALVA, Eduardo N. Metrôpoles (In) *Sustentáveis: Relume-Dumará. Cidades Sustentáveis Desenvolvimento Sustentável*. Rio de Janeiro, 1997.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). *NBR ISSO 14006: Sistemas da gestão ambiental – Diretrizes para incorporar o ecodesign*. Rio de Janeiro, 2014.
- BAPTISTA, L.F. da S., GONÇALVES, L.M., BARBASSA, A.D. (2013). Parâmetros Urbanísticos Contemporâneos na Aplicação e Concepção do LID (Low Impact Development). ABRH. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves/RS.
- BAPTISTA, M.B., NASCIMENTO, N. DE O., BARRAUD, S. *Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana*, ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005.
- BARBASSA, A. P., TAVANTI, D. R. (2010). Contribuições do planejamento urbano às questões hidrológicas e ambientais. Pluris. Universidade do Algarve, Portugal. 12p.
- BELLEN, H. M. Van. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. *Ambiente & Sociedade*, 1, 2004.
- BONFIM, F.C.R., “Aplicação de Conceitos de Urbanização de Baixo Impacto em Campus Universitário: Estudo de Caso” Ufscar/ São Carlos/ SP, 2016.
- CRUZ, M.A.S. et al, “Avaliação dos Cenários de Planejamento na Drenagem Urbana”, *RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos* v. 13, n. 3, pp. 59-71. Jul/set, 2008.
- EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Low Impact Development (LID): a literature review*. Washington: EPA, 2000. 41 p.
- FARRENY, R., OLIVER-SOLÁ, J., MONTLLEÓ, M., ESCRIBÁ, E., GABARREL, GEORGIA (2001) *Stormwater Management Manual: stormwater policy guidebook*. ARC. Geórgia: Volume 1, 158p.
- MARYLAND- PRINCE GEORGE’S COUNTY (1999). *Low-Impact Development Design Strategies: An Integrated Design Approach*. Maryland: Department of Environmental Resources. 150p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Cidades Sustentáveis; subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira*. Brasília: Consórcio Parceria 21 IBAM-ISER-REDEH, 2000.

- POLETO, C., TASSI, R. Sustainable Urban Drainage Systems, Drainage Systems, InTech, 2012. Available from: <http://www.intechopen.com/books/drainage-systems/sustainable-drainage-systems>.
- Ramon FARRENY, Jordi OLIVER-SOLÀ, Marc MONTLLIÓ, Enric ESCRIBÀ, Xavier GABARRELL, Joan RIERADEVALL. *The ecodesign and planning of sustainable neighbourhoods: the Vallbona case study* (Barcelona) 2008.
- RATTNER, H. Sustentabilidade: uma visão humanista. *Ambientes & Sociedade*. 5. 1999.
- RIGHETTO, A.M. (coord). *Manejo de águas pluviais urbanas*. Rio de Janeiro: ABES, 2009.
- SCHUELER, T.R. *Controlling urban runoff: a practical manual for planning and designing urban BMPs*. Washington: Metropolitan Washington Council of Governments, 1987.
- TAVANTI, D. R. (2009). Desenvolvimento urbano de Baixo Impacto aplicado ao processo de planejamento urbano. Dissertação de Mestrado. UFSCar, São Carlos – SP. 169 p.
- TUCCI, C. E. M. (2008). Gestão Integrada das Águas Urbanas. *REGA: Revista de Gestão de Água da América Latina*. Vol.5, nº 2, pp. 71-81.
- US EPA, 2004. The Use of Best Management Practices (BMPs) in *Urban Watersheds*. EPA/600/R-04/184, Washington, DC.
- WONG, T. H. F., “Water Sensitive Urban Design – the Journey Thus Far”, *Australian Journal of Water Resources* v. 10, n. 3, pp. 213-222. Austrália, 2006.



## Capítulo 3

### DESAFIOS DE DESENHO E GESTÃO: AMBIENTES FLUVIAIS URBANOS APÓS REMOÇÃO DE FAMÍLIAS

*Helena Bonfante Dal Bianco*<sup>14</sup>  
*Laura Machado de Mello Bueno*<sup>15</sup>

#### 1 INTRODUÇÃO

Com um panorama social historicamente desigual, o Brasil se desenvolveu por meio de uma segregação elitista. Foi realizada a abolição da escravatura, porém sem uma reforma agrária, como em outros países, marginalizando a população negra, a qual, apesar de livre, não tinha meios para conquistar uma vida digna (MARICATO, 1999). No Rio de Janeiro, por volta de 1940, políticas higienistas foram responsáveis pela demolição dos cortiços localizados em regiões valorizadas, sendo substituídos por grandes edifícios e de largas avenidas. Dessa forma, as famílias de baixa renda que ali residiam, 14% da população da cidade na época, desamparadas, se organizaram em barracos ilegais nas encostas e morros mais próximos do centro, contudo ainda não urbanizados (ABREU, 1994).

Esse processo se repetiu por todo o país até os dias atuais e, por falta de políticas públicas de urbanização, famílias carentes ainda vivem em condições insalubres e em áreas de risco por conta do déficit habitacional e do alto valor das terras dentro dos núcleos urbanos, resultado da especulação imobiliária. Assim surgiram as favelas, que atravessaram o século XX e permaneceram presentes nas cidades sendo “classificadas” como habitações provisórias, apesar de existirem desde o início da

---

<sup>14</sup> Graduanda da PUC Campinas em Arquitetura e Urbanismo, bolsista do CNPq em Iniciação Científica. E-mail: helena\_bonf@hotmail.com

<sup>15</sup> Professora Doutora responsável pela coordenação da pesquisa. Professora do POS URB – ARQ PUC Campinas. E-mail: laurab@puc-campinas.edu.br

urbanização. Os barracos, em grande parte, são considerados domicílios inadequados pela falta de infraestrutura local, ausência de banheiro exclusivo ou de cobertura adequada, inadequação fundiária e adensamento excessivo (FJP, 2017). Apenas um pequeno número deles recebem obras para adequação ou realocação das famílias.

A cidade de Campinas, tendo passado por uma urbanização dispersa e fragmentada, e com a presença de diversos rios e córregos na cidade, muitas áreas de preservação permanente (APP), doadas por loteadores à Prefeitura, se situavam em locais estratégicos e eram cercadas por infraestrutura. Por não possuírem uma manutenção periódica e eficaz se tornaram áreas residuais subutilizadas e foram sendo gradativamente ocupadas pela população mais carente, que anteriormente fora expulsa dos centros ou dos campos. Portanto, ao se compreender o espaço urbano a partir dos problemas sociais frequentes nas organizações humanas, conclui-se que o meio representa o resultado de sua própria população, tendo seus problemas associados diretamente ao capitalismo (SOUZA, 2010). A qualidade do morar passa pela capacidade de compra da localização, dos bens imóveis e serviços. Ou seja, as atuais ocupações em locais ambientalmente sensíveis são explicadas, não como uma escolha das famílias, mas como resultado de um conjunto de fatores sociais e econômicos associados à construção e à gestão das cidades.

Dado a um enorme déficit de moradias, o Governo Federal, por meio do Ministério das Cidades, criado em 2003<sup>16</sup>, instituiu uma nova política de habitação de interesse social baseada, principalmente, na construção de conjuntos habitacionais. Criado em 2007, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), com financiamento federal, recebia projetos de empresas privadas, os quais eram apresentados ao Município para sua aprovação e definição da demanda quando esta vem de áreas de risco e com renda inferior a 2700 reais, equivalente a três salários mínimos na época (CARDOSO; ARAGÃO, 2012). Assim, famílias que se encaixavam nos critérios foram realocadas para tais conjuntos, muitas vezes bem distantes do local

---

<sup>16</sup> A nível federal, antes do PAC Social, sobressaiu-se o Banco Nacional de Habitação (BNH), criado em 1964, no contexto da ditadura militar, com práticas liberais na construção civil e extinto em 1986, voltado ao setor social médio e algumas ações em favelas. (CARDOSO, 2012).

de origem e de toda a vida preestabelecida que tinham. Tiveram suas antigas moradias demolidas logo após a mudança para impedir que antigas ou novas famílias voltassem a ocupá-las. Além disso, em muitos casos, as remoções propiciaram a execução de outras obras públicas, como sistema viário e macrodrenagem (ALMEIDA, 2015).

O processo de remoção, entretanto, é lento e burocrático, pois depende da seleção, aprovação de documentos dos moradores, da aquisição de terreno, construção e sorteio das moradias. Nos casos estudados, algumas famílias tinham renda superior à da Faixa Um, tendo recebido apenas o aluguel social. Ademais, muitas pessoas não compreendem com clareza todo o processo, gerando certa alienação e descontentamento com as ações da Prefeitura. Tal confusão demonstra falta de informação fornecida à população diretamente envolvida pelos responsáveis da ação (GHIRELLO; ASTIER; BUENO, 2013). Além disso, nas áreas onde as antigas moradias foram demolidas, são deixados entulhos e, em grande parte, não são tratadas através de projetos de revitalização urbana, voltando a serem vazios urbanos subutilizados. Esses locais acabam se tornando ainda mais inóspitos, pois, com a presença de entulho, grandes chuvas podem levá-los para o leito d'água, além de tornar a região um foco de proliferação de vetores de doenças, como do mosquito da dengue. O entulho em grande quantidade também é responsável por impedir o crescimento de vegetação nas encostas, favorecendo a erosão.

A remoção das famílias e das habitações é apenas o primeiro passo para revitalização urbana. Dessa forma, abre-se espaço para novas oportunidades de usos e de relações espaciais entre a população e o curso d'água. O projeto de intervenção para ambientes fluviais urbanos deve ter elaboração interdisciplinar integrada. Tem a responsabilidade de desenvolver, mesmo que indiretamente, a educação ambiental dos moradores, a partir do sentimento de pertencimento e de autoridade perante um local considerado de todos, portanto, todos devem ter responsabilidade sobre seu cuidado (BUENO; ALMEIDA, 2015).

## 2 OBJETIVOS E METODOLOGIA

A pesquisa teve como objetivo principal o conhecimento das problemáticas que envolvem o “habitar” no Brasil, como fenômeno multicausal, inicialmente, se estudou o processo econômico, histórico e social do surgimento das favelas. A partir disso, buscou-se conhecer os conjuntos do PMCMV, o PAC Social e o processo de realocação das famílias. Com isso, focou-se no estudo das peculiaridades e potencialidades de cada uma das áreas de estudo. Por fim, tentou-se averiguar com funcionários da prefeitura a existência de projetos urbanísticos pensados para as áreas de remoção. Também foram analisados outros cenários que receberam projetos de requalificação, auxiliando no conhecimento de possíveis soluções para problemas presentes nas áreas de estudo, com base em fundamentos do urbanismo ecológico, de maneira a proteger áreas ambientalmente sensíveis que ficam vulneráveis em meio a centros urbanos.

Ao mesmo tempo, foram realizadas visitas a campo para possibilitar a compreensão da condição atual das áreas de estudo, além de reuniões com o grupo de pesquisa. Por fim, buscaram-se relatos<sup>17</sup> de profissionais da prefeitura que participaram dos planos de remoções na época no intuito de averiguar qual seria o futuro das áreas e conhecer os projetos e empresas contratadas para a realização de tais serviços. A partir dos dados coletados, foi feita uma análise crítica dos resultados socioespaciais e da atuação da Prefeitura, com vista a futuros cenários possíveis para as áreas.

## 3 CASOS ESTUDADOS

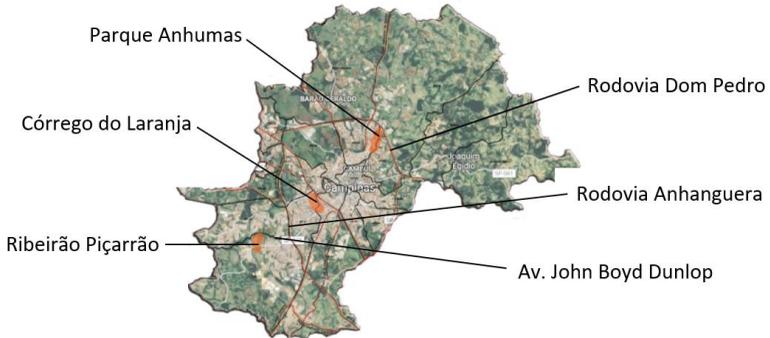
A urbanização socialmente desigual e segregada promove espaços urbanos dispersos no território, fragmentados por rodovias, ferrovias, avenidas e córregos. A dinâmica da água no meio urbano direciona o olhar da pesquisa para a rede hidrográfica, considerando-se o contexto da sub-

---

<sup>17</sup> Essa parte da pesquisa foi analisada pela Plataforma Brasil, inserida no doutorado em andamento de Gabrielle Okretic.

bacia hidrográfica onde está inserida. (Figura 1). Os ribeirões Piçarrão e Anhumas nascem no centro de Campinas e correm em direções opostas. Desaguam, respectivamente, no rio Capivari e no rio Atibaia.

Figura 1: Município de Campinas – Localização das áreas estudadas.



Fonte: retirada do Google Maps e alterada pelo autor, 2018.

O Projeto Vila Parque Anhumas está localizado nas margens do ribeirão em seu trecho médio, antes do cruzamento da Rodovia D. Pedro, em região privilegiada, com antigas favelas muito consolidadas. As obras ocorreram entre 2004 e 2010. A sul, distante dez quilômetros, encontramos o córrego do Laranja, afluente que deságua no Ribeirão Piçarrão, junto ao seu cruzamento com a Rodovia Anhanguera, hoje com quatro a seis pistas por direção. As remoções ocorreram em 2013 e 2015. E mais a sul, distante vinte quilômetros do centro, onde o Piçarrão cruza com a ferrovia e com a Avenida John Boyd Dunlop, principal acesso desta região de Campinas, próxima a Hortolândia. A faixa de casas ao longo do ribeirão foi removida em 2013.

### 3.1 CÓRREGO DO LARANJA

Localizada ao longo da margem esquerda do Córrego do Laranja, na sub-bacia hidrográfica do Laranja, a área de estudo abrange parte dos bairros Jardim Anchieta e Jardim Pauliceia, próxima a Rodovia Anhanguera e a Avenida John Boyd Dunlop, que atuam como barreiras. Em 2013 foram

removidas 91 habitações em situação de risco, próximas à jusante. As famílias foram realocadas para o Residencial Sirius<sup>18</sup>, do PMCMV, a nove quilômetros de distância do local de origem. Também foi prevista para a área a urbanização da favela resultante, classificada como complexa. Entretanto, foram realizadas apenas obras da SANASA para a regularização do saneamento básico das habitações restantes (GALLINA, 2018).

Figura 2: localização do Córrego do Laranja.



Fonte: retirada do Google Maps e alterada pelo autor, 2018.

Em 2018 houve novas remoções realizadas no trajeto por onde passará o BRT. As famílias receberam auxílio-aluguel da Prefeitura. A linha usa o traçado do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), implantado em 1987 e desativado, onde anteriormente passava a Estrada de Ferro Sorocabana. Neste trecho o responsável pela obra é o CONSÓRCIO BRT – CAMPINAS.

### 3.2 RIBEIRÃO PIÇARRÃO

Situada ao longo da margem direita do Ribeirão do Piçarrão que faz parte da bacia do Rio Capivari, a área de estudo abrange parte dos bairros Jardim Florence e Jardim Três Estrelas, próximo ao Residencial Sirius. É delimitada por uma ponte pela qual passa a Avenida John Boyd Dunlop, sendo essa a única conexão entre o restante da cidade e a região.

O córrego do Piçarrão e a linha férrea constituem barreiras físicas ao meio urbano e que o trecho situado entre eles forma um corredor

<sup>18</sup>Composto de 2.620 apartamentos em edifícios de cinco andares; em um bloco de 760 apartamentos, moram exclusivamente famílias oriundas de 68 favelas.

que se encontra quase totalmente ocupado, enquanto que as áreas ao redor destes elementos possuem grandes vazios urbanos e lotes ainda desocupados. (GHIRELLO; ASTIER; BUENO, 2013).

Figura 3: Localização do Ribeirão do Piçarrão.



Fonte: retirada do Google Maps e alterada pelo autor, 2018.

Nessa área foram realizadas remoções, entre 2011 e 2013, de famílias de baixa renda que viviam em situações de risco próximas ao curso d'água. As famílias que ali viviam foram realocadas para conjuntos habitacionais mais próximos do PMCMV, sendo eles o Jardim Bassoli, a quatorze quilômetros, e o Residencial Sirius, a três quilômetros de distância, mas do lado oposto da ferrovia. Desde o início das remoções foram deixados, no mesmo local, os entulhos das demolições das casas na intenção de se evitar novas ocupações. (GHIRELLO; ASTIER; BUENO, 2013). Ademais, “a grande maioria da população local não sabia ao certo por que estava sendo removida e o que seria feito no local após a sua saída”, com hipóteses de construção de um parque ou de uma avenida. (OKRETIC; BUENO, 2014).

Foram realizadas obras para a duplicação do Viaduto Av. Nelson Ferreira do Corredor Ferroviário de Exportação, na Av. Dunlop, a qual resultou na construção da ponte sobre o ribeirão do Piçarrão. Em 2018 as obras do BRT, ao longo da Av. Dunlop, chegaram ao local.<sup>19</sup> A obra, ainda em andamento, acarretará mais um fluxo segregando a área de estudo, além de não demonstrar integração com os bairros ao redor.

<sup>19</sup> Obra financiada parcialmente pela CEF. A empresa responsável pela obra é a CONSTRUCAP – CCPS ENGENHARIA E COMERCIO LTDA (EMDEC, 2018).

### 3.3 PARQUE ANHUMAS

A área de estudo localiza-se ao longo da margem esquerda do Ribeirão Anhumas, na bacia hidrográfica do médio Anhumas, abrangendo parte dos bairros São Quirino, Dom Bosco e Vila Nogueira, relativamente próxima a rodovia Dom Pedro I e a Avenida Norte – Sul. O Ribeirão Anhumas sofreu grandes impactos por se situar em uma região de intensa urbanização e, conseqüentemente, impermeabilização. Diversas vias foram construídas substituindo as APP's e partes do rio foram canalizadas ou retificadas, além do despejo de esgoto de alguns bairros e indústrias. (PERA; ARRUDA; BUENO, 2012).

Figura 4: localização do Parque Anhumas.



Fonte: retirada do Google Maps e alterada pelo autor, 2018.

Por volta de 1970 a população carente tomou posse da margem esquerda do Anhumas, resultando em uma maior degradação ambiental, da área, e social, dos novos moradores. Em 2004 deu início o Projeto Anhumas para recompensar os danos causados por uma forte chuva que resultou em enchentes na região. Dentro do PAC Social, o projeto<sup>20</sup> contou com equipe técnica do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), da Prefeitura e certo acompanhamento da população. Em 2005 iniciaram-se as remoções das habitações em área de risco, das quais algumas famílias foram realocadas para um conjunto habitacional localizado no Residencial Vila Olímpia, a

---

<sup>20</sup> A intervenção incluiu “Implantação de projeto paisagístico e de recuperação ambiental das áreas degradadas e da Área de Preservação Permanente (APP) do Ribeirão Anhumas, com contenção e estabilização de encostas e taludes, eliminação das erosões e solapamentos, desassoreamento do curso d’água” (PAC, 2008).

quatorze quilômetros de distância do local de origem. O restante foi reassentado em conjuntos de casas geminadas no mesmo local. Já o núcleo regional Gênesis e outros assentamentos que não foram inteiramente removidos, passaram por obras de urbanização realizadas por meio de verbas oriundas do PAC e da Prefeitura de Campinas.

#### 4 RESULTADOS

Através das visitas a campo, analisou-se a condição atual das áreas de estudo. Passando sobre o Ribeirão Piçarrão, pode-se notar o entulho deixado no local pela prefeitura, resultante das demolições após as remoções de 2013 (Figura 5), na favela Jardim Florence, que é continuidade da Favela Três Estrelas. Apesar de ser uma tentativa de inviabilizar uma nova ocupação nessas áreas, percebe-se a apropriação dos próprios entulhos como parte das novas moradias que começam a se reerguer em meio ao caos deixado no local (Figura 6). Ademais, percebe-se ainda a existência de barracos fixos que permaneceram nas margens do rio ou que se apropriaram local. Contudo, observa-se uma mata ciliar bem preenchida, com vegetação rasteira mesclada com a presença de árvores (Figura 7).

Figura 5.



Autoria: 1º autor, 2018.

Figura 6.



Fonte: Google – Street View.

Figura 7.



Fonte: Google – Street View.

Já no Córrego do Laranja, o curso d'água se encontra bem degradado, pois nos locais das remoções se mantiveram os escombros das antigas casas, além de depositarem lixo ali (Figura 8). Somado a isso, grande parte da mata ciliar se encontra comprometida e está associada erosão (Figura 9). As contenções das encostas, próximas a conexão entre a Av. John Boyd e a Rod. Anhanguera, que ditavam curso da união entre o Córrego do Laranja e

o Ribeirão Piçarrão, se encontram deslocadas do local de origem, atuando como barreira para a água (Figura 10). Contudo, a certa altura, demonstra potencial ambiental, com águas mais limpas e matas ciliares preenchidas, além da presença de pedras que propiciam uma potencialidade paisagística (Figura 11). O que, logo, é perdido por consequência do despejo de esgoto em outros pontos, prejudicando e contaminando a área através do forte odor, cor e textura da água (Figura 12).

Figura 8.



Autoria: 1º autor, 2018.

Figura 9.



Autoria: 1º autor, 2018.

Figura 10.



Autoria: 1º autor, 2018.

Figura 11.



Autoria: 1º autor, 2018.

Figura 12.



Autoria: 1º autor, 2018.

Como previsto, buscou-se contato com profissionais em busca de planos futuros para as áreas onde houve as remoções. Através de depoimentos, alguns funcionários da Prefeitura Municipal de Campinas participaram da pesquisa. Quando questionados sobre a atuação das secretarias das quais pertencem nas áreas de estudo, Luiz Cláudio Nogueira Mono - diretor da Secretaria de Parques e Jardins (DPJ) há dezesseis anos e funcionário da mesma há trinta e dois anos - declarou que o DPJ, em áreas urbanizadas, realiza a manutenção das áreas verdes uma vez por mês e é responsável pela retirada de entulho, pela demolição das habitações e pela recomposição da mata ciliar quando a remoção acontece em encostas.

Alegou que no Ribeirão do Piçarrão retiraram os escombros após as remoções, porém afirma que a população voltou a depositar entulho no local. Já no Córrego do Laranja não foi realizada a restituição da mata ciliar pois não foram removidas todas as casas. Robson Dos Santos Nogueira - coordenador de projetos do DPJ há trinta anos - afirmou que projetos de recomposição ciliar e recursos para áreas degradadas são atendidos pela Secretaria do Verde e que o DPJ não foi solicitado para projetos em nenhuma das duas áreas de estudo, contrariando o depoimento dado por Luiz Claudio. Dário - secretário há quatro anos da Secretaria dos Esportes e Lazer - acrescentou que não foram requisitados para intervenção em nenhuma das áreas de estudo por serem áreas de risco e/ou APP, nas quais a intervenção é feita pela Secretaria de Serviços Públicos através do DPJ. Por fim, Lucia - trabalhou por trinta e dois anos na COHAB, foi coordenadora do trabalho social do PAC e assessora da SEHAB no período - admitiu que pedras e tubulações pré-fabricadas da SANASA eram deixadas nos locais após as remoções para evitar novas ocupações, alegando que o serviço era feito pela SEHAB e que era considerado, pela secretaria, como um método eficaz, pois afastava definitivamente novos moradores. Como as remoções aconteciam mais rápido do que o plano de projeto integrado era posto em prática, a deixada de entulho e de tubulações como ação provisória era utilizada constantemente.

Já quando questionados sobre projetos de reestruturação das áreas de remoções, Lucia alegou que eram realizados pela equipe de arquitetos da COHAB. Outros projetos como o do Parque Anhumas não foram concretizados em áreas similares de Campinas por conta da falta de iniciativa das equipes técnicas encarregadas, além da falta de verba pública destinada aos projetos, resultado do posicionamento dos grupos políticos que estiveram no poder ao longo desses anos. Esses projetos de revitalização eram feitos na intenção de serem repassados para empresas particulares que lucrariam com a melhoria e valorização da região, para que as mesmas os vissem como um investimento. A proposta não vingou por conta da negociação ineficiente ou pela falta de interesse das empresas.

Outras secretarias, como a de Serviços Públicos, Secretaria do Verde e Secretaria de Infraestrutura, não prestaram depoimentos alegando que não participam dos eventos que ocorrem nas áreas de remoções.

## 5 DISCUSSÃO: PROJETO E GESTÃO EM OCUPAÇÕES DE GÊNESE ILEGAL

Nas remoções executadas para os conjuntos do PMCMV faltou um projeto urbano e social para a área, ações desarticuladas, paliativas e a falta de rotina na limpeza dos terrenos remanescentes impedem a melhoria socioambiental e mantém a poluição da própria água.

Considerando os dados coletados a partir dos depoimentos e de visitas a campo pode-se concluir que há uma confusão por parte das próprias secretarias quando questionado a atuação delas em casos de remoções. Cada setor acredita que a manutenção dessas áreas é função de outros setores, não deixando claro quem seria o real responsável por tais ações. Além disso, há confusões também dentro das próprias secretarias. Associando essas informações com a realidade encontrada nas margens dos rios estudados, percebe-se que a manutenção, se for realmente realizada, não é suficiente para limpar as áreas. Em contraposição, as ações de depósito de tubulações realizadas pela SEHAB vão de encontro ao plano de revitalização, gerando um ciclo vicioso onde uma secretaria limpa e a outra deposita entulho. Entretanto, pode-se entender a percepção da SEHAB de se impedir novas ocupações como uma boa solução momentânea, mas, por conta da inexistência de um plano integrado de reestruturação urbana, esse cenário acaba se tornando definitivo.

A partir disso, entende-se que para o Córrego do Laranja, o projeto de revitalização seria mais complexo por conta do despejo de esgoto ao longo do curso, sendo necessária uma reestruturação do sistema de saneamento local. Além disso, seria essencial a remoção total das casas que ali permaneceram e dos entulhos. É de maior complexidade, também, a distância vertical entre a cota do rio e a cota da via que passa paralelamente ao mesmo, na margem esquerda. Com uma diferença que varia de três a cinco metros de altura, faz-se muito difícil o contato direto com a água, que se encontra muito abaixo. Além disso, a presença contínua de taludes íngremes nas margens do córrego, desprovidos de mata ciliar, são responsáveis pela erosão (Figura 13). Por isso e por possuir, majoritariamente, uma estreita área livre, o cenário não possibilita um amplo parque e requer a redução do uso do concreto, por a área verde ser mínima, realizando a contenção de encostas através de muro gabião

vegetado, propiciando o crescimento de brotos, árvores e gramíneas. Dessa forma, abriria espaço para o desenvolvimento da vegetação, formando um corredor ecológico para proteção da biodiversidade local.

A área do Córrego do Laranja, apesar de bem localizada e próxima a importantes fluxos, permanece esquecida em relação ao contexto urbano que a cerca. Se faz essencial um projeto integrado de revitalização para comportar o novo fluxo advindo do BRT, além de promover certa melhora na qualidade de vida daqueles que ali residem e que terão suas vidas diretamente atingidas. Porém o projeto do BRT não mostra essa intenção.

Próximo a nascente há uma grande área livre e uma importante proximidade com esse novo fluxo, onde, apesar de ser, atualmente, um lote particular, tem alto potencial urbanístico e paisagístico (Figura 14), possibilitando a expansão do parque linear com a implantação de equipamentos de lazer que se relacionariam com o novo eixo viário. Ademais, no lado direito do rio, apesar de ser ora limitada pelo fundo de grandes empreendimentos, ora composta por grandes taludes, tem potencial paisagístico por apresentar mata ciliar recuperada, topografia mais suave e a presença de pedras e lajeados (Figura 15).

Figura 13.



Autoria: 1º autor, 2018.

Figura 14.



Autoria: 1º autor, 2018.

Figura 15.



Autoria: 1º autor, 2018.

No Ribeirão Piçarrão o cenário é outro. Em grande parte do curso d'água, há uma razoável área livre acerca, com declividade mais suave e mata ciliar mais preenchida. Além disso, não foi observado o despejo de esgoto no local, porém ainda nota a presença de casas, ocupações em barracos e muito entulho na margem direita. Para a recuperação seria fundamental a remoção definitiva dessas edificações restantes e dos entulhos ali deixados. Ademais, na margem esquerda do rio há muita área

verde livre, pois o rio acaba segregando ambas as margens, resultando em regiões completamente desconexas. Por isso, deve-se prezar pela construção de transposições que façam essa conexão, dando ao parque um caráter de unidade. Contudo, é fundamental lembrar que, diferente do Córrego do Laranja, o Ribeirão Piçarrão não corresponde a uma nascente e, tampouco, a um rio de 1ª ordem, fator que interfere diretamente na forma de tratamento de suas águas e de recuperação do leito d'água. Uma vez que suas águas são provenientes de diversas origens distintas, faz-se mais difícil encontrar a fonte do problema e, portanto, resolvê-lo rapidamente.

Por fim, a última área de estudo foi um projeto integrado de revitalização urbana chamado de Parque Anhumas. Com o desenvolvimento econômico dessa área após 1970 e com o despreparo histórico para se lidar com rios dentro das cidades, as ocupações nas margens geraram a poluição das águas e acidentes ecológicos, acarretando mudanças microclimáticas e inundações. Em 1980, nessa região, iniciaram-se processos de remoções de casas e de regularização e urbanização da favela que permaneceu. Mas não foram feitas melhorias na drenagem urbana e, tampouco, foram pensadas melhores localizações e concepções de projetos humanizados para os projetos de habitação social, mantendo o cenário de risco e de exclusão social.

A partir de 2005 iniciaram-se obras para remoção das famílias em situação mais vulnerável, e foi sendo elaborado um plano integrado de intervenções, denominado Projeto Parque Anhumas, tendo como componentes as Vilas Residenciais (ou Vila Parque Anhumas), o Parque Linear, ciclovia e equipamentos de esporte e lazer. As obras tomaram impulso em 2007, a partir do repasse de verbas oriundas da Prefeitura e do PAC para realização da obra de urbanização, habitação e recuperação ambiental. (PERA; ARRUDA; BUENO, 2012).

O projeto buscou resolver problemas sociais, urbanísticos e ambientais, mas peca pela morosidade de seu processo, o que traz insegurança jurídica, aos ocupantes das Vilas residências, e política, quanto à eficácia da participação popular. Por realocar uma parcela dos moradores para as proximidades, mantém-se o sentimento de comunidade, além de valorizar a região com o parque e novos elementos de lazer, como clube, centro comunitário e quadras. Por isso, fica evidente o caráter sustentável

do projeto, pois ele está relacionado à capacidade em atingir conjuntamente os ideais de justiça social e ambiental através de uma mesma política pública. (BUENO, 2008).

A Vila Parque Anhumas, assim como as outras áreas de estudo, possuía problemas ambientais causados pelo déficit habitacional. No entanto, nesse caso, grande parte das famílias foi realocada para a mesma região, possibilitando a recuperação do curso d'água e a valorização da área através de um parque linear, mas mantendo a relação entre as pessoas que ali vivem. Trouxe, também, contato com a natureza e novas formas de lazer para a população local, mantendo a noção de comunidade e de pertencimento.

## **6 CONCLUSÕES**

O projeto deve ter ações integradas, ao levar em conta sua dinâmica ecológico-funcional, sua fragilidade em relação aos impactos decorrentes da urbanização e do intenso fluxo próximo ao local, mas sem perder de vista a sua interação com o meio urbano. Associando obras hidráulicas adaptadas a natureza e relacionando o ciclo de erosão, a morfologia local, zona ripária (áreas de saturação hídrica) e habitats, pode-se transformar a região em um parque linear com equipamentos de esporte e lazer dispostos ao longo do curso, bem arborizados e espaços amplos de convivência. É aconselhável a recuperação se iniciar da nascente para a jusante, diminuindo o custo da obra por promover uma despoluição progressiva (CARDOSO, 2017).

Nas diferentes áreas, o caminhar merece atenção, devido ao envelhecimento da população e os riscos de viver junto a vias expressas. Apresenta-se a ampliação de transposições dos cursos d'água para pedestres, algumas já existentes, propiciando maior mobilidade entre os bairros.

Mais importante, ainda, é a contenção das águas de chuva, muitas vezes responsáveis por desastres ambientais. Essa contenção influencia no regime hídrico, contribuindo para manter uma vazão mínima nos períodos de vazante e amortecer a vazão de pico, permitindo um menor dimensionamento da calha para drenagem e possibilitando soluções de maior qualidade estética. Deve-se priorizar, também, o saneamento

ambiental, implantando medidas que promovam a despoluição progressiva, buscando o desenvolvimento da fruição sensorial, percepção da paisagem, identidade, capacidade restauradora e segurança em um único espaço. Resultados socioespaciais efetivos passam pela compreensão do processo pelos envolvidos, com todas as ações setoriais esclarecidas, no tempo e no espaço.

## AGRADECIMENTOS

O trabalho foi realizado com apoio do CNPq e da PUC Campinas.

## REFERENCIAL

- ABREU, Maurício de A. Reconstruindo uma história esquecida: Origem e expansão inicial das favelas do Rio de Janeiro. São Paulo, *Espaço & Debates*, 1994.
- BUENO, Laura M. M.; ALMEIDA, E. R. Estudos de adaptação: dilemas de regularização de bairros com favelas com Áreas Ambientalmente Sensíveis. *Cadernos do PROARQ (UFRJ)*, v. 24, p. 78-102, 2015.
- BUENO, Laura M. M. Reflexões sobre o futuro da sustentabilidade urbana a partir de um enfoque socioambiental. *Cadernos Metrópole* (PUCSP), v. 19, p. 99-121, 2008.
- CARDOSO, Adauto. L.; ARAGÃO, T. Do fim do BNH ao Programa Minha Casa Minha Vida: 25 anos da política habitacional no Brasil. In: CARDOSO, A. L.. (Org.). *O Programa Minha Casa Minha Vida e seus efeitos territoriais*. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2012, p. 8 – 17.
- CARDOSO, Francisco J., *Ambientes fluviais urbanos: Novos paradigmas de projeto*. Campinas: PUC-Campinas, 2017.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. *Déficit Habitacional no Brasil – Resultados Preliminares – 2015*. Belo Horizonte, 2017.
- GALLINA, Taís E. *A dinâmica de deslocamento dos moradores de conjuntos habitacionais de interesse social*. Relatório Final. Iniciação Científica bolsa CNPq PUC Campinas. Julho de 2018.
- GHIRELLO, Barbara; ASTIER, Gabrielle; BUENO, Laura M. M. Habitação em áreas de risco de Campinas/SP: avaliação e propostas de aprimoramento do processo de remoção e reassentamento. *ANAIS... ENCONTRO LATINO AMERICANO DE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS*, 5, 2013, Curitiba. Antac, 2013.
- MARICATO, Ermínia T. M., *Habitação e cidade*. Atual Editora, São Paulo, 1999.
- OKRETIK, Gabrielle A.V. e BUENO, Laura M. M. A compreensão do processo das remoções em Campinas-SP: o olhar da população diretamente envolvida. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, v.21, n.28, 1o sem. 2014.

PERA, Caroline K. L., ARRUDA, Larissa P. de, BUENO, Laura M.M. Avanços e desafios no tratamento de áreas ambientalmente sensíveis urbanizadas: o caso do Parque e Vila Anhumas, Campinas, SP. *ANALIS...* Seminário Nacional APPURBANA. Natal. 2012.

SOUZA, Marcelo L. *Mudar a cidade: Uma introdução crítica ao planejamento e gestão urbanos*. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil. 2010.



## Capítulo 4

### **OBSERVAÇÃO SOBRE A APROPRIAÇÃO E USO DE PRAÇAS EM CIDADES DE PEQUENO PORTE: ESTUDO SOBRE A PRAÇA 9 DE JULHO DE PARAGUAÇU PAULISTA (SP)**

*Renata Braga Aguilár da Silva<sup>21</sup>*

*Renata Cardoso Magagnin<sup>22</sup>*

#### **1 INTRODUÇÃO**

Ao longo da história as praças localizadas em áreas centrais foram utilizadas como ponto de encontro e, para a realização de inúmeras atividades, como: compra, venda e troca de mercadorias, fechamento de acordos comerciais, entre outras atividades (MARX, 1980; LAMAS, 1993; ROBBA; MACEDO, 2002; SANTOS, 2008; GEHL, 2015).

Entretanto com as mudanças no modo de vida, as exigências por conforto, o crescimento populacional e as novas modalidades de lazer e consumo, alteraram o uso do centro antigo e das praças centrais. Ao longo do tempo essas mudanças levaram a diminuição de usuários nesses espaços de uso público (PANERAI, 2006). Tornaram-se locais desérticos, muitas vezes impróprios para o uso coletivo, transformaram-se em locais abandonados, degradados, cercados e cheios de estacionamentos, deixaram de ser um ponto de atração ou encontro, passaram a ser um espaço apenas de passagem (MAGAGNIN, 1999; ROBBA; MACEDO, 2002; ANGELIS; CASTRO; ANGELIS NETO, 2004; BENEDET, 2008; MACIEL, 2016).

A diversidade, a versatilidade, e a possibilidade de estabelecer contatos com os diversos acontecimentos no local e no entorno, podem

---

<sup>21</sup> Mestranda, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. E-mail: renataaguilar@hotmail.com.br

<sup>22</sup> Profa. Doutora, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. E-mail: renata.magagnin@unesp.br

determinar o uso do espaço público, a partir de novas atividades e usos (SANTOS, 2008). Para Mora (2009) os espaços públicos precisam ser palco para atividades coletivas, gerar novas identidades, ser dinâmicos com os usuários, e desenvolver novas perspectivas para a cidade.

De acordo com Jacobs (2018) as cidades não precisam ter muitos espaços públicos para atender toda a população, no entanto, os espaços existentes devem apresentar uma variedade de usos para que haja assim diferentes tipos de usuários em distintos horários, com pessoas cruzando o local para irem trabalhar, pais com crianças brincando, jovens se reunindo e família se divertindo.

Diversos autores apontam que a frequência, a presença de diferentes usuários no espaço público, a boa qualidade física do espaço e a ocorrência de eventos colaboram para a permanência das pessoas nas praças e em outros espaços públicos (BENEDET, 2008; MORA, 2009; LOPES, 2016; BRANDÃO et al, 2018; TONON, 2019; SILVA; MAGAGNIN; FONTES, 2019). As pessoas têm buscado locais onde se sintam atraídas, seguras e pertencentes àquele espaço. Assim, o desenvolvimento de um estudo em praça central, possibilita entender por meio de observação das atividades realizadas e dos principais fluxos, além da opinião dos usuários sobre o local, qual ou quais são o(s) atrativo(s) que esse espaço proporciona ao usuário e o que faz com que o espaço seja utilizado pelas pessoas, além de buscar resgatar a importância do uso desses espaços, que são marcos históricos das cidades.

Alguns autores avaliam a praça ou o espaço público por meio de técnicas de auditoria (BRANDÃO, 2002; ANGELIS; CASTRO; ANGELIS NETO, 2004; MORA, 2009; MONTEIRO, 2015; LOPES; 2015; ITDP, 2018; SASTRE, 2018; MAIA, 2018) ou indicadores de desempenho (PRADO, 2016; PIRES, 2018; TONON, 2019). Outros autores (BENEDET, 2008) utilizam-se de questionário e/ou entrevista. Gehl (2010), Heemann e Santiago (2015) e Brandão et al (2018), utilizam de observação sistemática para avaliar o espaço público.

Nesse capítulo o espaço público é avaliado por meio de técnicas de observação e entrevistas, com o intuito de entender a apropriação dos usuários em relação a uma praça localizada na área central de uma cidade de pequeno porte. O artigo traz a análise das principais atividades, fluxos e períodos (dias da semana e horários) de utilização da praça. O estudo de

caso é realizado na cidade de Paraguaçu Paulista, localizada na região centro-oeste do estado de São Paulo.

## 2 OBJETO DE ESTUDO

O estudo foi realizado, no ano de 2019, em uma praça localizada na região central do município de Paraguaçu Paulista – SP, cidade de pequeno porte situada do estado de São Paulo.

A praça central, denominada Praça 9 de Julho, possui 6799,87m<sup>2</sup> de área. Até o ano de 2009, a praça era seccionada em duas partes, sendo uma quadra a praça e outra quadra de serviços. Atualmente as quadras foram conectadas e a rua se transformou em uma rua de pedestre. Seu entorno é composto por edifícios de uso do solo misto, com comércio, residência, serviços (edifícios públicos) que interferem no uso da praça (Figura 1).

Figura 01: Mapa da localização do município no estado de São Paulo e localização da área de estudo (sem escala).



Fonte: Adaptado do Google Maps, 2019.

Na praça encontram-se o edifício de uma Igreja, um coreto, além de mesas com bancos para os idosos e equipamentos urbanos, como: o Centro Histórico e Cultural Isidoro Baptista, o Departamento da Polícia Civil e uma loja de produtos importados recém-inaugurada.

Algumas características que podem ser observadas na Praça 9 de Julho: i) grande fluxo de pedestres se deslocando no local; ii) fácil acesso; iii) entorno diversificado com predominância de uso comercial e de serviço.

A malha urbana no entorno é predominantemente ortogonal e retangular. O sistema viário é composto por uma via arterial (Avenida Paraguaçu) (Figura 01), com fluxo de veículos na direção centro-bairro, e por vias coletoras. Mesmo estando em uma região central, com um alto fluxo de pedestre cruzando a praça, muitas das intersecções do entorno não são semaforizadas, alguns cruzamentos apesar de possui rampas de acessibilidade, a maioria deles não dispõe de piso tátil, conforme recomenda a norma técnica brasileira de acessibilidade NBR 9050 (ABNT, 2015).

A vegetação é composta por árvores de grande e médio porte, além de arbustivas, forrações e palmeiras. O piso é pedra portuguesa, formando desenhos inspirados em padrões indígenas nas cores preta, branca, vermelha e amarela. A iluminação é regular, pois muitas árvores de grande porte interferem na iluminação em função da densidade de suas copas.

### **3 METODOLOGIA**

Com o objetivo de avaliar as relações dos usuários com a praça, foi proposta a utilização de dois procedimentos metodológicos: mapa comportamental e entrevista.

#### **3.1 MAPA COMPORTAMENTAL**

O mapa comportamental tem como principal objetivo entender o comportamento dos usuários no espaço público. Para Romero e Ornstein (2003), Rheingantz et al. (2009) e Cunha, Matias e Costa (2012) essa técnica de observação identifica as atividades realizadas no local, os comportamentos dos usuários, os principais fluxos, frequência de uso e relações espaciais. Esses fatores podem contribuir de forma positiva na identificação de áreas ou zonas que “atraem” ou “coíbem” determinadas atividades ou usos.

O método de contagem e observação escolhido foi o Mapeamento Comportamental Centrado no Lugar (MCCL), que de acordo com Rheingantz et al. (2009), sua aplicação é indicada para grandes áreas como espaços públicos (parques ou praças), nas quais o observador se mistura com os usuários sem ser notado, tornando assim, um processo menos intrusivo e perceptível, sem alterar o comportamento e atividades dos usuários.

Em função da praça estar localizada em uma região com predomínio comercial, os horários de avaliação foram realizados em consonância com o horário de funcionamento do comércio, e nos finais de semana foi utilizado o horário de missa da Igreja. As visitas sistematizadas foram realizadas em dois dias da semana, nos horários das 9h às 12h e das 14h às 18h e em dois domingos das 9h às 12h e das 14h às 17h.

A partir da planta da praça atualizada foram definidas as atividades que poderiam ser identificadas no local. Com o objetivo de facilitar a compreensão dos fluxos e atividades realizadas na praça foram gerados mapas, por dia de avaliação, contendo informações sobre os principais fluxos em cada período (manhã e tarde) e com os pontos de cada atividade realizada no local. No total foram identificadas oito atividades: Caminhar, Conversar, Namorar, Dormir, Estacionar o carro, Brincar, Sentar, e Passear com o cachorro. Essas atividades foram representadas por meio de pictogramas. Esse mapeamento facilita compreender e identificar os pontos de maior uso da praça. A Figura 2 apresenta os pictogramas utilizados para análise.

Figura 02: Pictogramas referente as atividades da praça.



Fonte: Autores, 2019.

### 3.1 ENTREVISTA

Para identificar o nível de satisfação dos usuários em relação a qualidade física da praça foi aplicada uma entrevista estruturada. Ela tem por objetivo de identificar os aspectos positivos e negativos associados ao conforto, acessibilidade e segurança do espaço público, a partir da visão dos usuários. Com base nas pesquisas desenvolvidas por Benedet (2008), Magagnin; Fontes, Salcedo (2014); Gebara (2018) e Fernandes (2019) sobre avaliação da infraestrutura de pedestre em espaços públicos, foi elaborado o formulário para as entrevistas.

O modelo é dividido em três partes: (i) caracterização dos entrevistados (faixa etária, gênero, cidade onde reside, e proximidade de residência, trabalho ou estudo em relação à praça); (ii) caracterização da frequência de utilização da praça, como dias de uso, tempo de permanência e com quem frequenta; e (iii) avaliação do nível de satisfação dos usuários em relação ao espaço público e seu entorno.

A entrevista é composta por 18 questões, sendo 13 fechadas (01 a 13, cujas respostas foram avaliadas por meio de técnicas estatísticas), 3 questões são abertas (14 a 16 sendo seus registros realizados através da interpretação), e 2 questões são diferenciadas (17 e 18, solicitam ao entrevistado que identifiquem em um mapa o caminho que mais e menos utiliza na praça, a área que mais e menos gosta na praça e o local que mais chama atenção na praça, essas serão avaliadas por meio de mapas, contendo uma síntese gráfica desses elementos).

A quantidade de usuários entrevistados foi calculada a partir da média de pessoas que permaneceram no espaço público durante os quatro dias de observação do mapa comportamental. A partir dessa informação, foi calculado o nível de confiança e a margem de erro da amostra. Nesta pesquisa foi adotado uma margem de erro de 10% e nível de confiança de 90% (SALCEDO; MAGAGNIN; PEREIRA, 2016). A partir da coleta de dados do mapa comportamental a praça 9 de Julho obteve a seguinte contagem de usuários, (i) no primeiro dia teve uma média de 33 pessoas permanecendo no espaço, (ii) no segundo dia 26 pessoas, (iii) no terceiro dia 19 pessoas, e (iv) no último dia 14 pessoas. Diante destes resultados foi calculado o tamanho da amostra, considerando a média desses quatro dias (23

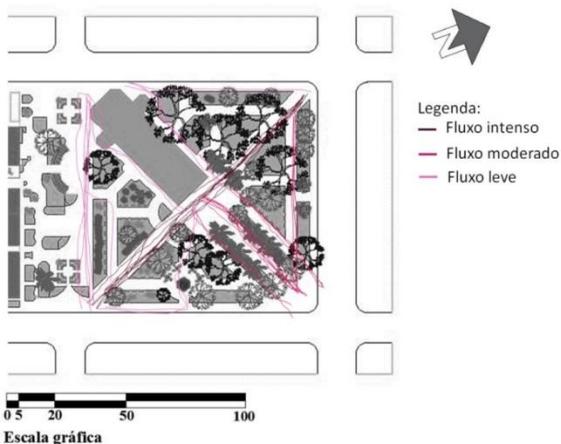
peças). Adotando-se um nível de confiança de 90%, o grupo amostral foi constituído de 17 respondentes. A coleta de dados ocorreu em dois dias, em períodos distintos, o primeiro dia de coleta aconteceu dia 23 de outubro de 2019 no período noturno, e o segundo dia aconteceu dia 25 de outubro de 2019 durante o período da manhã e da tarde.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1 O MAPA COMPORTAMENTAL

As observações ocorreram nos dias 05 de junho, 24 de julho e 13 e 20 de outubro de 2019, durante o período da manhã das 9h às 12h e no período da tarde das 13h às 18h, horários em que a praça protagoniza picos de utilização. O fluxo predominante na praça é sempre no caminho em direção a Igreja Matriz, a partir desse destino, os fluxos vão se dissipando em função de outros destinos dos pedestres (Figura 3). Aos finais de semana é possível observar um fluxo de usuários cruzando a praça um pouco menos expressivo, entretanto, a praça ainda acaba servindo de destino como cruzamento ou até encontros (Figura 3).

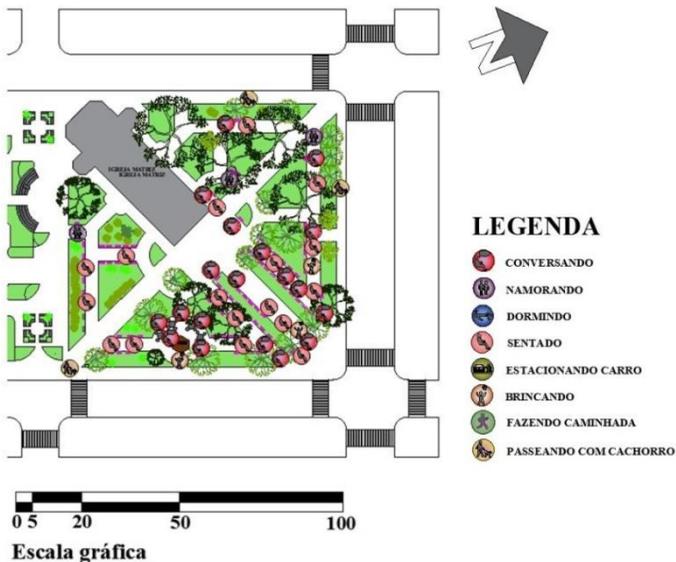
Figura 03: Síntese dos fluxos de usuários da praça observados em dias da semana e finais de semana.



Fonte: Autores, 2019.

Durante os dias de semana, observou-se que a maioria das pessoas utiliza a praça para descanso, ou para esperar alguém. A praça também é utilizada como ponto de passagem para outros destinos de seu entorno. Observou-se que na maioria das vezes os usuários estão sozinhos. Aos finais de semana, o número de pessoas acompanhadas de suas famílias e amigos aumentam. Observou-se a presença de muitos pais com crianças que utilizam a praça para lazer (sentar-se nos bancos da praça para tomar sorvete ou comer cachorro-quente). Essas famílias normalmente vão ao local próximo ao horário de almoço ou ao final da tarde. O tempo de permanência no local normalmente não ultrapassa 1 hora (em média), mesmo aquelas que vão ao encontro de outras pessoas ou para descanso (Figura 4).

Figura 04: Síntese dos principais pontos de permanências e atividades desenvolvidas na praça.



Fonte: Autores, 2019.

Foi possível observar uma diferença na quantidade de pessoas se deslocando ou permanecendo no local durante os dias da semana e durante os finais de semana. Em dias de semana a média de pessoas que permanecem na praça é de 29 pessoas e aos finais de semana a média é de

16 pessoas. Em relação ao fluxo de pessoas cruzando o local é possível observar que este se alterna bastante, durante a semana o fluxo médio de pessoas está em torno de 40 a 80 pessoas, e aos finais de semana a média de pessoas se deslocando no local fica em torno de 20 a 40 pessoas.

De uma forma geral pode-se observar que a apropriação da praça ocorre devido à variedade de usos dos edifícios do entorno, principalmente pelas agências bancárias, que determina os fluxos durante a semana, e pela sorveteria que determina os fluxos e permanência na praça aos finais de semana. A partir destes resultados foi possível observar diferentes fluxos e tipos de atividades. Durante o período noturno, quando o comércio está fechado, e não está sendo realizada missa na igreja, é possível observar que o movimento cai significativamente. Entretanto, aos domingos, em dias de sol e calor, muitas famílias frequentam o local, para tomar um sorvete ou descansarem.

#### 4.2 AS ENTREVISTAS

Observa-se que o perfil dos entrevistados, a partir da análise das respostas dos questionários, é composto na maioria por mulheres (63%). Em relação a faixa etária que utiliza a praça 31% dos usuários estão entre 15 a 25 anos, 35% corresponde a faixa etária de 36 a 45 anos, 44% estão entre 46 a 60 anos.

Em relação ao número de usuários, 17 respondentes, 88% são moradores da cidade, 12% residem em cidades próximas como, Lutécia que se localiza cerca de 24km de distância. A maioria dos moradores da cidade de Paraguaçu Paulista frequentam a praça, sendo que 37% residem próximo ao local e/ou não possuem qualquer atividade de longa permanência próximo ao local, como estudar, trabalhar ou morar, outros 26% estudam e/ou trabalham próximo à praça. A maioria das pessoas que responderam a entrevista (88%), frequentam o local, sendo o período de maior frequência e uso do espaço durante a manhã (59%).

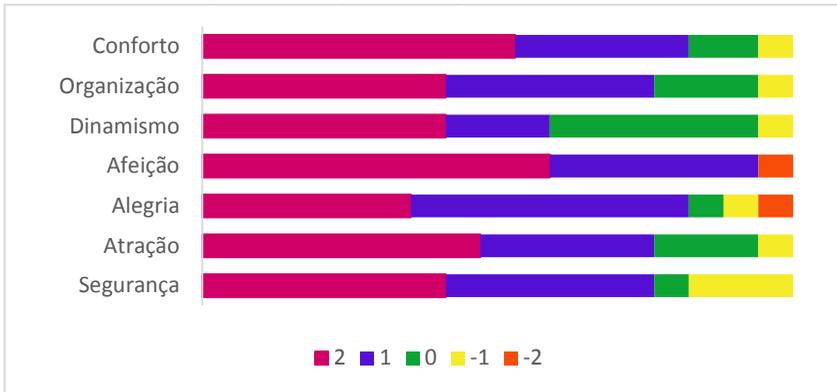
A maioria dos usuários frequentam a praça diariamente (27% utiliza a praça todos os dias, seja para passagem, permanência, encontros ou descanso, 21% frequenta 1 vez a cada quinze dias, e 13% frequentam a praça 1 vez na semana, 2 vezes na semana, 3 vezes na semana ou mais, e 1

vez ao mês uma vez na semana ou a cada quinze dias). O tempo de permanência, de acordo com os usuários, varia em torno de 1 a 3 horas.

Os dias de maior frequência na praça são durante a semana (os dias de maior fluxo são segunda-feira e quarta-feira), seguido de sábado e domingo. Os resultados mostraram que muitos usuários (65%) frequentam o local em busca de descanso e para conversar com outras pessoas, e poucos entrevistados (5%) utilizam a praça em busca de lazer.

Com relação a sensações que a praça causa, foi possível perceber que poucos respondentes sentem sensações negativas em relação ao local (Figura 5), o item com um número maior de respostas abaixo da linha neutra, está relacionado a segurança, e o item mais bem avaliado foi em relação a afeição, esse item pode estar ligado à sua presença por muitos anos na cidade, e a sua localidade, onde muitas pessoas utilizam a praça como um ponto principal de parada/descanso e encontro.

Figura 05: Sensações que a praça causa nos usuários.

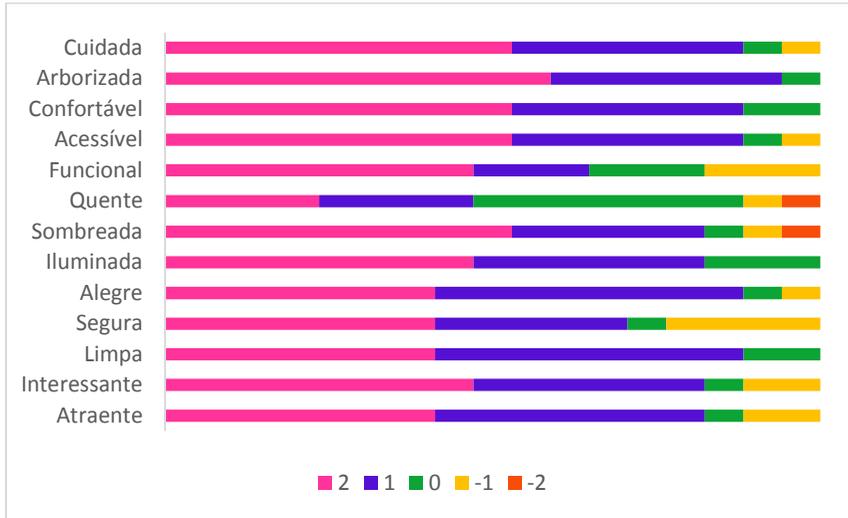


Fonte: Autores, 2019.

As considerações dos usuários sobre a praça 9 de Julho, obteve resultados positivos em relação a maioria dos aspectos apresentados (Figura 6), entretanto, é preciso observar o aspecto segurança, que alguns dos respondentes classificaram como ruim (-1), um motivo muito citado durante as entrevistas foi o uso de entorpecentes na praça, principalmente no período noturno, isso coíbe muitos usuários a frequentarem o local em determinados dias e horários e sentarem em determinados locais da praça.

Os aspectos de sombreamento, acessibilidade, conforto, arborização, e funcionalidade foram avaliados positivamente.

Figura 06: Considerações sobre a praça.



Fonte: Autores, 2019.

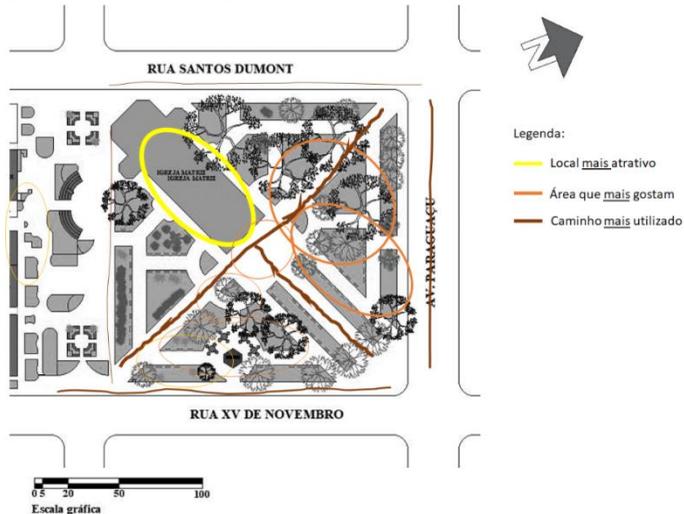
Em relação ao entorno, os respondentes classificaram como sendo um local bem atraente, iluminado, acessível, arborizado e seguro. Grande parte dos respondentes apontaram as árvores como sendo o que “mais” gostam no local. Outros aspectos da praça também foram citados, como os bancos, as sombras proporcionadas pelas árvores e a igreja. Em relação ao que “não” gostam na praça, alguns não souberam o que responder, outros citaram aspectos relacionados com a segurança e a limpeza do local. Atrações públicas e a ausência de banheiros foi pontualmente citado pelos entrevistados.

Os aspectos mais citados em relação ao que menos gostam na praça está relacionado a sujeira, o que ocasiona para alguns uma ausência de cuidado com o local, e a iluminação. A praça possui muitas árvores de grande porte e em alguns pontos essas árvores acabam por atrapalhar a iluminação direta, provocando zonas escuras que inibem os usuários a permanecerem em determinados pontos da praça.

Em relação à questão sobre o que gostariam de mudar na praça, a grande maioria respondeu banheiro, seguido de bebedouro. Alguns dos respondentes acrescentariam na praça mais bancos, árvores e lixeira.

O mapa representado na Figura 7 apresenta os locais que os usuários mais gostam, que mais chama atenção e o caminho mais utilizado, a espessura da linha relaciona os locais mais e menos citados, quanto maior a espessura da linha mais vezes o elemento foi citado.

Figura 07: Locais que mais gostam, mais chama atenção e o caminho mais utilizado



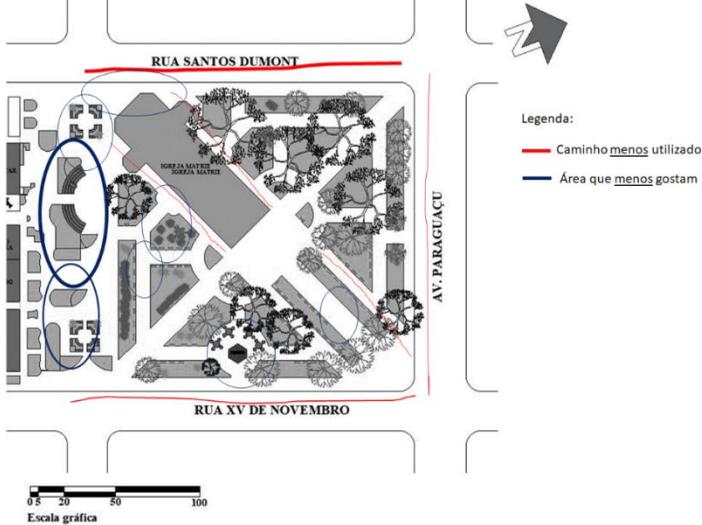
Fonte: Autores, 2019.

A maioria das pessoas identificaram a Igreja Matriz como sendo o local mais atrativo da praça, as áreas mais destacadas em laranja representam aqueles locais que as pessoas mais gostam de permanecer. Observa-se que estas áreas são próximas aos caminhos mais utilizados pelos usuários respondentes.

A Figura 8 apresenta os locais que os usuários menos gostam e o caminho que menos utilizam. O local mais apontado pelos respondentes foi próximo à polícia militar, na rua de pedestres, esse local fica ao lado da igreja, entretanto, fora da área avaliada. Em função dessa área estar longe de edifícios do entorno que tornam a praça atrativa, como a sorveteria, e por

muitos jovens utilizarem esse ponto para encontros durante a noite, esse local pode ser um fator negativo da praça. Por serem locais onde as pessoas não se sintam atraídas, é possível observar que muitos usuários evitam passar próximo a esta área, principalmente na rua que faz fundo com a Igreja.

Figura 08: Locais que menos gostam e caminho que menos utilizam na praça.



Fonte: Autores, 2019.

Pode-se observar que de uma maneira geral a apropriação da praça, de acordo com os usuários, acontece principalmente em dias de semana, no horário comercial, onde muitos utilizam a praça como local de permanência ou passagem entre um ponto e outro da cidade.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As praças são locais utilizados por diferentes tipos de pessoas, em diferentes horários para diferentes tipos de atividades, como permanência, encontro e lazer, portanto, é importante que esses espaços tenham boa qualidade, para que possam ser apropriados pelos usuários. Os inúmeros

estudos e análises das praças ao longo dos anos evidenciou a importância destes locais para a vida das pessoas.

Neste artigo a praça é avaliada por meio de técnicas de observação e entrevistas, com o intuito de entender a apropriação dos usuários em relação a esse espaço público, localizado na área central de uma cidade de pequeno porte. O capítulo analisa as principais atividades, fluxos e períodos (dias da semana e horários) de utilização da Praça 9 de Julho, localizada na cidade de Paraguaçu Paulista.

Os resultados apontam que a praça possui um alto fluxo de usuários durante a semana. Muitas pessoas utilizam o local como um ponto de passagem para o centro comercial, e outras utilizam para descanso no horário de almoço, ou para encontros.

O diagnóstico pode ser utilizado por gestores públicos locais para a implementação de melhorias na qualidade espacial, e implantação de atividades culturais que possibilitem que pessoas de diferentes faixas etárias possam usufruir desse espaço público com conforto e segurança em diferentes horários e dias da semana, proporcionado ao entorno maior vitalidade urbana.

## **AGRADECIMENTOS**

A presente pesquisa foi realizada com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## **REFERÊNCIAS**

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 9050:2015*. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.
- ANGELIS, Bruno Luiz Domingos de; CASTRO, Rosana Miranda de; ANGELIS NETO, Generoso de. *Metodologia para levantamento, cadastramento, diagnóstico e avaliação de praças no Brasil*. Engenharia Civil. V. 4, n. 1, p. 57-70, 2004.
- BENEDET, Michelle Souza. *Apropriação de praças públicas centrais em cidades de pequeno porte*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2008. 166 p.

- BRANDÃO, Pedro. O Chão da Cidade-Guia de avaliação do design de espaço público. Lisboa: Editora Centro Português de Design, 2002.
- BRANDÃO, Ana. et al. Lugares do comum: Guia de avaliação e interpretação do espaço público. Associação do Instituto Superior Técnico Para A Investigação e Desenvolvimento, 2018. Disponível em: <<http://psss.tecnico.ulisboa.pt/pt/>>. Acesso em: 05 fev. 2019.
- CUNHA, Marcella Viana Portela de Oliveira.; MATIAS, Emanoella Bella Sarmiento Salgueiro Eliziário; COSTA, Angelina Dias Leão. *Relação entre o ambiente e o usuário idoso: mapa comportamental como instrumento de avaliação*. In: Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, 2012, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora. p. 3354 – 3362.
- FERNANDES, Mariana Maia da Cruz. *Espaços públicos urbanos dialógicos: A praça Matriz: O caso da praça Rui Barbosa, Bauru- SP*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual Paulista, Bauru. 2019.
- GEBARA, Tatiana Rayra Jacon. *Instrumento de avaliação da qualidade da microacessibilidade em áreas tombadas pelo patrimônio histórico: o caso do asilo colônia aimorés*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual Paulista, Bauru. 2018.
- GEHL, Jan. *Cidade para Pessoas*. 2. Ed. São Paulo: Perspectiva, 2015. 280 p.
- ITDP Brasil – Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. *Índice de Caminhabilidade, versão 2.1 – Ferramenta*, Rio de Janeiro, 2018.
- JACOBS, Jane. Morte e vida de grandes cidades. 3. ed. São Paulo: Wmf Martins Fontes, 2018. 532 p.
- LAMAS, José Manuel Ressano Garcia. *Morfologia Urbana e Desenho da Cidade*. 6. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993. 592 p.
- LOPES, Leticia Maria Duarte. *Requalificação do Espaço Público critérios para a avaliação da qualidade do espaço público: Casos de estudo: Picoas e Praça Duque de Saldanha*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Urbanismo Sustentável e Ordenamento do Território. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 2016.
- MACIEL, Mariana Altoé. *Uma proposta de lista de verificação para avaliação de praças*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2016.
- MAGAGNIN, Renata Cardoso. *Análise de desempenho espacial e perspectiva do espaço público: o caso da avenida São Carlos*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 1999.
- MAIA, Marina Lisboa. *Proposta de um instrumento para avaliação da qualidade do ambiente físico de academias ao ar livre*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2018
- MARX, Murillo. *Cidade brasileira*. 1. Ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1980.
- MONTEIRO, Joaquim Alberto Campos. *Proposta metodológica para análise da qualidade urbanística de frentes de água o caso do porto*. 99 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2015.

- MORA, Maritza Amelia Rangel. *Indicadores de calidad de espacios públicos urbanos, para la vida ciudadana, en ciudades intermedias*. In: Congresso internacional de americanistas, 53., México. Congresso. México: 2009. p. 1 - 21.
- PIRES, Isabela Batista. *Índice para avaliação da caminhabilidade no entorno de estações de transporte público*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2018.
- PRADO, Bruna de Brito. *Instrumento para avaliar a microacessibilidade do pedestre no entorno de áreas escolares*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.
- RHEINGANTZ, Paulo Afonso. et al. *Observando a Qualidade do Lugar: Procedimentos para a Avaliação Pós-ocupação*. Rio de Janeiro: Proarq, 2009. 119 p.
- ROBBA, Fabio; MACEDO, Silvio Soares. *Praças Brasileiras: Public squares in Brazil*. 2. Ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002. 310 p.
- ROMERO, Marcelo Andrade.; ORNSTEIN, Sheila Walbe. *Avaliação Pós-Ocupação: Métodos e Técnicas Aplicados à Habitação Social*. Porto Alegre: ANTAC, 2003.
- SALCEDO, Rósio Fernandez Baca.; MAGAGNIN, Renata Cardoso; PEREIRA, Talita Cristina. *A sustentabilidade nos projetos de habitação de social no centro urbano de São Paulo: vila dos idosos*. In: V Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 1., Brasília. Anais... Brasília: Pluris, 2012. v. 1, p. 1 – 12
- SANTOS, Filipa Catarina Antunes dos. *Características físicas e sociais do espaço público: Nove casos de estudo sobre as vivências urbanas no centro histórico de Lisboa*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 2008.
- SASTRE, Rodolfo Marques. *Qualidade espacial urbana: o ponto de vista do pedestre*. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2018.
- SILVA, Renata Braga Aguiar da; MAGAGNIN, Renata Cardoso; FONTES, Maria Solange Gurgel Castro. *Qualidade espacial no entorno de praças: o caso da Praça São Bento, em Marília - SP*. In: FÓRUM AMBIENTAL PAULISTA, 15., 2019, Si. Anais...: ANAP, 2019. p. 426 - 440.
- TONON, Beatriz Frasão. *Instrumento para avaliação da qualidade espacial do ambiente de pedestres*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual Paulista, Bauru. 2019.

## Capítulo 5

### PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO - CONSÓRCIOS INTERMUNICIPAIS DE RESÍDUOS SÓLIDOS

*Katia Sakihama Ventura*<sup>23</sup>

*Danilo Rezende*<sup>24</sup>

*Maria Eugênia Gonzalez Alvares*<sup>25</sup>

#### 1 INTRODUÇÃO

Uma das oportunidades de aprimoramento para o Engenheiro Urbano é o uso de instrumentos de apoio ao planejamento urbano-ambiental, pois necessitam de amplo conhecimento técnico e científico. O arranjo institucional, como consórcios públicos, pode ser empregado na resolução de necessidades regionais, promovendo oportunidades únicas no meio urbano.

Este capítulo versa sobre o uso de protocolos para avaliação de consórcios intermunicipais. São ferramentas que, neste setor, não existem de forma consolidada e podem subsidiar a tomada de decisão.

#### 1.1 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E O PAPEL DOS CONSÓRCIOS PÚBLICOS

O planejamento estratégico, conceito adotado por organizações da iniciativa privada, baseia-se na estratégia e na tática adotadas para alcançar resultados promissores.

---

<sup>23</sup> Doutora, professora adjunta PPGEU/DECiv – UFSCar. E-mail: katiaventura@yahoo.com

<sup>24</sup> Mestrando PPGEU-UFSCar (área: saneamento), engenheiro civil do Departamento de Água e Esgotos de Ribeirão Preto (DAERP). E-mail: danilorezende.ecivil@gmail.com

<sup>25</sup> Mestranda PPGEU-UFSCar (área saneamento), engenheira civil e professora na Escola Espaço Livre em Bebedouro - SP. E-mail: geninha.alvares@gmail.com

A estratégia representa o uso dos recursos de forma articulada (ex: humanos, técnicos, financeiros) e a tática representa a implementação das ações (ex: investimentos, capacitação) para um determinado fim, segundo Chiavenato (2014).

Neste conceito, o consórcio intermunicipal se enquadra como principal estratégia, em escala regional, para desenvolver ações e, assim, suprir as necessidades específicas de alguns municípios.

A Lei Federal nº 11.107/2005 (Lei de Consórcios Públicos) e o Decreto Federal nº 6.017/2007 regulamentaram as parcerias municipais e sua organização jurídica, permitindo que os agentes interessados (entes consorciados) tenham maior liberdade de associação e possam ampliar os serviços de interesses comuns, tais como coleta seletiva de resíduos recicláveis, disposição de resíduos sólidos em aterro sanitário, alimentação escolar, aquisição de medicamentos para rede pública, entre outros (CEF, 2011).

Dos 5.570 municípios brasileiros, aproximadamente 90% deles possui menos que 50.000 habitantes. Deste total, 3.571 (64,1%) municípios estão organizados em consórcios intermunicipais, particularmente nas regiões sudeste e sul (IBGE, 2015).

Os consórcios intermunicipais são constituídos por demandas de infraestrutura e redução de recursos financeiros, tais como compartilhamento de materiais ou equipamentos, elaboração de planos regionais, manutenção e ampliação da coleta regular de resíduos sólidos, segundo Teixeira e Ventura (2018) e Silva, Imbrosi e Nogueira (2017).

Teixeira e Ventura (2018), em projeto de pesquisa com apoio da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), registraram 157 casos de consórcios públicos em saneamento, atendendo cerca de 47 milhões de habitantes (Tabela 1). Os pesquisadores observaram que os consórcios que atuam exclusivamente com resíduos sólidos se destacaram em maior número (539) do total observado (882).

Tabela 1 – Organização de consórcios públicos por tipo/categoria (até dez/2017)

<b>Serviço</b>	<b>Número de Municípios</b>	<b>Habitantes</b>
Saneamento e outros	132	10.161.369
Saneamento	211	5.351.217
Resíduos sólidos	539	31.517.985
<b>Total</b>	<b>882</b>	<b>47.030.571</b>

Fonte: Teixeira e Ventura (2018).

O maior número de consórcios de resíduos sólidos encontra-se localizado na região nordeste do país, seguido das regiões sudeste e sul (SILVA, IMBROSI e NOGUEIRA, 2017; TEIXEIRA e VENTURA, 2018).

As vantagens e desvantagens da atuação dos consórcios públicos estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1: Vantagens e desvantagens da atuação dos consórcios públicos

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Redução de custos operacionais	Falta de articulação política
Obtenção de ganhos na compra / aluguel de equipamentos e materiais de consumo	Descontinuidade da gestão pública
Compartilhamento de recursos, equipamentos, pessoal e prestação de serviços	Ausência de troca de experiências
Articulação da cooperação local e regional	Garantia de recurso financeiro para cumprir o plano de trabalho
Fortalecimento da implantação de ações conjuntas	Falta de participação da população durante e após o processo de implantação
Visão integrada entre planejamento ambiental e demandas de infraestrutura urbana	Divulgação insuficiente dos resultados obtidos pelo consorciamento
Fortalecimento do processo de descentralização com a gestão compartilhada	Necessidade contínua de múltiplos esforços
Busca por inovação tecnológica, apoio financeiro (fontes de financiamento e de pesquisa para estabelecimento de parcerias)	Falta de cumprimentos das despesas financeiras

Fonte: Teixeira e Ventura (2018), Funasa (2017), Ferreira e Jucá (2017), Ventura, Teixeira e Kotsubo (2017), Ventura e Kussaba (2015), CEF (2011), Matos e Dias (2011), Caldas (2003), Cruz et.al. (2001), Mantovani (2001), Moisés (2001).

Assim, o principal papel dos consórcios é facilitar as operações básicas e diárias dos serviços públicos. Desta forma, ganha-se em qualidade e custo do serviço, amplia-se o escopo de atuação do consórcio e aumenta-

se a visibilidade de sua abrangência, podendo servir como bom exemplo no setor. No entanto, os maiores desafios são as dificuldades político-administrativa e o planejamento das ações a curto, médio e longo prazos.

O Quadro 2 reúne os desafios internos e externos de consórcios intermunicipais.

Quadro 2: Desafios internos e externos para gestão de consórcios públicos

<b>Desafios Internos</b>	<b>Fonte bibliográfica</b>
1-Dificuldade de planejamento de atividades	Moisés (2001)
2-Formalização e acompanhamento de direitos e deveres de cada ente consorciado	Silveira e Philippi (2008)
3-Heterogeneidade econômica e institucional dos entes consorciados	Nascimento Neto e Moreira (2012)
<b>Desafios Externos</b>	<b>Fonte bibliográfica</b>
1-Conflitos por interesses políticos distintos da sociedade	Cruz et.al. (2001) e Caldas (2003)
2-Falta de inserção e planejamento de programas socioeducativos continuamente	Mantovani (2001)
3-Falta de estratégia que garanta a participação social	Nascimento Neto e Moreira (2012)
4-Ausência de compartilhamento de ações para minimizar as principais dificuldades 5-Maior interesse se concentra na captação de recursos disponíveis	Nascimento Neto e Moreira (2012)

Fonte: organizado pelos autores (2019) com base no levantamento das referências.

Ventura e Suquisaqui (2020) aplicaram a matriz SWOT para identificar os fatores que interferem no funcionamento e consolidação dos consórcios intermunicipais de resíduos sólidos. As autoras listaram mais de 20 fatores que atuam neste arranjo municipal. Com a análise 5W2H, as autoras detalharam ações para o alcance das metas regionais.

Entre as ações encontram-se propostas, destacam-se (VENTURA e SUQUISAQUI, 2020):

- Gestão de consórcio intermunicipal por equipe terceirizada e independente da gestão pública municipal, porém de forma articulada e integrada com o planejamento da cidade;
- Estabelecimento de cronograma de atividade com análise de resultados e divulgação deles à população envolvida;

- Organização dos serviços compartilhados pelos entes consorciados conforme parâmetro estabelecido em contrato (protocolo de intenções);
- Promoção de debates com a sociedade local para análise de resultados e levantamento de necessidades para novas metas;
- Implementação de ações socioambientais de forma contínua;
- Estabelecimento de canal de comunicação e divulgação de informações.

As autoras reforçam que a descontinuidade política e a desarticulação regional prejudicam a atuação dos consórcios intermunicipais.

## 1.2 FERRAMENTAS DE QUALIDADE PARA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal 12.305/2010, incentiva a formação de consórcios públicos para a gestão regionalizada e integrada.

Os resíduos sólidos são classificados em 11 categorias, sendo que os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) compreendem os resíduos domiciliares e os originados pela limpeza urbana (BRASIL, 2010).

Os maiores desafios pertinentes à gestão de RSU são a ineficiência dos serviços, o descarte irregular, a falta de vigilância na área urbana e ausência de planejamento, segundo Silva, Imbrosi e Nogueira (2017).

Neste campo, ferramentas de gestão da qualidade são instrumentos que detalham informações para melhor entendimento das questões em análise. No presente capítulo, abordam-se duas técnicas para aprofundamento dos aspectos qualitativos:

- ✓ Matriz SWOT: identifica os pontos positivos e negativos da empresa, segundo Gürel e Tat (2017), Qehaja et.al.(2017) e Nakagawa (s/d);
- ✓ Matriz 5W2H: planeja as ações a serem realizadas com prazos, parceiros, recursos e infraestrutura, segundo Machado (2012); Silveira, Martelli e Oliveira (2016), Peinado & Graeml (2007) e Werkema (1995).

O Quadro 3 ilustra a estrutura da ferramenta *SWOT*.

Quadro 3 – Concepção da matriz *SWOT*

<b>Fatores Positivos - Internos</b>	<b>Fatores Negativos - Internos</b>
<p><b><i>Strengths (Força)</i></b></p> <p>Podem ser controláveis e influenciam de forma positiva, internamente, à organização em análise.</p> <p>Exemplos: nível de qualificação dos recursos humanos, condições do ambiente de trabalho, outros.</p>	<p><b><i>Weaknesses (Fraquezas)</i></b></p> <p>Causam dificuldades operacionais e apontam as fragilidades do processo.</p> <p>Exemplos: falta de recursos, falha no controle e planejamento das ações, equipe técnica despreparada, outros.</p>
<b>Fatores Positivos - Externos</b>	<b>Fatores Negativos - Externos</b>
<p><b><i>Opportunities (Oportunidades)</i></b></p> <p>Favorecem a organização, desde que conhecidas.</p> <p>Exemplos: dados de população, taxas de geração de resíduos sólidos, instrumentos legais, apoio da sociedade / participação social, parcerias, outros.</p>	<p><b><i>Threats (Ameaças)</i></b></p> <p>Dificultam algumas estratégias e, se conhecidas, podem ser impedidas de ocorrer.</p> <p>Exemplo: índices econômicos elevados, repasse de recurso governamental, competitividade, capacidade operacional, custos, outros.</p>

Fonte: Adaptado de Oliveira (2014), Rezende (2008), Chiavenato e Sapiro (2010).

O Quadro 4 exemplifica a estrutura da ferramenta 5W2H.

Quadro 4 – Exemplo de estruturação da matriz 5W2H.

<b>Fraqueza: Identificação do Problema</b>	
What (O que será feito?)	Apresenta a atividade a ser realizada.
Where (Onde?)	Estabelece o local da realização da atividade.
Why (Por que?)	Apresenta a justificativa da realização da atividade.
Who (Quem?)	Aponta pessoas, setores ou instituições envolvidas na atividade.
When (Quando?)	Indica o período, época ou tempo de realização da atividade.
How (Como?)	Indica o método e os materiais necessários para realização da atividade.
How much (Quanto?)	Estima o custo da realização da atividade.

Fonte: Adaptado de Silveira, Martelli e Oliveira (2016); Machado (2012); Werkema (1995).

### 1.3 PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO PARA CONSÓRCIOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Os protocolos de avaliação são instrumentos muito conhecidos em saúde pública para o diagnóstico de pacientes na área clínica-hospitalar (SILVA et. al., 2014). O uso desses protocolos tem sido útil em recursos

hídricos para caracterizar os impactos no meio, segundo Bizzo (2014), Radtke (2015), Oliveira e Nunes (2015).

Cabe observar que os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR), empregados em recursos hídricos, são ferramentas que permitem a avaliação do fenômeno observado em campo / visita técnica e a metodologia se baseia na inspeção visual juntamente com a ponderação de pesos a cada variável da análise, de modo que o valor resultante indica a qualidade ambiental do objeto de estudo, segundo Oliveira e Nunes (2015), Guimarães et. al. (2012), Santos (2015), Lobo et.al. (2011).

Callisto *et al.* (2002) aplicaram dois PARs em córregos e rios do Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) e o Parque Nacional da Bocaina (RJ). Foram 2 protocolos, sendo o primeiro elaborado a partir do modelo proposto pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio – EUA (EPA, 1987), para avaliar as características de trechos da bacia e nível de impactos ambientais provenientes de atividades antrópicas e o segundo avaliou as condições de habitat e nível de conservação do ambiente natural.

Os Protocolos de Avaliação podem ser adaptados para outros setores de interesse. Rangel e Botelho (2017) aplicaram o PAR que elaboraram na Trilha Sahy - Rubião do Parque Estadual Cunhambebe, no município de Mangaratiba – RJ. Rigotti et. al. (2015) elaboraram três PARs para caracterização de paisagem fluvial, tais como o Índice do Habitat Fluvial (IHF), Protocolo Simplificado de Avaliação de Habitats (PAH) e Índice de Integridade (InI) que avalia a qualidade do curso d'água.

Pereira (2019), adotando conceito similar, elaborou um conjunto de protocolos para avaliar a gestão do saneamento básico, com o Índice de Gestão Municipal do Saneamento (IGMS). Cada protocolo avaliou prestação dos serviços, planejamento, regulação e fiscalização e participação e controle social. Por fim, compôs um índice com os 4 aspectos considerados. Também empregou protocolo para observação da participação e controle social.

A escala adotada nos trabalhos variou de zero a cem.

Neste sentido, observa-se que não há a prática dos Protocolos de Avaliação para avaliar o serviço público pelo gestor ou para analisar o desempenho dos consórcios intermunicipais de resíduos sólidos pela

agência reguladora ou próprio ente consorciado. Por isto, justifica-se a aplicação deste protocolo.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As etapas de desenvolvimento do trabalho estão na Figura 01.

Figura 01 - Esquematização das etapas de trabalho



Fonte: Próprios autores, 2019.

O levantamento bibliográfico incluiu estudos sobre consórcios e saneamento, desenvolvidos pelo grupo de Pesquisa Gestão e Tecnologia em Saneamento Ambiental (GeTecSAM) e também se baseou em revisão de literatura sobre o papel dos consórcios, desafios e oportunidades de gestão consorciada, dados sobre consórcios intermunicipais em saneamento e em resíduos sólidos no país, uso de protocolos de avaliação no meio urbano.

Realizou-se a identificação de indicadores para gestão de consórcios intermunicipais atuantes em resíduos sólidos. A consulta foi efetuada em documentos impressos, em meio digital, em livros, em periódicos e demais publicações científicas sobre o tema. Os trabalhos de Yosino (2013), Kussaba (2014) e Oliveira (2015) para 23 consórcios públicos (Quadro 5) foram úteis.

Os referidos trabalhos identificaram como variáveis de caracterização, entre elas: campo de atuação e ano de constituição; características dos resíduos sólidos gerados nos municípios consorciados; recursos financeiros investidos; obras e serviços realizados pelo consórcio e imagens das ações desenvolvidas; desafios e elementos de motivação à formação dos consórcios.

A escala utilizada foi 0.0 (ausência do indicador), 0.5 (existência parcial do indicador) e 1.0 (presença total / bem desenvolvida do indicador).

Indicadores são definidos pelos presentes pesquisadores, como variáveis ou parâmetros que mensuram as informações desejadas, de forma

clara, útil, no tempo e espaço, para serem facilmente compreendidos pelo usuário / gestor.

Quadro 5: Lista dos consórcios públicos que embasaram o presente estudo

<b>SIGLA (Estado)</b>	<b>Nome do Consórcio</b>
CIRSURES (SC)	Consórcio Intermunicipal de Resíduos Sólidos Urbanos da Região Sul
CISGA (RS)	Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável Da Serra Gaúcha
CONSAB (SP)	Consórcio Intermunicipal na Área de Saneamento Básico
CINCO (SC)	Consórcio Integrado do Contestado
CIRC (RS)	Consórcio Intermunicipal da Região Centro do Estado do Rio Grande do Sul.
CIRMS (BA)	Consórcio Intermunicipal da Região Metropolitana de Salvador
CIDEMA (SC)	Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Econômico, Social e Meio Ambiente
CIGRES (RS)	Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos
CIGRES (AL)	Consórcio Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
CONSIMARES (SP)	Consórcio Intermunicipal de Manejo de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Campinas
CISAM - Meio Oeste (SC)	Consórcio Intermunicipal de Saneamento Ambiental
CISBRA (SP)	Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico da Região dos Circuitos das Águas
CISAB - Zona da Mata (MG)	Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico da Zona da Mata de Minas Gerais
CITRESU (RS)	Consórcio Intermunicipal de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos
CIMVI (SC)	Consórcio Intermunicipal do Médio Vale do Itajaí
CIMBAJU (SP)	Consórcio Intermunicipal dos municípios da Bacia do Juqueri
Grande ABC (SP)	Consórcio Intermunicipal Grande ABC
Consórcio Pró-Sinos (RS)	Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos
Consórcio Sul Fluminense II (RJ)	Consórcio Público de Gestão de Resíduos Sólidos Sul Fluminense II
ECOTRES (MG)	Consórcio Público Intermunicipal de Tratamento de Resíduos Sólidos
CORESA SUL (PI)	Consórcio Regional de Saneamento do Sul do Piauí
GRANPAL (RS)	Consórcio Público da Associação dos Municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre
Quiriri (SC)	Consórcio Intermunicipal do Quiriri

Fonte: Yosino (2013), Kussaba (2014) e Oliveira (2015).

Foram realizadas visitas a alguns consórcios do interior paulista para melhor compreensão das atribuições diárias e forma de planejamento das ações. Com o conhecimento dos autores sobre o uso das ferramentas de qualidade (SWOT e 5W2H) e os indicadores, foram estruturados os protocolos de avaliação dos consórcios.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados referem-se aos protocolos de avaliação; não abrangem a caracterização e os dados obtidos pela análise dos 23 consórcios intermunicipais. O Quadro 6 apresenta o diagnóstico inicial (Protocolo 1).

Quadro 6: Protocolo 1 – Ficha de Caracterização do Consórcio Público

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DO CONSÓRCIO PÚBLICO		
<b>1. SIGLA / Nome do Consórcio</b>		
<b>2. Sede do Consórcio</b>		Cidade: _____ Estado: _____
<b>3. Número de municípios participantes</b> Assinale <input type="checkbox"/> menor que 5 <input type="checkbox"/> entre 6 e 15 <input type="checkbox"/> entre 16 e 25 <input type="checkbox"/> entre 26 a 35 <input type="checkbox"/> maior que 35		<b>4. Nome dos municípios participantes:</b>  Listar nome de cada um
<b>5. Representante Legal</b>		Nome Completo _____ Cargo _____
<b>6. Data de Fundação / Criação</b>		dd/mm/aa ou _____  <input type="checkbox"/> ainda não está em desenvolvimento ou não está em funcionamento
<b>8. Adequação à Lei de Consórcios Públicos (Lei nº 11.107/2005)</b> <input type="checkbox"/> consórcio já foi criado de acordo com a Lei <input type="checkbox"/> foram feitas/estão sendo feitas mudanças no consórcio para adequação à Lei <input type="checkbox"/> sem adequações até o momento		<b>9. Total da equipe de trabalho:</b> _____ Número de funcionários permanentes: _____ Equipe técnica: _____ Pessoal administrativo: _____  Número de colaboradores eventuais: _____  Prestadores de serviços ou Comissionados: _____ Outros: _____
<b>10. Foco relacionado ao saneamento</b> <input type="checkbox"/> saneamento como um dos objetivos do consórcio, entre outros temas (ex: educação, saúde, turismo, sustentabilidade, outros) <input type="checkbox"/> somente saneamento, de forma integrada (ex: água + drenagem, esgoto+ água, água + esgoto + resíduos, outro) <input type="checkbox"/> somente uma área específica do saneamento (ex: resíduos sólidos ou abastecimento de água ou drenagem urbana ou esgoto sanitário)		

**11. Fontes dos Recursos Financeiros**

(OBS: Pode haver mais de um item com a mesma classificação)

**Classificar:**

- 1 - maior importância  
 2 - menor importância  
 3 – eventual

**recursos internos:**

- ( ) arrecadação própria  
 ( ) recursos do orçamento municipal  
 ( ) outros: .....

**recursos externos:**

- ( ) FUNASA  
 ( ) recursos estaduais  
 ( ) recursos da união  
 ( ) recursos internacionais  
 ( ) recursos privados (ONGs, instituições público ou privadas, empresas, outros)  
 ( ) outros:.....

**12. Atividades relacionadas a resíduos sólidos que podem ser desenvolvidas pelo Consórcio**

	realiza	pode realizar
Coleta regular de resíduos sólidos	( )	( )
Coleta seletiva de alguns recicláveis (informar abaixo)	( )	( )
Funcionamento e/ou apoio à cooperativa	( )	( )
Elaboração de projetos	( )	( )
Atividades de capacitação/formação	( )	( )
Administração do sistema do consórcio (não é terceirizado)	( )	( )
Compartilhamento de equipamentos	( )	( )
Compartilhamento de laboratórios	( )	( )
Operação do aterro sanitário	( )	( )
Implantação de compostagem	( )	( )
Outros tratamentos de resíduos	( )	( )
Comercialização de recicláveis	( )	( )
Beneficiamento de recicláveis	( )	( )
Atividades de limpeza urbana	( )	( )
Sistema de coleta de resíduos perigosos / de saúde	( )	( )
Tratamento de resíduos sólidos perigosos / de saúde	( )	( )
Regulação e fiscalização da prestação dos serviços de saneamento	( )	( )
( ) outras atividades.....	( ) realiza	( ) pode realizar

Observação em geral:

Fonte: Teixeira e Ventura, 2018.

O Quadro 7 ilustra o Protocolo de Avaliação das atividades planejadas pelo consórcio, conforme sua constituição jurídica. Foram consideradas as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Quadro 7: Protocolo 2 – Avaliação do Desempenho do Consórcio Público (exemplo)

SIGLA / Nome	INICIATIVAS							
	Segregação de resíduos		PEV / LEV (Locais que recebem materiais diversos)	Destino Final		Plano de Resíduo Sólido		Elaboração
	Compostagem	Coleta Seletiva		Aterro Sanitário	Lixão	Regional	Gestão Integrada	
CP 1	1	1	1	1	1	1	1	1
...								
CP n	0	0	0	0	0	0	0	0

SIGLA / Nome	INICIATIVAS							PONTOS OBTIDOS
	Existência da Logística Reversa e Gestão Compartilhada	Cooperativa ou Organização de Catadores	Realização de atividades Educação Ambiental	Conselho Municipal do Meio Ambiente	Cobrança ou Taxa	Recebe apoio da Funasa	Apoio de outra fonte	
CP 1	1	1	1	1	1	1	1	15
...								
CP n	0	0	0	0	0	0	0	0

Escala de preenchimento:

**0.0** – Não existe/realiza    **0.5** – Existe/realiza parcialmente    **1.0** – Existe/realiza totalmente

**Resultado para o Desempenho do Consórcio:**

Condições favoráveis (10 a 15 pontos); condições que necessitam de atenção (6 a 9,5 pontos) e condições muito frágeis (menor que 5,5)

Fonte: Presentes Autores, 2019.

Assim, a pontuação de cada consórcio varia de 0 (zero) a 15 (quinze), portanto, de 0 a 100% das iniciativas programadas.

O Quadro 8 apresenta o Protocolo para registro de dados quantitativos obtidos pelo poder público municipal ou gestor do serviço (autarquia, empresa de economia mista, empresa privada, agência reguladora).

Estes dados podem ser obtidos pelo Ministério do Desenvolvimento Regional com a publicação do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Outros parâmetros podem ser inseridos no Protocolo 3.

Quadro 8: Protocolo 3 – Parâmetros Quantitativos do Consórcio Público (exemplo)

<b>SIGLA / Nome</b>	<b>População atendida pelo CP (hab.)</b>	<b>Geração de resíduos por habitante (kg)</b>	<b>Custo médio da coleta por ano (R\$/ano)</b>	<b>Quantidade de resíduo reciclável coletado por cooperados por ano (kg)</b>
CP 1				
...				
...				
CP n				

Fonte: Presentes Autores, 2019.

Alguns exemplos de desafios internos e externos dos consórcios públicos foram apresentados no Quadro 2 deste capítulo.

O Quadro 9 identifica os Desafios e as Ações a serem implementadas (Protocolo 4). Recomenda-se, primeiramente, inserir apenas dois desafios internos e dois externos. Posteriormente, quando eles forem minimizados ou resolvidos, pode-se substituir por outros.

Recomenda-se que o Quadro 9 deve ser utilizado para cada iniciativa identificada com desafios a serem melhorados (compostagem, coleta seletiva, aterro sanitários, outros).

Quanto mais iniciativas o consórcio considerar, conforme o conteúdo estabelecido no Protocolo de Intenções, o número de desafios aumenta e, conseqüentemente, mais ações são necessárias para atingir bons resultados (melhor desempenho). Ventura e Suquisaqui (2020) apontaram estas observações.

Atingindo os resultados estabelecidos no Protocolo 3, o consórcio ou o gestor do consórcio pode aplicar novamente o Protocolo 2 para ponderar os valores atingidos. Desta forma, quanto mais próximo de 15 pontos, o consórcio atingirá melhor desempenho, em relação às metas planejadas.

Com o planejamento estratégico definido pelos entes consorciados, juntamente com a demanda populacional e municipal em escala regional, o método proposto auxilia a tomada de decisão ao longo do tempo e aprimora a análise de resultados para novos planejamentos.

Quadro 9: Protocolo 3 – Identificação dos Desafios (SWOT) e Proposta de Ações (5W2H) para Melhoria de Desempenho do Consórcio Público (exemplo)

Matriz SWOT				
SIGLA / Nome do Consórcio:				
Iniciativa do Consórcio	Desafios Internos (DI)	Desafios Externos (DE)	Observação	
Compostagem (C)	DI 1 (C) – DI 2 (C) –	DE 1 (C) – DE 2 (C) –		
Coleta Seletiva (CS)	DI 1 (CS) – DI 2 (CS) –	DE 1 (CS) – DE 2 (CS) –		
Aterro Sanitário (AS)	....	.....		
PEV / LEV	....	.....		
Plano de resíduos sólidos	....	.....		
Inventário / relatório	....	.....		
Logística reversa (LR)	....	.....		
Cooperativa (CO)	....	.....		
Educação Ambiental (EA)	....	.....		
Taxa de resíduos sólidos (TX)	....	.....		

Matriz 5W2H				
SIGLA / Nome do Consórcio:				
Iniciativa do Consórcio	Compostagem			
Desafios a minimizar	DI 1 (C) – ...	DI 2 (C) – ...	DE 1 (C) – ...	DE 2 (C) – ...
What (O que será feito?)				
Where (Onde?)				
Why (Por que?)				
Who (Quem?)				
When (Quando?)				
How (Como?)				
How much (Quanto?)				
Comentários:				

Fonte: Presentes Autores, 2019.

## 4 CONCLUSÃO

O papel dos consórcios intermunicipais para realização de ações regionais é tão relevante quanto as ações que podem executar. Por isto, o planejamento estratégico deve ser implantado a curto, médio e longo prazo.

Os Protocolos elaborados foram baseados no universo de consórcios estudados e nos projetos de pesquisas desenvolvidos no tema. A visita técnica a alguns consórcios foi o diferencial para identificação dos desafios e oportunidades além da literatura científica e técnicas encontradas.

Este instrumento estima o desempenho do consórcio e serve como instrumento de planejamento, pois aponta as fragilidades dos consórcios.

Poucas informações existem, em meio digital, sobre os consórcios intermunicipais e, portanto, recomenda-se que elas sejam disponibilizadas em plataforma *online* para auxiliar a própria gestão dos entes consorciados e futuras pesquisas. Neste sentido, o consórcio pode apresentar uma mesma base digital para inserir os dados do próprio consórcio e os municípios a ele inseridos.

## REFERENCIAL

- BIZZO, Myrella Rodrigues de Oliveira; MENEZES, Juliana; ANDRADE, Sandra Fernandes. *Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PAR)*. Caderno de Estudos Geoambientais. Niterói, v.04, n.01, p.05-13, 2014.
- BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010.
- CALDAS, Eduardo Lima. *CITRESU: Consórcio Intermunicipal de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos*. 1ed. São Paulo: Liria Okoda, 2003. 14p.
- CAIXA ECONOMICA FEDERAL (CEF). *Guia dos Consórcios Públicos - O papel dos Prefeitos e das Prefeitas na criação e na gestão dos Consórcios Públicos*. Brasília, 2011. 115p. (caderno 1).
- CALLISTO, Marcos et.al. *Aplicação de um protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG, RJ)*. Acta Limnologica Brasiliensia. Rio Claro, v.14, n.1, p. 91-98, jan. 2002.
- CHIAVENATO, Idalberto. *Introdução à Teoria Geral da Administração*. 7ª ed. ver. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 650p.
- CHIAVENATO, Idalberto; SAPIRO, Arão. *Planejamento Estratégico – Fundamentos e Aplicações da Intenção aos Resultados*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Campus, 2010. 341p.
- CRUZ, Maria do Carmo M. T. et.al. *Consórcios Intermunicipais: uma alternativa de Integração regional ascendente*. São Paulo: Polis: Programa Gestão Pública e Cidadania - EAESP/FGV, 2001. 96p.
- DIAS, Reinaldo et.al. *Introdução à administração: Da competitividade à sustentabilidade*. São Paulo: Alínea, 2003.

- FERREIRA, Cynthia Fantoni Alves; JUCA, José Fernando Thomé. *Metodologia para avaliação dos consórcios de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. Engenharia Sanitária Ambiental*. Rio de Janeiro, v.22, n.3, p.513-521, mai. 2017.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). *Estruturação e Implementação de Consórcios Públicos de Saneamento*. 2ª edição. Brasília: Funasa, 2017. 172 p.
- GUIMARÃES, Ariane et.al. *Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. Taubaté, v. 7, n. 3, p. 241-260, dez. 2012.
- GÜREL, Emet; TAT, Merba. *SWOT Analysis: A theoretical review. The Journal of International Social Research*. Ilkadam, v. 10, n. 51, p. 994 – 1006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Perfil dos Municípios Brasileiros 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=295942>. Acesso em: 24/10/2019.
- KUSSABA, Camila Takisava. *Estudo de Avaliação de Consórcios Intermunicipais de Gestão de Saneamento Básico no Brasil*. Trabalho de conclusão de curso - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, 2014. 100p.
- LOBO, Eduardo A.et.al. Utilização de um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental em sistemas lóticos do Sul do Brasil. *Caderno de Pesquisa, Série Biologia*. Santa Cruz, v. 23, n. 1, p. 18-33, jan./abr. 2011.
- MACHADO, Simone Silva. *Gestão da Qualidade*. Inhumas: IFG; 2012. 92p.
- MANTOVANI, M. C. *Consórcio Intermunicipal: instrumento de ação e desenvolvimento de políticas públicas e participação social em meio ambiente*. In: INFORMATIVO CEPAM. Consórcio: uma forma de cooperação intermunicipal – Estudos, legislação básica e pareceres. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima – CEPAM, Unidade de Políticas Públicas – UPP, 2001, v.1, n.2, p.105-122.
- MATOS, Fernanda; DIAS, Reinaldo. *A gestão de Resíduos Sólidos e a formação de Consórcios intermunicipais. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*. Maringá, v.4, n.3, p.501-519, mar. 2011.
- MOISÉS, Helvio Nicolau. Cooperação intermunicipal para a gestão do lixo. In: INFORMATIVO 109 CEPAM. Consórcio: uma forma de cooperação intermunicipal. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima / CEPAM. Unidade de Políticas Públicas – UPP, v.1, n.2, 2001.307p.
- NAKAGAWA, Marcelo. *Ferramenta 5W2H – Plano de ação para empreendedores*. Disponível em <https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/5W2H.pdf>. Acesso em: 02 novembro 2019.
- NASCIMENTO NETO, Paulo; MOREIRA, Tomás Antônio. Consórcio intermunicipal como instrumento de gestão de resíduos sólidos urbanos em regiões metropolitanas: reflexões teórico-conceituais. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*. Taubaté, v.8, n.3, p. 239-282, set./dez. 2012.
- OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças. *Planejamento Estratégico: conceitos, metodologias e práticas*. 32.ed. São Paulo: Atlas, 2014. 384p.
- OLIVEIRA, Fernando; NUNES, Tatiane. Aplicação de protocolo de avaliação rápida para caracterização da qualidade ambiental do manancial de captação (Rio Pequeno) do

- município de Linhares, ES. *Natureza On Line*. Santa Teresa, v. 13, n. 2, p. 86-91, mar./abr. 2015.
- OLIVEIRA, Juliana Bacelar. Metodologia de avaliação de consórcios públicos brasileiros de resíduos sólidos ou saneamento com o uso de indicadores de sustentabilidade. Trabalho de conclusão de curso - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, 2015. 55p.
- PEREIRA, Roberto Giovanni de Mattos. *Proposta metodológica para avaliação da gestão municipal de saneamento básico*. Dissertação (Magister Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, 2019. 102p.
- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. *Administração da Produção – Operações Industriais e de Serviços*. Curitiba: UnicenP, 2007. 750p.
- QEHAJA, Albana Berisha; KUTLLOVCI, Enver; PULA, Justina Shiroka. Strategic Management Tools and Techniques Usage: a Qualitative Review. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. Czech Republic, v. 65, n. 2, p.585-600, abr.2017.
- RADTKE, Lidiane. Protocolo de Avaliação Rápida: Ferramenta de Avaliação Participativa de Cursos d'Água Urbanos. Santa Maria-RS: UFSM, 2015. 88p (Dissertação de mestrado)
- RANGEL, Luana de Almeida; BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. Análise ambiental da trilha Sahy-Rubião no parque estadual Cunhambebe em Magaratiba (RJ) por meio de um protocolo de avaliação rápida. *GEO UERJ*. Rio de Janeiro, n. 30, p. 391-418, mai. 2017. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/23655>. Acesso em: 15 novembro 2019.
- REZENDE, Denis Alcides. *Planejamento Estratégico para Organizações: públicas e privadas*. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2008. 137p.
- RIGOTTI, Jucimara Andreza et al. Aplicação e análise comparativa de três protocolos de avaliação rápida para caracterização da paisagem fluvial. *Ambiente & Água*. Taubaté, v. 11, n. 1, p. 85-97, mar. 2016.
- SANTOS, Karina Pinheiro et al. Métodos de avaliação rápida da integridade ambiental aplicados à Bacia do Ribeirão Sozinha, Goiás. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 462-471, abr./jun. 2015.
- SARAIVA, Gabriela Delgado Ibrahim et al. A metodologia de análise do ciclo de vida, apoiada pelo software Umberto, como ferramenta de gestão na perspectiva da sustentabilidade: um estudo de caso. In: ANAIS DO 4º SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, Foz do Iguaçu - PR, 2007.
- SILVA, Michele de Freitas Neves et.al. Protocolo de avaliação e classificação de risco de pacientes em unidade de emergência. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*. Ribeirão Preto, v22, n.2, 2014. p.218-225.
- SILVA, Wanessa de Matos Firmino et al. Municipal Solid Waste Management: Public Consortia as an alternative Sacale-Efficient? Lessons from the Brazilian Experience. *Current Urban Studies*. v.5, n. 2, p. 185-201, jun. 2017. Disponível em: [https://file.sicrp.org/pdf/CUS\\_2017062916143180.pdf](https://file.sicrp.org/pdf/CUS_2017062916143180.pdf) Acesso em 12 dez 2018.

- SILVEIRA, Heliel Eustáquio et al. A implantação da ferramenta 5W2H como auxiliar no controle da gestão da empresa agropecuária São José. *Revista de Administração do Sul do Pará*. Redenção v.3, n. 2, p. 68-80, mai./ago. 2016.
- SILVEIRA, Rosí Cristina Espindola; PHILIPPI, Luiz Sérgio. Consórcios Públicos: uma alternativa viável para a gestão regionalizada de resíduos sólidos urbanos. *Revista Redes*. Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 1, p. 205-224, jan./abr. 2008.
- TEIXEIRA, Bernardo Arantes do Nascimento; VENTURA, Katia Sakihama. *Metodologia para formulação de consórcios para gestão integrada em saneamento ambiental* (relatório final). Brasília: FUNASA, 2018. 165p. (material impresso)
- VENTURA, Katia Sakihama; SUQUISAQUI, Ana Beatriz Valim. Aplicação de ferramentas SWOT e 5W2H para análise de consórcios intermunicipais de resíduos sólidos urbanos. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 333-349, jan./mar. 2020.
- VENTURA, Katia Sakihama; KUSSABA, Camila Takisava. *Estudo da formação de consórcios públicos em saneamento*. In: Exposição de Experiências Municipais em Saneamento, 19ª. Poços de Caldas, MG: ASSEMAE, Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.trabalhosasemae.com.br/sistema/repositorio/2015/1/trabalhos/23/168/t16t1e1a2015.pdf>. Acesso em: 20 setembro 2018.
- VENTURA, Katia Sakihama; TEIXEIRA, Bernardo Arantes do Nascimento; KOTSUBO, Kamila. Análise de consórcios públicos de resíduos sólidos como subsídio à gestão do saneamento. In: CONGRESSO ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL/FENASAN, 2017.
- WERKEMA, Maria Cristina Catarino. *Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos*. Volume 1. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995. 384p.
- YOSINO, Carolina Midori Oquendo. *Estudo de Consórcios Públicos Intermunicipais de Gestão de Resíduos Sólidos no Brasil*. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de São Carlos: Departamento de Engenharia Civil, 2013. 55p.

## Capítulo 6

### PAINÉIS DE PARTÍCULAS PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DE ARBORIZAÇÃO URBANA

*Maximiliano dos Anjos Azambuja<sup>26</sup>*  
*Luana Serafim Lima da Silva<sup>27</sup>*

A preocupação com as questões ambientais ganhou força a partir da década de 1990 e, com isso, setores da sociedade têm se mobilizado a fim de diminuir o impacto causado pelo homem ao meio ambiente. Pesquisas têm sido realizadas com o intuito de desenvolver produtos sustentáveis, que utilizam materiais reciclados ou alternativos, e que sejam viáveis economicamente. Este trabalho propõe a fabricação de painéis de partículas aglomeradas a partir de resíduos de arborização urbana. A espécie utilizada será a *Licania tomentosa*, suas partículas foram aglutinadas com adesivo poliuretano à base de óleo de mamona. Os resíduos lignocelulósicos são uma boa alternativa para este fim, pois suas características químicas se aproximam às da madeira. Sua incorporação no processo produtivo de painéis de partículas agrega valor a este subproduto e reduz a necessidade do uso da madeira, reduzindo assim a pressão sobre as florestas. As propriedades físicas e mecânicas dos painéis foram avaliadas de acordo com a NBR 14810.

#### 1 INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas ambientais atualmente, recorrente em maior escala nos centros urbanos, é a geração de resíduos sólidos. Tais resíduos possuem grande volume e acabam por gerar impactos ambientais,

---

<sup>26</sup> Professor doutor da Universidade Estadual Paulista, UNESP. E-mail: m.azambuja@unesp.br

<sup>27</sup> Discente de Iniciação Científica, FEB, UNESP. E-mail: luanasl156@gmail.com

já que não possuem tratamento e disposição correta. Desde a década de 1990, as questões ambientais têm ganhado cada vez mais destaque internacional, mobilizando setores da sociedade acerca da importância da preservação ambiental. Em meio à globalização, as indústrias buscam desenvolver novos materiais que sejam capazes de substituir os já utilizados tradicionalmente, mas que reduzam os impactos ambientais e apresentem boa relação custo-benefício.

Muitas pesquisas são realizadas com este intuito, e aqui abordam-se os painéis de partículas aglomeradas. Estes surgiram em meio a Segunda Guerra Mundial, na Alemanha. Devido ao isolamento trazido pela guerra, adquirir madeiras adequadas para produção de lâminas para compensados tornou-se difícil e a indústria passou a utilizar como alternativa os resíduos de madeira, dando assim início para um novo tipo de painel. Os painéis aglomerados são produzidos a partir de partículas de madeira, sendo estas unidas por um aglomerante, geralmente por um adesivo. O processo de prensagem do material se dá à quente. Além de madeira, pesquisadores passaram a avaliar a possibilidade de incorporação de diversos materiais nesses painéis, como, por exemplo, resíduos agroindustriais e PET. A produção de painéis de partículas de resíduos reciclados agrega valor a esse subproduto, estes possuem grande potencial de produção, além de contribuir com a diminuição do uso da madeira e, conseqüentemente, a pressão sobre as florestas, reduzindo custos de produção (MENDES, 2012 apud SARTORI et al., 2010, p. 3).

No presente trabalho, foi realizado um estudo da viabilidade de produção de painéis de partículas de madeira *Oiti* (*Licania Tomentosa*), oriunda da poda de arborização urbana de Bauru, São Paulo. A arborização urbana consiste no conjunto de vegetação presente em espaços públicos e privados nas cidades. Possui diversos benefícios como melhoria no microclima, atenuação da temperatura, melhora a relação homem-ambiente e é fonte de alimentos para a avifauna. Apesar de todos os benefícios já comprovados, a implantação de arborização urbana requer um projeto que, avaliando o espaço disponível e o entorno, definirá a melhor espécie a ser utilizada. Quando tal projeto não é bem definido, problemas como afloramento das raízes nas calçadas e interferência na rede elétrica tornam-se recorrentes, fazendo-se necessária a poda ou remoção total da

arborização. Com isso, grande quantidade de resíduos é gerada. Tais resíduos acabam por ser depositados em aterros sanitários, por não possuírem nenhum valor agregado. Este trabalho propôs o uso de tais resíduos na produção de painéis de partículas a fim de agregar valor ao resíduo, e assim diminuir a carga de resíduos depositada em aterros.

## **2 ARBORIZAÇÃO URBANA**

A arborização urbana consiste em um conjunto de vegetação arbórea natural ou cultivada pertencente a espaços das cidades, tais como praças, parques, vias públicas e áreas particulares. Esta surgiu, no Brasil, há cerca de cento e vinte anos com a preparação para o casamento de D. Pedro I, na cidade do Rio de Janeiro. Inicialmente, sua execução não foi bem aceita pela população da cidade, que vinculou as sombras geradas pelas árvores a doenças como febre amarela e sarampo. Atualmente, os muitos benefícios da arborização são conhecidos e sua implantação está cada vez mais valorizada. As espécies comumente utilizadas são sibipirunas, pau-ferro, cássias, paineiras, flamboyants, jacarandás, entre outras (DANTAS et al., 2004, p. 4).

A arborização traz diversos benefícios para o microclima, pois possui ação purificadora através da fixação de partículas e gases, exerce influência sobre o balanço hídrico, atenua a temperatura, além de atuar como fonte de alimentação da avifauna. Melhora a estética do local em que está inserida ao reduzir o efeito agressivo das construções que geralmente são dominantes nos cenários urbanos, gerando sensação de bem-estar ao homem através do contato com a vegetação (GERBASI et al., 2014, p. 3).

Apesar de sua influência positiva sobre os espaços, a arborização urbana deve ser muito bem planejada a fim de evitar futuros problemas gerados pelo impacto da vegetação no ambiente. Um projeto de arborização deve avaliar a espécie que melhor se adequará ao seu entorno. Esta não pode exercer influência na rede elétrica ou no trânsito de pessoas nos passeios, por exemplo. A falta de planejamento e uso de vegetações inadequadas acabam por ocasionar a poda ou até mesmo a remoção das espécies, gerando grande quantidade de resíduos sólidos (MEIRA, 2010, p. 26).

## 1.1 PODA

Atualmente, a poda das árvores em espaço público é realizada pelas prefeituras ou concessionárias de energia, e é motivada principalmente pelo afloramento de raízes nas calçadas ou interferência na rede elétrica. Além desses problemas, o incômodo aos moradores é também um fator que contribui para a poda ou remoção das árvores, problemas como “falta de espaço para plantar, a sujeira das folhas, a possibilidade de causar danos à calçada [...], entupimento das calhas, os prejuízos à estrutura da casa” (MEIRA, 2010, p. 26) são relatados.

No contexto de arborização urbana, a poda possui quatro finalidades, sendo estas (MEIRA, 2010, p. 27):

- a retirada de ramos laterais que possam dificultar a passagem de pedestres e automóveis sob as copas até a altura de 1,80 m;
- eliminação de ramos velhos, mortos ou prejudicados;
- a contenção da copa, realizada para adequação desta ao espaço físico;
- e a emergencial, que remove partes das árvores que possam comprometer a seguridade da população, edificações e instalações públicas.

A poda, seja ela realizada para manutenção rotineira ou emergencial, gera grande quantidade de resíduos, por isso, destaca-se a importância do planejamento da arborização e conscientização da população acerca da relevância da mesma, reduzindo assim a necessidade de poda ou remoção e com isso a geração de resíduos também será diminuída.

## 1.2 RESÍDUOS DE ARBORIZAÇÃO URBANA

“A realização da poda e remoção da arborização urbana geram resíduos tais como galhos, ramos, folhas, sementes, frutos, raízes e fustes.” (MEIRA, 2010, p. 31).

Segundo o artigo 6º, do capítulo III, da Lei 12.300/2006, os resíduos são classificados como:

[...] os provenientes de residências, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, da varrição, de podas e da limpeza de vias, logradouros públicos e sistemas de drenagem urbana passíveis de contratação ou delegação a particular, nos termos de lei municipal. (BRASIL, 2006)<sup>28</sup>.

Assim sendo, os resíduos gerados pela arborização urbana são classificados como resíduos urbanos. Os resíduos de poda, assim como os demais resíduos urbanos, são depositados em aterros sanitários. Estes possuem vida útil relativamente curta, de aproximadamente vinte anos, devido à grande quantidade de material recebido e seu lento processo de degradação, além de apresentarem riscos de contaminação do solo e lençóis freáticos (MEIRA, 2010, p. 32).

Segundo Meira (2010, p. 33), a disposição de uma tonelada de material em aterro privado custa 68 reais, gasto que poderia ser reduzido se políticas de reciclagem e reutilização fossem implantadas e incentivadas.

“Estudos realizados por Eigenheer et al. (2005), num aterro do Estado do Rio de Janeiro, demonstram que os resíduos provenientes da poda urbana compõem, aproximadamente, 4,4% de volume do aterro.” (MEIRA, 2010, p. 33).

## **2 PRODUÇÃO DE PAINÉIS DE PARTÍCULAS A PARTIR DE RESÍDUOS E MADEIRAS ALTERNATIVAS**

Amstalden et al. (2013) estudaram a produção de painéis aglomerados utilizando resíduos de Paricá e resina poliuretana à base de óleo de mamona, propondo assim uma forma sustentável de produção para a indústria madeireira, já que a reutilização das partículas de Paricá agrega valor a este subproduto e a resina utilizada não é tóxica e não agride o meio ambiente. Os painéis foram produzidos com 616 gramas de partículas de Paricá e 92,4 gramas de resina poliuretana de mamona (15%), a prensagem foi realizada a 90 °C com pressão de aproximadamente 4,5 MPa durante 10 minutos. Utilizou-se a norma ABNT NBR 14810:2006 como base para a

---

<sup>28</sup> Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html>. Acesso em 03 dez. 2019.

realização dos ensaios físico-mecânicos, o desempenho foi também comparado aos parâmetros mínimos estabelecidos pelas normas internacionais CS 236-66:1968 e ANSI A208.1-1999. Os painéis apresentaram valores de absorção de água após duas horas maior que o recomendado pelas empresas do setor, ainda as demais propriedades avaliadas (módulo de ruptura, resistência à tração perpendicular e inchamento em espessura após 2 horas) atenderam ao recomendado pelas três normas utilizadas.

Araújo et al. (2014) avaliaram a produção de painéis de partículas compostos por bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus* com partículas de casca de café (10 e 20%), visto que esse resíduo agroindustrial representa de 45 a 55% da produção nacional de café. Utilizou-se o adesivo poliuretano bicomponente à base de mamona. Foram produzidos painéis variando a porcentagem da casca de café em sua camada interna. Após a realização dos ensaios físicos e mecânicos de acordo com a norma ABNT 14810 (2006), verificou-se que os painéis produzidos não podem ser utilizados para fins estruturais, pois os resultados de MOR e MOE não atenderam ao especificado na norma. Para as propriedades de inchamento em espessura e absorção de água após 2 horas, o painel com 10% de cascas de café apresentou melhores resultados, mas para um período de 24 horas os resultados foram negativos.

Bianche et al. (2012) produziram painéis com partículas de Eucalipto (*Eucalyptus urophylla*), Paricá (*Schizolobium amazonicum*) e Vassoura (*Sida* spp.). A Vassoura hoje é amplamente utilizada na produção de cordas por possuir fibras de boa qualidade, entretanto, não há estudos relacionados ao seu uso em painéis de partículas, por isso, o estudo em questão visa a avaliar seu desempenho nesse emprego. Na produção dos painéis variou-se a proporção de Vassoura e Paricá em 25, 50, 75 e 100%. Utilizaram-se duas combinações de material, na primeira os painéis foram produzidos com Vassoura, Paricá e Eucalipto e na segunda somente com Paricá e Eucalipto. Dois teores de adesivo à base de ureia formaldeído (6 e 8%) foram utilizados. O material foi prensado a 170 °C, por 8 minutos, aplicando pressão de 32 kgf/cm<sup>2</sup>. Os ensaios das propriedades físicas e mecânicas seguiram a ABNT 14810 (2006). Constatou-se, com base em resultados experimentais, que um aumento no teor de resina utilizado melhorou

algumas das propriedades. A associação Vassoura e Eucalipto apresentou resistência à tração perpendicular, arrancamento de parafuso e dureza Janka dentro do recomendado. Já a associação Vassoura e Paricá não apresentou avarias na dureza Janka e no arrancamento de parafuso. Os painéis produzidos com vassoura absorveram mais água, por isso, seu uso não é recomendado em ambientes úmidos.

Christoforo et al. (2015) propuseram o aproveitamento de resíduos de madeira tropical de baixa densidade, *Cordia goeldiana*, para a confecção de chapas de partículas com resinas poliuretanas monocomponente e bicomponente derivadas de óleo de mamona. Utilizou-se um teor de resina de 15% e 4 MPa de pressão, a uma temperatura de 90 °C durante 7 minutos. Para avaliar as amostras, baseou-se na norma brasileira NBR 14810:2002. Foram estudados densidade, teor de umidade, módulo de resistência na flexão estática e adesão interna. Os valores médios para MOR e adesão interna para o tratamento com resina monocomponente foram de 23,3 e 1,5 MPa, respectivamente. Já para o tratamento com resina bicomponente os valores foram de 36,1 e 1,75 MPa. Tais valores superaram o estabelecido pela norma, comprovando a qualidade do material produzido. Segundo Christoforo et al. (2015, p. 6), o estudo pode confirmar a hipótese de que há linearidade entre a adesão interna e a densidade dos painéis, sendo assim possível estimar a adesão interna de painéis.

Já Dinhane et al. (2014) estudaram os painéis de partículas de bambu em associação com outro resíduo agroindustrial, a fibra de coco, da espécie *Coco nucifera*. O adesivo utilizado também foi o adesivo poliuretano bicomponente à base de mamona, com teor de 10% e a prensagem foi feita a 90 °C, com 3 MPa. As partículas de fibra de coco foram empregadas na camada interna e sua porcentagem variou de 0, 10, 20 e 30%. Foram realizados ensaios físicos, e seus resultados comparados com a literatura mostraram-se de acordo com o exigido.

Ferro et al. (2015) estudaram a produção de painéis de partículas produzidos a partir do Paricá (*Schizolobium amazonicum*) com a resina poliuretana à base de óleo de mamona. A porcentagem de resina utilizada variou de 8, 10 e 12% e o objetivo do estudo em questão era avaliar qual porcentagem seria mais adequada. Na prensagem utilizou-se pressão de 4 MPa, a uma temperatura de 100 °C por 10 minutos. Para todos os

tratamentos, as propriedades físicas e mecânicas dos painéis atenderam às normas nacionais e internacionais. A partir das análises estatísticas concluiu-se que o módulo de elasticidade na flexão estática, na direção perpendicular à orientação das partículas, sofreu influência do fator adesivo, aumentando de acordo com maior porcentagem de resina. Ferro et al. (2015, p. 6) concluíram que os painéis que utilizaram 8% de resina são as melhores opções, por atenderem às exigências normativas e utilizarem menos resina, o que reduzirá seu custo de produção.

Gatani et al. (2013) estudaram a utilização de resíduos de casca de amendoim na produção de painéis de partículas a fim de agregar valor a este material. Na produção, a resina utilizada foi a ureia formaldeído e o material foi prensado a 100 °C com pressão de 25 MPa. Avaliaram-se os painéis de acordo com a norma ASTM D 1037:2006. “Os painéis avaliados apresentaram densidade média variando de 0,69 a 0,83 g cm<sup>-3</sup>, MOR 4,37 a 5,34 MPa e MOE 590 a 700 MPa, para painéis com e sem tratamento preservativo.” (GATANI et al., 2013, p. 1). Com base na ANSI A208.1:199, os painéis apresentam os requisitos para serem utilizados internamente, como revestimento, no setor moveleiro e decorativo.

Iwakiri et al. (2012) avaliou a produção de painéis aglomerados de *Melia azedarach* (Cinamomo) e *Pinus taeda*, variando o teor de resina ureia formaldeído, sendo estes 6 e 8% na camada interna e 8 e 10% na camada externa. Utilizou-se no processo de prensagem uma pressão específica de 40 kgf/cm<sup>2</sup> a uma temperatura de 160 °C por 8 minutos. Os painéis foram avaliados de acordo com a norma europeia EN 310, 317, 319 e 322 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION – EN, 2003). O estudo indicou que a espécie *Melia azedarach* é recomendada para a produção de painéis aglomerados, assim como o fato de que a absorção de água e o inchamento em espessura são melhorados quando o teor de resina utilizado é aumentado.

Klimek et al. (2016) estudaram o uso de matérias-primas alternativas para confecção de painéis de partículas, sendo estas, resíduos agroindustriais. Foram utilizadas as espécies *Helianthus annuus* L., *Helianthus tuberosus* L e *Silphium perfoliatum* L. assim como dois adesivos, ureia formaldeído e o MDI. Na prensagem foi aplicada uma pressão de 3,2 MPa, a 200 °C por 100 segundos. Os ensaios físico-mecânicos tiveram

resultados admissíveis de acordo com as normas, entretanto, o módulo de ruptura foi inferior aos dos painéis tradicionais. Os ensaios de inchamento e absorção apresentaram resultados inferiores quando comparados aos painéis tradicionais.

Nascimento et al. (2013) estudaram o uso de espécies de madeira da caatinga da Região Nordeste, para a produção dos painéis de partículas. As espécies escolhidas foram Angico (*Anadenanthera macrocarpa*), Algaroba (*Prosopis juliflora*) e Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*). Tais painéis foram comparados com os usualmente comercializados produzidos com madeiras das espécies *Pinus elliottii* e *Corymbia citriodora*. O adesivo escolhido para produzir os painéis foi o à base de ureia formaldeído, já na prensagem foi aplicada uma pressão de 4,5 MPa a 140 °C.

Os materiais produzidos com *Corymbia citriodora* apresentaram os menores valores de densidade, já os maiores valores vieram dos fabricados com Jurema Preta. Segundo Nascimento et al. (2013, p. 8), o MOE dos painéis constituídos de madeira *Corymbia citriodora* apresentou os valores mais baixos, já os mais altos são provenientes dos produzidos com Jurema Preta. Os materiais que apresentaram os menores valores para MOR foram produzidos com *Pinus*, os de maiores valores foram os fabricados com madeira Algaroba. Nascimento et al. (2013) concluíram ser possível a produção de painéis de partículas de madeiras da caatinga com propriedades próximas as dos painéis comercializados, já que os painéis de Jurema Preta, em linhas gerais, apresentaram melhores resultados para as propriedades mecânicas que os painéis comercializados estudados. Os ensaios foram realizados segundo as recomendações do documento normativo americano ASTM 1037:1996.

No campo dos painéis aglomerados, Negrão et al. (2014) analisaram a influência de três tipos de adesivo, resina poliuretana bicomponente derivada de mamona, ureia-formaldeído e Purbond, nas propriedades físicas e mecânicas dos painéis. Na prensagem aplicou-se pressão de 5 MPa a 100 °C. As madeiras utilizadas foram Cedrinho, Córdia, Figueira e Paineira. A caracterização dos painéis seguiu as orientações da norma ABNT 14810 (2006). Os melhores valores para o módulo de elasticidade na flexão foram obtidos nos painéis que utilizaram resina ureia-formaldeído e Purbond. Os maiores valores de módulo de ruptura na flexão vieram dos painéis que

utilizaram resina ureia-formaldeído. Na tração perpendicular os painéis com Purbond apresentaram melhor desempenho. Todas as propriedades físicas e mecânicas avaliadas apresentaram valores de acordo com o recomendado pela norma.

Pierre et al. (2014) estudaram a viabilidade da adição de resíduos provenientes da indústria madeireira como serragem e material sólido reciclado de paletes à madeira de *Eucalyptus grandis* na produção de painéis de média densidade fabricados industrialmente. A proporção dos resíduos variou de 10 a 35% em volume, utilizou-se o adesivo ureia-formaldeído e a prensagem foi realizada com temperatura variando de 198 °C a 140 °C, com pressão específica média de 3,3 MPa e a cada milímetro de espessura foram utilizados 3,2 segundos de prensagem. Com a realização dos ensaios físicos constatou-se que os painéis produzidos com tais materiais atenderam às especificações normativas em todos os tratamentos. Observou-se que o aumento da umidade final do painel influenciou na redução nos valores de absorção de água e inchamento em espessura.

Santos et al. (2011) analisaram a viabilidade de painéis de partículas a partir do resíduo de madeira de Candeia oriundo das indústrias extratoras de óleo, juntamente com madeira de eucalipto, na proporção de 25:75, e adesivo ureia-formaldeído a 12%. Além desses materiais, o PET foi incorporado em três proporções, sendo estas, 0, 25 e 50%. Realizou-se o ciclo de prensagem a uma temperatura de 160 °C, pressão de 0,4 MPa e tempo de 8 minutos. Também foi analisada a presença de emulsão de parafina nos painéis. Na caracterização foram avaliados a ligação interna, flexão estática, compressão paralela à superfície dos painéis, absorção de água e inchamento em espessura de acordo com as normas DIN (1971), ASTM D 1037-93 (1995) e CS 236-66 (1968). Após as análises constatou-se que as propriedades mecânicas dos painéis diminuíram com o aumento da incorporação de PET, já a parafina não melhorou a resistência e não diminuiu a higroscopicidade dos painéis, entretanto, é viável a confecção de painéis somente com madeira de candeia em associação com eucalipto, pois suas propriedades estão de acordo com as exigências descritas pelas normas, exceto para o ensaio de flexão estática.

Sartori et al. (2012) estudaram a viabilidade da produção de painéis de partículas utilizando bagaço de cana-de-açúcar, um resíduo

agroindustrial muito presente no Brasil, e que praticamente não possui valor agregado. Tais painéis seriam utilizados em instalações rurais para corte de bovino. Para agregar as partículas utilizou-se a resina poliuretana bicomponente à base de óleo de mamona, na prensagem aplicou-se pressão de 5 MPa a temperatura de 100 °C. As propriedades físico-mecânicas obtidas foram comparadas com as recomendações das normas ANSI A208.1:1999 -mat-formed wood particleboard, e NBR 14810:2006 (ABNT, 2006). Sartori et al. (2012, p. 7) concluíram com base nos resultados dos ensaios das propriedades, que a resina poliuretana à base de óleo de mamona é uma alternativa eficiente para a resina ureia formaldeído amplamente utilizada e que é possível utilizar bagaço de cana-de-açúcar na produção de painéis que se equiparam aos fabricados industrialmente e atendem às exigências das normas.

Tousi et al. (2014) estudaram o comportamento do painel de partículas produzido com *Rhizophora* spp., utilizando um adesivo alternativo à base de *Eremurus* spp. O bioadesivo é à base de pó da raiz de *Eremurus*, e a porcentagem utilizada foi de 6 e 12%. O ciclo de prensagem iniciou-se com prensagem a frio sob pressão de 20 MPa durante 15 minutos, logo após iniciou-se a prensagem a quente, na primeira prensagem utilizou-se 10 MPa e a temperatura variou de 29 a 100 °C, em 10 minutos, na segunda, utilizou-se 13 MPa e a temperatura variou de 100 a 150 °C em 10 minutos, na terceira parte 16 MPa com temperatura variando de 150 a 180 °C por mais 10 minutos, na última parte aplicou-se 20 mpa a 180 °C por 5 minutos. Nesse estudo, os painéis adquiriram maior resistência de ligação interna quando o tamanho das partículas foi reduzido e a quantidade de adesivo foi aumentada.

## 2.1 ESCOLHA DA MADEIRA E ADESIVO

Gerbasi et al. (2014) realizaram um estudo de diagnóstico de aspectos da arborização urbana em vias de um bairro em Bauru-SP. Fez-se um levantamento quali-quantitativo das espécies encontradas e uma avaliação que considerou porte, presença de rede de energia e largura das calçadas, a fim de classificar a adequação ou não das espécies. Para realizar o levantamento quali-quantitativo percorreu-se cada rua do bairro em

estudo, foram identificadas 573 espécies arbustivas e arbóreas, e destas, a espécie de maior recorrência é a *Licania tomentosa*, popularmente conhecida como Oiti, que representa 29,14% das espécies encontradas no bairro. A Oiti “[...] possui porte médio, apresenta crescimento rápido e copa frondosa e, por isso, tem sido largamente usada na arborização urbana de Bauru” (GERBASI et al., 2014, p. 7).

Os dados da Tabela 1 mostram as espécies encontradas no bairro estudado e suas respectivas frequências. Tal frequência é representativa da arborização da cidade.

Tabela 1. Espécies de maior frequência nas vias públicas, na cidade de Bauru, SP

Nome popular	Nome científico	Família	Porte	Quantidade	Frequência (%)
Oiti	<i>Licania tomentosa</i>	<i>Chrysobalanaceae</i>	Médio	167	29,14
Resedá	<i>Lagerstroemia indica</i>	<i>Lythraceae</i>	Pequeno	63	10,99
Falsa-murta	<i>Murraia paniculata</i>	<i>Rutaceae</i>	Pequeno	50	8,73
Quaresmeira	<i>Tibouchina granulose</i>	<i>Melastomataceae</i>	Médio	60	10,47
Salgueiro chorão	<i>Salix xpendulina</i> <i>Caesalpinia</i>	<i>Salicaceae</i>	Médio	27	4,71

Fonte: Autores.

O resíduo selecionado foi da espécie Oiti (*Licania tomentosa*) por apresentar maior frequência e, conseqüentemente, maior quantidade de resíduos de poda gerados.

Os adesivos mencionados nas pesquisas para a fabricação de painéis de partículas são a ureia formaldeído, o fenol formaldeído e o adesivo poliuretano. A emissão do formaldeído, componente químico tóxico, é prejudicial ao homem e a natureza. Considerando tais fatos, optou-se pelo uso do adesivo poliuretano à base de óleo de mamona, já que este é um produto não poluente.

### **3 OBJETIVOS**

Esta pesquisa objetivou a produção e a avaliação das características físicas e mecânicas de painéis de partículas com material reciclado de resíduos de arborização urbana da espécie *Licania tomentosa* (nome popular Oiti), da família *Chrysobalanaceae*, oriundos da poda de árvores da cidade de Bauru, SP. Nesta avaliação foram utilizados os procedimentos especificados na norma ABNT 14810 (2013) Painéis de partículas de média densidade Parte 2: Métodos de Ensaio.

### **4 METODOLOGIA**

#### **4.1 COLETA, CLASSIFICAÇÃO E SELEÇÃO DAS PARTÍCULAS**

A coleta de resíduo de *Licania tomentosa* e preparação das partículas, na cidade de Bauru, foram realizadas com apoio da prefeitura. A classificação das partículas foi realizada por meio de peneiramento no Laboratório da FEB/Unesp.

#### **4.2 CONFECÇÃO E AVALIAÇÃO DOS PAINÉIS**

Foram confeccionados 3 (três) painéis com 10% de adesivo poliuretano à base de óleo de mamona nas dimensões de 400x400x10 mm com pressão de prensagem de 50 kgf/cm<sup>2</sup> e temperatura de 100 °C. Após confecção dos painéis, foram realizados ensaios para avaliação de suas propriedades físicas e mecânicas conforme as especificações propostas pela NBR 14810-2013.

### **5 RESULTADOS OBTIDOS**

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos na pesquisa.

Tabela 2. Resumo das médias dos ensaios físicos e mecânicos – com resíduos de arborização urbana da espécie *Licania tomentosa* (nome popular Oiti), produzidos com 10% adesivo poliuretano à base de óleo de mamona

ENSAIOS	Repetições										Média
	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>7</sub>	Y <sub>8</sub>	Y <sub>9</sub>	Y <sub>10</sub>	Y <sub>m</sub>
Umidade (%)	5,1	5,5	5,2	6,1	4,8	5,1	6,2	6,4	6,3	5,6	5,6
Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	705	725	677	694	759	749	742	732	763	762	731
Inchamento 24 horas (%)	14,3	13,7	10,5	15,7	10,6	14,2	13,2	15,8	17,7	10,7	13,6
Tração perpendicular (N/mm <sup>2</sup> )	1,05	0,88	1,21	1,33	1,05	0,74	0,63	0,51	0,78	0,89	0,91
Flexão estática (N/mm <sup>2</sup> )	16	10	7	15	19	13	16	13	14	12	14
Módulo de elasticidade (N/mm <sup>2</sup> )	2099	2768	2074	1725	1894	1763	2224	2522	1983	1872	2092

Fonte: Autores.

## 6 CONCLUSÕES

O item “5.2 Requisitos para painéis não estruturais para uso interno em condições secas (Tipo P2)” da norma ABNT NBR 14.810-2 (2013) estabelece os critérios mínimos cujos painéis devem apresentar para se enquadrarem em tal classificação. Os resultados obtidos neste estudo foram comparados a tais critérios.

O painel produzido possui espessura nominal de 10 mm. Para esta espessura a norma estabelece que o Inchamento durante 24 horas deve ser de 18%, o painel apresentou 13,6%. No quesito Resistência à Tração Perpendicular (N/mm<sup>2</sup>), a norma estabelece o valor de 0,40 N/mm<sup>2</sup>, o painel apresentou resistência de 0,91 N/mm<sup>2</sup>. A resistência à flexão estática (MOR) exigida é de 11 N/mm<sup>2</sup>, e obteve-se 14 N/mm<sup>2</sup>. Para o módulo de elasticidade (MOE) é exigido o valor de 1.800 N/mm<sup>2</sup>, o painel apresentou 2.092 N/mm<sup>2</sup>. Comparando as exigências da norma aos valores obtidos para as propriedades em questão, constata-se que o painel atendeu às exigências mínimas para o grupo P2, nos ensaios realizados.

Ao comparar os resultados obtidos com os apresentados em pesquisas estudadas, observa-se que em alguns casos as propriedades dos painéis confeccionados neste estudo são superiores e em outros casos são inferiores. Comparando aos resultados obtidos, observa-se que o MOR e

MOE são superiores, entretanto o I.E. 24 h e T.P. apresentaram resultados inferiores. Ao analisar o trabalho de Araújo et al. (2014) observa-se que os valores de MOR (6,25 N/mm<sup>2</sup>) e MOE (957,9 N/mm<sup>2</sup>) são inferiores aos obtidos neste trabalho, entretanto o I.E. 24 h apresentou melhores resultados.

Por fim, conclui-se que os painéis produzidos com resíduos de poda da espécie Oiti utilizando adesivo poliuretano à base de óleo de mamona apresentaram resultados satisfatórios, de acordo com a Norma 14.810-2 (2013), atendendo aos requisitos mínimos exigidos. Tais painéis não se adéquam para fins estruturais, entretanto, podem ser usados em vedações e divisórias em condições secas.

## REFERÊNCIAS

- AMSTALDEN, R.; NETO, C.; VARANDA, L. et al. Produção de aglomerados com resíduos de Paricá (*Schizolobium parayba* var. *Amazonicum*). *Revista Madeira & Arquitetura*, n. 34, v. 14, 2013.
- ARAÚJO, I.; DINHANE, F.; GALDINO, G. et al. Aproveitamento do resíduo do processamento do café na composição de painéis MDP. In: III WORKSHOP DO PGR EM GESTÃO DE RESÍDUOS DA UNESP: o uso de ferramentas de gestão na Universidade, n. 3, 2014, *Anais...* Araçatuba, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10004*: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- \_\_\_\_\_. *NBR 14810-1*: Chapas de madeira aglomerada, parte 2: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- \_\_\_\_\_. *NBR 14810-2*: Chapas de madeira aglomerada, parte 3: Métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- BIANCHE, J.; CARNEIRO, A.; VITAL, B. et al. Propriedades de painéis aglomerados fabricados com partículas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*), paricá (*Schizolobium amazonicum*) e Vassoura (*sida ssp.*). *Cerne*, Lavras, v. 18, n. 4, p. 623-630, out./dez. 2012.
- CHRISTOFORO, A.; DA SILVA, S.; BARBOSA, J. et al. Produção de chapas de partículas com resíduos de Madeira *Cordia goeldiana*. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 368-377, mar./abr. 2015.
- DANTAS, I.; SOUZA CARLOS, C. M. Arborização urbana na cidade de Campina Grande – PB: Inventário e suas espécies. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Paraíba, v. 4, n. 2, 2004.
- DINHANE, F. C. R.; CAMPOS, C. I.; ARAÚJO, I. I. et al. Avaliação das propriedades físicas do painel MDP (Medium Density Particleboard) constituído de bambu e fibra de coco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, n. 21, *Anais...* Cuiabá, MT, 2014.

- FERRO, F.; ICIMOTO, F.; SOUZA, A. et al. Produção de painéis de partículas orientadas (OSB) com Schizolobium Amazonicum e resina poliuretana à base de óleo de mamona. *Science Forest*, Piracicaba, v. 43, n. 106, p. 313-320, jun. 2015.
- GATANI, M.; FIORELLI, J.; MEDINA, J. et al. Viabilidade técnica de produção e propriedades de painéis de partículas de casca de amendoim. *Revista Matéria*, v. 18, n. 2, p. 1286-1293, dez. 2013.
- GERBASI, M.B.; LUQUEZE, F.O.; FASSIO, R.C. et al. Diagnóstico da arborização de vias públicas em um bairro na cidade de Bauru, SP, Brasil: Adequabilidade em função do porte. 14. Trabalho acadêmico/artigo completo, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2014.
- IWAKIRI, S.; MATOS, J; TRIANOSKI, R. et al. Produção de painéis aglomerados homogêneos e multicamadas de Mellia azedarach (cinamomo) e Pinus Taeda com diferentes teores de resina. *Cerne*, Lavras, v. 18, n. 3, p. 465-470, jul./set. 2012.
- KLIMEK, P.; MEINLSCHMIDT, P.; WIMMER, R. et al. Using sunflower (*Helianthus annuus* L.), topinambour (*Helianthus tuberosus* L.) and cup-plant (*Silphium perfoliatum* L.) stalks as alternative raw materials for particleboards. *Industrial crops and products*, v. 92, p. 157-164. Dec. 2016.
- MEIRA, A. M. Gestão de resíduos da arborização urbana. 2010. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- NASCIMENTO, M.; CHRISTOFORO, A.; BERTOLINI, M. et al. Painéis de partículas homogêneas fabricados com espécies de manejo da região da caatinga do Brasil. *Construindo*, Belo Horizonte, v. 5, n. 2, jul/dez. 2013.
- NEGRÃO, W. H.; SILVA, S.; CHRISTOFORO, A. et al. Painéis aglomerados fabricados com mistura de partículas de madeiras tropicais. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 103-112, jul./set. 2014.
- PIERRE, F.; BALLARIN, A.; PALMA, H. Caracterização física de painéis aglomerados de *Eucalyptus grandis* com adição de resíduos industriais madeireiros. *Cerne*, Lavras, v. 20, n. 2, p. 321-328, abr./jun. 2014.
- SANTOS, R.; MENDES, L.; CARNEIRO, A. et al. Utilização de resíduos da madeira de Candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) Macheish) na produção de painéis de aglomerados com adição de PET. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 149-158, jan.-mar. 2011.
- SARTORI, D.; CRAVO, J.; BARRERO, N. et al. Pannel em madeira de reflorestamento e chapas de partículas para instalações rurais. *Floresta e Ambiente*, v. 19, n. 2, p. 171-178, mar. 2012.
- TOUSI, E.; HASHIM, R.; BAUK, S. et al. Some properties of particleboards produced from *Rhizophora* spp. as a tissue-equivalent phantom material bonded with *Eremurus* spp. *Measurement*, v. 54, p. 14-21, 2014.

## Capítulo 7

### CONFORTO TÉRMICO EM PROJETO PADRÃO: EFEITO DE ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS DA NBR 15220-3 NAS CRECHES PROINFÂNCIA TIPO B

*Augusto Yuji Nojima Spagnuolo*<sup>29</sup>  
*João Roberto Gomes de Faria*<sup>30</sup>

#### 1 INTRODUÇÃO

O uso de projetos padronizados é prática comum na construção de edificações de ensino brasileiras, com o objetivo de racionalização de custos, serviços e maior agilidade construtiva (AZEVEDO; BASTOS; BLOWER, 2007). Entretanto, a padronização dos projetos nem sempre consegue atender a situações locais específicas, sendo uma consequência frequente os problemas relacionados ao conforto ambiental (KOWALTOWSKI, 2011). Por outro lado, diversos estudos relacionam diretamente as sensações de conforto térmico, visual e acústico a índices mais elevados de produtividade e aprendizagem (HAVERINEN-SHAUGHNESSY; SHAUGHNESSY, 2015; PECCOLO, 1962; SILVA, 2001).

A legislação federal estabelece os parâmetros mínimos a serem atendidos na construção de creches e detalha parte da ambiência física destes estabelecimentos, mas é omissa quanto aos aspectos de conforto ambiental (BRASIL, 1988). Por outro lado, não há no Brasil diretrizes para o uso estratégias bioclimáticas que não sejam para habitações unifamiliares, como as presentes na NBR 15220-3 (ABNT, 2005).

---

<sup>29</sup> Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual Paulista (UNESP). E-mail: augusto.spagnuolo@gmail.com

<sup>30</sup> Professor Associado, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual Paulista (UNESP). E-mail: joao.rg.faria@unesp.br

O objetivo do presente trabalho foi testar o efeito da adição de estratégias bioclimáticas de baixo impacto construtivo da NBR 15220-3 no comportamento térmico de um projeto padrão de edificações escolares de alcance nacional.

## **2 CONFORTO TÉRMICO EM ESCOLAS, ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS E ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO**

De forma geral, a qualidade ambiental das edificações escolares brasileiras é questionável. Estudos realizados apontam insatisfação dos usuários com os níveis de iluminação e a temperatura interna das salas de aula (GEMELLI, 2009; MAZZO, 2004; NOGUEIRA; DURANTE; NOGUEIRA, 2005; PIZARRO, 2005; VIANA, 2013). Também são apontadas inadequações das edificações nos aspectos técnicos em estudos realizados através de medição e simulação de índices térmicos e lumínicos (ARAGÃO et al., 2013; BARROS et al., 2001; BARROS; KOWALTOWSKI, 2002; CARRIÈRES et al., 2005).

Para adaptar o projeto arquitetônico com estratégias passivas devem-se conhecer as características climáticas da localidade na qual será implantado. A norma NBR 15220-3 divide o país em oito Zonas Bioclimáticas (ZBs) e estabelece diretrizes mínimas para a adequação bioclimática de edificações habitacionais unifamiliares nelas construídas. Na falta de outra orientação, essas diretrizes são também empregadas em projeto ou avaliação de edifícios de natureza diversa daquela para a qual o instrumento foi inicialmente proposto, com as adaptações necessárias às mudanças de uso (KRÜGER; MORI, 2012; MELLO; LOMARDO; LOMARDO, 2014).

Em particular o aumento da velocidade do ar como estratégia de resfriamento é bastante comum nas salas de aulas de estabelecimentos públicos de ensino do Brasil, principalmente até o nível médio, considerando o alto custo da implantação e manutenção de equipamentos de climatização. Sua utilização é estimulada por estratégias governamentais para melhoria dos ambientes de ensino, com o financiamento da sua implantação (BRASIL, 2007) e a publicação de manuais que orientam e especificam a seu uso (BRASIL, 2006; BRASIL, 2009). Além da ventilação, o sombreamento também pode ser bastante eficaz, ao evitar o ganho de calor excessivo (SORGATO; VERSAGE; LAMBERTS, 2011).

Deve-se lembrar que a principal diferença entre os ambientes institucionais e residenciais está relacionada ao período de utilização. Dessa forma, o uso das recomendações normativas para ambientes residenciais não deve ser aplicado como regra única a ambientes institucionais.

Estudos recentes sugerem que os intervalos de temperatura do modelo adaptativo de conforto térmico apresentam maiores correlações com a temperatura de conforto declarada pelos estudantes que modelos estáticos, como o PMV de Fanger (TELI; JAMES; JENTSCH, 2013; FINGER; GOEDERT; MELO, 2016). Esse modelo adaptativo leva em conta a busca pelo ser humano de alternativas para restabelecer o conforto térmico, a qual envolve o ajuste de atitudes pessoais, como mudança de roupas, atividade e postura, ou ambientais como operação de janelas e cortinas, ventilação e mudança de posição no espaço (SANTAMOURIS, 2006). Ele foi incorporado à norma ASHRAE 55 em 2004 (ASHRAE, 2017) e tem por parâmetros a temperatura prevalente externa (média aritmética simples das temperaturas médias diárias do ar), a temperatura operativa interna (média ponderada entre a temperatura radiante média e a temperatura do ar) e a velocidade do ar interna. Cabe ressaltar que estudos realizados em escolas brasileiras mostraram que o limite de velocidade do ar estabelecido na ASHRAE 55 (1,2 m/s) é inferior à velocidade desejada pelos usuários (CANDIDO et al., 2009) para a obtenção do conforto térmico.

### **3 ESCOPO E MÉTODO**

A abordagem empregada no presente trabalho foi o estudo de caso, realizado através de simulação computacional. O projeto padrão estudado foi o da Escola de Educação Infantil Tipo B com a técnica construtiva convencional. O projeto padrão fez parte do programa PROINFÂNCIA do Plano de Metas Compromisso Todos Pela Educação (BRASIL, 2007).

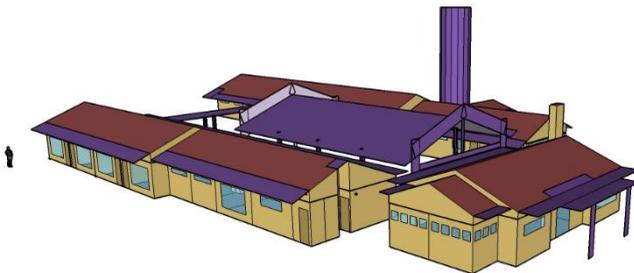
#### **3.1 A ESCOLA DE EDUCAÇÃO TIPO B**

O Plano de Metas Compromisso Todos Pela Educação era composto por 28 diretrizes, dentre elas a promoção da Educação Infantil, a serem pactuadas com Estados, municípios e o Distrito Federal (BRASIL, 2007). De 2007 a 2018 foram firmados convênios entre o Governo Federal, Estados e

Municípios para a execução de 8.932 unidades de educação infantil em todo o território nacional com a utilização predominante de duas tipologias padrão e quatro técnicas construtivas distintas. A tipologia com maior incidência de implantação foi a Escola de Educação Infantil Tipo B com a técnica construtiva convencional, sendo 3.172 unidades efetivamente iniciadas ou concluídas (BRASIL, 2018). Uma particularidade desse programa era que os projetos executivos não poderiam sofrer qualquer tipo de alteração, apenas as relacionadas à orientação da implantação.

O conjunto (Figura 1) é formado por um pátio central coberto, de uso misto, e quatro blocos de salas no seu entorno, dois pedagógicos, um administrativo e outro de serviços, em terrenos com dimensões mínimas de 40 x 70 m. A função pedagógica é desenvolvida em oito salas de aula para até 15 crianças e dois professores, implantadas linearmente em blocos paralelos, em lados opostos do pátio coberto. O acesso às salas ocorre a partir de área de circulação aberta e todas possuem aberturas em faces opostas para permitir a ventilação cruzada. O pátio central coberto é destinado à prática de atividades físicas e refeitório, proporcionando sombreamento aos blocos pedagógicos, de serviços e administrativo. O projeto define beirais com largura de 1,20 m. Como elemento de sombreamento, ainda se destaca o reservatório de água, por suas dimensões e proximidade com o edifício.

Figura 1. Geometria da edificação modelada



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

A técnica construtiva convencional é composta por elementos internos e externos de vedação vertical em alvenaria de tijolos de oito furos

assentados sobre argamassa de cimento, cal e areia, chapisco em argamassa de cimento e areia e revestimento final em massa única de cimento, cal e areia, atingindo a espessura final de 15 cm; forros em laje pré-moldada de concreto com enchimento em blocos de EPS, chapiscada e emboçada com o mesmo material das paredes, atingindo espessura final de 15 cm; cobertura em telhas cerâmicas e piso em revestimento cerâmico assentado sobre argamassa de regularização de 3 cm e lastro de concreto em contato direto com o solo. Externamente é revestida principalmente por argamassa de cimento, cal e areia e pintada na cor branca. Possui duas faixas de revestimentos cerâmicos de cor azul na base e no topo das paredes externas.

As dimensões e padrões construtivos são disponibilizados digitalmente através de projetos de arquitetura e complementares, memoriais descritivos, de acabamento e planilhas orçamentárias (FNDE, 2012).

### 3.2 MODELAGEM E SIMULAÇÃO

Os prédios de atividades pedagógicas foram modelados no programa Sketchup (TRIMBLE, 2017) como interface gráfica, juntamente com a extensão Openstudio (OPENSTUDIO, 2017). Posteriormente, definiram-se as características da envoltória, das cargas térmicas internas de iluminação e ocupação, assim como as datas e horários de funcionamento para estabelecimentos de ensino infantil.

Os modelos foram simulados no programa EnergyPlus (CRAWLEY et al., 2001), empregando os arquivos climáticos TRY (sempre que possível, por serem mais representativos) ou INMET 2016 disponíveis no portal do LabEEE (UFSC, 2017), em 8 cidades consideradas representativas das oito ZBs: Canela/RS (ZB 1); Ivaí/PR (ZB 2); Florianópolis/SC (ZB 3); Brasília/DF (ZB 4); Iguape/SP (ZB 5); Goiânia/GO (ZB 6); Picos/PI (ZB 7) e Belém/PA (ZB 8).

As características físicas dos materiais construtivos foram adaptadas de Weber et al. (2017), complementadas por dados da ABNT NBR 15220-2 (ABNT, 2008). As coberturas são pesadas (transmitância = 1,20 W/m<sup>2</sup>.K; atraso = 7,0 h; fator solar = 3,2%) e as paredes leves isoladas (transmitância = 2,14 W/m<sup>2</sup>.K; atraso = 3,6 h; fator solar = 0,6%). Essa combinação que compõe a envoltória não é recomendada pela NBR 15220-3

para nenhuma ZB: para a maior parte delas (exceto a ZB 7) a indicação é de coberturas leves; paredes leves são indicadas para as ZBs 1, 2 e 8 e paredes pesadas são indicadas para as demais ZBs.

As cargas de ocupação por sala de aula foram definidas a partir de referências da ISO 8996 (ISO, 2004) com dados de referências da OMS (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA, 2009) corrigidas pela fórmula de DuBois (WANG et al., 1992) para as crianças.

Para verificar o impacto no desempenho térmico no projeto padrão pela adição de estratégias bioclimáticas presentes na norma NBR 15220-3, foram selecionadas apenas aquelas de baixo impacto construtivo, com objetivo de permitir a adaptação das edificações implantadas sem acarretar despesas substanciais. Elas foram testadas individualmente e em conjunto, distribuídas pelas ZBs de acordo com as indicações da norma (Quadro 1).

Quadro 1. Estratégias simuladas para nas zonas bioclimáticas (ZB)

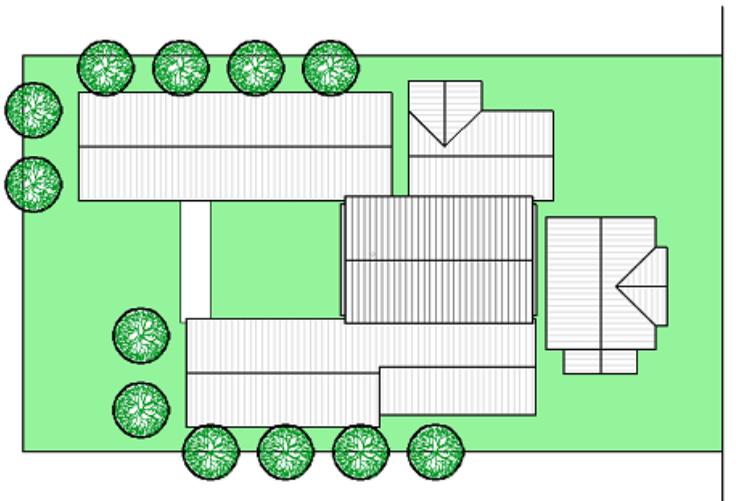
	ESTRATÉGIAS	ZB1	ZB2	ZB3	ZB4	ZB5	ZB6	ZB7	ZB8
ABERTURAS	Permitir sol nos meses frios								
	Sombrear								
ESTRATÉGIAS	Aquecimento solar da edificação								
	Massa térmica de refrigeração								
	Ventilação								

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

A proteção solar das esquadrias, inserida em todas as esquadrias principais dos modelos de ambientes pedagógicos, foi utilizada para simular a inclusão de dispositivos fixos e móveis de proteção solar. Seu desenho foi composto por sete planos de sombreamento com largura de 25 cm, inclinação de 30° e espaçados entre si 25 cm, além de placas verticais nas duas laterais para proporcionar sombreamento regular em todas as orientações. A movimentação dos dispositivos de proteção foi simulada com a inclusão de rotina anual, ativa nos meses onde há presença predominante de desconforto para calor e oculta nos meses em conforto ou desconforto para frio (SORGATO; VERSAGE; LAMBERTS, 2011).

Adicionalmente foi realizada a simulação do sombreamento da envoltória por arborização perene ou caduca, representada pela adição de superfícies de sombreamento de dimensões similares a árvores de médio porte, com diâmetro de copa de 5,50 m, altura de copa de 3 m e copa elevada a 2,5 m do solo, implantadas conforme a Figura 2. A arborização caduca foi concebida pela inclusão de rotina anual para os elementos de sombreamento. A queda de folhas de espécies caducifólias inicia geralmente em junho e a brotação de folhas novas em setembro, período em que as árvores permanecem com reduzida cobertura vegetal (BENCKE; MORELLATO, 2002).

Figura 2. Posição da arborização simulada



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Nas ZBs 1, 2, 3 e 5, onde há desconforto para frio, foi realizada a simulação da alteração da pintura externa da edificação para cores escuras, alterando-se a absortância de 0,2 para 0,97.

Como a alteração da massa térmica é praticamente inviável após a construção, foi proposta a ventilação noturna da edificação, com resultado semelhante, por garantir o resfriamento das superfícies internas naquele

período. Para tanto, foi programada no EnergyPlus a rotina de abertura parcial de  $\frac{1}{4}$  da área das esquadrias nos períodos em que a unidade escolar permanece fechada.

O apoio mecânico para aumento da velocidade do ar é apontado como alternativa importante para obtenção de conforto térmico e de baixo impacto no consumo de energia (CANDIDO et al., 2009). A ASHRAE 55 limita o aumento da velocidade do ar para atividades sedentárias inferiores a 1,3 met a 0,8 m/s, representando nesta velocidade um incremento de 1,6 °C no limite superior do intervalo da temperatura de conforto. Assim, os resultados da simulação inicial foram reavaliados com o aumento da temperatura limite superior de conforto em 1,6 °C, considerando que a ventilação mecânica pode ser controlada livremente pelos usuários.

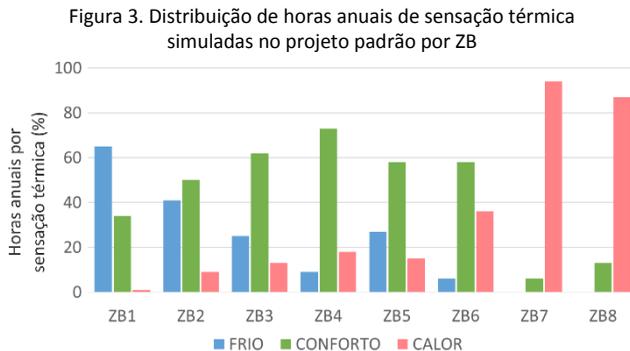
Foram realizadas simulações em quatro orientações de implantação distintas para cada uma das oito localidades (orientação das cumeeiras, a primeira orientação corresponde à testada do lote: L-O (0°, indicada como preferencial pelo Manual de Implantação do FNDE), SE-NO (45°), S-N (90°) e NE-SO (315°), que resultou em 32 simulações para determinação das temperaturas operativas horárias das salas de aula, além das simulações posteriores para avaliação do impacto da utilização das estratégias passivas no projeto.

A simulação permitiu a análise do nível de conforto térmico nos oito ambientes de ensino da edificação a partir do índice de conforto do modelo adaptativo da ASHRAE 55. Os resultados, filtrados para as horas de uso da edificação, foram comparados com o intervalo de conforto adaptativo calculado para as localidades. Toda ocorrência de temperatura operativa interna do ambiente que extrapolou os limites da zona de conforto definida foi considerada, quando abaixo do limite inferior de conforto, como hora em desconforto para frio e acima do limite superior, como desconforto para calor. Os resultados da pesquisa são expressos em porcentagem de 1.736 horas de utilização em conforto térmico, desconforto para frio e desconforto para calor, a partir da somatória das horas de ocorrências nas oito salas de aula de cada modelo e orientação, totalizando 13.888 horas para cada modelo.

#### **4 RESULTADOS**

A condição térmica original do projeto padrão (sem alterações, orientação de implantação L-O (0°)) é mostrada na Figura 3. A condição térmica do conjunto é variável entre as ZBs, passando da predominância de desconforto por frio na ZB 1 até a predominância absoluta de desconforto por calor na ZB 7.

O projeto padrão causa desconforto aos usuários na maior parte das horas de uso nas ZBs 1, 2, 7 e 8, com o pior desempenho na ZB 7. A ZB 4, sem extremos de frio ou calor, é a única que apresenta frequência predominante de conforto térmico.



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

A Tabela 1 apresenta as porcentagens de horas de uso em conforto térmico nas 8 ZBs no estado original e com a adoção das estratégias de adequação climática de forma individual e combinada para as quatro orientações estudadas.

A estratégia bioclimática mais eficaz para a redução de horas de desconforto pelo calor foi o aumento da velocidade do ar, chegando ao máximo de 37% de incremento de horas de conforto térmico na ZB 8.

A variação na orientação não teve impacto significativo na promoção do conforto térmico. A orientação L-O (0°), recomendada pelo Manual de Implantação, apresentou desempenho um pouco melhor que as demais na ZB 8, enquanto a orientação S (90°) piorou o desempenho térmico nessa mesma zona.

O sombreamento da edificação, simulado pelas estratégias de arborização (envelope) e proteção solar das esquadrias, também teve pouca importância na melhoria do desempenho térmico (menos de 5% de acréscimo de horas de conforto térmico). Cabe salientar que foram simuladas apenas trocas de calor sensível, excluindo-se as de calor latente, no sombreamento por arborização. Além disso, os dispositivos de sombreamento de esquadrias, arborização e ventilação foram padronizados de forma a permitir a análise sistemática das ZBs. O dimensionamento dos dispositivos de sombreamento e a locação e adequada especificação da arborização para cada localidade pode gerar resultados mais satisfatórios em cada ZB.

Com a ventilação noturna os resultados foram homogêneos em todas as orientações e baixos nas ZBs 1 a 6 (incremento de aproximadamente 2% nas horas de conforto térmico). Nas ZBs 7 e 8 ela foi importante, incrementando até 35% as horas de conforto térmico na ZB 8.

Tabela 1. Porcentagem de horas em conforto térmico por estratégia e ZB em função da orientação da implantação

Zona Bioclimática	Orientação (°)	Estratégias adotadas								
		Sem intervenção	Arborização perene	Arborização caduca	Brise fixo	Brise móvel	Ventilação noturna	Aumento da velocidade do ar	Alteração da cor externa	Combinação de estratégias
1	0	33						34	38	39
	45	34						35	39	41
	90	35						36	39	41
	315	34						35	38	40
2	0	50				50		57	50	60
	45	50				50		57	50	60
	90	49				50		56	49	60
	315	49				50		56	49	59
3	0	63		64		64	65	71	63	76
	45	62		64		65	64	71	62	77
	90	61		63		64	63	71	61	77
	315	61		63		64	63	70	61	75
4	0	75		76	75	77	76	87		88
	45	73		76	75	77	74	86		89
	90	71		75	74	76	72	84		88
	315	72		75	74	76	73	84		87
5	0	58		59	57	59	60	67	59	73
	45	58		59	57	60	60	67	59	73
	90	58		58	57	59	60	67	58	73
	315	58		58	57	59	60	67	58	72
6	0	59	61		62		62	80		83
	45	59	61		62		62	79		83
	90	57	60		61		60	78		83
	315	58	61		61		61	79		83
7	0	7	7		8		14	23		35
	45	6	7		8		13	22		35
	90	6	7		7		12	21		35
	315	6	7		8		13	23		35
8	0	19	22		24		32	54		66
	45	13	19		21		29	50		66
	90	8	16		19		26	46		65
	315	13	20		22		29	50		65

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

A alteração da cor externa apresentou resultados positivos em localidades que apresentaram apenas desconforto para frio. Nas demais localidades, a estratégia, simetricamente, reduziu o desconforto para frio e ampliou o desconforto para calor, permanecendo quase inalterada a

porcentagem de horas em conforto térmico. Cabe ressaltar que foi testada apenas uma absortância, extremamente elevada (0,97), cabendo, portanto, o aprofundamento de estudos envolvendo absortâncias intermediárias na busca de um equilíbrio de ganhos de radiação solar.

A adoção de estratégias combinadas para obtenção de conforto térmico reduziu significativamente o desconforto em todas as localidades. Apesar dessa redução, as ZBs 1 e 7 permaneceram com menos de 40% de horas de uso em conforto térmico, indicando a necessidade de aquecimento e refrigeração mecânicos, como se constata ao sobrepor as temperaturas dos períodos de uso do ano de referência sobre a carta bioclimática. Os resultados mais expressivos decorrentes da adoção de estratégias combinadas foram obtidos na ZB 8, com o maior incremento de horas de conforto térmico na orientação S (90°).

## **CONCLUSÕES**

A implantação de projetos padronizados é frequentemente utilizada para a construção de edificações de ensino. Quando coordenadas pelo FNDE, as implantações geralmente possuem abrangência nacional, mas seria sendo desejável um projeto adaptável às diversas localidades e situações de implantação.

Este estudo realizou a avaliação do conforto térmico de uma tipologia padrão com objetivo de analisar o impacto da adição de estratégias bioclimáticas, individualmente e combinadas, com o intuito de verificar se as diretrizes de uso estratégias bioclimáticas presentes na NBR 12520-3 para residências se aplicam ao uso institucional proposto.

Inicialmente, constatou-se que o conjunto padrão em seu projeto original é termicamente inadequado na maioria das ZBs, não sendo, portanto, recomendada sua implantação sem adequações locais.

Os resultados apontam melhorias no desempenho térmico decorrentes do uso de estratégias bioclimáticas de baixo impacto construtivo no projeto padrão de acordo com as indicações da NBR 12520-3. Em algumas ZBs as melhorias são bastante significativas, não obstante a diferença de tipo de ocupação entre a edificação à qual a NBR 12520-3 se dirige e a estudada. Pode-se prever que os resultados sejam ainda melhores se outras estratégias bioclimáticas forem incorporadas durante a fase de

projeto, como a possibilidade de trabalhar com materiais e sistemas construtivos adequados a cada ZB.

Por extensão, a adoção de estratégias bioclimáticas pode gerar projetos morfologicamente padrões, mas com pequenas alterações no uso de materiais, proteções externas e tipologias de janelas que tornem as edificações termicamente adaptadas às diversas ZBs nas quais serão implantados.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE; AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. *ANSI/ASHRAE 55: Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 2017.
- ARAGÃO, J.; BARTOLOMEU, A.; BOTELHO, L.; LOBO, A. et al. Bioclimatic analysis state school in the city of Macapá-Amapá/Brazil. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, v. 4, n. 11, p. 621-630, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *ABNT NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social*. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- \_\_\_\_\_. *ABNT NBR 15220-2 Versão Corrigida: 2008. Desempenho térmico de edificações. Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações*. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- \_\_\_\_\_. *ABNT NBR 15575: Edificações habitacionais — Desempenho*. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- AZEVEDO, G.A.N.; BASTOS, L.E.G.; BLOWER, H.S. Escolas de ontem, educação hoje: é possível atualizar usos em projetos padronizados? In: III SEMINÁRIO PROJETAR: O MODERNO JÁ PASSADO, O PASSADO NO MODERNO. *Anais [...]*. Porto Alegre: PROPAR-UFRGS, 2007.
- BARROS, L. A. F. *Avaliação de projeto padrão de creche em conjuntos habitacionais de interesse social: o aspecto da implantação*. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2002.
- BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, p. 237–248, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. *Transparência pública - obras FNDE*. Disponível em: <http://simec.mec.gov.br/painelObras/>. Acesso em: 7 mar. 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Instruções e procedimentos para elaboração de projetos de implantação referentes à construção de escolas que utilizem os projetos-padrão do FNDE*. Brasília/DF: FNDE, 2009. Disponível em: [ftp://ftp.fnde.gov.br/web/par/cartilha\\_tecnica\\_pro\\_infancia.pdf](ftp://ftp.fnde.gov.br/web/par/cartilha_tecnica_pro_infancia.pdf). Acesso em: 16 ago. 2017.

- BRASIL. Ministério da Educação. *Programa dinheiro direto na escola: manual de orientações para as escolas*. Brasília/DF: FNDE, 2006. Disponível em: [ftp://ftp.fnde.gov.br/web/pdde/manual\\_orientacao\\_escolas\\_2006\\_pdde.pdf](ftp://ftp.fnde.gov.br/web/pdde/manual_orientacao_escolas_2006_pdde.pdf). Acesso em: 16 ago. 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Resolução/CD/FNDE 6*, de 24 de abril de 2007: Estabelece as orientações e diretrizes para execução e assistência financeira suplementar ao Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil – PROINFÂNCIA. FNDE, 2007. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/resolucao\\_n6\\_240407\\_proinfancia\\_medida18.pdf](http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/resolucao_n6_240407_proinfancia_medida18.pdf). Acesso em: 7 mar. 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria n. 321*, de 26 de maio de 1988. Aprova as normas e os padrões mínimos, que com esta baixam, destinados a disciplinar a construção, instalação e funcionamento de creches, em todo o território nacional. *Diário Oficial da União*, 9 de setembro de 1988.
- CANDIDO, C.; De DEAR, R.; LAMBERTS, R. et al. Air movement preference and thermal comfort: A survey in classrooms during summer season in Brazil. In: PLEA 26th Conference on Passive and Low Energy Architecture. *Proceedings [...]*. Quebec city: [s/e], 2009.
- CARRIÈRES, K.; NEVES, L.; MICHELATO, R. et al. Desempenho térmico de 3 escolas públicas de São Carlos, representando 3 épocas ao longo de 100 anos. In: ENCAC 2005 – Encontro Nacional de Conforto Térmico no Ambiente Construído. *Anais [...]*. Maceió: ANTAC, 2005.
- CRAWLEY, D. B.; LAWRIE, L. K.; WINKELMANN, F. C. et al. EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program. *Energy and Buildings*, v. 33, n. 4, p. 319-331, 2001.
- FINGER, F.; GOEDERT, G.; MELO, N. R. Avaliação das condições de conforto térmico em sala de estudos: aplicabilidade dos modelos estático e adaptativo comparados aos dados comportamentais do usuário. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DE AMBIENTE CONSTRUÍDO. *Anais [...]*. São Paulo/SP: ANTAC, 2016.
- GEMELLI, C. B. *Avaliação de conforto térmico, acústico e lumínico de edificação escolar com estratégias sustentáveis e bioclimáticas: o caso da Escola Municipal de Ensino Fundamental Frei Pacífico*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- HAVERINEN-SHAUGHNESSY, U.; SHAUGHNESSY, R. J. Effects of classroom ventilation rate and temperature on students' test scores. *PLoS ONE*, v. 10, n. 8, p. 1-14, 2015.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 8996: Ergonomics of the thermal environment — Determination of metabolic rate*. Geneva: ISO, 2004.
- KOWALTOWSKI, D. C. C. K. *Arquitetura escolar - o projeto do ambiente de ensino*. São Paulo/SP: Oficina de Textos, 2011.
- KRÜGER, E. L.; MORI, F. Análise da eficiência energética da envoltória de um projeto padrão de uma agência bancária em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras. *Ambiente Construído*, v. 12, n. 3, p. 89-106, 2012.
- LIDDAMENT, M. *Air infiltration calculation techniques: an applications guide*. Bracknell: The Air Infiltration and Ventilation Centre, 1986.
- MAZZAFERRO, L.; SORGATO, M. J.; MELO, A. P. et al. Análise comparativa de modelagens de coberturas e pisos no programa Energyplus. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. *Anais [...]*. Maceió/AL: ANTAC, 2014.

- MELLO, C.; LOMARDO, L.; LOMARDO, L. B. Desempenho térmico nas agências dos correios - um estudo para requalificação do ambiente de trabalho. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. *Anais [...] Maceió/AL: ANTAC, 2014.*
- NOGUEIRA, M. C. J. A.; DURANTE, L. C.; NOGUEIRA, J. S. Conforto térmico na escola pública em Cuiabá-MT: estudo de caso. *Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient*, v. 14, p. 37-49, 2005.
- OPENSTUDIO. *OpenStudio*. Disponível em: <https://www.openstudio.net>. Acesso em: 2 mar. 2017.
- PIZARRO, P. R. *Estudo das variáveis do conforto térmico e luminoso em ambientes escolares*. 2005. Dissertação (Mestrado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.
- SANTAMOURIS, M. Adaptive thermal comfort and ventilation. *Ventilation Information Paper*, v. 12, n. June, p. 1-8, 2006.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA. Departamento de Nutrologia. *Avaliação nutricional da criança e do adolescente: manual de orientação*. Rio de Janeiro/RJ: SBP, 2009.
- SORGATO, M. J. J.; VERSAGE, R.; LAMBERTS, R. Sombrear ou não sombreador janelas. *Nota técnica*, n. 02. Florianópolis: UFSC, 2011. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/node/273>. Acesso em: 12 jun. 2017.
- TELI, D.; JAMES, P. A. B.; JENTSCH, M. F. Thermal comfort in naturally ventilated primary school classrooms. *Building Research and Information*, v. 41, n. 3, p. 301-316, 2013.
- TRIMBLE. *SketchUp*. Disponível em: <https://www.sketchup.com/pt-BR>. Acesso em: 20 set. 2016.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Laboratório de eficiência energética em edificações. *Arquivos climáticos*. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos>. Acesso em: 10 jun. 2017.
- VIANA, S. S. M. *Conforto térmico nas escolas estaduais de Presidente Prudente/SP*. 2013. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2013.
- WANG, Y.; MOSS, J.; THISTED, R. Predictors of body surface area. *Journal of Clinical Anesthesia*, v. 4, n. 1, p. 4-10, 1 jan. 1992.
- WEBER, F.; MELO, A. P.; MARINOSKI, D. et al. Elaboração de uma biblioteca de componentes construtivos brasileiros para o uso no programa EnergyPlus. Florianópolis/ SC: UFSC, 2017. Disponível em: <http://labeee.ufsc.br/node/714>. Acesso em: 2 dez. 2017.



## Capítulo 8

### **AUTOMAÇÃO EM EDIFÍCIOS EDUCACIONAIS VISANDO O USO RACIONAL DA ENERGIA ELÉTRICA<sup>31</sup>**

*Carmelina Suquerê de Moraes<sup>32</sup>*

*Roberto Apolonio<sup>33</sup>*

#### **1 INTRODUÇÃO**

A energia está na origem de uma parte importante dos impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente. A relação otimizada entre a energia e o meio ambiente se insere em uma das maiores preocupações mundiais sobre a evolução do planeta e das responsabilidades da atual geração no uso correto desta relação como um legado de vida saudável e harmoniosa para as futuras gerações (KRAUSE et al. 2002).

No Brasil, cerca de 65,2% do suprimento de energia elétrica do país provém de geração hidráulica (Balanço Energético Nacional – BEN 2018), sendo que este valor era de 76,9% em 2010 (Balanço Energético Nacional – BEN 2010), uma melhor utilização dos recursos já existentes torna-se uma necessidade, haja vista que a redução do consumo através do combate ao desperdício de energia, posterga-se investimentos do setor elétrico e evita-se agressões ao meio ambiente.

Tratando-se dos futuros edifícios, Hensen e Lamberts (2011) pontuam que além de requisitos mais exigentes de sustentabilidade deverá ocorrer melhoria na qualidade do ar interno, embora o foco presente dos edifícios esteja mais voltado para a redução da demanda energética. Uma vez que o consumo dos aparelhos condicionadores de ar dentro de uma edificação é bastante significativo, este trabalho está direcionado no sentido

---

<sup>31</sup> Encac 2019 – XV Encontro Nacional do Conforto do Ambiente Construído

<sup>32</sup> Mestre, Centro Universitário de Várzea Grande. E-mail: carmelinasuquere@gmail.com

<sup>33</sup> Doutor, Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: apolonio@ufmt.br

da especificação correta do aparelho em função da carga térmica do recinto e no emprego da automação predial para o uso racional da energia. Na possibilidade dos edifícios se tornarem mais eficientes através de reformas (*retrofitting*) decorrentes de adaptação tecnológica das instalações elétricas, hidráulicas e dos principais equipamentos instalados nos edifícios, porém sem controle no uso final a economia desejada não será alcançada.

A utilização exacerbada de condicionadores de ar nas edificações pode ser imposta pelo clima local, isto é, pela zona bioclimática na qual a edificação está inserida. Durante et al. (2009) apontam que a satisfação dos alunos com o ambiente físico das salas de aula está mais diretamente relacionada às condições de temperatura do que de iluminação. A cidade de Cuiabá, local da edificação em estudo, está inserida na zona bioclimática 7, com temperatura média anual de 26,8°C, com médias máximas de 42°C e médias mínimas de 15°C, umidade relativa do ar média de 78% e insolação total média de 2.179 horas conforme Leão (2007). De acordo com a carta bioclimática a insuficiência das estratégias passivas para o clima de Cuiabá deve ser suprida em 8,55% das horas de desconforto com o condicionador de ar.

O consumo dos sistemas de ar condicionado são tão impactantes nas edificações de uso energético quase zero, que Alamin et al. (2018) utilizam Redes Neurais Artificiais para predição do perfil de consumo de energia elétrica de uma central de ar condicionado de uma edificação pertencente a uma universidade na Espanha, a fim de manter o conforto térmico e aproveitar ao máximo a energia solar fotovoltaica gerada na mesma edificação.

Vizzotto (2015) realizou estudo sobre a melhoria da eficiência energética e conforto em edificações com o emprego de sistema de automação predial-residencial. Conforme análise comparativa das simulações percebeu-se que alterando o horário de funcionamento do sistema de climatização foi possível manter a sala 100% do tempo na faixa de conforto térmico durante as aulas, porém com um aumento no consumo de energia. Com o uso dos softwares *EnergyPlus* e *Matlab*, foi desenvolvido um algoritmo utilizando um modelo computacional a fim de ajustar o valor de *setpoint* de resfriamento do sistema de climatização integrado ao sistema de automação da sala com o objetivo de reduzir o consumo de

energia elétrica. Os resultados mostraram uma redução de aproximadamente 17%.

Em se tratando de edifícios públicos, objeto de estudo deste capítulo, em particular o bloco da Engenharia Elétrica no campus Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso, que possui aparelhos de condicionamento de ar que são acionados, livremente sem qualquer controle. Situação essa que vem ocasionando alto consumo e funcionamentos fora dos horários previstos para as aulas. Em meio a isto, o emprego de um sistema que automatize uso dos condicionadores de ar através de programação horária justifica-se, visando o controle e uso racional da energia elétrica.

## **2 OBJETIVOS**

Este capítulo tem como objetivo analisar como o emprego da automação em condicionadores de ar pode contribuir na eficiência no consumo da energia elétrica sem sacrificar as necessidades de conforto térmico aos usuários da edificação. Para o alcance do objetivo proposto, pretendeu-se especificamente:

- Avaliar a demanda e o consumo da energia elétrica dos condicionadores de ar do edifício em estudo.
- Analisar a carga térmica dos ambientes refrigerados através de métodos presentes na literatura brasileira, de acordo com a norma NBR 16401-3/2008 e *ASHRAE* (2017), e através de simulação computacional com o *Energyplus* (2018).
- Aplicar o Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ-C) no requisito condicionador de ar.
- Analisar as diferentes possibilidades de automação e controle para condicionadores de ar.
- Implementar o sistema de automação e realizar medições.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área onde se insere o objeto de estudo encontra-se dentro do campus universitário da Universidade Federal de Mato Grosso, na cidade de Cuiabá, no bloco D (Engenharia Elétrica) posicionado na latitude  $15^{\circ}36'27,56''S$  e longitude  $56^{\circ}3'51,17''W$ , na direção NO, conforme Figura 1. A edificação constituída é de concreto armado, com paredes compostas de tijolos cerâmicos de 21 Furos ( $11 \times 6 \times 24\text{cm}$ ), com reboco apenas de um lado, sendo que no pavimento térreo as paredes possuem no total 13 cm de espessura, e no pavimento superior as paredes possuem 24 cm de espessura.

Figura 01: Bloco da Engenharia Elétrica no campus da UFMT.



Fonte: Google, 2018.

As salas de aulas do bloco em estudo possuem corredores com cobertura em todo seu comprimento, posicionados a nordeste e sudoeste da edificação, que a protege da radiação solar direta conforme Figura 02. Seu acabamento consiste no próprio tijolo cerâmico, com pintura de resina, piso de cerâmica vermelha ( $30 \times 30 \text{ cm}$ ), janelas altas nas salas do pavimento térreo, janelas a partir de 1,0 m de altura e portas de ferro e vidro no pavimento superior.

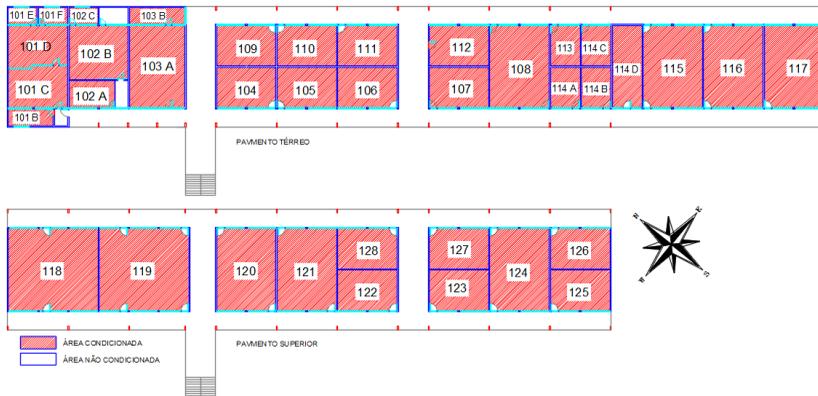
Figura 02: Sombreamento bloqueando a incidência da radiação solar direta nas salas.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

As paredes externas do pavimento superior são compostas por tijolos cerâmicos, argamassa, tijolos e reboco interno. As esquadrias de ferro e vidro e o teto composto de laje de concreto e telha de fibrocimento, o piso composto de laje de piso e piso cerâmico. No pavimento térreo as paredes são compostas por tijolo, argamassa e reboco. A cobertura se dá por telhas de fibrocimento, protegidas com platibandas em todo perímetro, bem como o espaço para o recebimento das águas pluviais. No pavimento térreo estão localizadas as salas de aulas e laboratórios e no pavimento superior são dispostas somente salas de aulas. A edificação é composta por dois pavimentos conforme Figura 3.

Figura 03: Planta Baixa da edificação em estudo – Pavimento térreo e superior.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

As transmitâncias térmicas dos elementos construtivos são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 1– Propriedades térmicas dos materiais.

Material	Condutância Térmica	Transmitância Térmica
Parede: Cerâmica + reboco	2,83 kcal/h / m <sup>2</sup> . °C	3,29 W/(m <sup>2</sup> .K)
Parede dupla: cerâmica+cerâmica+ reboco	2,00 kcal/h / m <sup>2</sup> . °C	2,33 W/(m <sup>2</sup> .K)
Superfícies transparentes: vidro	4,94 kcal/h / m <sup>2</sup> . °C	5,74 W/(m <sup>2</sup> .K)
Divisórias em madeira	2,74kcal/h / m <sup>2</sup> . °C	3,19 W/(m <sup>2</sup> .K)
Viga de concreto	3,36kcal/h / m <sup>2</sup> . °C	3,91 W/(m <sup>2</sup> .K)
Laje de Concreto	2,65kcal/h / m <sup>2</sup> . °C	3,08 W/(m <sup>2</sup> .K)
Laje de piso: piso cêramica+argamassa+concreto	1,71kcal/h / m <sup>2</sup> . °C	1,98 W/(m <sup>2</sup> .K)
Cobertura: Laje + Fibrocimento	1,68 kcal/h / m <sup>2</sup> . °C	1,95 W/(m <sup>2</sup> .K)
Cobertura: PVC + Fibrocimento	1,85 kcal/h / m <sup>2</sup> . °C	2,15 W/(m <sup>2</sup> .K)

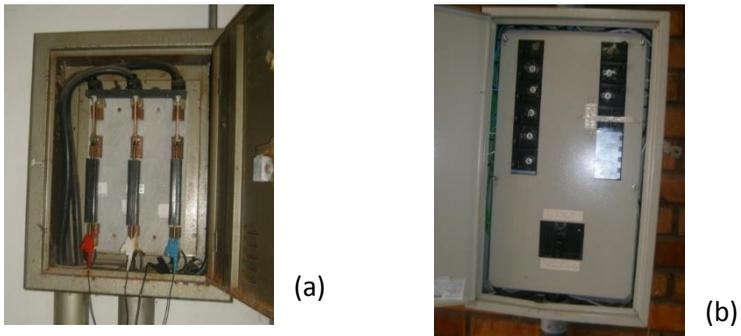
Fonte: Acervo do autor, 2018.

As salas de aulas possuem condicionadores de ar do tipo janela e *split*, sendo os últimos instalados no ano de 2010, isto é, a edificação inicialmente não foi projetada para uso destes condicionadores de ar. A obra foi executada na década de 70, desde então vem recebendo adequações conforme a necessidade.

### 3.2 MATERIAIS UTILIZADOS

O quadro principal de distribuição de energia encontra-se dentro do laboratório de eficiência energética, local onde foram conectados os medidores de energia para realizar as medições iniciais (Figura 4a). O quadro terminal que alimenta os condicionadores de ar encontra-se localizado no pavimento superior (Figura 4b), responsável por levar os circuitos terminais a nove condicionadores de ar. Outros nove condicionadores de ar são alimentados por um segundo quadro terminal localizado simetricamente ao primeiro, porém sem implementação da automatização proposital para obtenção de parâmetros comparativos.

Figura 4 – Quadros elétricos de força; (a) quadro principal de distribuição de energia; (b) quadro terminal que alimenta dos condicionadores de ar

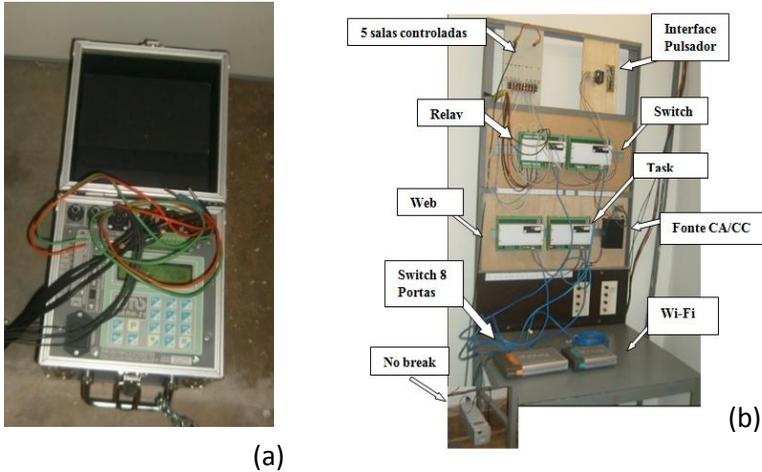


Fonte: Acervo do autor, 2018.

Na presente pesquisa, foram selecionadas cinco salas de aula para a realização da automatização dos condicionadores de ar, salas localizadas no pavimento superior, denominadas: 118, 119, 120, 121 e 122. Os condicionadores que receberam a automação são da marca Fujitsu ASB30A1 (unidade interna) e AOB30A1 e (unidade externa) de 31.200 BTU. Para a realização das medições de energia elétrica foi utilizado um analisador de energia MARH-21, da fabricante RMS (Figura 5a), medidor este instalado junto ao quadro principal de distribuição de energia. Para a automatização dos condicionadores de ar, foram empregados módulos de automação residencial com intenção de dar prosseguimento à pesquisa e integrar

demais sistemas futuros para fins de uso racional da energia elétrica. A escolha do equipamento de automação residencial chamada Module ocorreu em virtude de o fabricante (*Neocontrol*) possuir um sistema já preparado para a integração de demais tecnologias, como a *dimmerização* ou controle de demais cargas, assim oferecendo maior flexibilidade e facilidade de configuração. Os módulos foram instalados próximos ao quadro terminal dos condicionadores de ar, em uma bancada usada para fins didáticos.

Figura 5 – Equipamentos de medição e controle; (a) analisador de energia RMS MARH-21; (b) módulos de automação Neocontrol.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

A Figura 5b fornece uma visão geral da bancada utilizada para avaliação experimental. Os módulos necessitam de uma fonte de 5V / 300mA. Uma vez conectados à rede Ethernet deve-se conectar a parte de potência dos módulos (Module Dimmer, Module Relay e Module AV) às cargas que deverão ser automatizadas (NEOCONTROL, 2009).

### 3.3 ETAPAS PARA O USO RACIONAL E EFICIÊNCIA DOS CONDICIONADORES DE AR

Para a análise do consumo de energia elétrica foram instalados medidores e registradores de energia, um em cada quadro de distribuição que alimenta os quadros terminais dos condicionadores de ar. As medições foram realizadas no período de 20 de setembro a 19 de outubro, isto é, 30 dias de medições a fim de obter uma amostra significativa. As medições iniciais ocorreram no período de setembro a outubro durante o período letivo, sendo que horário de atividade na instituição vai das 07h30min às 22h00min.

As medições após a implantação da automatização dos condicionadores de ar, de acordo com o horário dos turnos das aulas, ocorreram no período de 8 de agosto a 27 de setembro. E as medições referentes à automatização dos condicionadores de acordo com o cronograma de horário das aulas ocorreram no período de 14 de novembro a 13 de dezembro.

O cálculo da carga térmica teve como objetivo de avaliar os condicionadores de ar pelo Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ) que exige que os aparelhos condicionadores de ar estejam adequados a carga térmica do ambiente. Para isso, o procedimento consistiu no levantamento das características dos ambientes tais como as dimensões das salas, o número de usuários em cada sala, o número de aberturas, as áreas das frestas, variáveis estas que influenciam na carga térmica. Os valores de condutividade térmica considerada para todos os materiais foram baseados na NBR 15220-2/2008 (ABNT,2008).

A simulação do Bloco de Engenharia Elétrica da UFMT no *EnergyPlus* passou por diversas etapas como inserção da geometria, arquivo climático, entre outras, sendo que ao final foi gerado um arquivo com a extensão “.idf”, que contém todos dos dados necessários para o programa calcular a carga térmica interna de cada ambiente. Para os dados climáticos locais, foi utilizado o arquivo climático de extensão “.epw” (formato climático do *EnergyPlus*) da cidade de Cuiabá, obtido do Departamento de Energia dos Estados Unidos disponível em "<http://www.eere.energy.gov>". As salas consideradas para a simulação da carga térmica foram às salas que

receberam a automatização dos condicionadores de ar, isto é, as salas 118, 119, 120, 121 e 122 respectivamente.

Com objetivo de tornar mais eficiente o sistema de condicionamento ambiental através da troca de aparelhos mais eficientes, a metodologia do levantamento dos condicionadores de ar foi baseada no Regulamento Técnico da Qualidade em edifícios comerciais e públicos RTQ-C. A coleta de dados dos condicionadores permitiu identificar duas situações: alguns aparelhos que ainda apresentavam o selo PROCEL de eficiência enquanto outros não. Para identificar o nível de eficiência dos aparelhos sem o selo, procedeu-se do seguinte modo: identificação da marca e o nível classificação da eficiência de cada aparelho e foi extraído das tabelas do Programa Brasileiro de Etiquetagem PBE/INMETRO (INMETRO, 2008).

Para análise das diferentes estratégias de controle dos condicionadores de ar, foi instalado um sistema de automatização que permite o acionamento e desligamento dos circuitos terminais dos condicionadores de ar de acordo com o horário normal das aulas, isto é: das 07h30min às 11h30min, das 13h30min às 17h30min, das 18h00min às 22h00min. Essa primeira estratégia faz uso somente de contatores e programadores horários. Nessa primeira etapa de implementação da automatização, o principal objetivo foi evitar o uso dos aparelhos em horários não previstos para atividades dentro do campus, tais como o horário de almoço, o intervalo entre aulas e após às 22h00min. O quadro contendo as chaves magnéticas e o programador horário foi instalado próximo ao quadro terminal dos condicionadores de ar.

Posteriormente, foi instalado um sistema de automação, em que o acionamento ocorre de acordo com o cronograma de horário de ocupação das salas. Os módulos de automação utilizados permitem o agendamento dos horários de ocupação ou reserva de cada sala de aula liberando ou não o funcionamento de cada aparelho, de modo que se possa comparar o consumo de energia frente às diferentes alternativas.

Empregaram-se módulos de automação com funções pré-definidas cujo principal objetivo foi de facilitar a execução das tarefas e a reprogramação semestral de ocupação das salas para que se possa controlar o acionamento dos condicionadores de ar.

#### **4 RESULTADOS**

#### 4.1 ANÁLISE ENERGÉTICA DAS SALAS DE AULA SEM AUTOMATIZAÇÃO

As salas de aulas em que foram realizadas as medições possuem 9 condicionadores de ar do tipo *split* de 31200 BTU/h e potência ativa nominal de 3,1 kW. Caso todos os condicionadores funcionassem simultaneamente, teria uma demanda máxima de 27,9 kW. Entretanto, a demanda máxima medida dentro do horário de utilização das salas alcançou 19,12 kW referentes a nove condicionadores de ar localizados nas salas a serem automatizadas, isto se deve ao fato de que é remota a possibilidade do acionamento dos compressores dos equipamentos em estudo de forma simultânea.

O consumo fora do horário previsto para a ocupação das salas correspondeu a 33% do consumo total medido, isto é, são 1.427,53 kWh. O período que corresponde das 11h31min às 13h30min trata-se do horário de almoço. O período de 17h31min às 18h00min compreende o intervalo entre o turno vespertino e o noturno, e o período das 22h01min às 7h30min referem-se ao período em que não deveria haver consumos. Caso se empregue um sistema que venha liberar o acionamento ou o desligamento destes aparelhos conforme os horários das aulas, já mencionado, este valor seria em princípio de economia de energia. Evidentemente, o consumo variaria em função das estações e condições climáticas, período de recesso das atividades e valor ajustado da temperatura dos condicionadores de ar, entretanto em pelo menos nove meses do ano se torna possível obter uma economia apreciável. Dessa forma, o que influencia predominantemente o consumo é a inexistência de qualquer controle do uso dos condicionadores, com o funcionamento de aparelhos em salas que não estão sendo utilizadas para as aulas.

#### 4.2 ANÁLISE DOS MÉTODOS PRESCRITIVOS DE CARGA TÉRMICA

Nesta seção são apresentados os resultados da carga térmica das salas de aulas de acordo com cada método empregado. Ao comparar a potência instalada em cada uma das salas com os resultados do cálculo da carga térmica de acordo com os métodos prescritivos descritos por Negrisola

(1987), Creder (2004a), Creder (2004b) e pela NBR 16401 (2008), foi possível observar que 31,59% dos valores calculados da carga térmica são iguais ou próximos da potência instalada; 42,10% dos valores são maiores e 26,31% são menores.

Em relação aos métodos de cálculo, cabe destacar que o método de Negrisoni (1987) não leva em consideração explicitamente fatores que venham a influenciar na carga térmica, como por exemplo, a condutância térmica dos materiais, o posicionamento da edificação, etc. Apesar deste método ser menos rigoroso no cálculo, mesmo assim considera carga térmica proveniente das pessoas, iluminação e janelas envidraçadas em seu procedimento, parâmetros mínimos imprescindíveis em cálculos de carga térmica.

O método de Creder (2004b) calcula a carga térmica total dividindo-a em parcelas que são introduzidas no recinto por meio de condução, insolação, dutos, pessoas, equipamentos, infiltração e ventilação, podendo ser considerado o mais aceitável para estimativas de cálculo, mesmo fazendo uso de tabelas antigas, quando comparado ao método da NBR 16401 (2008), pois estas parcelas interferem significativamente na carga total do recinto. Este método conduz em geral a uma carga térmica maior em relação aos métodos anteriores descritos, pois leva em conta um número maior de variáveis, em particular o item sobre ventilação, que é o ar a ser renovado, exigido por norma, elevando significativamente a carga térmica total dos ambientes.

No método constante na NBR 16401 (2008) leva-se em consideração as cargas térmicas como a renovação do ar no ambiente, carga por condução e insolação das paredes do envelope construtivo. Os valores referentes à condutividade térmica dos materiais, os dados de temperatura e umidade absoluta foram os mesmos utilizados no método de Creder (2004b), de modo que se possa compará-los.

Os procedimentos de cálculo da NBR 16401 (2008) referenciam a ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS- Associação Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado); os autores Lamberts (1997) e Menezes (2010) em seus trabalhos traduziram as metodologias da ASHRAE. Nesta pesquisa, as fórmulas basearam-se nestes autores em

consonância com a ASHRAE. Utilizou-se dados de radiação solar incidente na latitude 17° (sul) de Frota (2001), cuja latitude é a que mais se aproxima da latitude do local de estudo (Cuiabá, latitude 15°).

#### 4.3 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DA CARGA TÉRMICA NO *ENERGYPLUS*

Foram feitas simulações no *EnergyPlus* (2018) ao longo de um dia de projeto e ao longo do ano, utilizando o arquivo climático SWERA para Cuiabá. O Edifício foi dividido em 12 zonas térmicas e simuladas as cinco salas de aula do pavimento superior, as mesmas que receberam a automatização dos condicionadores de ar.

Dividir uma edificação em zonas térmicas possibilita analisar separadamente a resposta termoenergética de diferentes ambientes da mesma edificação, permitindo reproduzir as condições reais dos ambientes, pois cada uma das salas possui sistemas individuais de condicionamento de ar e, assim, efetuaram-se o cálculo da carga térmica para tais ambientes. Nos métodos prescritivos, a carga térmica foi calculada para o dia 22 de dezembro, dessa forma foi simulado no *Energyplus* (2018) um sistema de condicionador de ar *split* para este dia. A Tabela 2 apresenta as cargas térmicas de pico simuladas no *Energyplus*(2018) para o mês de Dezembro comparado com as cargas térmicas encontradas nos métodos prescritivos.

De acordo com a Tabela 2 os valores da carga térmica simulada pelo *Energyplus*(2018) apresentaram valores abaixo das cargas instaladas, excetuando-se a sala 122. As cargas térmicas simuladas são inferiores em relação com as obtidas através dos métodos prescritivos de Creder (2004b) e com a NBR 16401(2008), no entanto as cargas térmicas são superiores quando aplicados os métodos estimativos de Negrisoli (1987) e Creder (2004a). Na simulação anual, o mês de dezembro apresentou a maior carga térmica quando comparada aos demais meses, tratando-se do início do verão.

Tabela 2– Comparação dos métodos prescritivos de carga térmica versus simulação no *EnergyPlus*.

Salas	BTU/h					
	Instalada	Creder (2004a)	Negrisola (1987)	Creder (2004b)	NBR 16401(2008)	<i>EnergyPlus</i>
118	124.800	62.184,45	60.111,63	116.693,17	145.375,59	95.262,52
119	124.800	62.202,31	60.111,63	119.570,14	147.536,41	90.145,69
120	124.800	56.779,98	39.671,73	132.292,23	139.082,24	82.028,29
121	124.800	56.779,98	39.671,73	130.923,42	136.566,65	78.009,18
122	31.200	28.241,91	19.560,46	70.710,54	82.216,16	50.307,99

Fonte: Acervo do autor, 2018.

Conforme os resultados obtidos, pode-se observar que a NBR 16401(2008) apresentou maiores cargas internas que os demais métodos. Os procedimentos de cálculo da norma brasileira baseiam-se na ASHRAE. Devido ao envelope construtivo receber sombreamento através dos corredores, inibindo a incidência da radiação solar direta nas paredes, houve uma diminuição da carga térmica das salas por simulação, nos métodos prescritivos o sombreamento dos corredores não foi considerado. O modelo computacional permite representar melhor a orientação e a incidência da radiação solar na edificação, e por conseguinte, influencia na carga térmica recebida pelas superfícies opacas e vidros.

#### 4.4 CLASSIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS CONDIIONADORES DE AR SEGUNDO O RTQ-C

A avaliação do nível de eficiência energética dos condicionadores de ar do bloco em estudo seguiu as especificações do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e do Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RAC-C), dos requisitos de avaliação e os esclarecimentos do manual para aplicação do RTQ-C e RAC-C.

No presente trabalho foi realizada a avaliação apenas do condicionamento de ar, portanto, sendo assim o único requisito abordado. De acordo as análises e cálculos realizados, o bloco em estudo possui eficiência B segundo o RTQ – C no requisito relacionado ao sistema de

condicionamento de ar. Para que esta eficiência seja aumentada, é necessário substituir os equipamentos de menores eficiências (C, D e E) por equipamentos com maior eficiência, preferencialmente A.

#### 4.5 AUTOMATIZAÇÃO DOS CONDICIONADORES DE AR

Na primeira medida para economia de energia elétrica, as medições após a automatização dos condicionadores de ar com o acionamento ou desligamento de acordo com o horário dos turnos das aulas totalizaram 2.640,21 kWh, representando redução de 39,17% em relação ao consumo sem automatização.

A segunda medida para economia de energia elétrica foi implementada com a utilização de módulos de automação, através da automatização dos condicionadores de ar com o acionamento de acordo com o cronograma de utilização das salas. Ressalta-se que a medida anterior (Estratégia 1) já se obteve um ganho significativo, mas com esta medida a economia é maior, pois nem todas as salas de aulas funcionam em todos os períodos. Após a implantação da automatização dos condicionadores de acordo com o cronograma de horário das salas, o consumo total da energia elétrica com esta medida foi de 2.088,35 kWh, representando uma economia de 51,88%. A Tabela 3 apresenta os consumos após a automatização de acordo com cada estratégia para redução do consumo.

Tabela 3 – Consumo de energia elétrica no período de 1 mês de medição com automatização de acordo com cada medida de eficiência.

Período	Sem Automatização (kWh)	Estratégia 1 (kWh)	Estratégia 2 (kWh)
7:31 às 11:30	906,04	836,49	630,29
11:31 às 13:30	527,14	0	0
13:31 às 17:30	1.153,42	1.056,47	1.021,15
17:31 às 18:00	131,64	0	0
18:01 às 22:00	853,07	747,25	436,91
22:01 às 7:30	768,75	0	0
Total	4.340,06	2.640,21	2.088,35

Fonte: Acervo do autor, 2018.

Conforme Tabela 3, o consumo na estratégia 2 foi inferior por esta ser baseada nos horários de funcionamento das salas, isto é, a ocupação das

salas varia conforme o dia da semana, por isso nem todas as salas de aulas precisam dos condicionadores ligados, representando uma economia de 20,90% quando comparada a estratégia 1, que é baseada nos períodos normais (matutino, vespertino e noturno) de uso das salas. Conforme já mencionado, a estratégia 1 obteve redução de 39,17% e a estratégia 2 permitiu uma redução de 51,89% quando comparadas com a medição sem automatização.

A Tabela 4 apresenta a demanda média nos intervalos para cada caso, ou seja, sem automação (S/A), com automação conforme os turnos (1, Estratégia 1) e com automação de acordo com o cronograma de uso das salas (2, Estratégia 2) para cada dia da semana.

Tabela 4 – Demanda média para cada estratégia de automatização versus sem automação.

	7:31 às 11:30			13:31 às 17:30			18:01 às 22:00		
	S/A	1	2	S/A	2	3	S/A	2	3
Seg	7,80	7,11	5,90	13,12	12,95	11,32	9,44	9,03	8,87
Ter	9,70	7,79	7,11	12,39	11,95	7,56	10,54	8,53	3,36
Qua	11,52	8,56	7,02	14,63	13,54	8,80	12,10	7,49	2,21
Qui	11,00	7,63	2,43	14,68	12,67	12,18	13,45	8,76	7,09
Sex	11,15	9,65	6,85	12,40	12,71	12,19	8,36	7,96	2,37

Fonte: Acervo do autor, 2018.

S/A: Sem Automação

1: Com automação conforme os turnos das aulas (Estratégia 1);

2: Com automação conforme cronograma ocupação das salas (Estratégia 2).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cálculo da carga térmica obtido através da simulação realizada através do *Energyplus* (2018), apontou que a potência de refrigeração instalada está em torno de 25% superior aos resultados da simulação, com exceção à sala 122, pois os aparelhos instalados estão com potência abaixo da carga térmica. O emprego da automatização em condicionadores de ar é importante, pois tratam-se dos aparelhos, em geral, com maior consumo dentro deste tipo de edificação.

O Regulamento Técnico (RTQ-C), no requisito condicionador de ar exige que os aparelhos de condicionadores de ar estejam adequadamente

dimensionados para carga térmica do ambiente. Assim, na avaliação da capacidade térmica dos condicionadores, realizaram-se cálculos da carga térmica em todos os ambientes, através dos três métodos prescritivos presentes na literatura nacional, norma brasileira, bem como lançou mão de simulação computacional, verificando-se diferentes e divergentes situações em relação à adequação das cargas térmicas instaladas na edificação em estudo.

Ao analisar as diferentes possibilidades de automação e controle para condicionadores de ar observou-se que o emprego do sistema de automatização que permite o acionamento e desligamento de acordo somente com o horário normal das aulas representou uma economia de 39,17%. Por outro lado, a automatização dos condicionadores de acordo com o cronograma de uso das salas alcançou uma economia de 51,88%, nos períodos medidos, sendo assim muito mais eficiente.

O emprego da automação em edificações não pode ser visto como a única solução para uso racional da energia elétrica, também é preciso levar em consideração o que se deseja controlar e se o sistema a ser controlado trará bons resultados energeticamente, sem ocasionar perda de conforto térmico.

## REFERENCIAL

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12010*: Condicionador de ar doméstico - Determinação do coeficiente de eficiência energética - Método de ensaio. ABNT. Rio de Janeiro. 1990.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15220*: Desempenho Térmico de edificações. ABNT. Rio de Janeiro. 2008.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 16401-1*: (Instalações de ar condicionado - Sistemas centrais e unitários. Parte 1: Projetos das Instalações. ABNT. Rio de Janeiro. 2008.
- ALAMIN, Yaser I. et al. An Artificial Neural Network (ANN) model to predict the electric load profile for an HVAC system. IFAC-papers online, [S.l.], v. 51, n. 10, p.26-31, 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.06.231>.

- ASHRAE, AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (Atlanta). Handbook of Fundamentals. Atlanta: Ashrae, 2017. Cap. 1. p. 1.1-1.17.
- CREDER, H. *Instalações de ar Condicionado*. Cálculo da Carga Térmica. 6ª Ed. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 2004 b.
- CREDER, H. *Instalações de ar Condicionado*. Estimativa de Carga Térmica de Verão. 6ª Ed. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 2004 a.
- DURANTE, L.C., SILVA, E. de C., JÚNIOR, R. A, NOGUEIRA, M. C. de J. A. *Arquitetura escolar e conforto ambiental em Cuiabá-MT*. Contribuições ao estudo em Conforto Ambiental na grande Cuiabá-MT. Vol 1. Cuiabá. EdUnic. 2009.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY (DOE). (2018) ENERGY PLUS. Software para simulação de desempenho térmico das edificações. Disponível em: <<https://energypplus.net/downloads>>. Acesso em 19 Set. 2018.
- EPE- Empresa de Pesquisa Energética. *Balanco Energético Nacional*. Ano Base 2017, Rio de Janeiro-RJ, 2018.
- HENSEN, Jan L. M.; LAMBERTS, Roberto (Org.). *Building Performance Simulation for Design and Operation*. London: Spon Press, 2011. 507 p.
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Coeficiente de Eficiência Energética em condicionador de ar janela. Disponível em: <<http://inmetro.gov.br>>. Acesso em: 08/02/2012.
- KRAUSE, C. B., RODRIGUES, J. A., MAIA, J. L., PACHECO, L. F., AMÉRICO, M. & TEIXEIRA, P. *Manual de prédios públicos eficientes em energia elétrica*. IBAM/ELETROBRÁS/PROCEL. Rio de Janeiro, 2002.
- LAMBERTS, R., DUTRA, L. & PEREIRA, F. O. R. *Eficiência Energética na Arquitetura*, p.192, Pro Livros. São Paulo. 1997.
- NEGRISOLI, M. (1987). *Instalações Elétricas - Projetos Prediais em Baixa Tensão*. Editora Edgar Blücher Ltda. Rio de Janeiro.
- NEOCONTROL. *Manual Técnico de Instalação*. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://neocontrol.com.br>>. Acesso em 11/10/2011.
- PROCEL EDIFICA. *Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações*. Disponível em <http://www.eletronbras.com/pci/main.asp> acessado em: 10 de setembro de 2011.
- RTQ-C (2010). *Manual de aplicação do Regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos*. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/>> Acesso em: 10 setembro. 2011.
- VIZZOTTO, M. R. *Análise do uso de estratégias para a melhoria de eficiência energética e do conforto térmico em edificações com sistemas de automação predial-residencial*. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2015.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agência de Proteção Ambiental, 93  
áreas verdes, 27, 33, 38, 43, 60

### B

bioclimáticas, 9, 124, 125, 129, 136, 137,  
138, 139

### C

carga térmica, 142, 144, 150, 152, 153,  
154, 155, 157, 158  
centros urbanos, 33, 53, 107  
ciclo hidrológico, 35  
cidade sustentável, 12  
conflito transindividual, 13, 16, 25, 26, 28,  
29  
conflitos ambientais, 9, 11, 12, 14, 15, 17,  
19, 28, 29, 30, 31  
conforto térmico, 124, 126, 131, 132, 133,  
134, 135, 136, 138, 139, 142, 143, 158,  
159  
consórcios intermunicipais, 86, 87, 90, 91,  
94, 95, 96, 101, 102, 105  
crescimento populacional, 68

### D

danos ambientais, 15, 18, 20, 22, 35  
déficit habitacional, 50, 64  
degradação ambiental, 12, 13, 21, 28, 29,  
58  
desempenho térmico, 129, 133, 136, 159  
desenvolvimento sustentável, 33, 34  
despoluição, 65  
drenagem, 33, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 43,  
44, 45, 46, 47, 64, 65, 97, 111  
drenagem pluvial, 34, 39, 47

### E

educação ambiental, 52  
escoamento superficial, 43, 44  
espaço público, 69, 70, 72, 73, 74, 82, 83,  
84, 110  
estudo prévio de impacto ambiental, 21  
expansão urbana, 35

### F

favelas, 50, 51, 53, 54, 55, 66  
futuras gerações, 12, 15, 21, 141

### H

hidrologia, 38, 41, 44, 47

### I

impacto hidro ambientais, 46  
impactos socioambientais, 32

### M

marcos históricos, 69  
materiais construtivos, 129  
meio ambiente, 9, 12, 14, 15, 16, 18, 19,  
20, 21, 24, 25, 26, 30, 35, 103, 107,  
112, 141

### O

obras públicas, 52  
ocupação dos espaços, 11

### P

padrões construtivos, 128  
parâmetros urbanísticos, 38, 46

parque linear, 62, 64, 65  
planejamento da arborização, 110  
praça, 9, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77,  
78, 79, 80, 81, 82, 83  
preservação ambiental, 32, 108  
problemas sociais, 51, 64  
projetos de urbanização, 47  
projetos urbanos, 32, 34

## **R**

recursos naturais, 32, 34, 35  
redução do consumo, 141, 156  
resíduos sólidos, 9, 87, 89, 90, 91, 92, 94,  
95, 97, 101, 103, 104, 105, 107, 110

## **S**

saneamento básico, 55, 94, 104  
segregação elitista, 50  
sistema viário, 40, 52, 71

sociedade complexa, 11  
soluções ambientais, 12

## **T**

território, 6, 9, 17, 23, 24, 54, 127, 138  
tutela coletiva, 13, 14, 16, 26, 28

## **U**

urbanização, 9, 33, 34, 35, 38, 39, 45, 46,  
50, 51, 54, 55, 57, 58, 64, 65

## **V**

vegetação, 16, 21, 38, 52, 58, 62, 71, 108,  
109

## **Z**

Zoneamento Ambiental Urbano, 36



[www.editoraanap.org.br](http://www.editoraanap.org.br)  
[www.amigosdanatureza.org.br](http://www.amigosdanatureza.org.br)