

2020.1

v1n

# A Cidade e o Isolamento Social

**E**ng **U**rb

**em Debate**

PPGEU | UFSCar



A **Engenharia Urbana em Debate** é um periódico online de caráter acadêmico e científico, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - PPGEU da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar e tem como objetivo publicar, de forma gratuita, pesquisas voltadas ao conhecimento e práticas sobre a gestão e atuação técnico-profissional no território.

#### Dados internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Engenharia Urbana em Debate / Universidade Federal de São Carlos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - PPGEU. v.1, n.1 (2020). São Carlos: 2020.

v.1, n.1 Fluxo contínuo com 2 números por ano  
Sumários em Português  
ISSN: 2675-830X digital

1. 1. Saneamento. 2. Urbanismo. 3. Geotécnica e Geoprocessamento. 4. Transportes. Universidade Federal de São Carlos II. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana.

CDD – 628



Periodicidade: Fluxo Contínuo com 2 números por ano

Suporte: Eletrônico

PPGEU - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana  
Universidade Federal de São Carlos  
Rodovia Washington Luis, km 235 - São Carlos - SP - BR  
CEP: 13565-905  
Telefone: (16) 3351-8295

Engenharia Urbana em Debate  
engurbdebate@gmail.com

## Corpo Editorial

Profa. Dra. Katia Sakihama Ventura  
 Profa. Dra. Denise Balestrero Menezes  
 Profa. Dra. Luciana Márcia Gonçalves  
 Profa. Dra. Thais Martinelli Guerreiro  
 Profa. Dra. Elza Luli Miyasaka

## Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

Prof. Dr. Erich Keller  
 Prof. Dr. Érico Masiero  
 Alex Rogério Silva (Assistente Adm.)

## Conselho Editorial

- Prof. Dr. Rodrigo Melo Porto | EESC-USP
- Prof. Dr. Valdir Schalch | EESC-USP
- Prof. Dr. Paulo Scalize | UFG
- Profa. Dra. Regina Mambelli | UNIFEI - Itajubá
- Prof. Dr. Maurício Pinto | UnCuyo - AR
- Prof. Dr. Rodrigo Firmino | PUCPR
- Prof. Dr. Tiago Cunha | UFVMG
- Prof. Dr. Ricardo de Souza Moretti | UFABC UFRN
- Profa. Dra. Gisela Cunha Viana Leonelli | UNICAMP
- Profa. Dra. Leticia Peña Barrera | Univ. Autónoma de Ciudad de Juárez \_ México
- Prof. Dr. Cláudio César de Paiva | UNESP Araraquara
- Prof. Dr. José Augusto di Lollo | UNESP Ilha Solteira
- Prof. Dr. Eduardo Augusto Werneck Ribeiro | Instituto Federal Catarinense
- Profa. Dra. Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo | Poli/USP e Uninove
- Prof. Dr. José Luiz Albuquerque Filho | IPT
- Prof. Dr. Edmur Azevedo Pugliesi | UNESP Presidente Prudente
- Prof. Dr. Marco Musso | UniLaR - Uruguay
- Prof. Dr. Antonio Nelson Rodrigues da Silva | EESC-USP
- Prof. Dr. Licínio da Silva Portugal | UFRJ
- Profa. Dra. Magaly Natalia Pazzian Vasconcellos Romão | Fac. de Tec. de Jahu
- Prof. Dr. Rui António Rodrigues Ramos | Escola de Engenharia - Univ. do Minho

Editorial.....6

Katia Sakihama Ventura, Denise Balestrero Menezes, Luciana Márcia Gonçalves, Thais de Cassia Martinelli Guerreiro, Elza Luli Miyasaka

Cidade e Cidadãos Resilientes.....9

Erich Kellner

Desafios metodológicos da pesquisa sobre os efeitos da legislação urbanística na distribuição espacial da população: Conselheiro Lafaiete como estudo de caso .....11

Tiago Augusto da Cunha, Cecília Miranda Silva, Victor Barroso Rosado

Geotecnologias no Contexto das Cidades mais Resilientes: Zoneamento De Areas De Risco A Inundações Como Ferramenta De Planejamento Urbano.....30

Sabrina Deconti Bruski, Francisco Manoel Wohnrath Tognoli, Thiago Peixoto de Araújo

Estudo da geração de energia elétrica de biogás a partir da vinhaça de uma usina de cana de açúcar..58

Fabício Tadeu Pereira, Ivan Felipe Silva dos Santos, Regina Mambeli Barros, Geraldo Lúcio Tiago Filho, Thayla Francisca Vilas Bôas,

Impactos da Pandemia de COVID-19 no Município de São Paulo: A Desigualdade Mata até 100 Vezes mais em Diferentes Distritos.....75

Pedro Moreira de Mello, Luciana Gonçalves, Elza Luli Miyasaka

Geotecnologias como subsídio na gestão pública da pandemia de COVID-19: o caso de Araraquara-SP ..90

Tatiane Ferreira Olivatto, João Mateus Marão Domingues, Bruno Joaquim Lima

Sistemas de medição hídrica com eliminação dos efeitos de submedição de vazão para uso em edificações e dessedentação animal.....103

Bene Eloi M. Camargo, Daniel Jadyr L. Costa, Julio Cesar Pascale Palhares, Jorge Akutsu

Abordagem sistêmica para elaboração de modelo conceitual do sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo.....119

Sthéfanny Sanchez Frizzarim, Marcelo Montaña

Geotecnologias como ferramentas de auxílio regularização fundiária.....131

Alessandra C. Corsi, Eduardo S. de Macedo, Marcela Penha Pereira Guimarães

Perfil de interessadas/os em participar de um projeto comunitário de compostagem urbana.....146

Bruna Aparecida Silva de Aquino, Anna Carolina Espósito Sanchez, Valéria Ghislotti lared

Avaliação da qualidade dos espaços urbanos para pedestre no entorno de escolas: Estudo de caso de Ribeirão Preto e Serrana.....160

José da Costa Marques Neto, Gustavo Henrique Vital Gonçalves, Marcelo Augusto Amâncio

Avaliação dos Planos Diretores de Araraquara Pós Estatuto da Cidade: Em 2014 houve Revisão ou dequação?.....172

Priscila Kauana Barelli Forcel, Aderson Passos Neto, Joel Venceslau de Oliveira Junior

Planos diretores municipais: bases para avaliação Ambiental estratégica.....184

Jacqueline Priscila Olmedo, emésio Neves Batista Salvador

Terra, moradia e alimento: O assentamento humano contemporâneo e a produção biodinâmica de alimentos como agentes transubstanciados da paisagem.....202

Kelly Cristina Magalhães, Cristina G. Mendes Brasileira

Estudos de Tráfego para Tomada de Decisão Referentes à Implantação de um Novo Polo Gerador de Viagem - pgv em São João da Boa Vista-SP.....214

Geisa Aparecida da Silva Gontijo , Raphael Bassi Filho

Sustentável, digital ou inteligente: paradoxo e paradigma das tecnologias na mobilidade urbana.230

Ivan Damasco Menzori, Luciana Márcia Gonçalves

Aplicação dos conceitos e ferramentas de IoT à

gestão da Fração Orgânica de Resíduos Sólidos Urbanos: uma exploração inicial.....	242
Marco Aurélio Soares de Castro, Jacqueline Mazini Lafratta	
Arborização urbana como um corredor ecológico .	257
Antonio Carlos Pries Devede, Frederico Lúcio de Almeida Gama, Renata Egdio de C. C. Manço	
A regularização dos assentamentos informais como produto da modificação da paisagem urbana na cidade em isolamento social.....	269
Taisa Cintra Dosso, Jonathas Magalhães Pereira da Silva	
Comissão Editorial.....	278



A Engenharia Urbana em Debate é registrada no Creative Commons

O conteúdo dos artigos é de inteira responsabilidade dos autores.

### CORPO EDITORIAL

**Profa. Dra. Katia Sakihama Ventura**

**Profa. Dra. Denise Balestrero Menezes**

**Profa. Dra. Luciana Márcia Gonçalves**

**Profa. Dra. Thais de Cassia Martinelli Guerreiro**

**Profa. Dra. Elza Luli Miyasaka**

Maiores informações, acesse: <https://www.engurbdebate.ufscar.br/>

Em 2019, o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) lançou o E-book comemorativo à trajetória histórica do programa e intitulado **25 anos Programa de Pós-Graduação Engenharia em Urbana**.

Ao longo destes anos o PPGEU amadureceu e aprimorou suas pesquisas dentro da perspectiva da gestão urbana, garantindo o pioneirismo da visão integradora entre os eixos temáticos (urbanismo, saneamento, geotecnia/geoprocessamento e transportes) e fornecendo subsídio à tomada de decisão dos gestores do serviço público.

Neste momento, o Programa acompanha as transformações socioambientais e de saúde pública, sob a análise holística dos desafios vivenciados pela humanidade, tais como a inclusão e participação social, uso da tecnologia digital, implementação de mecanismos de gestão, valorização e respeito ao meio ambiente, entre outras.

Em 2020 o PPGEU inovou ao realizar o **I Simpósio Brasileiro Cidades + Resilientes**, 1º evento no modalidade on-line vinculado ao programa. Contou com a participação de ilustres personalidades vinculadas aos eixos temáticos abordados, como o Prof. Dr. Paulo Hilário Nascimento Saldiva, médico patologista com vasta experiência profissional e acadêmica em doenças respiratórias, saúde ambiental, cidade e resiliência.

Os eixos temáticos do evento foram:

- Tópico Especial: A Cidade e o Isolamento Social
- Cidades Inovadoras
- Mobilidade Urbana Sustentável
- Geotecnologias e Investigação Geotécnica das Cidades
- Gestão e Tecnologias Aplicadas aos Sistemas de Saneamento

A pandemia Covid-19 trouxe mudanças à vida urbana e

exigiu adaptações da sociedade, de forma preventiva, para garantir os serviços essenciais à saúde pública. Neste contexto, padrões de consumo, geração de resíduos sólidos, revisão de valores, conscientização sobre o aspecto coletivo, planejamento de infraestrutura urbana, uso sustentável de recursos e uma mudança na mobilidade urbana surgiram para expor novas demandas socioculturais e econômicas.

A taxa de adesão ao isolamento social foi uma medida, entre outras adotadas pelos governos no mundo todo, a fim de minimizar a disseminação e o registro de casos contaminados pela doença, especialmente no Brasil.

O avanço da Covid-19, a partir de março de 2020, foi registrado em escala exponencial, visto pelo desconhecimento do contágio e da incredulidade da gravidade da doença.

Nestas circunstâncias, em dezembro de 2020, o PPGEU lançou o **1º número** do periódico **Engenharia Urbana em Debate**, com acesso livre e gratuito, com o tema **Isolamento Social**.

Este volume contou com a participação de 14 instituições, das quais destacam-se instituto de pesquisa, fundações e universidades públicas, instituições privadas de ensino e prefeitura municipal. Tais instituições localizam-se nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

Quanto ao objeto de estudo, em sua grande maioria, os artigos selecionados e convidados apresentaram análises em cidades de porte médio do interior paulista, tais como Araraquara, Itapeví, Pindamonhangaba, Ribeirão Preto, Serrana, São João da Boa Vista.

A seleção considerou as maiores pontuações do evento *on-line* por eixo temático, de acordo com a avaliação dos pareceristas da comissão científica, todos com título de doutor. De modo geral, os temas dos artigos selecionados e convidados abordaram os seguintes tópicos:

- Isolamento social: desigualdade de infraestrutura e equipamentos urbanos na pandemia, Geotecnologias como subsídio na gestão pública da pandemia, assentamento informais e alteração da paisagem;
- Cidades inovadoras: participação popular e instrumentos urbanísticos em cidades resilientes, compostagem urbana, plano diretor municipal, assentamento humano/bioeconomia e paisagem, estudo de tráfego;
- Mobilidade urbana sustentável: Tecnologias aplicadas à mobilidade urbana e cidades inteligentes, arborização

urbana, espaço urbano para pedestres;

- Geotecnologias e Investigação Geotécnica das Cidades: SIG para mapeamento de risco em Área de Preservação Permanente, geotecnologias para inundação e planejamento urbano;
- Gestão e tecnologia aplicadas ao sistema de saneamento: monitoramento de vazão para controle do uso racional da água, sistema de abastecimento de água, plano diretor urbanístico e resíduos sólidos orgânicos.

Neste universo, outras pesquisas foram desenvolvidas no município de São Paulo, na Região Metropolitana de São Paulo, na Região Administrativa do estado de São Paulo, Palotina (PR), e, alguns países além do Brasil.

Desta forma, torna evidente que a Revista Engenharia em Debate é o espaço mais recente de divulgação e debate das investigações científicas de alto nível produzidas por pesquisadores brasileiros no âmbito da Engenharia Urbana. A perspectiva é ampliar em número de universidades e entidades participantes, abrindo espaços para investigadores inclusive estrangeiros.

O universo de pesquisas aqui apresentados não visa somente o âmbito acadêmico, os artigos reproduzidos neste periódico retratam materiais produzidos por esses docentes e seus grupos de pesquisas e propõe colaborar com empresas públicas, autarquias, concessionárias e muitas empresas que trabalham com e para os serviços urbanos.

Este, portanto, será um novo periódico com abordagens bem claras e objetivas de temas como inovação, gestão, sustentabilidade, tecnologia, entre outros que buscam aprimoramento dos espaços urbanos construídos, ambiental e socialmente justos, explorando, apresentando e analisando ferramentas desenvolvidas para a cidade do século XXI.

O conteúdo dos artigos veiculados por este periódico é de responsabilidade dos seus autores, com plena liberdade de opinião e de crítica.

## Cidade e Cidadãos Resilientes

### **Prof. Dr. Erich Kellner**

Coordenador do  
Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Urbana da  
Universidade Federal de São  
Carlos | PPGEU-UFSCar

O ano de 2020 será um ano memorável, não somente pela pandemia de COVID-19 e que nos obrigou ao isolamento social, como também por testar nossa resiliência.

E foi em meio a esse distanciamento social que um grupo de professoras do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU, propôs a criação de uma Revista de divulgação científica, aproximando técnicos e pesquisadores que trabalham com essa obra inacabada e inconclusa chamada cidade.

Essa proposta iniciou-se com a elaboração do livro comemorativo dos 25 anos do PPGEU, o qual semeou o I Simpósio Brasileiro Cidades +Resilientes, dando início a esta revista *Engenharia Urbana em Debate*.

Coube a coordenação do PPGEU a grata e honrosa missão de apresentar este periódico científico que, assim como o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, agrega e dissemina os resultados das pesquisas com a temática urbana.

O PPGEU – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana teve suas atividades iniciadas com o Programa de Mestrado no ano de 1994, propondo uma abordagem em Engenharia aplicada no território urbanizado e pautada pelo entendimento da cidade em sua essência, na qual existe a necessidade de intervenção técnica, estética e o compromisso social.

Dessa maneira, o PPGEU vem resgatar o papel social que os mais diversos pesquisadores têm com o comprometimento da melhora da qualidade de vida nas cidades.

Passados 26 anos, a temática para criação do PPGEU continua atual, já que os desafios que se apresentam ainda ocorrem pela desigualdade social, pela deficiência da gestão em lidar com mudanças de paradigmas e renovada pelos impactos das novas tecnologias nos vários subsistemas, na

paisagem e na governança urbana.

Considero que estamos vivendo um momento histórico e com profundas transformações, no qual devemos estar conscientes e comprometidos com as decisões que poderão afetar as futuras gerações.

A revista *Engenharia Urbana em Debate* traz à tona tais questões, imprimindo um olhar mais atento derivado do debate e da produção científica.

O ano de 2020 será memorável. Nós somos resilientes.

Boa leitura.

# Desafios metodológicos da pesquisa sobre os efeitos da legislação urbanística na distribuição espacial da população: Conselheiro Lafaiete como estudo de caso

*Methodological challenges in the research about the effects of urban legislation over the spatial distribution of the population: Conselheiro Lafaiete as a case of study*

*Desafíos metodológicos en la investigación de los efectos del reglamento urbanístico sobre la distribución espacial de la población: Conselheiro Lafaiete como estudio de caso*

## **Tiago Augusto da Cunha**

Doutor em Demografia - UNICAMP  
Prof. Dep. Arq. Urb - UFV  
tiagoac@ufv.br

## **Cecília Miranda Silva**

Mestre pelo Prog. de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - PPGAU | UFV  
ceciliams26@gmail.com

## **Victor Barroso Rosado**

Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - PPGAU | UFV  
vbrrosado@gmail.com

## **Resumo**

O objetivo principal da presente investigação é compreender se a legislação urbanística pode provocar concentrações espaciais de grupos populacionais segundo suas características. Elegemos o município de Conselheiro Lafaiete como estudo de caso. Mapeamos os estratos segundo a idade de seus indivíduos – em realidade, de acordo com o estágio do ciclo vital em que as famílias se encontram –, do formato que os arranjos domiciliares e, por último, das suas rendas. Manejamos os microdados da amostra dos Censos Demográficos 2000 e 2010, além de termos compilado as informações do Plano Diretor Municipal (PDM) e da Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS). Limitamos a investigação ao intervalo 1999-2018. Os resultados sugerem que as simples legalizações e regulamentações proporcionadas pelo Plano Diretor de parte do território municipal se desdobram em diferenciais de oportunidades em acessá-las, ao torná-las intangíveis às famílias mais carentes e em estágios iniciais do seu ciclo vital familiar.

**Palavras-chave:** Legislação urbanística; Perfil sociodemográfico; Concentração espacial da população; Ciclo de vida; Planos Diretores

## **Abstract**

The main objective of the present investigation is to understand if urbanistic legislation can cause spatial concentrations of population groups according to their characteristics. We map the strata according to the age of their individuals - in fact, according to the stage of the life cycle in which families are -, the format that home arrangements assume and, finally, of their incomes. Also, we handled the microdata from the Demographic Census 2000 and 2010 sample, as well as compiling information from the Municipal Master Plan (MMP) and the Land Use and Occupation Law (LUOL) by Conselheiro Lafaiete. We limited the investigation to the 1999-2018 interval. The results suggest that the simple legalizations and regulations provided by the Master Plan of part of the municipal territory unfold in differentials of opportunities to access them, making them intangible to the neediest families and in the early stages of their family life cycle.

**Keywords:** Urban legislation; Sociodemographic profile; Spatial concentration of the population; Life cycle; Master Plans

## **Resumen**

El objetivo principal de la presente investigación es comprender si los cambios en los reglamentos urbanísticos de los Planes Maestros suelen provocar diferenciales de concentración espacial según las particularidades de los colectivos. Elegimos como estudio de caso la alcaldía de "Conselheiro Lafaiete", en el Departamento de Minas Gerais, Brasil. Describimos los colectivos, sobre todo, en función de sus edades - en realidad, según la etapa del ciclo vital familiar - del formato de los arreglos domiciliares y, por último, de sus rentas. Utilizamos los microdatos de los Censos Demográficos de 2000 y 2010, del Plan Maestro y de la Ley de Uso y Ocupación del Suelo. Limitamos la investigación al período 1999-2018. Los resultados sugieren que modificaciones en las leyes de ordenamiento territorial implican en probables impedimentos de algunas zonas por algunos perfiles poblacionales. En otras palabras, nos parece que los Planos Maestros están obstaculizando la ocupación de determinadas regiones al tornarlas intangibles a las familias más carentes y, además, en etapas iniciales de su ciclo de vida familiar.

**Palabras clave:** legislación urbanística; perfiles poblacionales; concentración espacial de la población, ciclo de vida familiar; estructura de los hogares

## 1. INTRODUÇÃO

Partimos da assertiva de Maricato (2000) sobre a inequívoca dicotomia urbana entre cidade "legal" e "ilegal" e das oportunidades tangíveis, fossem elas físicas (infraestruturais) ou imateriais, aos grupos sociais inerentes de cada uma das áreas. A simples legalização de determinados territórios oferece possibilidades para alguns, enquanto aqueles que vivem sob a pecha da ilegalidade – ou simplesmente da não regulamentação fundiária – são privados das mesmas chances, reproduzindo processos de marginalização, exclusão e segregação socioespaciais. Em outras palavras, presumimos que a legislação urbanística, ao definir quais áreas são legais e, logo, seus parâmetros de uso e ocupação – em resumo, a natureza urbana das zonas –, influencia os processos de redistribuição e concentração espacial dos grupos populacionais na cidade.

Ao supor a relevância da legislação na distribuição da população no território intraurbano, não estamos afirmando que ela atua exclusivamente como elemento de atração de grupos, mas, quiçá, como empecilho/barreira para alguns estratos residirem em determinadas zonas. Tampouco somos ingênuos ou queremos fazer crer que a legislação é o único fator que explica a localização geográfica dos grupos sociais no espaço intraurbano, porém acreditamos que ela é uma das suas causas e influencia quem reside aqui ou acolá.

Por último, partimos do pressuposto de que as temporalidades tanto de territórios quanto de famílias e indivíduos, em alguma medida, dialogam. Porções da cidade se infraestruturam ao longo do tempo,

assim como famílias e indivíduos podem ascender socialmente e, não poucas vezes, ambos os processos evolutivos coincidem. O tempo físico e social – inclusive o demográfico – interagem. Dessa maneira, certamente a pobreza e a carência para muitos e para várias partes do território são condições momentâneas, conjunturais ou não, e não situações atemporais imutáveis. Enfim, a localização espacial dos grupos, inclusive segundo as características das famílias (formatos), o acúmulo de infraestruturas e serviços urbanos segundo zonas e os estágios do ciclo vital guardam algum grau de correspondência.

Apesar de encontrarmos no arcabouço teórico um extenso panorama de associações entre a criação ou a alteração de marcos legais e valorização fundiária, os efeitos da legislação urbanística na redistribuição espacial da população, de acordo com suas características sociodemográficas, ainda são pouco investigados, ao menos de forma quantitativa.

Outro objetivo da pesquisa foi, portanto, elaborar, aplicar e discutir uma metodologia de cruzamento de variáveis urbanísticas e populacionais. De modo resumido, trata-se do manejo de métodos mistos voltados à interpretação das relações entre os fenômenos. Para tanto, foi necessário versarmos sobre as diferentes escalas espaciais (ruas, setores censitários e bairros). Esforçamo-nos em sincronizá-las sempre que possível, evitando quaisquer vieses, como falácias ecológicas, embora tenha sido difícil evitar algumas simplificações que certamente influenciam os resultados finais.

Optamos por utilizar o conceito de Ciclo de Vida em consonância com as variações de rendimento. Assim, podemos dizer que a unidade básica de análise social e demográfica é, em realidade, o domicílio.

Valemo-nos, sobretudo, de fontes secundárias de dados, tais como os microdados da amostra dos Censos Demográficos de 2000 e 2010. Ademais, levantamos, compilamos e mapeamos espacialmente o Plano Diretor, e posteriormente a Lei de Uso e Ocupação de Solo do município. Por último, realizamos um levantamento de campo, levado a cabo em 2018, para verificar empiricamente a acurácia das interpretações dos dados secundários.

É importante salientar que o Plano Diretor, apesar de cobrir todo o município, elenca um seletivo número de ruas como centro, hipercentro e centro regional e prevê apenas para estas áreas investimentos públicos em projetos e obras de infraestrutura. Dentro dessa perspectiva dicotomizamos a cobertura territorial do Plano Diretor, atribuindo 1 às áreas sob sua influência e 0 para setores sem esse tipo de classificação.

Apesar de boa parte do esforço de investigação ter se reduzido à engenharia e à técnica para lograr compatibilizar os tempos, os territórios e os dados, os resultados obtidos nos parecem promissores, sugerindo que, de fato, a legislação pode constringer—limitar a localização dos grupos, especialmente das famílias economicamente mais carentes e em momentos iniciais de sua formação.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO: TERRITÓRIO, POPULAÇÃO E LEGISLAÇÃO**

A estruturação territorial e social da cidade, segundo Costa & Mendonça (2008), vem sendo desenvolvida de forma segregada e hierarquizada, uma vez que os recursos urbanos são colocados de forma desigual nas regiões e, outrossim, não são uniformemente apropriados pelos estratos populacionais igualmente segregados socialmente. Sob o rótulo da localização, produz-se ainda o que as autoras chamam de uma “diferenciação social” naturalizada nas “estruturas mentais”, determinando a oferta do mercado imobiliário e, ao mesmo tempo, a preferência das pessoas por determinadas regiões. Villaça (1998, p. 24) complementa este raciocínio ao afirmar: “A localização é, ela própria, também um produto do trabalho e é ela que especifica o espaço intraurbano”.

Nesse sentido, quando uma área urbana tem seu padrão de usos e parâmetros construtivos alterados, alteram-se mais do que as tipologias construtivas que lhe serão próprias, senão seu valor da terra e, logo, a capacidade físico-financeira de adquiri-la. Esse processo, ainda que indiretamente, altera o perfil sociodemográfico da região, pois mantém estreita relação com variáveis individuais como renda, escolaridade, idade, sexo e etnia/cor, ou seja, impede que determinados grupos acessem-na mediante inúmeros constrangimentos, especialmente os financeiros.

Nesse contexto, Carlos (2008, p. 54) assevera:

*O processo de formação do preço da terra, enquanto manifestação do valor das parcelas, leva em conta desde processos cíclicos da conjuntura nacional (que incluem*

*a forma de manifestação de processos econômicos mundiais) até aspectos políticos e sociais específicos de determinado lugar. Todos esses fatores vinculam-se ao processo do desenvolvimento urbano, que, ao realizar-se, redefine a divisão espacial e, com isso, o valor das parcelas. (CARLOS, 2008, p. 54)*

Sendo assim, valores fundiários, frutos diretos dos zoneamentos e dos parâmetros urbanísticos, ao serem estabelecidos, condicionam a localização urbana dos grupos populacionais. Desse modo, a escolha do local de moradia é consequência do montante (ou da inexistência completa de economias) que pode ser despendido na compra do imóvel. Isto é, trata-se de uma lógica mercantilista, contrária à função social da propriedade, apartando grupos e concentrando-os, muitas vezes, em regiões desprovidas de equipamentos, infraestruturas e amenidades e, por sua vez, reproduzindo, e talvez intensificando, a pobreza e a desigualdade social (MARICATO, 2000; ROLNIK, 2017; KOWARICK, 1980).

Além da correlação entre localização e renda, estudos (NAKANO, CAMPOS e ROLNIK, 2004; METZGER, 2002) sugerem uma associação entre localização e estágios do ciclo vital familiar, posto que o formato do arranjo domiciliar e o momento em que eles se encontram podem significar diferenciais na capacidade de poupança e, conseqüentemente, na capacidade de compra de imóveis. A temporalidade das famílias, em não poucos casos, guarda correspondência com a localização dos imóveis de um ponto de vista da mobilidade residencial. Em outras palavras, famílias em estágios mais

avanzados do ciclo vital e, assim, com mais recursos, mudam-se em direção às localizações com maiores amenidades e infraestruturas (MODENES CABRERIZO e LOPES COLÁS, 2004).

*Lograr las aspiraciones residenciales ligadas al ciclo de vida del hogar, en muchos casos depende de la evolución positiva de la carrera laboral. Generalmente, los adultos en situación de eventualidad tienen una mayor inestabilidad residencial, por su mayor recurso al sector de alquiler... (MODENES CABRERIZO e LOPES COLÁS, 2004, p. 5-6)*

Partindo, contudo, da perspectiva da imobilidade espacial, ou seja, tendo-se em vista as famílias que não se mudam dentro do urbano, ainda assim não é atípico haver correspondência entre ciclo de vida, progresso econômico individual (embora incipiente) e melhorias no sistema de serviços públicos urbanos (RAMÍREZ e MAYER-FOULKES, 2011). Certamente, não queremos ser taxativos quanto à causalidade entre os fatores, tampouco acreditamos que sejam os únicos elementos que explicam a qualidade da infraestrutura urbana ou a concentração espacial da população, porém supomos que os componentes dialogam, em certa medida.

Nakano (2016) explora a relação dos movimentos de adensamento ou diminuição populacional nos distritos do município de São Paulo em função da oferta de empreendimentos residenciais verticais. Observa, para isso, as áreas que ganharam e as que perderam moradores, a localização dos distritos analisados em relação ao município de São Paulo e os perfis sociodemográficos condicionados

à oferta dos empreendimentos habitacionais, demonstrando, assim, o impacto da produção imobiliária na (re)organização territorial e na redistribuição espacial da população, seja na escala municipal, seja na regional.

De qualquer forma, o Estado desempenha um papel central na distribuição espacial da população, malgrado acredite-se que não. Ribeiro (1997) explica que o Estado deveria atuar para combater as questões de sobrelucro do mercado do solo, de modo que a distribuição social da riqueza ocorresse de forma mais igualitária. No entanto, a suspeita é que o Estado, mediante a instituição ou atualização de leis, especialmente as de ordenamento territorial (no que tange à escala intraurbana), vem contribuindo para o oposto,

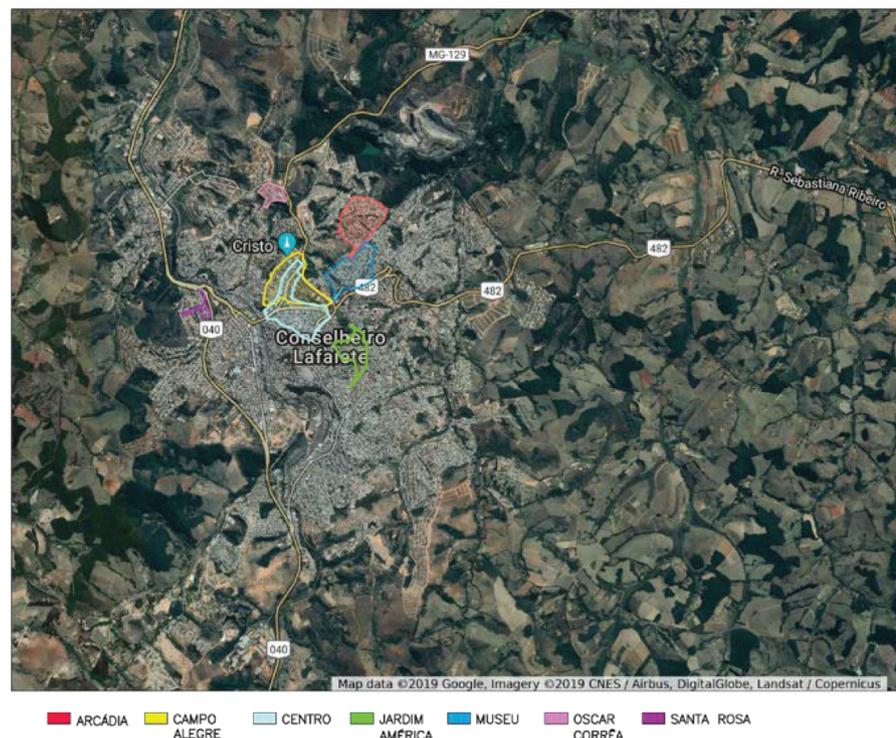
isto é, para a reprodução, para a perpetuação das desigualdades físico-territoriais e socioterritoriais.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. ANÁLISE FÍSICO-TERRITORIAL E CARTOGRAFIA DA LEGISLAÇÃO

Cabe mencionar que o zoneamento do solo urbano de Conselheiro Lafaiete é dado por ruas a partir da Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS). Portanto, a escolha dos bairros para investigação reflete as áreas nas quais um maior número de ruas teve seus usos e parâmetros construtivos alterados segundo a mesma LUOS, o que corresponde aos bairros de: Arcádia, Campo Alegre, Jardim América, Oscar Corrêa, Museu, Santa Rosa (**Figura 1**).

**Figura 1-** Localização e delimitação dos bairros pesquisados. Conselheiro Lafaiete, 2018.



Fonte: Imagens de satélite. Google Earth. Elaboração própria (2018).

Em suma, não investigamos toda a área urbana de Conselheiro Lafaiete, tampouco toda a área urbana regulamentada; apenas nos limitamos às áreas de maior ebulição legal, de maneira a controlar os efeitos dessas modificações na redistribuição e na concentração espacial da população segundo o perfil de seus residentes. Admitimos que o ideal seria estudar todo o perímetro urbano. Investigá-lo onde o zoneamento é dado por segmento de rua e fachada é, no entanto, uma tarefa hercúlea. Consideramos que a indução, nesse caso, não será um problema.

1 Para o Censo 2000: 6.4 Arquivo de responsável pelo domicílio particular permanente (planilha Responsavel1\_UF.xls) – Variável V0623 – Total do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes. E: 6.4 Arquivo de responsável pelo domicílio particular permanente (planilha Responsavel1\_UF.xls) – Variável V0402: Responsáveis por domicílios particulares permanentes. Para o Censo 2010: 6.20 Arquivo Renda da Pessoa Responsável (planilha ResponsavelRenda\_UF.xls ou ResponsavelRenda\_UF.csv) – Variável V022: Total do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis. E: Arquivo Responsável pelo domicílio, total e homens (planilha Responsavel02\_UF.xls ou Responsavel02\_UF.csv) – Variável V001: Pessoas Responsáveis.

2 Aqui entendidas como aquelas que não são o resultado do processo natural de envelhecimento populacional.

Talvez o maior desafio de operacionalização da pesquisa tenha sido a sincronização entre legislação, como dito, dada por ruas e seu cruzamento com variáveis cujo mapeamento é de superfície (especialmente setores censitários). Desde já alertamos que fomos forçados a algumas simplificações. Desse modo, há, dentro da mesma área, com os mesmos atributos médios de estágios familiares – idade dos responsáveis pelos domicílios e renda –, tanto ruas valoradas como 0 como ruas categorizadas como 1. Certamente as correspondências entre a variável independente (áreas sob influência do Plano Diretor) e as variáveis dependentes (arranjo domiciliar, ciclo vital familiar e renda) são influenciadas pelas assincronias entre escalas. Uma medida corretiva seria transformarmos ambas as classes territoriais (ruas = vetores e setores = polígonos) em matrizes de mesma escala; este também um exercício demasiado trabalhoso, tendo em vista nossos recursos.

### **3.2 CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO E DE SUAS TEMPORALIDADES**

Entendemos como componentes do perfil sociodemográfico a idade, a escolaridade, a etnia/cor e a renda<sup>1</sup>. Decerto, há outras características sociodemográficas relevantes às investigações sobre a localização dos grupos, porém limitamos a estas e, particularmente, à idade e à renda, comparando-as espacialmente ao longo da década. Para tornar a avaliação possível, recorreremos aos microdados dos Censos Demográficos de 2000 e 2010; ora os dados do universo, ora os da amostra – ou, ainda, por meio das tabelas de dados agregados segundo setores censitários.

Elegemos a renda por acreditarmos ser a mais representativa variável para indicar enriquecimento ou empobrecimento de indivíduos e famílias.

A variação da idade, nos setores censitários, por si só sugere mudanças na estrutura etária da população e, logo, já poderia indicar mudanças não esperadas – naturais<sup>2</sup> do perfil dos residentes. No entanto, optamos por analisar a idade em função do Índice de Ciclo de Vida (ICV). A escolha se justifica por ele concatenar formatos dos arranjos familiares e estágios e/ou etapas em que estes mesmos arranjos se encontram (OLIVEIRA, 1982). Dessa maneira, não nos limitamos a analisar de modo univariado e individualizado os fenômenos. Além disso, presumimos que o processo de consolidação dos territórios dialoga com a temporalidade das famílias e dos domicílios. Em outras palavras, zonas mais consolidadas, infraestruturadas e servidas provavelmente são o local de residência de arranjos domiciliares que se encontram em estágios mais avançados do ciclo de vida familiar e, provavelmente, estes

últimos acumularam mais meios, patrimônios e bens no decurso de suas vidas (RAMÍREZ e MAYER-FOULKES, 2011). Recapitulando, acreditamos que as modificações legais influenciarão as condições infraestruturais, desdobrando-se em valores fundiários e imobiliários condizentes à natureza e à qualidade do espaço, fatores que são tangíveis apenas por alguns grupos socioeconômicos em determinados momentos de suas vidas.

Formulamos, para esta pesquisa, três estágios do Ciclo de Vida familiar, são eles: 1) Formação, que corresponde à fase mais jovem, etapa inicial da composição da família; 2) Consolidação, ou seja, fase adulta, caracterizada pela expansão da família, e, por último, 3) Desconstrução/Reagrupamento, que pode indicar a saída dos filhos do domicílio de origem para formar novos núcleos familiares

e domiciliares, ou, simplesmente, é o resultado de processos físico-biológicos que combinam indivíduos e famílias, como a morte dos pais do domicílio original (Tabela 1). Como a variação da idade dos membros dentro dos domicílios é manifestada por meio de um valor numérico, é possível sintetizar o estágio no qual se encontra determinado arranjo domiciliar, também de modo discreto. Desse modo, podemos imputar valores médios de ciclo vital familiar aos setores censitários, classificando-os segundo os estágios de Formação, Consolidação ou Desconstrução/Reagrupamento das famílias ali residentes. A avaliação das transições ou permanência dos estágios, manifestada nos setores censitários, indica padrões comportamentais ligados ao estilo de vida e, possivelmente, ao padrão de consumo dos residentes de cada área.

**Tabela 1** – Classificação dos estágios de Ciclo de Vida

c	Estágio
-5,69 a -3,01	Formação
-3,00 a -0,33	Consolidação

Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censos Demográficos 2000 e 2010. Microdados da amostra. Elaboração própria (2019).

Vale dizer que os intervalos do ciclo de vida são o produto de uma análise discriminante que agrupou os arranjos domiciliares segundo suas semelhanças, nesse caso, de acordo com as similitudes entre as idades dos seus integrantes (responsáveis por domicílios e/ou cônjuges e/ou filhos). Realizamos, em seguida, uma análise convencional de estatística descritiva para cada grupo, definindo

os limites inferiores e superiores de cada faixa de ICV.

Bussab e Wagner (1994) operacionalizam o conceito de Ciclo de Vida de modo singular e, para calculá-lo, utilizam uma função logarítmica, na base 10, entre a idade dos cônjuges e dos filhos (**Equação 1**).

### **Equação 1** – Fórmula para o cálculo do Índice do Ciclo de Vida (ICV)

$$ICV = LOG \left[ \frac{IDMC}{\text{média (IDMC)}} \times \frac{IDMF}{\text{média (IDMF)}} \times \frac{DCNFV}{\text{média (DCNFV)}} \right]$$

ICV = Índice do Ciclo de Vida; IDMC = idade média dos cônjuges; IDMF = idade média dos filhos; DCNFV = diferença entre a idade do cônjuge mais novo e a idade do filho mais velho; Média (IDMC) = média das idades médias dos cônjuges de todas as famílias; Média (IDMF) = média das idades médias dos filhos de todas as famílias; Média (DCNFV) = média da diferença entre as idades do cônjuge mais novo e do filho mais velho, de todas as famílias.

Fonte: Adaptado de Bussab e Wagner, 1994.

Por conta dessa associação entre arranjos domiciliares e as idades dos responsáveis pelos domicílios, seus cônjuges e filhos, antes mesmo de obtermos o produto do ciclo de vida familiar, foi necessário arquetarmos e classificarmos os arranjos domiciliares. Optamos por uma pequena quantidade de categorias, o que significa fundir o imenso espectro de arranjos domiciliares possíveis em apenas algumas poucas classes, assegurando a comparabilidade temporal.

Utilizamos cinco agrupamentos: a) domicílios unipessoais; b) casal sem filhos; c) casal com filhos; d) monoparentais; e) famílias estendidas (com ou sem vínculos de parentesco, fossem de aliança ou consanguinidade).

Por certo, essa estratégia de agrupamento empobrece a análise ao nos descuidarmos dos grupos familiares e domiciliares de menor expressão. Esses grupos *sui generis* poderiam fornecer insumos para novas interpretações sobre os fenômenos sociais, sobretudo acerca da problemática da localização espacial dos grupos, contudo a redução parece ser a opção prudente, haja vista que o corolário de arranjos será padronizado segundo as características do arranjo “casal com filhos”.

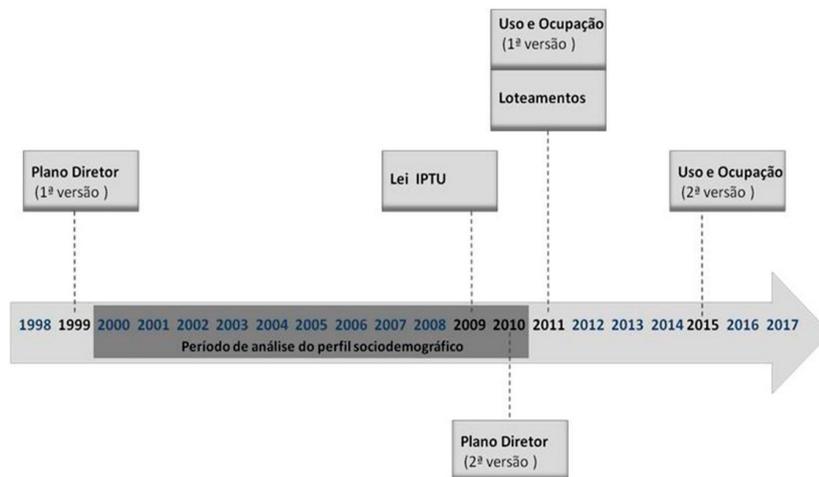
Queremos, desde já, apontar para as limitações teórico-metodológicas do procedimento. Talvez a maior delas seja assumir que o ciclo vital é resultado, quase que exclusivo, de um formato de família, qual seja: casal com filhos. Afinal, a equação demanda idades de integrantes específicos: cônjuge e filho(a)s. Isto é, não há modo de computarmos, ao menos inicialmente, o ciclo vital familiar para arranjos domiciliares unipessoais, casal sem filhos e monoparentais, por exemplo. Da mesma maneira, o ciclo vital é impreciso para as famílias estendidas, dada a complexidade das unidades familiares compartilhando a mesma unidade doméstica e suas temporalidades em jogo. Em suma, estamos padronizando o comportamento dos demais arranjos em função das características dos casais com filhos, o que é, decerto, temerário. No entanto, o método Bussab e Wagner (1994) permite imputar o ICV às famílias que possuam, pelo menos, uma das variáveis da equação. Consideramos, portanto, a simplicidade a principal vantagem dessa técnica, dado que é possível calculá-la por meio apenas da idade do responsável pelo domicílio, aplicando-a a todos os indivíduos de uma determinada população.

É importante esclarecer que o ICV foi calculado em duas escalas, primeiramente de forma global,

para todo o município a partir dos microdados da amostra dos Censos Demográficos; em realidade, para cada residente de Conselheiro Lafaiete. Posteriormente, o ICV foi imputado aos setores censitários da pesquisa a partir da idade média dos responsáveis por domicílio daquele setor censitário. Neste segundo momento, usamos os microdados do universo agregados por setor.

Por fim, apesar de utilizarmos a Lei de Uso e Ocupação do Solo para captar as modificações nas regulações urbanísticas das áreas de estudo, as análises de alteração de perfil sociodemográfico ficaram restritas à década 2000-2010, visto que elas provêm de fontes secundárias convencionais de dados (**Figura 2**).

**Figura 2** – Bases de dados segundo recorte temporal. Conselheiro Lafaiete, 1999-2017.



Fonte: Elaboração própria (2018).

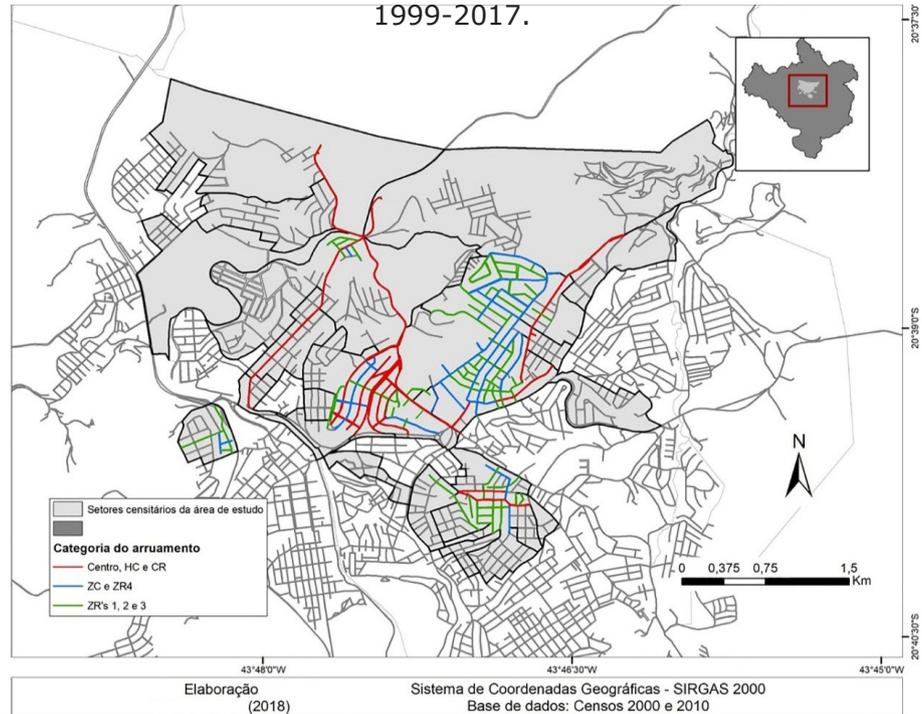
Assim, com efeito, desconhecemos as consequências demográficas da segunda versão da LUOS (de 2015). Sem dúvida, os dados do Censo Demográfico 2020 serão de grande valia para averiguarmos a localização dos grupos como definidos nesse momento da investigação.

Como dito anteriormente, em Conselheiro Lafaiete, o zoneamento e os parâmetros urbanísticos são dados por segmento de rua e, algumas vezes, inclusive por fachada. Assim, notamos consideráveis fragmentações e descontinuidades físico-espaciais (**Figura 3**) nas definições legais sobre o uso do solo municipal.

#### 4. RESULTADOS

##### 4.1. PERFIL DEMOGRÁFICO LAFAIETENSE, 2000-2010

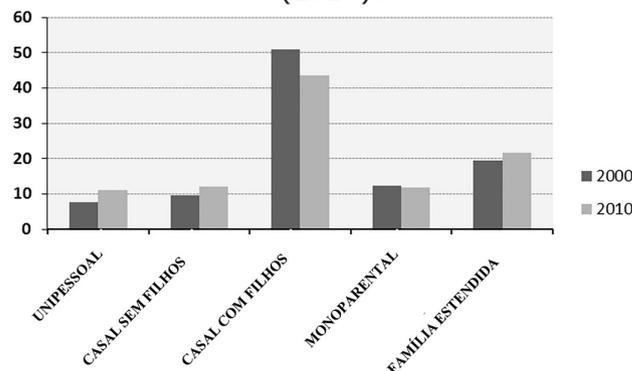
**Figura 3** – Zoneamento municipal segundo segmentos de ruas, Plano Diretor Municipal, Lei de Usos de Ocupação do Solo. Conselheiro Lafaiete, 1999-2017.



Fonte: Prefeitura do Município de Conselheiro Lafaiete. Mapa cadastral municipal, Plano Diretor Municipal, Lei de Usos e Ocupação do Solo. Elaboração própria (2019).

Antes, porém, de correlacionarmos as duas dimensões em questão, quais sejam: a) territórios que passaram a ser legislados ou que tiveram sua regulamentação alterada e aqueles que permanecem descobertos, de um lado, e, de outro, b) os estágios do ciclo vital em que as famílias se encontram, acreditamos que o ideal é retratar, neste momento ainda de maneira geral, o perfil e as tendências de comportamento da população lafaietense conforme as composições dos arranjos domiciliares que assumem e o índice de ciclo de vida geral da população (**Figura 4**).

**Figura 4** – Arranjos domiciliares. Conselheiro Lafaiete, 2000, 2010. Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censos Demográficos 2000 e 2010. Microdados da amostra. Arquivo pessoas. Elaboração própria (2018).



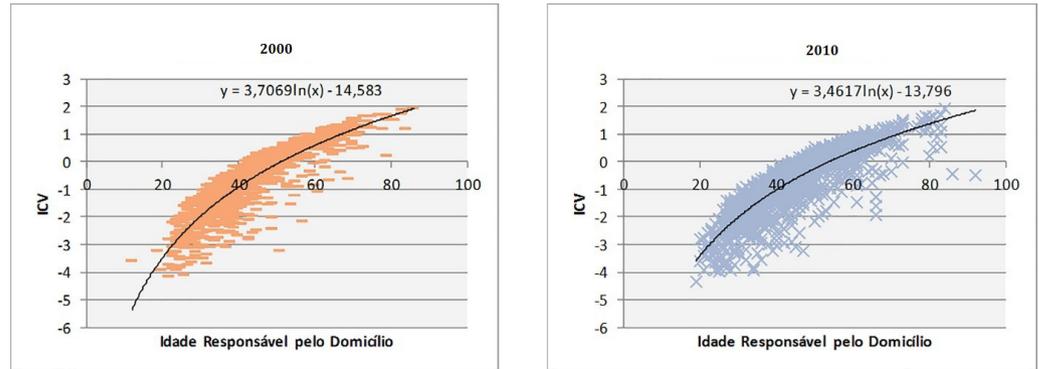
De modo geral, podemos notar que boa parte das famílias lafaietenses segue o padrão hegemônico “casal com filhos”, tanto em 2000 quanto em 2010, embora o somatório das outras categorias em 2010 supere-o. A persistência dessa tipologia era algo esperado, dado o contexto nacional e regional (MONTALI e WAJNMAN, 2015; WAJNMAN, TURRA e AGOSTINHO, 2007). Vale destacar a fração de famílias estendidas no município, que, em 2010, apresenta um ligeiro aumento. Também em 2010, outras categorias de arranjos aumentaram sua participação em face das demais; é o caso dos domicílios unipessoais e casais sem filhos (CAMARANO, 2013). Em realidade, trata-se de um efeito combinado e compensatório: os arranjos “casais com filhos” perdem participação relativa, enquanto os formatos “unipessoal” e “casal sem filhos” ganham importância relativa. Esse era também um resultado aguardado (CAMARGOS, RODRIGUES e MACHADO, 2011; WAJNMAN, TURRA e AGOSTINHO, 2007; BILAC, 1991), embora valha lembrar que se trata de um comportamento deveras distinto daquele manifestado em países europeus, em que os domicílios unipessoais, casal sem filhos e monoparentais são a tônica (OGDEN e HALL, 2004).

Curiosamente, a porcentagem de

arranjos monoparentais diminuiu no decurso dos 10 anos estudados. Esse último dado nos provoca estranhamento, pois a tendência brasileira (e mundial) é oposta (MACHADO, 2001; MEDEIROS e OSÓRIO, 2001). Em suma, ainda que haja uma inclinação ao aumento da participação de outras configurações domiciliares, a ínfima redução da participação dos domicílios monoparentais nos intriga, pois é deveras singular. Basta lembrarmos da crescente taxa de divórcios. Uma hipótese é que o arranjo monoparental tem um caráter transitório/efêmero (LÓPEZ-GAY e PALÓS, 2014). Isto é, ainda que a taxa de divórcios seja elevada, a taxa de casamento e “recasamento” também é, equivalendo a saldo zero ou próximo disso. De qualquer maneira, a queda na participação dos domicílios monoparentais pode relativizar as explicações sobre as razões clássicas das alterações nos arranjos domiciliares decorrentes da Segunda Transição Demográfica, sobretudo em contextos latino-americanos.

Havíamos inferido que há algum grau de relação entre arranjos domiciliares e estágios do ciclo vital familiar. Ou seja, a emergência, ainda que sutil, de alguns arranjos pode repercutir sobre o ICV global de Conselheiro Lafaiete (**Figura 5**).

**Figura 5** – Indicadores de Ciclo de Vida, Conselheiro Lafaiete, 2000, 2010.



Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censos Demográficos 2000 e 2010. Microdados da amostra. Arquivo pessoas. Elaboração própria (2018).

Visualmente, os gráficos demonstram que os estágios em que se encontram os arranjos domiciliares de Conselheiro Lafaiete pouco se alteraram ao longo da década 2000-2010, coincidindo com as limitadas alterações nos formatos das famílias, como já havíamos alertado. A **Tabela 2**, por sua vez, nos traz dados mais precisos.

**Tabela 2** – Estatística descritiva do Indicador de Ciclo de Vida (ICV). Conselheiro Lafaiete, 2000, 2010.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
ICVPADR 2000	-5,69	2,37	-0,4924	1,19
ICVPADR 2010	-5,83	2,11	-0,5537	1,18

Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censos Demográficos 2000 e 2010. Microdados da amostra. Arquivo pessoas. Elaboração própria (2018).

Diferentemente da **Figura 5**, embora de maneira ainda tênue, é possível notar que o ICV de Conselheiro Lafaiete se desloca em direção a valores negativos, característicos de estágios iniciais do ciclo vital familiar. Pode-se dizer que um conjunto maior de arranjos domiciliares – independentemente do formato que assumem (unipessoais, casais com ou sem filhos, estendidos etc.) – encontra-se em momentos de formação ou consolidação, conforme a classificação elaborada para esta pesquisa. Não conseguimos afirmar se a diminuição do ICV é, de fato, resultado das diferenças nas participações dos arranjos domiciliares ou se, simplesmente, trata-se de um novo processo. Melhor dizendo, as famílias se alteram pouco, entretanto encontram-se em momentos do ciclo vital distintos das famílias da década passada. Afinal, a predominância de famílias em estágios iniciais de ICV não tem relação direta com “rejuvenescimento” populacional; pelo contrário. Há diversas conjecturas demográficas para tanto, todavia nos parece, ao menos neste momento, que as mais verossímeis giram em torno dos processos de adiamento do casamento, de recasamento e de adiamento na concepção dos filhos. No caso de Conselheiro Lafaiete, aparentemente os valores indicam que os indivíduos, embora mais

envelhecidos, estão formando suas famílias mais tardiamente, aumentando, por conseguinte, a proporção de famílias nos estágios de formação e consolidação, a despeito da idade dos seus integrantes ou das composições que assumem (**Tabela 3**).

**Tabela 3** – Arranjos domiciliares segundo estágios do ciclo vital familiar. Conselheiro Lafaiete, 2000, 2010.

Arranjos domiciliares	ICV					
	Formação		Consolidação/ Crescimento		Desconstrução/ Reagrupamento	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
<b>Unipessoal</b>	36,90%	39,50%	30,60%	37,30%	32,40%	23,10%
<b>Casal sem filhos</b>	51,10%	52,90%	28,90%	36,30%	20,00%	10,90%
<b>Casal com filhos</b>	65,60%	64,00%	29,40%	33,00%	5,10%	3,00%
<b>Monoparental</b>	45,70%	44,00%	37,10%	44,80%	17,20%	11,20%
<b>Família estendida</b>	37,20%	36,20%	35,40%	44,70%	27,40%	19,00%
<b>Total</b>	53,90%	51,60%	31,60%	37,80%	14,50%	10,60%

Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censos Demográficos 2000 e 2010. Microdados da amostra. Arquivo pessoas. Elaboração própria (2018).

Talvez, no futuro, e com valores mais elevados da razão de dependência, boa parte dos arranjos se encontre em momentos de desconstrução/reagrupamento, o que poderá retroalimentar a participação de domicílios unipessoais e estendidos. Cabe, agora, compreender os pormenores da localização das famílias.

#### 4.2 ASSOCIAÇÕES ENTRE PERFIL POPULACIONAL E MODIFICAÇÕES LEGAIS

Cabe destacar que, para cada bairro, elaboramos uma tabela-resumo comparando os setores censitários em 2000 e 2010, reagrupando-os de acordo com suas subdivisões naturais, segundo o aumento esperado de domicílios e residentes ao longo da década. É importante ressaltar que quase a totalidade dos setores censitários passou por um processo de subdivisão do setor

censitário original.

Atribuímos valor 1 para setores que apresentavam pelo menos uma rua sob a influência do Plano Diretor e 0 para aqueles que, em 2000 e 2010, não estavam sob a influência de alguma legislação urbanística, isto é, trata-se de uma dicotomização da variável, transformando-a de uma variável categórica noutra discreta. Estamos cientes do reducionismo envolvido no procedimento, porém é um artifício que garante alguma comparabilidade dos efeitos legais sobre a concentração espacial dos grupos segundo os tipos de família e o estágio do ciclo vital em que eles se encontram.

Por último, queremos alertar que tomamos o cuidado de aplicar um deflator, corrigindo os valores de renda segundo a inflação do período. Trouxemos, assim, um exemplo aplicado ao Bairro Arcádia

(**Tabela 4**). Queremos esclarecer, logramos calcular as médias por contudo, que aplicamos o mesmo bairro e, por conseguinte, para toda procedimento em todos os bairros a região de estudo. investigados. Foi desse modo que

**Tabela 4** – Renda e Índices de Ciclo de Vida segundo Setores Censitários. Bairro Arcádia, Conselheiro Lafaiete, 2000, 2010.

Setor	2000		2010				Média 2010	
	Renda	ICV	Setor	Renda	ICV	PD	Renda	ICV
311830405000002	970,84	0,0758	311830405000002	2138,01	0,0207	1	1444,32	-0,0119
			311830405000003	750,63	-0,0445	1		
311830405000013	466,10	-0,5959	311830405000016	758,15	-0,5005	0	758,15	-0,5005
			311830405000017	869,31	-0,5734	0		
311830405000014	1054,02	0,0956	3118304050000127	726,75	-0,2574	0	798,03	-0,4154
			311830405000042	600,96	-0,1139	1		
311830405000035	468,75	-0,1093	311830405000133	284,24	-0,4394	0	442,60	-0,27665
			311830405000043	612,20	-0,0813	1		
311830405000036	482,20	0,0127	311830405000043	612,20	-0,0813	1	612,20	-0,0813

Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censos Demográficos 2000 e 2010. Microdados da amostra. Arquivo pessoas. Elaboração própria (2019).

Após a análise feita bairro a bairro, pretendíamos obter uma relação isolamos os setores segundo as mais direta entre a legislação, ou a classificações do Plano Diretor: ausência dela, e o comportamento modificado e não modificado, já que sociodemográfico (**Tabela 5**).

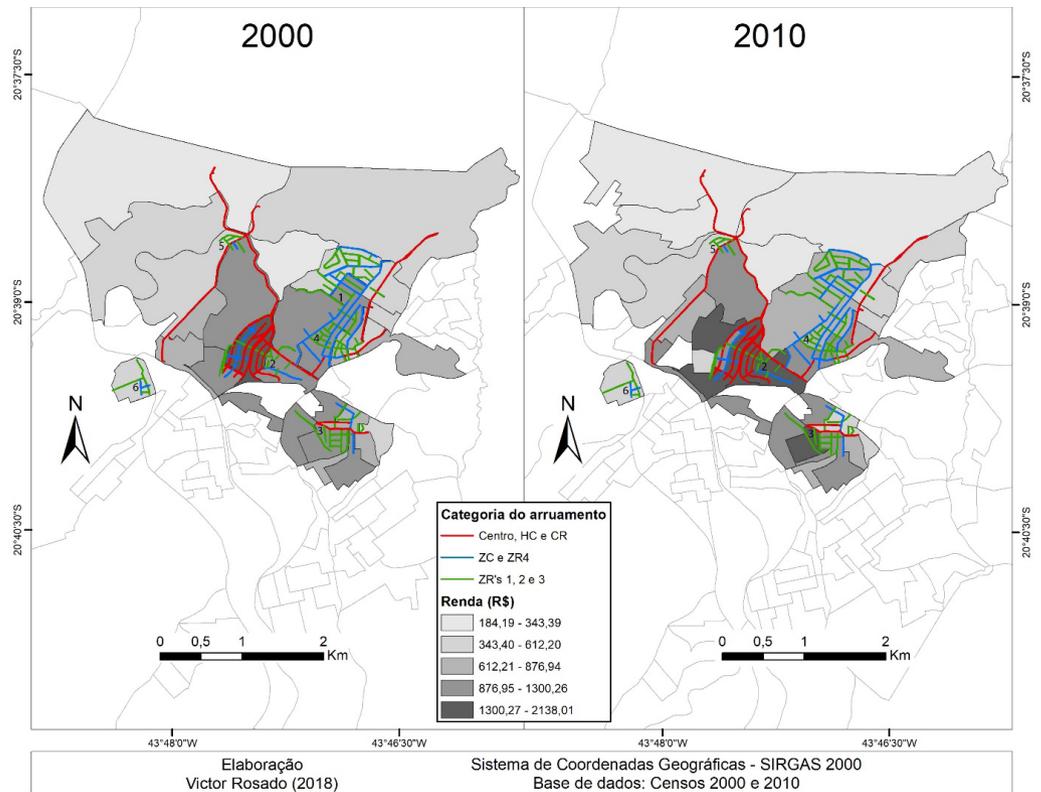
**Tabela 5** – Setores sob a influência do Plano Diretor.

Plano Diretor	2000		2010	
	Renda	ICV	Renda	ICV
Modificado	840,67	-0,1	1015,17	-0,0952
Não Modificado	636,38	-0,2711	608	-0,3694

Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censos Demográficos 2000 e 2010. Microdados da amostra. Arquivo pessoas. Elaboração própria (2019).

Após a análise estatística dos setores censitários, segundo a dicotomia sobre a influência ou não do Plano Diretor, resolvemos espacializar as ruas caracterizadas como Centro, Hipercentro e Centro Regional e, no mesmo mapeamento, revelar os zoneamentos da LUOS. Em azul, Zonas comerciais e Zona Residencial 4 e em verde Zonas Residenciais 1,2,3. Os resultados mostram médias de renda e ICV distintas em função das transfigurações legais. Primeiramente, nos setores censitários nos quais os zoneamentos foram modificados, o perfil populacional é mais enriquecido (**Figura 6**).

**Figura 6** – Renda segundo classes de zoneamento, arruamento, setores censitários. Conselheiro Lafaiete, 2000, 2010.

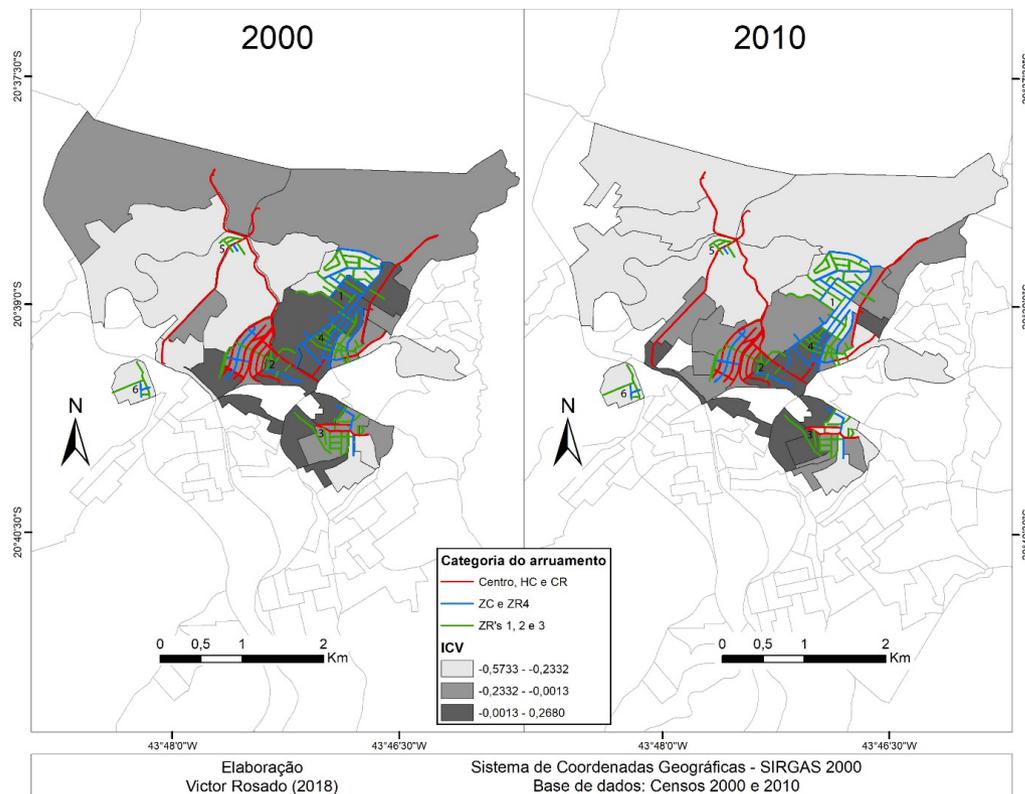


Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censos Demográficos 2000 e 2010. Microdados da amostra. Arquivo pessoas. Bases digitais: Prefeitura do Município de Conselheiro Lafaiete. Mapa cadastral municipal. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Base digital dos setores censitários urbanos 2000 e 2010. Sistemas de Coordenadas: Sirgas 2000 e 2010. Sistema de Projeção: UTM. Elaboração própria (2019).

Não estamos afirmando que o Plano Diretor enriqueceu famílias, senão que há predisposições de localização segundo renda e, sobretudo, mudanças nas regulamentações do solo urbano. As razões para a maior proporção de famílias em melhores situações econômicas podem ser inúmeras, desde processos evolutivos esperados de acumulação de bens até por alteração do perfil populacional decorrente de atrações

consequentes da natureza do espaço em questão através, por exemplo, de mobilidade residencial (TEMKIN e ROHE, 1996; TEMKIN, 2000; MODENES CABRERIZO e LOPES COLÁS, 2004). De uma maneira ou de outra, interessa-nos lembrar que os territórios regulamentados não são os locais de residência de grupos de menor renda, tampouco são os locais de residência das famílias que estão se formando (**Figura 7**).

**Figura 7** – ICV segundo classes de zoneamento, arruamento, setores censitários. Conselheiro Lafaiete, 2000, 2010.



Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censos Demográficos 2000 e 2010. Microdados da amostra. Arquivo pessoas. Bases digitais: Prefeitura do Município de Conselheiro Lafaiete. Mapa cadastral municipal. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Base digital dos setores censitários urbanos 2000 e 2010. Sistemas de Coordenadas: Sirgas 2000 e 2010. Sistema de Projeção: UTM. Elaboração própria (2019).

Depreendemos do mapa que há correspondência entre as áreas nas quais o Plano Diretor incide e arranjos domiciliares em momentos de desconstrução/reagrupamento. Em resumo, observamos maior participação de famílias mais abastadas e em momentos mais avançados do ciclo vital nas regiões regulamentadas da cidade e, ademais, onde o zoneamento foi mais alterado, é mais permissivo e, por último, mais diversificado (STAPLETON, 1980).

Em outras palavras, a legalização, a regulamentação e/ou a formalização

de algumas áreas influenciam onde os grupos residirão. Acreditamos que os Planos Diretores são mais um dos elementos do imenso leque de fatores que condicionam a localização espacial da população segundo suas características sociodemográficas. A razão para tanto talvez pouco se refira à atração que ele, Plano Diretor, provoca sobre alguns coletivos, senão que ele impede que determinadas zonas urbanas sejam tangíveis aos estratos sociais mais carentes. Resta, então, às famílias mais pobres e que estão apenas se formando – independentemente da configuração que assumem – buscar

regiões mais baratas para residir (MARICATO, 2000). Fica claro ainda pelas Figuras 4 e 5, a fragmentação e descontinuidade dos zoneamentos propostos pela LUOS, espacialmente as classificações parecem seguir um padrão aleatório, sem uma aparente explicação técnica para tal arranjo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esforçamo-nos para harmonizar e concatenar diferentes bases de dados e escalas. Consideramos que os métodos mistos de investigação podem conduzir a novas reflexões sobre fenômenos e processos urbanos clássicos. Ainda assim, estamos cientes das simplificações a que nos vimos forçados a fazer. Reduccionismos que, decerto, implicam em vieses interpretativos.

Feito este primeiro senão, acreditamos que componentes socialmente construídos, tais como as leis de ordenamento territorial, assumem uma importância ímpar ao estimular, tolher ou ratificar o processo de ocupação espacial do ambiente urbano, reproduzindo ou rompendo com os ciclos de marginalização, exclusão e segregação socioespacial ao garantir – ou não – acesso às benesses e às amenidades urbanas.

Constatamos que os arranjos domiciliares de Conselheiro Lafaiete são caracterizados, sobretudo, pela formação “casal com filhos”, embora, mais recentemente, ela tenha perdido participação relativa em face das outras composições. Ademais, a despeito do processo generalizado de envelhecimento populacional, o índice de ciclo de vida das famílias lafaietenses caiu ligeiramente durante a década. O adiamento do casamento e da concepção dos filhos, combinado às altas taxas de divórcio

e recasamento, pode explicar a diminuição do ICV, o que indica que, embora os indivíduos tenham envelhecido, as famílias estão em momentos iniciais de formação.

Além disso, há indícios de predisposições locacionais dos grupos em função da legalização do território. Trouxemos evidências de que as regiões da cidade nas quais incide o Plano Diretor são preferencialmente ocupadas por famílias economicamente mais abastadas e em estágios mais avançados do ciclo vital (MODENES CABRERIZO e LOPES COLÁS, 2004). Reforçamos que não queremos dizer que os Planos Diretores simplesmente atraíam residentes com tais características para essas zonas; entretanto, inferimos que eles podem ser barreiras, restringendo o acesso de famílias em momentos iniciais de formação e, logo, que provavelmente não experimentaram o acúmulo de bens; a essas famílias cabem as zonas à margem da lei, restando-lhes a esperança de que, no futuro, as regiões sejam regularizadas, normatizadas, parametrizadas etc. Não queremos, contudo, passar a impressão de que advogamos contra os Planos Diretores, e sim o contrário. Acreditamos na sua importância, porém eles devem ter cobertura universal e ser, sobretudo, socialmente transformadores, objetivando a diminuição das desigualdades socioterritoriais. De outra maneira, arriscamos dizer que os Planos têm sido sequestrados – muitas vezes sob o verniz-discurso desenvolvimentista de conciliar interesses. Em realidade, ousamos dizer que eles têm se transformado em instrumentos de poder e dominação de uma pequena elite política e econômica que busca perpetuar seu poder e seus lucros

por meio da terra urbana.

## AGRADECIMENTOS

Queremos agradecer o apoio financeiro oferecido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), tão importante para a elaboração dessa pesquisa.

## 6. REFERÊNCIAS

BILAC, E. D. Convergências e divergências nas estruturas familiares no Brasil. **Ciências sociais hoje**, p. 70-94, 1991.

BUSSAB, W. O.; WAGNER, E. S. Indicador de ciclo de vida familiar: uma construção alternativa. **São Paulo em Perspectiva**, p. 92-97, 1994.

CAMARANO, A. A. O novo paradigma demográfico. **Ciência & Saúde Coletiva**, p. 3446+, 2013.

CAMARGOS, M. C. S.; RODRIGUES, R. N.; MACHADO, C. J. Idoso, família e domicílio: uma revisão narrativa sobre a decisão de morar sozinho. **Revista brasileira Estudos Populacionais**, p. 217-230, 2011.

CARLOS, A. F. A. **A cidade**. São Paulo: Contexto, 2008.

COSTA, G. M.; MENDONÇA, J. G. D. **Planejamento urbano no Brasil: trajetória, avanços e perspectivas**. Belo Horizonte: C/Arte, 2008.

KOWARICK, L. **A espoliação urbana**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1980.

LÓPEZ-GAY, A.; PALÓS, A. E. El auge de la cohabitación y otras transformaciones familiares en

América Latina. In: WONG, L. R., et al. **Cairo +20: perspectivas de la agenda de población y desarrollo sostenible después de 2014**. Santiago: ALAP, 2014. p. 113-125.

MACHADO, L. Z. Famílias e individualismo: tendências contemporâneas no Brasil. **Interface**, p. 11-26, 2001.

MARICATO, E. As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias: planejamento urbano no Brasil. In: ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. Rio de Janeiro: Vozes, 2000. p. 121-192.

MEDEIROS, M.; OSÓRIO, R. **Arranjos domiciliares e arranjos nucleares no Brasil: classificação e evolução de 1977 a 1998**. Brasília: IPEA, 2001.

METZGER, J. T. Planned Abandonment: The Neighborhood Life- Cycle Theory and National Urban Policy. **Housing Policy Debate**, p. 7-40, 2002.

MODENES CABRERIZO, J. A.; LOPES COLÁS, J. Movilidad residencial, trabajo y vivienda en Europa. **Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales**, 2004.

MONTALI, L.; WAJNMAN. **Impacto das mudanças nas famílias sobre o mercado de trabalho e o desenvolvimento do Brasil**. Campinas: ABEP, 2015.

NAKANO, A. K. Nexos entre a redistribuição populacional e a produção imobiliária residencial nos distritos do município de São Paulo. **Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, p. 12-35,

2016.

NAKANO, A. K.; CAMPOS, C. M.; ROLNIK, R. **Dinâmicas dos subespaços da área central de São Paulo. Caminhos para o centro:** estratégias de desenvolvimento para a região central de São Paulo. São Paulo: PMS/Cebrap/CEM, 2004.

OGDEN, P. E.; HALL, R. The second demographic transition, new household forms and the urban population of France during the 1990s. **Transactions of the Institute of British Geographers**, p. 88-105, 2004.

OLIVEIRA, M. C. F. A. **Algumas notas sobre o 'ciclo vital' como perspectiva de análise.** Anais do II Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Águas de São Pedro: ABEP. 1982.

RAMÍREZ, A.; MAYER-FOULKES, D. **Ciclo de vida humano y ciclo de vida urbano: Urbanización y desarrollo económico.** Ciudad de México. 2011.

RIBEIRO, L. C. Q. Segregação, acumulação urbana e poder na metrópole do Rio de Janeiro. **Cadernos IPPUR**, p. 1-21, 1997.

ROLNIK, R. **A guerra dos lugares:** a colonização da terra e da moradia na era das finanças. São Paulo: Boitempo Editorial, 2017.

STAPLETON, C. M. Reformulation of the family life-cycle concept: implications for residential mobility. **Environment and planning**, p. 1103-1118, 1980.

TEMKIN, K. Comment on John T. Metzger's "Planned Abandonment: The Neighborhood Life-Cycle Theory and National Urban Policy. **Housing Policy Debate**, p. 55-60, 2000.

TEMKIN, K.; ROHE, W. Neighborhood change and urban policy. **Journal of planning**, p. 159-170, 1996.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil.** São Paulo: Estudio Nobel, Fapesp, 1998.

WAJNMAN, S.; TURRA, C. M.; AGOSTINHO, C. S. Estrutura domiciliar e distribuição da renda familiar no Brasil. In: BARROS, R. P. D.; FOGHEL, M. N.; ULYSSEA, G. **Desigualdade de Renda no Brasil:** uma análise da queda recente. Brasília: IPEA, 2007. p. 423-442.

# GEOTECNOLOGIAS NO CONTEXTO DAS CIDADES MAIS RESILIENTES: ZONEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO A INUNDAÇÕES COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO URBANO

*GEOTECHNOLOGY IN THE CONTEXT OF MORE RESILIENT CITIES: FLOOD RISK ZONING FOR URBAN PLANNING*

*GEOTECNOLOGÍAS EN EL CONTEXTO DE LAS CIUDADES MÁS RESILIENTES: ZONACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO A INUNDACIONES COMO HERRAMIENTA PARA EL PLANEJAMIENTO URBANO*

## **Sabrina Deconti Bruski**

Curso de Geologia, Escola Politécnica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

## **Francisco Manoel Wohnrath Tognoli**

Curso de Geologia, Escola Politécnica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)  
Programa de Pós-Graduação em Geologia, Escola Politécnica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)  
[fognoli@unisinis.br](mailto:fognoli@unisinis.br)

## **Thiago Peixoto de Araújo**

Curso de Geologia, Escola Politécnica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)  
A&T Geotecnia e Meio Ambiente

## **RESUMO**

As inundações são processos naturais que historicamente afetam as populações que se desenvolvem próximo a cursos hídricos, ocupando suas margens e sua planície de inundação. A migração crescente da população das zonas rurais para as cidades tem causado problemas de urbanização que potencializam os danos relacionados aos desastres naturais, como inundações e movimentos de massa. O conceito de cidades mais resilientes contribui para que as cidades possam se planejar e se adaptar frente a eventos de qualquer natureza, em especial desastres naturais e desastres humanos, permitindo que a recuperação e a retomada da rotina ocorram de forma rápida. Nesse sentido, a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) propõe 17 objetivos visando o desenvolvimento sustentável. Esse trabalho está diretamente relacionado ao objetivo 11, que tem por meta reduzir o número de perdas e atingidos pelos desastres relacionados à água até 2030. O estudo de caso aqui apresentado refere-se ao município de Encantado, situado no Vale do Rio Taquari, Estado do Rio Grande do Sul. Os objetivos do trabalho foram analisar a série histórica de dados pluviométricos (1941-2020) da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas (BHATA), identificando as condições determinantes para as inundações recorrentes nessa região, e determinar a relação entre as cotas de inundação e as áreas atingidas, propondo um zoneamento de risco à inundação para a área urbana. As condições determinantes para as inundações incluem o mês do ano, a quantidade de dias chuvosos consecutivos, os picos de precipitação na BHATA, a ocorrência de picos de precipitação maiores de 30 mm e o tempo de retorno (TR). A análise dos dados identificou 44 eventos de inundação desde 1941, com crescimento acentuado do número de eventos nos últimos 10 anos. Para 29 eventos registrados, obteve-se TR de 2 anos, indicando alta probabilidade de ocorrência. O zoneamento de risco delimitou uma mancha de inundação equivalente a 10% da área do município. A comparação dos polígonos de crescimento da área urbana nos últimos 46 anos mostrou que a cidade continua crescendo em direção às cotas altimétricas mais baixas, portanto com maior risco de inundação, mesmo com as restrições definidas no Plano Diretor Municipal.

**Palavras-chave:** Gestão territorial. Série histórica. Cobertura superficial. Risco Geológico. Zoneamento de risco

## **ABSTRACT**

Floodings are natural processes that historically affect people living near rivers or other water bodies. The increase of the population in cities has caused serious urbanization problems that potentialize dangers related to a disaster, such as flooding and mass movements. The concept of resilient cities helps cities plan and adapt strategies against natural and human disasters, recovering their daily activities rapidly. ONU's Agenda 2030 proposed 17 Sustainable Development Goals. This work is directly related to the goal11, which intends to develop Sustainable Cities and Communities, reducing of natural disasters' adverse effects. The study case presented here approach the municipality of Encantado, southern Brazil. We analyzed the historical data series of the Taquari-Antas River Basin to identify the controls of floodings in this region between 1941 and 2020 and different zones affected by increasing flooding levels in Encantado's urban area. We identified 44 flooding events since 1941. The number of floodings in the last ten years also increased, and the year 2020 recorded the maximum flooding of the Rio Taquari River at Encantado, with 20,27 meters. Ten percent of the municipality are in areas potentially affected by floodings.

**Palavras-chave:** Territorial management. Historical data series. Geological Risk. Risk Zoning.

## RESUMEN

Inundaciones son procesos naturales que afectan las comunidades y personas que viven y se desarrollan cerca de las márgenes y planicies asociadas a ríos y otros cuerpos de agua. La migración de la población mundial de las zonas rurales hacia los centros urbanos ha causado problemas crecientes de urbanización, potencializando los daños de los desastres naturales, como inundaciones y derrumbes. El concepto de ciudades más resilientes contribuye para que las comunidades urbanas puedan desarrollar planes y estrategias adaptativas para enfrentar desastres naturales y antrópicos, permitiendo una rápida recuperación. En este sentido, la Agenda 2030 de las Naciones Unidas propuso un total de 17 objetivos para el Desarrollo Sostenible. Este trabajo está directamente relacionado con el objetivo número 11.5, cuya propuesta es lograr que las ciudades y comunidades humanas sean inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. El estudio de caso presentado acá es de la ciudad de Encantado (Valle del Río Taquari, sur de Brasil). El análisis de los datos pluviométricos (1941-2020) de la Cuenca Hidrográfica Taquari-Antas permitió identificar las condiciones para que inundaciones ocurran en el área urbana, determinar la relación entre el nivel de río y las zonas afectadas en la ciudad y proponer una zonación de riesgo a inundaciones en dicha ciudad. Un total de 44 eventos de inundación fueron identificados desde 1941. El número de inundaciones en los últimos 10 años ha aumentado y el 2020 se registró la máxima inundación del Río Taquari (20,27m). Además, se determinó que el diez por ciento del área de la ciudad se encuentra en zona de riesgo y puede ser afectada por futuras inundaciones.

**Palabras-clave:** Manejo territorial. Datos históricos. Cobertura superficial. Riesgo geológico. Zonación de riesgo.

## INTRODUÇÃO

O aumento do número de pessoas e o aumento da densidade populacional nos centros urbanos são uma tendência permanente registrada mundialmente nos últimos 100 anos. Estima-se que 75% dos habitantes do planeta viverão em centros urbanos em 2050. Os dados sobre desastres naturais, especialmente aqueles relacionados a ameaças climáticas, registram um aumento considerável no número de eventos (incluindo eventos extremos) e no número de pessoas afetadas nas últimas décadas, em grande parte atribuídos aos efeitos das mudanças climáticas globais (UNDRR, 2012). Por esta razão, o conceito de cidades e comunidades mais resilientes vem ganhando destaque e sendo adotado por várias cidades do mundo. Cidades mais resilientes são cidades que, expostas a ameaças e situações de perigo e desastres são capazes de absorver, adaptar e recuperar-se dos desastres de maneira eficaz, preservando e restaurando rapidamente suas estruturas e

funções básicas essenciais (Berlanga et al., 2016).

O conceito de cidades mais resilientes está integrado à Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), que abrange 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e propõe atividades ousadas em âmbito global até 2030, como a Campanha MCR "*Making Cities Resilient*" (UNDRR, 2010). Esses objetivos visam "*erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade*". (ONU, 2020). Os 17 objetivos consideram um desenvolvimento de forma sustentável e que integrem três áreas fundamentais: econômica, social e ambiental. O objetivo número 11.5 está diretamente ligado ao tema do presente trabalho, que prevê a gestão dos espaços urbanos, planejamento e implantação do conceito de resiliência urbana e tem como uma das metas: "*Até 2030, reduzir o número de mortes e afetados por catástrofes incluindo os desastres relacionados à água e diminuir as*

*perdas econômicas com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade”* (UNDRR, 2020).

No Brasil, o crescimento desordenado e sem planejamento das áreas urbanas ocorre desde a década de 1950, intensificada pelo desenvolvimento da indústria e pela migração permanente da zona rural para as cidades (IBGE, 2006). A falta de planejamento para o desenvolvimento urbano e a omissão do poder público em relação à ocupação de áreas impróprias permite que a população socioeconomicamente mais vulnerável se estabeleça em áreas de risco e exponha-se a situações de risco natural (e.g., inundações, movimentos de massa, radiação natural) e antrópico (e.g., contaminação por metais pesados, esgoto) etc.

O meio físico é o elemento primordial para o planejamento das ações de mitigação de desastres naturais e impactos ambientais. Os geocientistas, como profissionais habilitados a entender a dinâmica do planeta e dotados de ferramental tecnológico para a aquisição, processamento, visualização e interpretação de dados espaciais, possuem papel fundamental na caracterização do meio físico e na tomada de decisões em ações estratégicas de planejamento urbano e implementação de ações efetivas de gestão territorial. Esta atuação tende a se intensificar rapidamente nos próximos anos em razão da adoção das melhores práticas resilientes pelas cerca de 4300 cidades e regiões que compõem a Campanha MCR2030 (Young et al., 2019; UNDRR, 2020) e pela expectativa de adesão rápida para um número muito maior de cidades

e regiões nos próximos 10 anos. Além disso, a disseminação recente de sensores portáteis, especialmente em *smartphones* e veículos aéreos não-tripulados, a incorporação da *Internet of Things (IoT)* no cotidiano e o desenvolvimento de sistemas de transmissão *online* e armazenamento em nuvem criaram a estrutura necessária para que a base de dados do meio físico cresça exponencialmente. Isso, aliado à disponibilidade de plataformas e ferramentas de análises de dados, permite gerar modelos e simulações de diversos cenários, alimentar a base de dados em tempo real e embasar a tomada de decisões de forma rápida.

Apesar das possibilidades tecnológicas disponíveis, com potencial ilimitado de aplicação, o panorama atual do planejamento urbano e da gestão territorial enfrenta problemas básicos. Esse trabalho apresentará um estudo de caso relacionado às áreas inundáveis do Vale do Rio Taquari no município de Encantado-RS. O problema é recorrente na cidade e tem se agravado nas últimas décadas. No ano de 2020, o município registrou a maior inundação desde que o nível do Rio Taquari começou a ser monitorado de forma permanente, em 1941. A população foi surpreendida pela inundação, apesar da existência de um sistema de monitoramento ativo e de dados disponíveis que poderiam ter sido usados para emitir alertas e evitar perdas materiais.

## **DESASTRES NATURAIS e POLÍTICAS PÚBLICAS**

Os desastres naturais são eventos que causam danos ao espaço físico e social e cujas consequências se estendem além do momento do

evento. Seus efeitos são imediatos, mas os impactos posteriores gerados na sociedade comumente são mais danosos. Muitas vezes excedem a capacidade da sociedade em se reorganizar e exigem ação efetiva do poder público para reestabelecer seu funcionamento e mitigar as consequências das perdas humanas, materiais e ambientais. Os impactos dos desastres naturais têm relação direta tanto com a localização geográfica e as características geológico-geomorfológicas quanto com as condições econômicas, sociais, políticas e culturais dos locais onde ocorrem (Alcántara-Ayala, 2002).

O aumento do número de eventos verificado nas últimas décadas e o número maior de pessoas atingidas reflete o aumento das vulnerabilidades natural e humana. Dentre as causas do aumento da vulnerabilidade natural, destacam-se as mudanças climáticas globais e o aumento dos eventos extremos (Lacerda & Nobre, 2010, Molion, 2008; Tominaga et al., 2015, Alves et al., 2020; Lincoln et al., 2020; Marengo et al., 2020). Dentre as causas de aumento da vulnerabilidade humana, tem destaque o aumento da população e o aumento da densidade populacional nos centros urbanos nas últimas décadas. O aumento da exposição da população ao risco natural (vulnerabilidade x perigo) e a diminuição da capacidade de enfrentamento de problemas em virtude do aumento da população nos centros urbanos explica o aumento crescente de pessoas afetadas pelos desastres naturais em todo o mundo.

No Brasil, a maioria dos desastres naturais está historicamente associada a fenômenos de origem atmosféricos relacionados à água (e.g.,

movimentos de massa, inundações, secas) (Bertone & Marinho, 2013; Riffel et al. 2016). Mas, apesar do histórico de pesquisas de mais de 50 anos em cartografia geotécnica, o Brasil intensificou investimentos na área de resposta aos desastres somente depois dos eventos com dezenas de vítimas fatais ocorridos em Santa Catarina em 2008 (Blumenau) e na região serrana do Rio de Janeiro em 2011 (Nova Friburgo, Petrópolis). Apenas em 2011 o governo brasileiro incorporou a política de prevenção de desastres à sua agenda permanente, por ocasião do Seminário Internacional sobre Gestão Integrada de Riscos e Desastres, ocorrido em Brasília (Alheiros, 2011).

A Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012, instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), com o objetivo de implementar a gestão de riscos de desastres e a gestão de desastres como forma de garantir a dignidade da população e garantir a promoção do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2012). As ações incluem a implantação do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), constituído por órgãos e entidades dos governos federal, estadual e municipal e de entidades públicas e privadas com atuação na proteção e defesa civil, e coordenados pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, órgão do Ministério do Desenvolvimento Regional (BRASIL, 2012). Outros órgãos, como o Sistema Nacional de Informações e Monitoramento de Desastres (SINIDE), o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC) e o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) integram uma rede de informações, monitoramento e

alerta que atendem o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais, que tem ações em quatro esferas e incluem obras de prevenção, resposta e mapeamento, monitoramento e alertas. Mais recentemente, a Portaria nº 2, de 3 de janeiro de 2020 "criou e instituiu o Grupo de Resposta a Desastres (GRD)" (BRASIL, 2020).

O Brasil gastava até sete vezes mais com remediação do que com prevenção (Alheiros, 2011). A implantação progressiva de políticas de monitoramento e alerta de desastres tem reduzido essa proporção e tem sido muito mais efetiva para reduzir perdas econômicas, sociais e de vidas humanas. Entre 2013 e 2018, utilizou-se R\$ 239 milhões de recursos federais com ações de prevenção e R\$ 1 bilhão em ações de remediação das áreas afetadas por desastres segundo a Confederação Nacional de Municípios (CNM, 2018). A prevenção está associada à análise, avaliação e mapeamento de risco como subsídio à criação de políticas voltadas à redução dos desastres. Conhecer e caracterizar os atributos do meio físico é fundamental para um planejamento urbano em escala local e regional, visto que é no meio físico que se desenvolvem as ações antrópicas que podem desencadear os desastres naturais. (Zuquette, 1987). O entendimento dos processos geológicos e da interação do ser humano com o meio físico é fundamental para entender e avaliar os diferentes riscos naturais que podem desencadear os desastres (Alcántara-Ayala, 2002).

### **MEIO FÍSICO, ÁREAS DE RISCO E GESTÃO TERRITORIAL**

A caracterização do meio físico, aliada à sua representação gráfica,

permitiu que a cartografia geológico-geotécnica fosse aceita e adotada amplamente como instrumento de planejamento e gestão territorial a partir da década de 1960 (Zuquette & Gandolfi, 2004). Existem diferentes escolas e métodos de trabalho em todo o mundo que utilizam os atributos do meio físico e suas propriedades para gerar diferentes produtos cartográficos (*e.g.*, cartas, mapas) úteis para a caracterização e planejamento do uso e ocupação do solo, avaliações de áreas frágeis, avaliação de aquíferos e prevenção de desastres naturais (Prandini *et al.* (1995), Zuquette & Gandolfi, 2004, Bitar, 2014).

A cartografia geológico-geotécnica consiste em um método sistemático de aquisição, análise e avaliação de características do meio físico que interfiram direta ou indiretamente no planejamento urbano e na gestão territorial regional (Zuquette, 1987). A disposição espacial dos dados e a parametrização das variáveis de interesse constituem a base fundamental para a elaboração de produtos específicos, a exemplo das cartas que identificam e delimitam áreas de risco. Segundo a Agência das Nações Unidas para Redução de Risco de Desastres (UNDRR, 2009), o conceito de risco está relacionado com a possibilidade de ocorrência de um evento com resultados negativos decorrente da interação entre perigo e vulnerabilidade. Os riscos naturais são classificados de acordo com sua origem e divididos em: a) atmosféricos (*e.g.*, tempestades, furacões), b) geológicos endógenos (*e.g.*, terremotos, vulcanismo) e c) geológicos exógenos (*e.g.*, inundações, movimentos de massa) (Augusto Filho *et al.* 1992; Reckziegel, 2007). Os riscos antrópicos incluem todas as situações passíveis de

afetar negativamente a dinâmica da sociedade e o bem-estar das pessoas, determinadas por ações humanas deliberadas, omissas ou negligentes.

E as áreas de risco, sendo os locais potenciais para a ocorrência de desastres, tem em seus elementos do meio físico os fatores condicionantes para a classificação das áreas em termos de suscetibilidade, vulnerabilidade, perigo e risco. A suscetibilidade representa a predisposição natural de uma área para desenvolver um evento de alteração do meio físico desencadeado por um processo geológico ou por uma ação antrópica (Lima, 2010; Sobreira & Souza, 2012; Bitar, 2014; Riffel *et al.*, 2016). A vulnerabilidade é determinada por atributos específicos do meio físico e biótico, preexistentes em uma área suscetível a ser atingida ou a sofrer consequências negativas, com grau de perdas e danos humanos e materiais variáveis (Zuquette, 1993; Bertone & Marinho, 2013, Bitar, 2014; Tominaga *et al.*, 2015). Perigo refere-se a um fenômeno, natural ou antrópico, responsável por danos materiais, econômicos e sociais e caracterizado pela localização, intensidade, frequência e probabilidade (Zuquette, 1993; UNDRR, 2009; Bitar, 2014; Santos *et al.*, 2018). O risco refere-se à possibilidade de ocorrência de um evento com perdas humanas e materiais e está diretamente relacionada com perigo e vulnerabilidade (Zuquette, 1993; Bombassaro & Robaina, 2010; Bitar, 2014).

O conhecimento do meio físico e sua representação adequada por meio do diagnóstico ambiental auxiliam na redução de desastres e subsidiam ações de planejamento e de gestão territorial urbana e regional

(Zuquette, 1987; Alheiros, 2011). Nesse sentido, com base no estado da arte sobre análise do meio físico, uso e ocupação do solo, cartografia geológico-geotécnica e planejamento e gestão territorial, faz-se necessário destacar a necessidade de investimento financeiro e intelectual no tema Coberturas Superficiais. Trata-se de um termo vago em termos de definição, inicialmente proposto aqui como: *“qualquer depósito de origem natural ou antrópica que recobre a superfície do planeta e está sujeito à dinâmica dos processos intempéricos”*. A gestão territorial deve considerar que os aspectos geomorfológicos e geológicos de qualquer área são passíveis de influência ou modificação de origem antrópica ao longo da história. Sendo assim, a harmonia entre o uso do território e práticas de desenvolvimento planejado e sustentável garantirão uma gestão eficiente das áreas de risco e das ações mitigadoras.

## **CIDADES MAIS RESILIENTES**

Existem variadas definições para o termo resiliência, mas o termo originalmente vem do latim *resilio*, que significa recuperar-se. O significado mais amplo é: *“capacidade de algo ou alguém enfrentar uma adversidade decorrente de evento/ameaça anormal, muitas vezes inesperada, de se recuperar e depois retornar à normalidade”*. O termo tem sido constantemente associado ao desenvolvimento e ao crescimento urbano (Günter *et al.*, 2017). A conceituação de resiliência urbana é recente e está em constante aperfeiçoamento, sendo relacionado às realidades locais. Por isso, é importante entender a realidade da sociedade para trazer soluções que não interfiram na cultura nem

na identidade local, tornando as cidades mais resiliente e melhorando a qualidade de vida de todos (Meotti & Chiarelli, 2019). Outro conceito fundamental associado à resiliência urbana é a Estratégia Internacional para a Redução de Riscos de Desastres (EIRD), que define resiliência relacionada aos desastres como uma competência da sociedade em enfrentar, assimilar e se adequar frente aos eventos extremos como mudanças climáticas, físicas e sociais em tempo ágil e de maneira eficaz (UNISDR, 2009).

O termo cidades mais resilientes está diretamente ligado ao projeto da ONU denominado Agenda 2030, firmada em 2015 por líderes mundiais na sede da ONU localizada em Nova Iorque (EUA). A Agenda 2030 propôs 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas. Este é um plano de ação mundial com discussão sobre assuntos como proteção do planeta, erradicação da pobreza, justiça social, saneamento, urbanização entre outras questões ligadas ao desenvolvimento sustentável e à vida nos centros urbanos, sempre prezando pelos cinco P: Pessoas, Prosperidade, Paz, Parcerias, Planeta. (UNITED NATIONS, [2020?]); BRASIL, [2017]).

O objetivo número 11 recomenda: *"Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis"*. E como meta número 11.5, conforme temos: *"Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e diminuir substancialmente as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em*

*proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade"* (BRASIL, 2017)

De acordo com UNITED NATIONS [2020?], o número de pessoas vivendo em áreas urbanas é cada vez maior e o crescimento dos centros urbanos sem planejamento levará as pessoas a habitar áreas inadequadas, sem infraestrutura e de risco, tornando os centros urbanos mais vulneráveis às mudanças climáticas e a desastres naturais e/ou antrópicos. Por essa razão, a disseminação e implantação do conceito de resiliência urbana é fundamental para evitar perdas humanas, sociais e econômicas.

## **INUNDAÇÕES**

As inundações, enchentes e enxurradas são os desastres relacionados à dinâmica da água que acontecem com mais frequência no Brasil (Reckziegel, 2007). Ocorrem devido a índices elevados de precipitação pluviométrica e representam eventos naturais e recorrentes que afetam especialmente áreas fluviais (Oliveira et al., 2018). As inundações ocorrem pelo aumento do nível de água, quando ultrapassa o limite de transbordamento dos canais, extravasando para além das margens e alagando as planícies próximas (Bitar, 2014). São eventos naturais ocasionados pela precipitação pluviométrica acentuada e contínua (Reckziegel, 2007). No entanto, cabe destacar que descargas de água de natureza antrópica também podem causar inundações.

As inundações são classificadas, segundo sua evolução, em enchentes ou inundações graduais e enxurradas ou inundações bruscas. As enchentes ou inundações graduais são caracterizadas pela elevação

contínua e prognosticável da água, que pode permanecer em estado de cheia ao longo de um tempo e escoar gradativamente de montante para jusante. Geralmente possuem caráter periódico e sazonal e são relacionadas principalmente aos períodos com chuvas constantes e com períodos de chuvas acentuadas e localizadas (Castro, 2003). Quando as chuvas ocorrem localizadas e acentuadas em um tempo pequeno, a inundação será classificada como enxurrada e se as chuvas ocorrerem localizadas e acentuadas por um tempo maior a inundação será classificada como enchente (Reckziegel, 2007). Existem dois tipos de inundações que podem acontecer de maneira composta ou separada, as inundações ribeirinhas e as inundações em virtude da urbanização (Tucci, 2012). O excesso de chuva muitas vezes não pode ser drenado de forma eficiente e inunda áreas ribeirinhas, que podem estar localizadas tanto na área urbana quanto na área rural do município. Em zonas rurais, essas áreas são destinadas a agricultura e pecuária, com poucas moradias e potencial de danos baixo. Em zonas urbanas, o problema se agrava em função da ocupação das margens e planície da inundação e da impermeabilização dos solos, que diminui a capacidade de infiltração, ocasiona acúmulo de água no sistema de drenagem e resulta em inundações recorrentes (Tucci & Bertoni, 2003).

A estação fluviométrica e pluviométrica de Encantado foi inaugurada em outubro de 1941 e já registrou mais de 65 eventos de inundação (Peixoto & Lamberty, 2019). Desde 2013, o município conta com um sistema de monitoramento em tempo real dos dados de vazão e dos níveis dos rios que compõe a BHTA. O Sistema de Alerta de Eventos

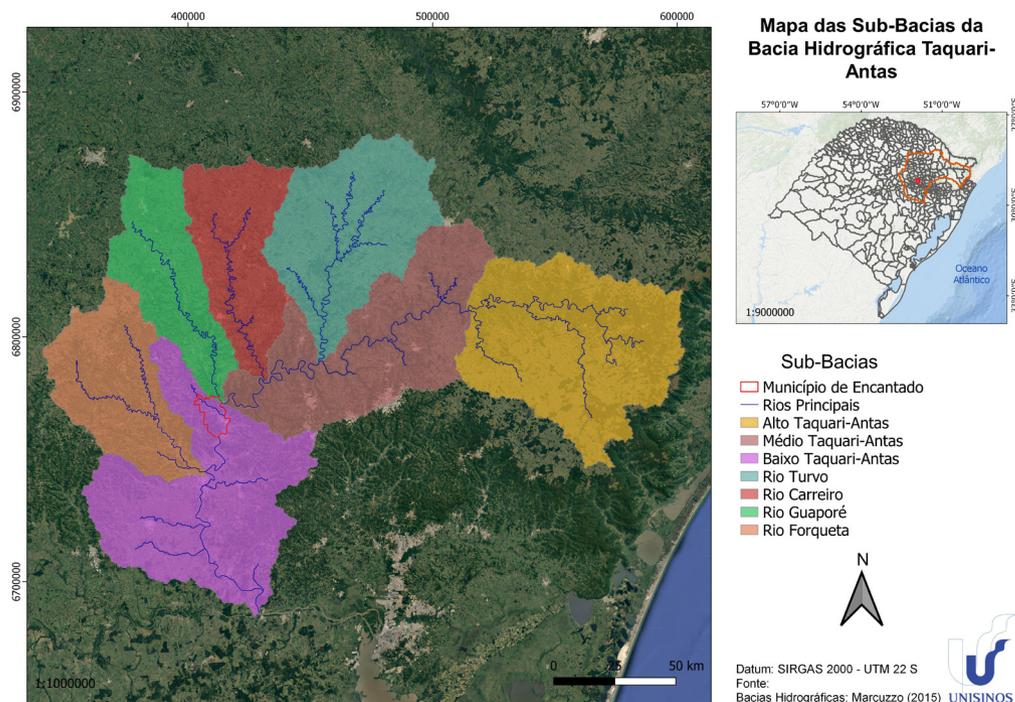
Críticos (SACE), desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil, dispõe de um sistema que prevê as cotas de inundação e emite alertas com 12 horas de antecedência para o município (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2020). O sistema emite estado de atenção quando o rio atinge a cota de 5,00 m e estado de alerta em 9,00 m. Conforme dados Agência Nacional de Águas ANA (2020), em Encantado, o Rio Taquari atinge o ponto de transbordamento do leito principal e inundação da planície fluvial adjacente na marca de 11,0 metros, e atinge as primeiras ruas e residências a partir de 14,00 metros (Kurek, 2012; Peixoto & Lamberty, 2019; ANA, 2020). Os boletins com as previsões são encaminhados para o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), Agência Nacional de Águas (ANA), Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) e Defesa Civil (municipal e estadual), que adotam as medidas necessárias para minimizar as perdas (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, [2020?]).

## **ÁREA DE ESTUDO E MEIO FÍSICO**

O Vale do Taquari está localizado na área baixa da Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas (BHTA) e constantemente registra volumes de chuvas concentrados nas áreas mais elevadas da bacia, que condicionam vazões altas e ocasionam inundações no Vale do Rio Taquari (Ferri, 2012; Kurek, 2012). Esta bacia engloba uma área de 26.491,82 km<sup>2</sup> e localiza-se sobre as províncias geomorfológicas do Planalto Meridional e Depressão Central, abrangendo parte dos Campos de Cima da Serra e parte na região do Vale do Taquari. As sub-bacias que compõe a BHTA são divididas em Alto, Médio e Baixo

Taquari-Antas, Rio Turvo, Rio Carreiro, Rio Guaporé e Rio Forqueta (Fig. 1). As sub-bacias dos rios Antas, Carreiro, Guaporé e Jacaré influenciam a quantidade de água que deságua no município de Encantado com uma área de contribuição de 19.300 km<sup>2</sup>, onde grande parcela da cidade se situa sobre a planície de inundação. A área urbana situa-se próximo da foz do arroio Jacaré e da foz do rio Taquari (Brubacher et al., 2015).

Figura 1 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas. Observar a posição do município de Encantado na BHTA em relação às sub-bacias a montante.



Cento e dezenove municípios integram a BHTA, correspondendo a 23,99% do território do Estado do Rio Grande do Sul (Ferri, 2012). Dez municípios, incluindo Encantado, pertencem ao Vale do Taquari e situam-se adjacentes ao curso do Rio Taquari. Condições naturais da BHTA relacionadas à geomorfologia, pedologia, clima e vegetação contribuem para a ocorrência de inundações (Ferreira & Both, 2001).

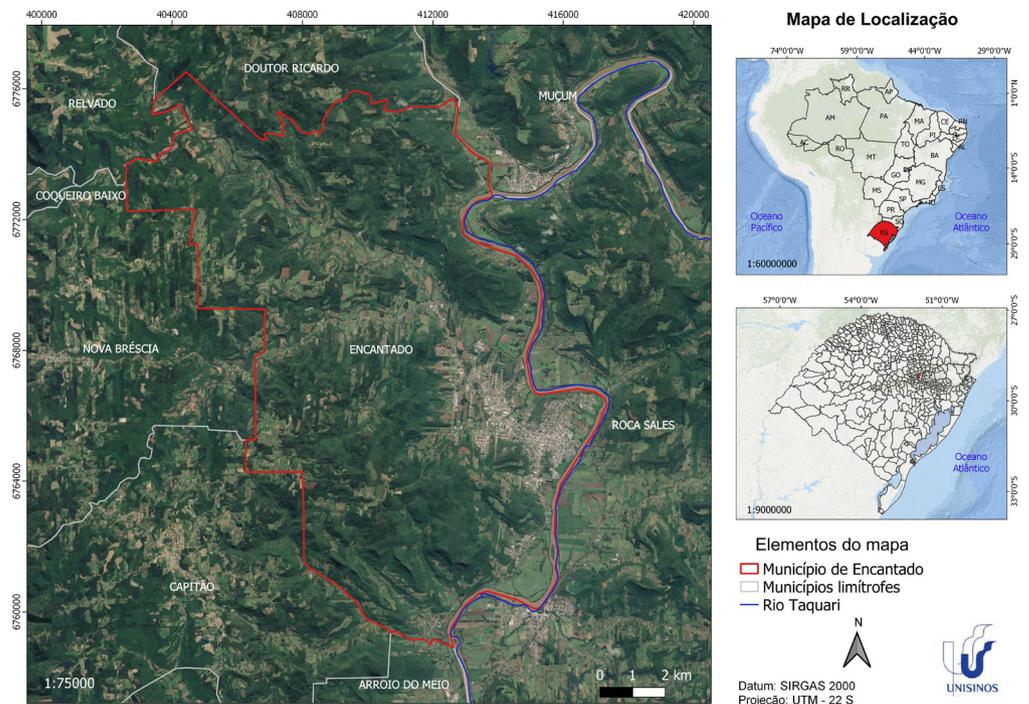
O município de Encantado localiza-se na porção centro-oriental do estado

do Rio Grande do Sul, no Vale do Rio Taquari (Fig. 2). É um município com 22.880 habitantes (IBGE, 2020) e que, nas últimas décadas, apresenta expansão territorial crescente para zonas suscetíveis aos processos hidrológicos e gravitacionais. Possui histórico de desastres relacionados a inundações, com prejuízos públicos e privados recorrentes. Entre 1980 e 2007, 55% dos eventos de inundação resultaram em decreto de Situação de Emergência Municipal, com prejuízos econômicos significativos (Bombassaro & Robaina, 2010).

Em setembro de 2012, as chuvas provocaram erosão da margem do rio, perda total de 3 residências e inundação no bairro Lajeadinho (Copello, 2012). Nos últimos 5 anos, houve um aumento significativo de eventos de inundação de grande magnitude. Em outubro de 2016, o rio atingiu a marca de 17,34 metros. Segundo a Prefeitura Municipal de

Encantado, esse evento obrigou 24 famílias a se abrigar em abrigos seguros. Os bairros mais atingidos foram Lago Azul, Barra do Jacaré, Vila Moça e Centro. Em julho de 2020, o nível do rio atingiu a marca recorde de 20,27 metros, com cerca de 700 residências e estabelecimentos comerciais e industriais inundados (Fig. 3).

Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo, com limites do município e posição da mancha urbana adjacente ao curso do Rio Taquari.



Em relação à caracterização do meio físico, em Encantado ocorrem duas unidades geológicas, os basaltos da Formação Serra Geral (Fácies Gramado), que aflora na maior parte do município, e os depósitos aluvionares das margens do Rio Taquari, formados por depósitos sedimentares com granulometria variando de argila a cascalho (CPRM, 2008). Geomorfologicamente, as

rochas da Formação Serra Geral desenvolvem relevo com escarpas e declividades variando de 25° a 60° com predomínio de colinas e morros, enquanto os depósitos aluvionares ocorrem em vales fluviais com forte controle estrutural. O tipo de solo predominante na área é o Neossolo Litólico (Figura 10), solo pouco evoluído, pouco espesso e pedregoso, que ocorre em áreas de relevos mais

acidentados e dissecados. Ocorrem de forma subordinada Luvissolo crômico pouco profundo e Argissolo Vermelho aluminico, característico dos terrenos basálticos. O clima na região de estudo é classificado segundo Köppen como Cfa, subtropical com verão quente, caracterizado pelas temperaturas médias superiores a 22°C no verão e com precipitação acima de 30 mm no mês mais seco.

Figura 3. Inundação do Rio Taquari em Encantado em julho de 2020, que atingiu o nível recorde de 20,27 metros. A) Vista aérea da área afetada. Fonte: ENCANTADO (2020). Disponível em: [shorturl.at/mpBVW](http://shorturl.at/mpBVW). Acesso em 10 jul. 2020. B) Registro da inundação no bairro Navegantes, no dia 08 de julho de 2020. C) Bairro Navegantes no dia 09 de julho de 2020.



### Material e Métodos

O desenvolvimento do trabalho se baseou na geração de cartas temáticas em ambiente SIG e na análise de dados das estações pluviométricas da BHTA. Utilizou-se imagens do satélite CBERS-4, equipado com câmera PAN de resolução espacial de 5 metros para a banda 1 (pancromática) e 10 metros para as bandas 2, 3 e 4 (correspondente aos intervalos do

verde ao infravermelho próximo), para confeccionar as cartas de uso e ocupação de solo, após testes com os diferentes sensores em termos de resolução espectral, resolução temporal, resolução radiométrica e resolução espacial.

As imagens foram obtidas diretamente do *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), referentes à órbita-ponto

158/133, do dia 14 de março de 2020. A resolução espacial da câmera pancromática e multiespectral (PAN) das bandas espectrais utilizadas é de 10 metros e resolução temporal de 26 dias. O satélite possui 60 km de faixa imageada a uma altitude de 778 km e órbita do tipo heliossíncrona (INPE, 2018).

O modelo digital de elevação (MDE) foi obtido a partir de dados do portal *Earthdata*, que armazenam e disponibilizam os produtos espaciais da *Alaska Satellite Facility* (UAF/NASA), geridos pela NASA. Foi selecionado o produto do ALOS *Palsar* com resolução espacial de 12,5 metros para gerar o MDE, obter as curvas de nível, gerar o relevo sombreado e calcular a declividade da área de estudo. Os valores da declividade foram obtidos em porcentagem para posterior aplicação da divisão em classes de declividade estabelecida pela EMBRAPA (1979). As manchas de inundação foram definidas a partir das curvas de nível e observações de campo.

As cartas temáticas foram geradas no *software QGIS* versão 3.10.5 'A Coruña', utilizando o sistema geodésico de referência oficial adotado no Brasil, SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), com a projeção UTM fuso 22, conforme determinação da Resolução Nº 1/2005 de 25/02/2005 do IBGE e WGS-84 (*World Geodetic System*), projeção 22 S. Para geração do mapa de localização utilizou-se os limites municipais e estaduais disponíveis na base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). A base hidrográfica da BHTA foi obtida no Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e o sistema viário foi disponibilizado pelo Laboratório

de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da UFRGS (LABGEO). A bases de geologia e a geomorfologia foram obtidas pelo GeoSGB (CPRM), escala 1:750.000. O mapa de localização da BHTA utilizou os dados de Marcuzzo (2018).

Foi realizada a composição colorida RGB 3/4/2, sendo a composição colorida resultante da combinação das bandas 3 (Vermelho), 4 (Infravermelho Próximo) e 2 (Verde) no *software QGIS*, versão 3.10.5. Em seguida, foi feita a classificação do uso e ocupação do solo com a ferramenta "*Semi-Automatic Classification Plugin*", que gera uma classificação semiautomática a partir de amostras de treinamento definidas na própria imagem-base.

Segundo o Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2020), a BHTA é monitorada por 10 estações. Entretanto, para as análises comparativas das precipitações foram utilizados dados de 6 estações, Encantado, Passo Tainhas, Vacaria, Ibiraiaras, Serafina Corrêa e Linha José Júlio (Quadro 1), sendo as cinco últimas localizadas a montante da cidade de Encantado. As estações de Passo Tainhas, Serafina Corrêa, Ibiraiaras e Vacaria possuem dados disponíveis no site da ANA a partir de junho de 1943. A estação Linha José Júlio tem dados somente a partir de janeiro de 2017. A coleta de dados da rede de monitoramento hidrológica presente na BHTA foi realizada a partir de medições pluviométricos e fluviométricos disponíveis publicamente no *site* da ANA, no portal HidroWeb Séries Históricas, no portal Hidrotelemetria e junto ao Serviço Geológico do Brasil. Os dados pluviométricos são coletados por meio de pluviômetros convencionais e/ou automáticos e os dados fluviométricos por leitura

manual da régua e/ou por telemetria, sendo que os últimos possibilitam o monitoramento diário em tempo real. Os dados obtidos foram organizados em planilhas Microsoft Excel para posterior análise e representação gráfica. Para todas as análises feitas

neste trabalho foram usados dados brutos, em função de inconsistências observadas entre os valores dos dados brutos e dos dados consistidos, cujos relatórios finais ainda não estão disponíveis para análise e verificação.

Quadro 1 - Localização das Estações Pluviométricas/Fluviométricas na BHTA.

Nome	Tipo	Código	Município	Coordenadas
Encantado	Pluviométrica/	02951010/	Encantado	416990.81 m E
	Fluviométrica	86720000		6765768.07 m S
Passo Tainhas	Pluviométrica	02850009	Jaquirana	553042.72 m E 68065733.14 m S
Vacaria	Pluviométrica	02850045	Vacaria	504215.58 m E 6846287.47 m S
Ibiraíaras	Pluviométrica	02851072	Ibiraíaras	438480.61 m E 6862156.94 m S
Serafina Corrêa	Pluviométrica	02851073	Serafina	408563.26 m E
			Corrêa	6823521.59 m S
Linha José Júlio	Pluviométrica/	02951092/	Cotiporã	432321.94 m E
	Fluviométrica	86472000		6781110.73 m S

Para as análises dos dados da estação pluviométrica/fluviométrica Encantado, foram consideradas os anos que apresentaram, no mínimo, o registro completo de 8 meses no período de um ano, como forma de garantir dados com representatividade anual. Os dados da estação Encantado foram utilizados também para análise da série histórica, elaboração dos gráficos mensais e anuais e identificação das cotas máximas de inundação. Os picos de precipitação registrados nas 6 estações foram analisados e plotados em gráfico no intervalo entre janeiro de 2015 e 15 de agosto de 2020. Em seguida, foram analisados os picos de cada estação e realizada a comparação

entre elas considerando 48 horas antes e 48 horas após o registro do pico principal de precipitação em cada estação, tendo como referência precipitação igual ou maior que 30 mm. Isso permitiu estimar a relação e o tempo médio entre os picos de precipitação a montante e o eventos de inundação em Encantado.

Para avaliação da recorrência dos eventos de inundação em Encantado foram considerados os dados de Kurek (2016), que utilizou a distribuição probabilística Pearson tipo III para relacionar os tempos de recorrência para diferentes cotas (Quadro 2). Para avaliar o impacto potencial de inundações de diferentes magnitudes em relação

ao tempo de retorno, foram geradas cartas temáticas associando esses elementos ao crescimento da cidade de Encantado nas últimas décadas. Com base em imagens disponíveis no *Google Earth*, foram traçados e sobrepostos polígonos delimitando a mancha urbana entre os anos de 1984 e 2020.

na Resolução CONAMA Nº 303, de 20 de março de 2002 e na Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012, gerou-se uma carta temática com uma proposta de zoneamento de áreas aptas para a futura expansão municipal. Foram consideradas as áreas delimitadas no trabalho atingidas pela inundação, a declividade e as áreas de preservação permanente (APPs) do município.

Com base no Plano Diretor Municipal,

Quadro 2 – Relação entre o tempo de retorno (TR) e as cotas de inundação do Rio Taquari em Encantado. Observar que o tempo de retorno é de 5 anos para a cota de 15,00 metros, que se enquadra em inundações de grande magnitude.

TR	Cota de inundação (m)	TR	Cota de inundação (m)
2	11,74	50	22,11
3	13,37	60	23,32
5	15,07	70	23,78
8	16,97	80	24,17
10	17,27	90	24,51
20	19,97	100	25,16
25	20,05	150	25,35
30	21,23	200	26,2
40	22,10	250	26,85

Fonte: Adaptado de Kurek (2016).

## RESULTADOS

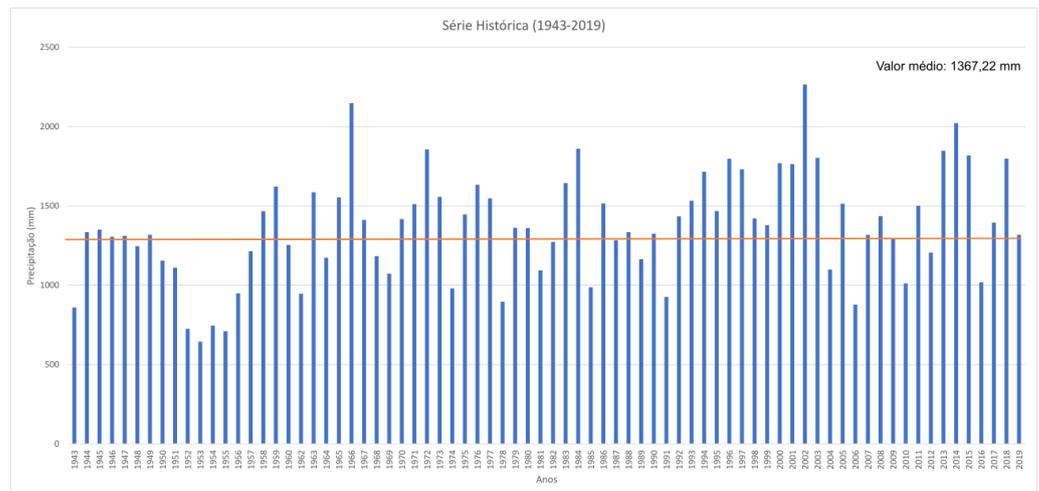
Os resultados obtidos a partir da análise da série histórica no período entre 1941 e 2020 revelou que o valor médio da precipitação anual no município é de 1367,22 mm (Fig. 4). Dentre os 5 maiores eventos registrados na cidade, 4 foram de magnitude grande e 1 de magnitude extrema, ocorrido em 8 de julho

de 2020 (Quadro 3). Saliencia-se a presença de 3 picos com valores de chuva superiores a 1800 mm nos anos de 1966, 1984 e 2002, que denotam que os maiores eventos de inundação da cidade têm caráter cíclico, com intervalo de aproximadamente de 18 anos. Além disso, picos de precipitação acima da média ocorrem em intervalos menores, de 7 a 12 anos, aproximadamente.

Quadro 3 - Maiores eventos de inundação registrados em Encantado entre 1941 e 2020. Notar a magnitude extrema do evento de 8 de julho de 2020.

Ano do Evento	Maior cota registrada (m)
2020	20,27
2001	19,58
2011	19,50
1941	19,48
1956	19,33

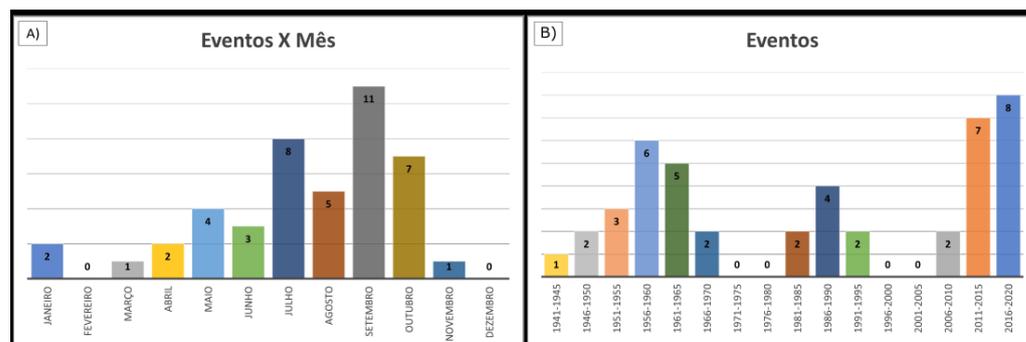
Figura 4. Série histórica de precipitações em Encantado entre 1941 e 2019. A linha laranja representa o valor médio da precipitação anual no intervalo analisado.



Os eventos de inundação ocorrem preferencialmente nos meses de inverno (julho) e de primavera (setembro e outubro), historicamente os meses mais chuvosos na área de estudo (Fig. 5). O mês de setembro registra 11 eventos de inundação, seguido pelos meses de julho (8 eventos) e outubro (7 eventos) (Fig.5A). Os meses de verão são tipicamente secos e possuem apenas dois eventos de inundações no intervalo da série histórica analisada. A distribuição anual dos eventos

foi agrupada de 5 em 5 anos para facilitar a comparação no intervalo da série histórica dos 44 eventos e evidenciar que o número de eventos aumentou consideravelmente nos últimos 10 anos, com 15 eventos registrados (Fig. 5B). Vemos que em um período de aproximadamente 30 anos ocorre o número máximo de eventos e que a recorrência dos eventos está crescendo, sendo que 15 eventos ocorreram no período entre 2011 e 2020 (Fig. 5B).

Figura 5. Dados sobre a frequência de ocorrência de eventos de inundação em Encantado. A) número de eventos por mês no intervalo da série histórica. B) número de eventos a cada 5 anos no intervalo da série histórica. Os intervalos de tempo sem ocorrência de eventos referem-se a período sem dados mínimos registrados na estação Encantado. Notar o aumento expressivo do número de eventos nos últimos 10 anos.

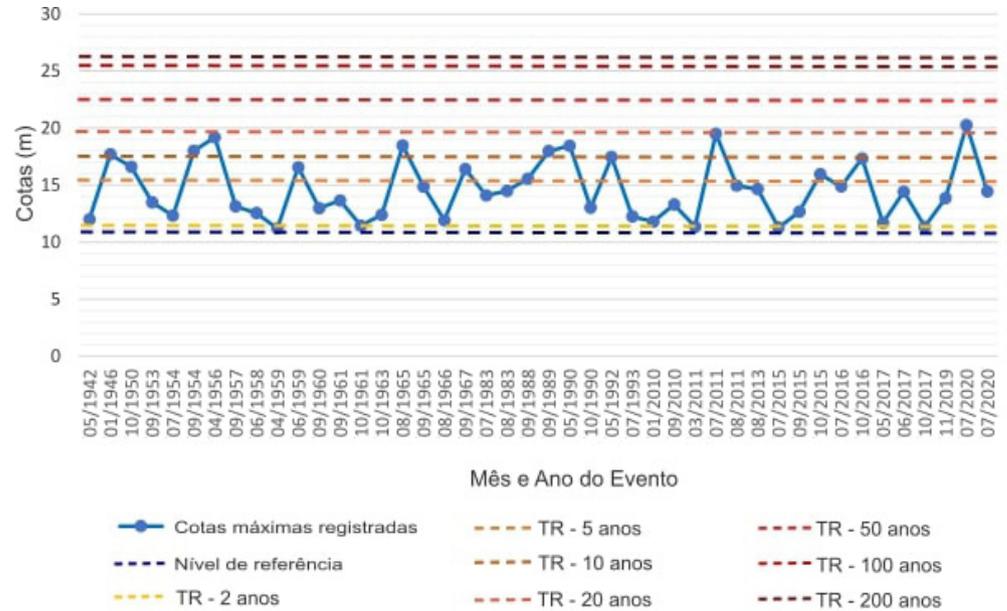


A análise dos registros dos 44 eventos no intervalo de 20 em 20 anos indica que entre os anos de 1941 e 1960 ocorreram 12 registros (27,2%), com o maior evento registrando o nível de 19,33 m. Entre os anos de 1961 e 1980 obteve-se 7 registros (15,9%), com o maior evento alcançando a cota de 18,46 m. Nos anos compreendidos entre 1981 e 2000 ocorreram 8 eventos (18,2%), no qual o maior evento alcançou 18,45 m. O período entre 2001 e 2020 registrou 17 eventos (38,7%), com a marca recorde de 20,27 metros atingida no evento de 8 de julho de 2020. Cabe destacar que o número de eventos pode ser maior, pois não há registro de dados entre 1971 e 1982 e entre 2000 e 2010.

A figura 6 relaciona a série histórica com os valores máximos das cotas

de inundação e o tempo de retorno (TR) calculado por Kurek (2016). Apesar da ausência de registro de dados em 22 dos 79 anos da série histórica, constata-se que 29 dos 44 eventos registrados apresentaram tempo de retorno de 2 anos, com magnitude reduzida, totalizando 65,9 % dos eventos e alta probabilidade de ocorrência. Cinco eventos têm tempo de retorno de 5 anos (11,4%), 9 eventos têm tempo de retorno de 10 anos (20,4%) e 1 evento alcançou magnitude extrema, com tempo de retorno de 20 anos. Determinar o tempo de retorno para as diferentes cotas de inundação é fundamental para o planejamento municipal, gestão territorial, ações de enquadramento do município no contexto das cidades mais resilientes, prevenção de desastres, minimização dos efeitos das inundações e otimização dos gastos públicos.

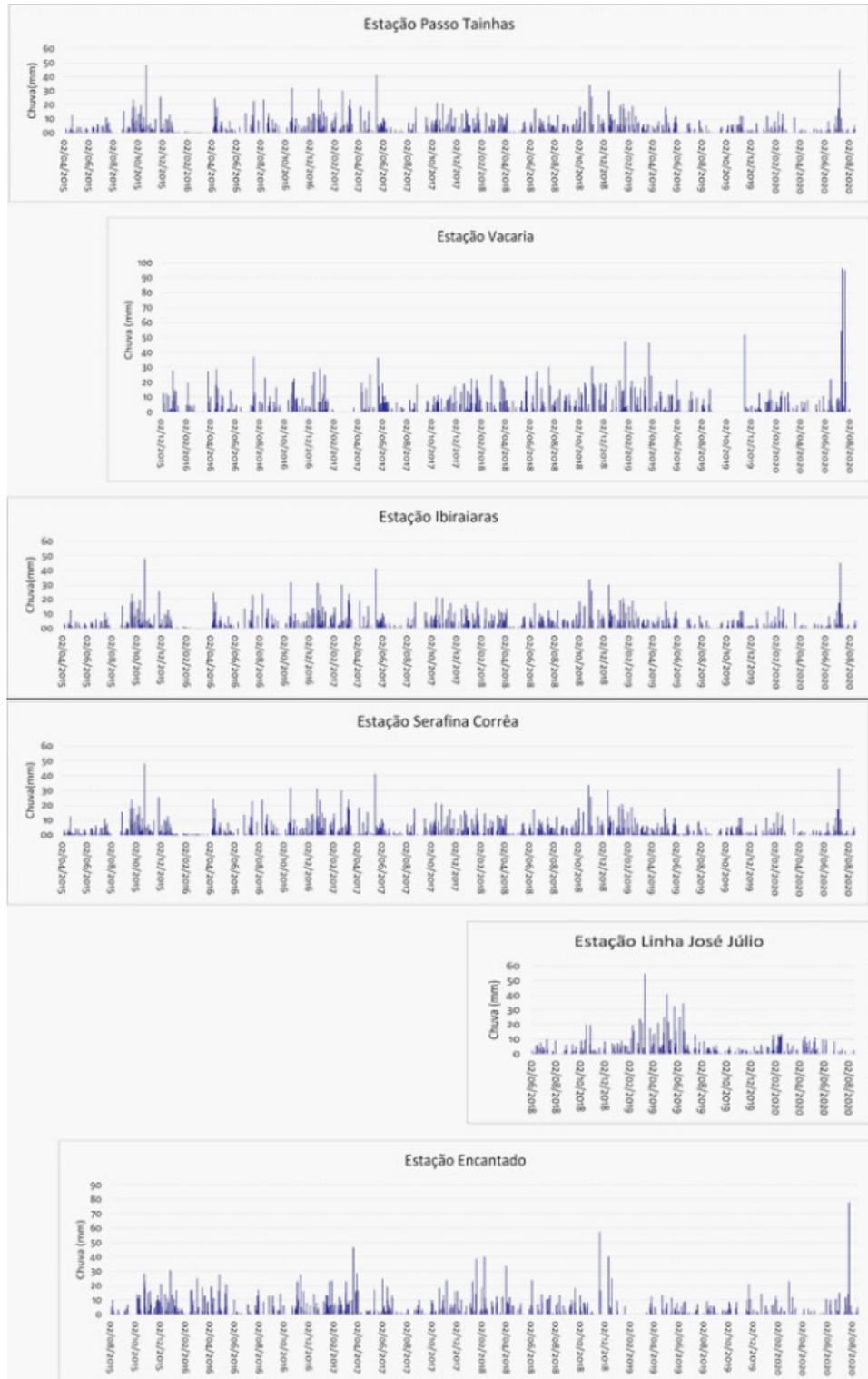
Figura 6. Série histórica das cotas máximas de inundação em comparação ao tempo de retorno (TR). Notar que a maioria dos eventos tem TR de 2 a 10 anos.



A comparação dos dados de precipitações dos últimos 5 anos nas 6 estações a montante de Encantado é mostrada na figura 7. Os picos de 5 estações apresentam comportamento semelhante, sendo que apenas a Estação Linha José Júlio não exibe um pico de chuva no dia 08 de julho. Os dados da última inundação mostram um pico de precipitação na Estação Passo Tainhas, de 45 mm, às 3:00 horas a.m, e outro pico de 40.8 mm às 5 horas a.m do dia 08 de julho de 2020. Na estação Vacaria, observa-se um pico de 54.2 mm às 5 horas a.m do dia 06 de julho e um pico de 96 mm às 19 horas do dia 08 de julho de 2020. Verifica-se que todas

as estações registraram chuvas no período de dois dias antes do dia 08 de julho; porém, não atingindo picos de 30 mm ou mais. O pico de precipitação na Estação Encantado ocorreu no dia 07 de julho, com registro de 77.6 mm, às 23 horas e 30 minutos; portanto, anterior ao evento de inundação de 8 de julho. O monitoramento do Rio Taquari em Encantado indicou o nível de 5,00 metros da cota de atenção no dia 06 de julho. Em 07 de julho, o rio atingiu a cota de alerta, marcando 9,00 metros por volta das 20:30h. E apenas três horas depois, o rio registrou 12,63 metros, já tendo ultrapassado a cota de inundação.

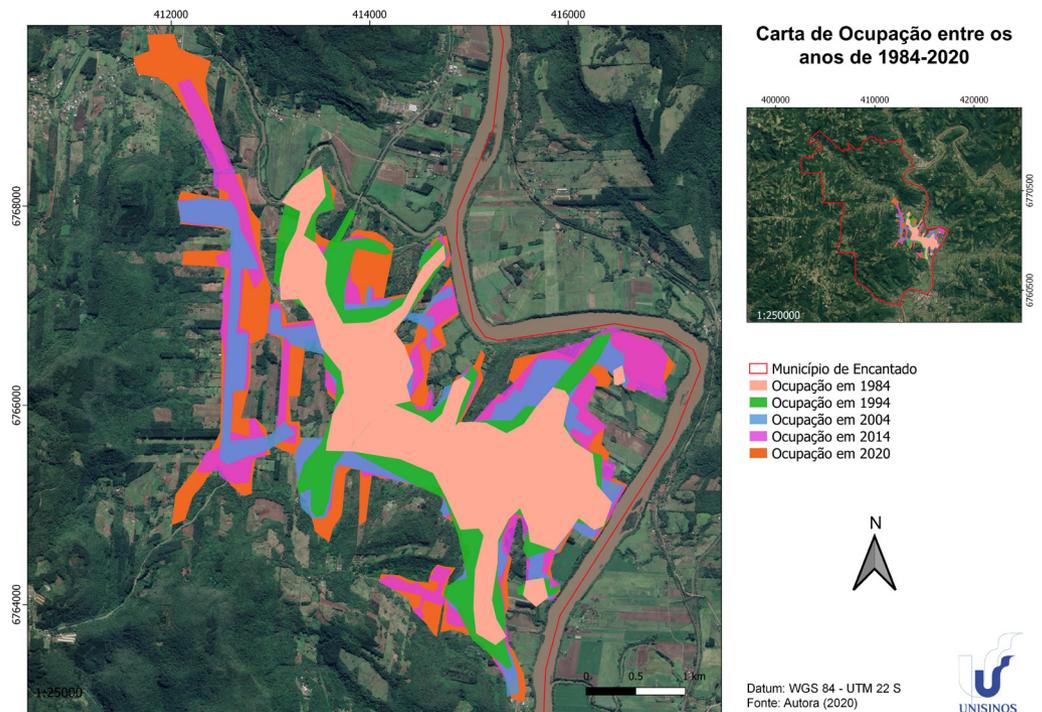
Figura 7 - Comparação dos dados de chuvas das 6 estações estudadas da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas considerando os últimos 5 anos. Destaque para os picos de precipitação em 5 das 6 estações em julho de 2020.



O crescimento da cidade de Encantado a partir de 2020 é mostrada pela sobreposição de polígonos da mancha urbana para os anos de 1984, 1994, 2004, 2014 e 2020 (Fig. 8). Fica evidente que a cidade teve uma expansão para áreas de cotas altimétricas mais baixas situadas próximas à margem do Rio Taquari, mesmo após a criação do Plano Diretor Municipal

em 1991. Isso potencializou os danos referentes às inundações, seja pela maior quantidade de pessoas habitando quanto pela quantidade maior de bens materiais instalados nessas áreas, mas também pelo fato do número de eventos de grande magnitude terem aumentado significativamente nesse intervalo de tempo.

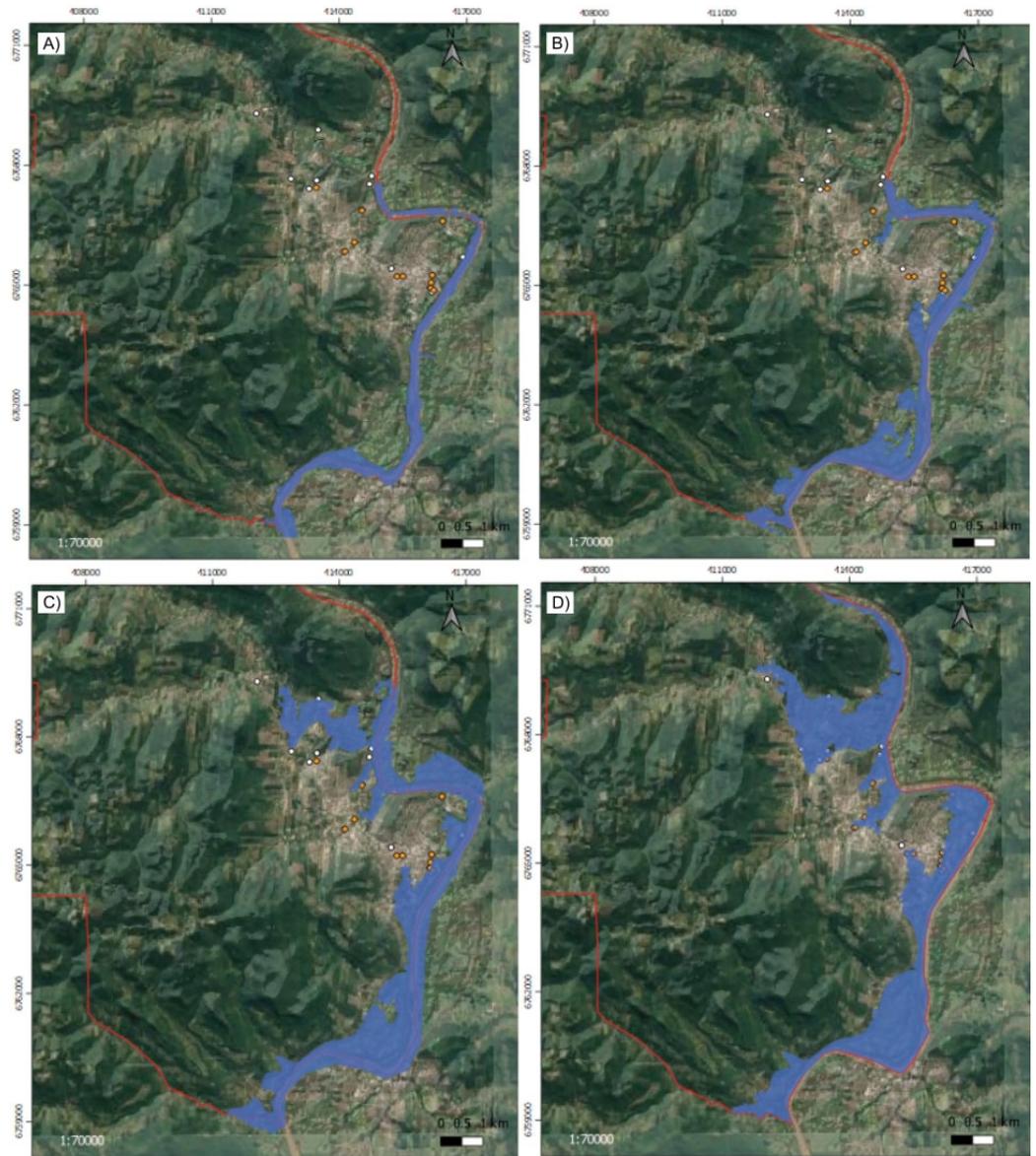
Figura 8. Mapa comparativo do crescimento da mancha urbana no período entre 1984 e 2020. Atentar para o crescimento urbano para áreas de cotas topográficas mais baixas próximas às margens do Rio Taquari



A projeção das cotas de inundação em uma carta temática de áreas propícias a inundação em Encantado mostra que a mancha de inundação máxima, relativa ao nível recorde

de 20,27 metros, é de 12,604 Km<sup>2</sup> (Fig. 9). Ou seja, aproximadamente 10% da área total do município está situada em área de risco de inundação conforme os dados da série histórica.

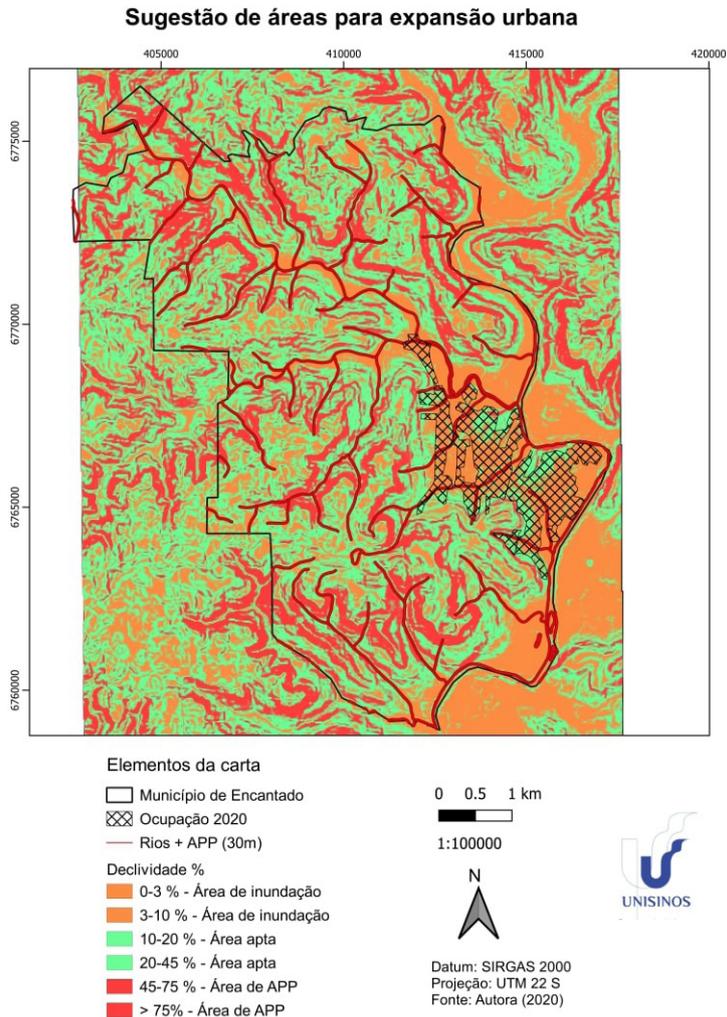
Figura 9. Projeção de inundação em Encantado para diferentes cotas de inundação. A) Cota de 11,00 m. B) Cota de 15,00 m. C) Cota de 17,00 m. D) Cota de 20,27 m (maior evento registrado até hoje).



A partir do cenário de projeção das manchas de inundação apresentado na figura 9 foi possível propor áreas apropriadas para a expansão da mancha urbana de Encantado (Fig. 10). Esse zoneamento territorial

considerou a área máxima de inundação com base na cota de 25,16 metros (relativa à TR de 100 anos), as áreas de proteção permanente (APP), como topos de morros e relevo com declividades maiores que 45%.

Figura 10. Proposta de zoneamento territorial para a expansão urbana de Encantado, considerando as áreas impróprias (vermelho), restritas (laranja) e aptas (verde).



## DISCUSSÃO e CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dinâmica fluvial pressupõe inundação periódica das planícies adjacentes aos canais nos meses e anos com volume maior de precipitação. As características do meio físico e os condicionantes climáticos da área determinam a frequência dos eventos e a dinâmica

do escoamento superficial. No Rio Grande do Sul, há predominância de eventos de inundação nos meses de inverno e primavera, os mais chuvosos do ano, apesar de sua posição geográfica ser propícia ao encontro de massas de ar quente e fria em todas as estações do ano. O município de Encantado situa-se no baixo curso do Rio Taquari e sofre influência da chuva

precipitada a montante, que escoam superficialmente em grandes volumes em razão da saturação do solo e das características de declividade.

Considerando as características do solo na área de estudo, verifica-se a predominância de solos jovens e rasos, com rocha sã ou saprolito próximo ao nível do solo, de permeabilidade baixa e, portanto, com capacidade de armazenamento de água limitada. Solos mais profundos, com maior permeabilidade e maior capacidade de armazenamento de água ocorrem em áreas restritas, o que aumenta a suscetibilidade aos eventos de inundação.

Segundo os critérios adotados no trabalho, a ocorrência de 44 eventos de inundação ao longo de 79 anos de registros de dados na série histórica indica aumento do número de eventos e tendência de aumento nas cotas máximas de inundação nos últimos 20 anos. O aumento do número de desastres em todo o mundo e o número crescente de pessoas atingidas, especialmente nos centros urbanos, impõe que as ações de planejamento e gestão territorial sejam urgentes. As mudanças climáticas globais têm aumentado a frequência e a magnitude dos eventos extremos, o que indica a necessidade de reclassificação das áreas de risco em relação aos cálculos projetados com dados antigos. Por outro lado, percebe-se nitidamente o descumprimento das ações previstas nos instrumentos de gestão territorial, a exemplo das leis ambientais e dos planos diretores municipais, o que causa perdas sociais e econômicas aos municípios e expõe as pessoas a situações iminentes de risco. Um exemplo disso foi a constatação do crescimento de Encantado em regiões de cotas altimétricas mais baixas

desde 1984, portanto mais sujeitas aos efeitos das inundações, mesmo com as diretrizes estabelecidas no plano diretor municipal de 1991.

Um aspecto relevante no evento de inundação de 08 de julho de 2020 foi a ineficácia do Sistema de Alerta (SACE), que não previu o evento e, conseqüentemente, não emitiu os alertas hidrológicos. Com isso, a Defesa Civil e demais órgãos competentes não conseguiram alertar a população e tomar as ações preventivas e mitigadoras necessárias para a preservação de vidas e redução de perdas materiais. A simples observação dos dados históricos e a recorrência de eventos a intervalos regulares de 18 a 20 anos indica que havia grandes possibilidades de ocorrência de um evento de grande magnitude entre 2020 e 2021. Destacam-se também a ocorrência de um ciclone-bomba dias antes na região sul do Brasil, que provocou chuvas localizadas e intensas; o período do ano propenso a grandes volumes de precipitação; o registro de dados de precipitação em todas as estações pluviométricas a montante, disponível *online* no site da Agência Nacional de Águas; o grau de saturação de água no solo, que favorecia o escoamento superficial e os picos de chuvas elevados nas estações Passo Tainhas e Vacaria. A análise integrada desses dados pode ser feita de maneira rápida e simples e indicaria a iminência de um evento de inundação de magnitude grande ou extrema.

Constatou-se ainda que o plano diretor do município precisa ser revisto e atualizado, pois prevê cotas de inundação desatualizadas em relação aos impactos gerados pelos últimos eventos de inundação. Esse trabalho apresenta uma carta

de áreas propícias para a futura expansão da mancha urbana baseada em características do meio físico e aspectos ambientais. O zoneamento proposto considerou uma classificação baseada em áreas impróprias, restritas e aptas. O município de Encantado necessita estudos permanentes para ter o diagnóstico ambiental como suporte às ações de planejamento e gestão territorial integradas ao conceito de cidades mais resilientes. Assim, será possível instrumentalizar o poder público e a defesa civil para monitorar e emitir alertas à população, promover ações de evacuação das áreas atingidas e diminuir as perdas sociais e econômicas causadas pela recorrência histórica dos eventos de inundação. Essas medidas são de natureza não-estrutural e, portanto, de custo mais baixo e com resultados satisfatórios na prevenção de desastres.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM), à Agência Nacional de Águas (ANA) e à Defesa Civil de Encantado pela disponibilização de dados e informações sobre as inundações. SDB agradece a todos os moradores de Encantado que se dispuseram a conversar e relatar o histórico de eventos de inundação no município. FMWT agrade o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – proc. 311204/2017-1). Jorge Villegas-Martins e German Patarroyo revisaram a versão em espanhol do resumo.

### **REFERÊNCIAS**

AGÊNCIA NACIONAL DAS

ÁGUAS (ANA) (Brasil). Rede Hidrometeorológica Nacional. Sistema HIDRO – Telemetria. Sistema de Informações Hidrológicas. Brasília, DF: ANA, [2020]. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/gerarGrafico.aspx>. Acesso em: 12 ago. 2020.

ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. Geomorphology, Massachusetts, USA. v. 47, n. 2-4, p. 107-124, 2002.

ALHEIROS, M. M. Gestão de riscos geológicos no Brasil. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, São Paulo, v. 1, n. 1, p.109-122, nov. 2011.

ALVES, L.M.; CHADWICK, R.; MOISE, A.; BROWN, J.; MARENGO, J.A. Assessment of rainfall variability and future change in brazil across multiple timescales. International Journal of Climatology, v. 32, p. joc.6818, 2020.

AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 1., 1992, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABMS; ABGE; PMRJ; SMO; GEORIO, 1992. v. 2, p. 721-733.

BERLANGA, R. R.; TIBURCIO, E. G.; FLORES, A. S.; TANUS, C. F. U. Guía de Resiliência Urbana. México. 2016. Disponível em: <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/guia-de-resiliencia-urbana-2016>. Acesso em: 25 out. 2020.

BERTONE, P.; MARINHO, C. Plano de Gestão de Riscos e Resposta

- a Desastres Naturais - Visão do Planejamento. Brasília, DF. VI Congresso CONSAD de Gestão Pública, n. 21, p. 1-24, abr. 2013. Disponível em: <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2013-12/gestao-de-riscos-e-resposta-a-desastres-naturais.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2020.
- BITAR, O. Y. Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25.000 (livro eletrônico): nota técnica explicativa / coordenação Omar Yazbek Bitar. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; Brasília, DF: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014. Disponível em: [http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16588/NT-Carta\\_Suscetibilidade.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16588/NT-Carta_Suscetibilidade.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 23 mar. 2020.
- BOMBASSARO, M.; ROBAINA, L. E. de S. Contribuição Geográfica para o Estudo das Inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas, RS. Revista Geografias. Belo Horizonte, 06(2) 69-86, jul./dez. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13297>. Acesso em: 01 abr. 2020.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. Legislação Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC. Autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm). Acesso em: 31 de mar. 2020.
- BRASIL. Secretaria de Governo da Presidência da República. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília, DF: Presidência da República, [2017]. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/ods/publicacoes/apresentacao-ods-17-objetivos-e-169-metas>. Acesso em: 22 out. 2020.
- BRASIL. Diário Oficial da União. Órgão: Ministério da Justiça e Segurança Pública/Secretaria Nacional de Segurança Pública. Portaria Nº 2, de 3 de Janeiro de 2020. Cria e institui o Grupo de Resposta a Desastres (GRD). Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/x.p?data=08/01/2020&jornal=515&pagina=29>. Acesso em: 30 jun. 2020.
- BRUBACHER, J. P.; OLIVEIRA, G. G.; GUASSELLI, L. A.; QUEVEDO, R. P.; SIRÂNGELO, F. Suscetibilidade a inundações no município de Encantado/RS. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 18., 2015, João Pessoa. Anais eletrônicos [...]. INPE, abr. 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/321543802\\_Suscetibilidade\\_a\\_inundacoes\\_no\\_municipio\\_de\\_EncantadoRS](https://www.researchgate.net/publication/321543802_Suscetibilidade_a_inundacoes_no_municipio_de_EncantadoRS). Acesso em: 16 abr. 2020.
- CASTRO, A. L. C. de. Manual de desastres. Desastres naturais. Brasília, v. I. 2003. Disponível em: <https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-41340/manual-de-desastres--desastres-naturais>. Acesso em: 21 abr. 2020.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS (CNM). [Brasília] 04 out. 2018. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/estudo-da-cnm-mostrado->

- no-bom-dia-brasil-aponta-r-250-bilhoes-de-gastos-com-desastres. Acesso em: 01 jul. 2020.
- COPELLO, C. Desmoronamento destrói casas e desaloja famílias em Encantado, RS. *In: G1: RS*. [São Paulo], 19 set. 2012. Disponível em: <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2012/09/desmoronamento-destrui-casas-e-desaloja-familias-em-encantado-rs.html>. Acesso em: 16 mar. 2020.
- CPRM. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul. Escala 1:750.000. Porto Alegre: CPRM, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Classes de declividade, 1979. Brasília. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/sesmaria/MAPA-SESMARIA-EMBRAPA-90-60.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2020.
- ENCANTADO. Lei nº 1.566/91, de 30 de dezembro de 1991. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Encantado e dá outras providências. Encantado: Câmara Municipal, 1991. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-encantado-rs>. Acesso em: 12 out. 2020.
- ENCANTADO. Prefeitura Municipal. Enchente cheias do Rio Taquari obrigam moradores a deixarem suas residências. Encantado: Prefeitura Municipal, 20 out. 2016. Disponível em: <https://www.encantado-rs.com.br/site/noticia.php?id=3667>. Acesso em: 16 mar. 2020.
- ENCANTADO. Prefeitura Municipal. Economia. Encantado: Prefeitura Municipal [2020?]. Disponível em: <https://www.encantado-rs.com.br/site/municipio.php?id=7>. Acesso em: 17 mar. 2020.
- FERREIRA, E. R.; BOTH, G. C. Estudo das enchentes no Vale do Taquari: causas e propostas de controle. Lajeado: Univates, 2001. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/84170>. Acesso em: 27 jul. 2020.
- FERRI, G. A. A história da Bacia hidrográfica Taquari-Antas. 1. ed. Lajeado: Editora Univates, 2012. Disponível em: <https://docs.google.com/file/R4bhqGGVkbVQ2REFRR2hkZGc/edit>. Acesso em: 31 jul. 2020.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Estatísticas do século XX. Cavararo, Roberto. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=237312>. Acesso em: 11 mar. 2020.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Encantado, RS: panorama: população. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/encantado/panorama>. Acesso em: 11 mar. 2020.
- GÜNTER, W. M. R.; CICOTTI, L.; RODRIGUES, A. C. Desastres: múltiplas abordagens e desafios. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595153097/epubcfi/6/2%5B%3Bvnd.vst.dref%3Dcover%5D!/4/8%400:0>. Acesso em: 24 out. 2020.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). CBERS-3 e 4. [São

- Paulo]: INPE, 5 fev. 2018. Disponível em: <http://www.cbbers.inpe.br/sobre/cbbers3-4.php>. Acesso em: 06 jul. 2020.
- KUINCHTNER, A; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite<sup>1</sup>. Série: Ciências Exatas, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 171-182, 2001. Disponível em: <https://pergamum.unifra.br/index.php/disciplinarumNT/article/download/1136/1077>. Acesso em: 16 maio 2020.
- KUREK, R. K. M. Análise das Inundações no Vale do Taquari/RS como Subsídio à Elaboração de um Modelo de Previsão. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7908/KUREK%2c%20ROBERTA%20KARINNE%20MOCVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso: 05 ago. 2020.
- LACERDA, F.; NOBRE, P. Aquecimento global: conceituação e repercussões sobre o Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física, [s. l.], n. 3, 14-17, 2010. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/322347589\\_AQUECIMENTO\\_GLOBAL\\_CONCEITUACAO\\_E\\_REPERCUSSOES SOBRE\\_O\\_BRASIL](https://www.researchgate.net/publication/322347589_AQUECIMENTO_GLOBAL_CONCEITUACAO_E_REPERCUSSOES SOBRE_O_BRASIL). Acesso em: 28 mar. 2020.
- LIMA, L. M. M. de. Mapeamento da suscetibilidade a inundações na bacia hidrográfica do Arroio do Salso, Porto Alegre/RS. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRGS, Porto Alegre., 2010. 174p. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/25554/000754214.pdf?...1>. Acesso em: 06 jun. 2020.
- MARCUZZO, F. F. F. Mapas e opções de divisão territorial do Estado do Rio Grande do Sul por Bacias Hidrográficas. SGB/CPRM- Serviço Geológico do Brasil. Porto Alegre/RS. 2018. Disponível em: [http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/19906/2/cbg2018\\_mapas\\_opcoes\\_poster.pdf](http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/19906/2/cbg2018_mapas_opcoes_poster.pdf). Acesso em: 22 jun. 2020.
- MEOTTI, B. D.; CHIARELLI, L. M. A. Resiliência urbana: Riscos e vulnerabilidades no Pontal da Barra em Pelotas [RS]. *In: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO*, 11.; 2019. Pelotas. Anais eletrônicos [...] Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufpel.edu.br/handle/prefix/6092>. Acesso em: 24 out. 2020.
- MOLION, L. C. B. Aquecimento Global: Uma visão crítica. Revista Brasileira de Climatologia. ISSN: 1980-055X. [s. l.], ago. 2008. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25404>. Acesso em: 10 mar. 2020.
- OLIVEIRA, G. G. de; GUASSELLI, L. A.; QUEVEDO, R. P.; RUIZ, L. F. C.; BRESSANI, L. A.; RIFFEL, E. S. Identificação e análise de áreas suscetíveis a fluxos de detritos na bacia hidrográfica do Rio Taquari-Antas, RS. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, v. 45, 2018. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/88685/pdf>. Acesso em: 03 maio 2020.

- MARENGO, J.A.; ALVES, L.M.; AMBRIZZI, T.; YOUNG, A.; BARRETO, N.J.C.; RAMOS, A.M. Trends in extreme rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo: a review. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 20, p. n. 14307, 2020.
- NAÇÕES UNIDAS (ONU). Acelerando as transformações para a Agenda 2030 no Brasil. [S. l., 2020?]. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/sobre/>. Acesso em: 26 out. 2020
- NAÇÕES UNIDAS (ONU). Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Brasília, DF: Nações Unidas, c2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 22 out. 2020.
- PEIXOTO, Carlos Augusto Brasil; LAMBERTY, Débora. Setorização de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações: Encantado, Rio Grande do Sul. [Porto Alegre]: CPRM, 2019. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20097>. Acesso em: 24 mar. 2020.
- PRANDINI, F.L.; NAKAZAWA, V.A.; FREITAS, C.G.L.; DINIZ, N.C. Cartografia geotécnica nos planos diretores regionais e municipais. In: BITAR, O. Y. (Coord.). Curso de Geologia Aplicada ao meio ambiente. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE; Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 1995. Cap. 4, p. 187-202.
- RECKZIEGEL, B. W.; ROBAINA, L. E. de S.; OLIVEIRA, E. L. de A. Riscos geológico-geomorfológicos: revisão conceitual. *Ciência e Natura*, UFSM, Santa Maria, 27 (2): 65 - 83, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/9679>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- RECKZIEGEL, B. W. Levantamento dos desastres desencadeados por eventos naturais adversos no Estado do Rio Grande do Sul no período de 1980 a 2005. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) Centro de Ciências Naturais e Exatas Programa de Pós-Graduação em Geografia. Santa Maria -RS. 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/9268>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- RIFFEL, E. S.; GUASSELLI, L. A.; BRESSANI, L. A. Desastres associados a movimentos de massa: Uma revisão de literatura. *Boletim Goiano de Geografia (Online)*. Goiânia, v. 36, n. 2, p. 285-101, mai./jul. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/bgg.v36i2.42796>. Acesso em: 06 abr. 2020.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed., rev., ampl. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). Sistema de Alerta de Eventos Críticos – SACE. Bacias monitoradas: Bacia do Rio Taquari - apresentação. Rio de Janeiro: CPRM, [2020?]. Disponível em: [https://www.cprm.gov.br/sace/index\\_](https://www.cprm.gov.br/sace/index_)

- bacias\_monitoradas.php#. Acesso em: 06 abr. 2020.
- org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2009. Acesso em: 23 mar. 2020.
- SOBREIRA, F. G.; SOUZA, L. A. de. Cartografia geotécnica aplicada ao planejamento urbano. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental*, v. 2, p. 79-97, 2012. Disponível em: <https://www.abge.org.br/volume-2-n-1>. Acesso em: 27 abr. 2020.
- UNITED NATIONS. Goal 11: make cities inclusive, safe, resilient and sustainable. New York: United Nations, [2020?]. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>. Acesso em: 22 out. 2020.
- TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do. Desastres naturais: conhecer para prevenir. (org.) Lídia Keiko Tominaga, Jair Santoro, Rosângela do Amaral, 3 ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. Disponível em: [http://www.sidec.sp.gov.br/defesacivil/media/OSDownloads/1438375861\\_DesastresNaturais.pdf](http://www.sidec.sp.gov.br/defesacivil/media/OSDownloads/1438375861_DesastresNaturais.pdf). Acesso em: 30 mar. 2020.
- YOUNG, A.F.; MARENGO, J.A.; MARTINS COELHO, J.O.; SCOFIELD, G.B.; OLIVEIRA SILVA, C.C.; PRIETO, C.C. The role of nature-based solutions in disaster risk reduction: The decision maker's perspectives on urban resilience in São Paulo state. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 39, p. 101219, 2019.
- TUCCI, C. E. M. Gestão da drenagem urbana. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48). Disponível em: <https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/38004-gestao-drenagem-urbana>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- ZUQUETTE, L.V. Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para as condições brasileiras. São Carlos, SP, 1987. Tese de Doutorado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo/USP. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.18.2019.tde-19092019-101848>. Acesso em: 09 jun. 2020.
- TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (Org.). Inundações urbanas na América do Sul. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. Disponível em: <https://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/5/23335/inbr02803.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2020.
- ZUQUETTE, L. V. Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio-físico: Fundamentos e Guia para elaboração. São Carlos, SP, 1993. Volume II. Escola de Engenharia São Carlos, Universidade de São Paulo/USP. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.18.2019.tde-27092019-143236>. Acesso em: 09 jun. 2020.
- UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNISDR). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Risk and poverty in a changing climate. Geneva, Switzerland: UNISDR, 2009. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2009>.
- ZUQUETTE, L. V.; GANDOLFI, N. Cartografia geotécnica. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

# Estudo da geração de energia elétrica de biogás a partir da vinhaça de uma usina de cana de açúcar

*Study on generation of electric energy by biogas from the vinasse of a sugar cane plant*

*Estudio de la generación de energía eléctrica a partir de biogás de la vinaza de una planta de caña de azúcar*

## **Fabrcio Tadeu Pereira**

Eng Ambiental - Univ. Fed.  
Itajubá,  
[fabrcio0848@gmail.com](mailto:fabrcio0848@gmail.com)

## **Ivan Felipe Silva dos Santos**

Eng. Hídrico. Doutor Eng. Mec.  
UNIFEI,  
Mestre em Ciências Eng de  
Energia - Univ. Federal de  
Itajubá  
[ivanfelipe@hotmai.com](mailto:ivanfelipe@hotmai.com)

## **Regina Mambeli Barros**

Profa. do Instituto de Recursos  
Naturais, Univ. Fed. Itajubá  
[remambeli@hotmail.com](mailto:remambeli@hotmail.com)

## **Geraldo Lúcio Tiago Filho**

Prof. Instituto de Recursos  
Naturais, Univ. Fed. Itajubá,  
[tiagounifei@hotmail.com](mailto:tiagounifei@hotmail.com)

## **Thayla Francisca Vilas Bôas**

Graduanda Eng. Ambiental,  
Instituto de Recursos Naturais,  
Univ. Fed. Itajubá  
[thaylavlillasboas@unifei.edu.br](mailto:thaylavlillasboas@unifei.edu.br)

## **Resumo**

A digestão anaeróbia é uma importante rota para tratamento de resíduos sólidos orgânicos que resulta na produção do biogás, gás combustível com elevado potencial energético. O presente trabalho visou à obtenção das características e condições para a geração de energia elétrica do biogás a partir da digestão anaeróbia de vinhaça, tendo sido estudada em usina açucareira do interior do estado de São Paulo. A geração de biogás do caso da vinhaça foi estudada levando-se em consideração os valores da literatura. O potencial energético para a produção de vinhaça de uma safra na usina de estudo com 21 milhões de toneladas, foi estimado o potencial energético de 12.526,19 kWh/dia. Foram simulados 4 cenários em uma combinação entre Resoluções da ANEEL de micro e mini geração distribuída e no âmbito da Portaria MME nº 65/2018 com dois valores de investimento pela Potência. Há viabilidade econômica para o empreendimento de 5MW de Potência estudado com payback a partir do 4º ano de operação no âmbito das Resoluções ANEEL 482/2012 e 687/2015 (Cenários 1 e 2), e no âmbito da Portaria MME nº 65/2018, após o 7º ano de operação (Cenário 3) e 7º ano de operação (Cenário 4).

**Palavras-chave:** energia renovável, vinhaça, digestão anaeróbia

## **Abstract**

Anaerobic digestion is an important route for the treatment of solid organic waste that results in the production of biogas, a fuel gas with high energy potential. The present study aimed at obtaining the characteristics and conditions for the generation of electric energy from biogas from anaerobic digestion of vinasse, having been studied in a sugar plant in the interior of the state of São Paulo. The biogas generation in the case of vinasse was studied taking into account the values in the literature. The energy potential for the production of vinasse from a harvest in the study plant with 21 million tons, the energy potential of 12,526.19 kWh / day was estimated. Four scenarios were simulated in a combination of ANEEL Resolutions of micro and mini generation distributed and within the scope of MME Ordinance No. 65/2018 with two investment values by Power. There is economic viability for the 5MW Power project studied with payback from the 4<sup>th</sup> year of operation under ANEEL Resolutions 482/2012 and 687/2015 (Scenarios 1 and 2), and within the scope of MME Ordinance 65/2018, after the 7<sup>th</sup> year of operation (Scenario 3) and the 7<sup>th</sup> year of operation (Scenario 4).

**Key-words:** renewable energy, vinasse, anaerobic digestion,

## **Resumen**

La digestión anaeróbica es una ruta importante para el tratamiento de residuos orgánicos sólidos que da como resultado la producción de biogás, un gas combustible con alto potencial energético. El presente trabajo tuvo como objetivo obtener las características y condiciones para la generación de energía eléctrica a partir de biogás a partir de la digestión anaeróbica de vinaza, habiendo sido estudiadas en una planta azucarera del interior del estado de São Paulo. La generación de biogás en el caso de la vinaza se estudió teniendo en cuenta los valores de la literatura. El potencial energético para la producción de vinaza a partir de una cosecha en la planta de estudio con 21 millones de toneladas, se estimó el potencial energético de 12.526,19 kWh / día. Se simularon cuatro escenarios en una combinación de Resoluciones ANEEL de micro y mini generación distribuidas y en el alcance de la Ordenanza MME No. 65/2018 con dos valores de inversión por Energía. Existe viabilidad económica para el proyecto de 5MW

de Energía estudiado con amortización a partir del 4º año de operación bajo las Resoluciones ANEEL 482/2012 y 687/2015 (Escenarios 1 y 2), y dentro del alcance de la Ordenanza MME 65/2018, después del séptimo año de operación (Escenario 3) y el séptimo año de operación (Escenario 4).

**Palabra-clave:** energía renovable, vinaza, digestión anaeróbica

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com dados sobre a matriz de energia elétrica, do Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA), da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o Brasil possui no total 3.065 empreendimentos de Usinas Térmicas (UTE) em operação, totalizando 44.196.682,29 kW de potência instalada. Quando avaliada a matriz por fonte e combustível final (Biogás-RU, Resíduos Sólidos Urbanos-RU, Biogás-Floresta, Biogás-AGR e Biogás-RA), há uma potência outorgada de 220.066,80 kW em 41 empreendimentos, correspondendo a 0,5% da matriz energética relativa às UTEs (SIGA-ANEEL, 2020).

De acordo com Cortez et al. (1992), os subprodutos da produção de açúcar começaram a surgir com os processos voltados a um alto grau de pureza e alto padrão. Alguns subprodutos gerados na produção de açúcar e etanol são destacados pela importância comercial ou redução de custos pela usina. Os subprodutos mais importantes são: o bagaço, a vinhaça, a torta de filtro e a levedura. A vinhaça é gerada pela atividade sucroalcooleira no processamento de cana-de-açúcar (CETESB, 2015). Atualmente, a maior parte das usinas destinam a vinhaça à fertirrigação do solo. Entretanto, Penatti e Donzelli (2000) relatam que o excesso de sódio é uma das características utilizadas para definir a qualidade da água, em se tratando de irrigação. Como a vinhaça, resíduos ou águas de irrigação com altos teores de sódio em relação ao cálcio e magnésio são

impróprios para serem aplicados no solo.

Como a vinhaça apresenta um elevado potencial de matéria orgânica em sua composição, o uso da digestão anaeróbica (DA) para a geração de biogás e em seguida, energia, torne-se uma opção bastante atraente às usinas sucroalcooleiras (BERNAL et al., 2017). O papel da vinhaça de cana-de-açúcar, como fonte de energia alternativa, atraiu recentemente a atenção na indústria sucroenergética brasileira devido ao fato de que a recuperação de energia através do biogás a partir da DA de vinhaça mostra grande potencial para expandir a quota de fontes de energia renováveis na matriz energética (FUESS et al., 2014; FUESS et al., 2017).

O biogás é uma versátil fonte de energia renovável, que pode ser usado para a substituição de combustíveis fósseis na produção de energia e calor, e pode ser usado também como combustível gasoso de veículos. O biogás é rico em metano e pode substituir também o gás natural, após a adequada purificação e adequação, como uma matéria-prima para produzir produtos químicos e outros materiais. A produção de biogás por meio da DA oferece vantagens significativas sobre outras formas de bioenergia (WEILAND, 2010).

Segundo Osorio e Torres (2009), o biogás é composto por vários tipos de gases, tais como o metano, dióxido

de carbono, nitrogênio e o sulfeto de hidrogênio, estes dois últimos, entre outros gases, aparecem apenas na forma de traços. No entanto, o biogás gerado é, principalmente, composto de metano, possibilitando a geração de energia. Além disso, o biogás típico é saturado com água, partículas de poeira, siloxanos, aromáticos e compostos halogenados, mas os montantes destes vestígios compostos são muito baixos em comparação com os gases CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>. (KHAN, 2017). A *European Biomass Association* – AEBIOM (2009), mostra a composição comumente encontrada no biogás de DA na Tabela 1.

Tabela 1: Composição do Biogás comumente encontrada no biogás proveniente da Digestão Anaeróbia

<b>Gás</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Metano	50 – 75
Dióxido de Carbono	24 – 45
Vapor d'água	1 – 2
Monóxido de Carbono	0 – 0.3
Nitrogênio	1 – 5
Sulfeto de Hidrogênio	0.1 – 0.5
Hidrogênio	0 – 3
Oxigênio	Traços

**\* Nota: Tradução do autor. Fonte: AEBIOM, 2009**

Para que o biogás possa ser utilizado como combustível, seja em motores, turbinas a gás ou microturbinas, é necessário identificar sua vazão, composição química e poder calorífico, parâmetros que determinam o real potencial de geração de energia elétrica (COELHO et al., 2006). Santos et al. (2016a) analisaram a viabilidade econômica e o potencial energético da geração de energia a partir do biogás das ETEs anaeróbias brasileiras e seus resultados indicaram viabilidade econômica apenas para cidades com população superior a 300.000 habitantes e mostraram que este tipo de energia renovável poderia fornecer potencialmente cerca de 0,25% de os combustíveis residuais brasileiros. Dessa maneira, esse trabalho visa a conduzir um estudo de aproveitamento energético da produção de biogás a partir da vinhaça proveniente de usinas açucareiras. Esse aproveitamento

energético é proposto para se dar mediante o processo da DA e calcular os potenciais energéticos dos três tipos de substratos supracitados.

## 2. Cana de Açúcar

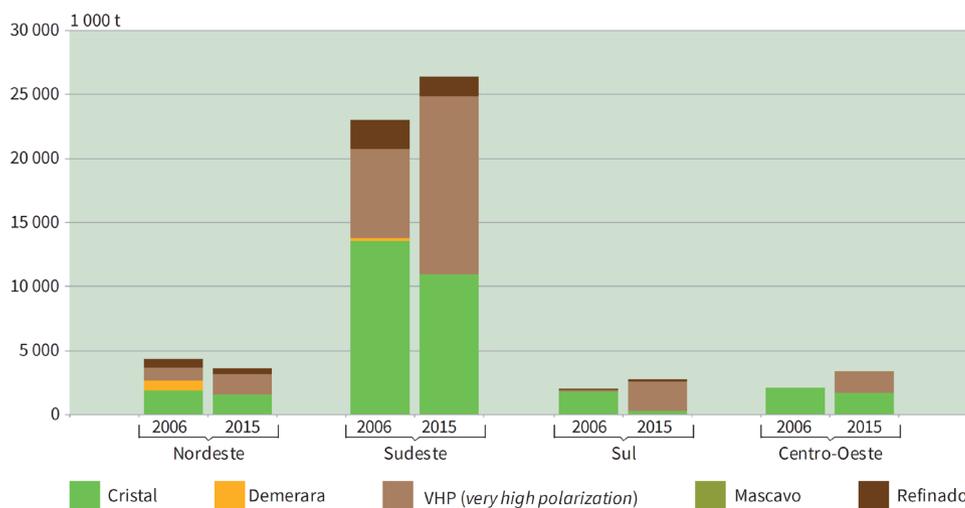
### 2.1 Produção da cana de açúcar no Brasil

De acordo com o levantamento sistemático da produção agrícola - outubro 2020, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a produção de safra de cana-de-açúcar foi de 667.532.475 ton em 2019 e de 690.832.317 ton em 2020, com uma variação de 3,5% entre estes anos. A área plantada para os anos de 2019 e 2020 foram de respectivamente de 9.627.539 ha e de 9.711.918 ha (variação de 0,9%) e a área colhida para os anos de 2019 e 2020 foram de respectivamente de 8.986.925 ha e de 9.017.593 ha (variação de 0,3%). (IBGE, 2020).

Ainda, de acordo com o IBGE (2020), o rendimento médio foi de 74.278 kg/ha em 2019 e de 76.609 kg/ha em 2020 (variação de 3,1%).

O principal produto derivado da cana-de-açúcar é o açúcar. Existem diversos tipos de açúcar, os quais são divididos em três categorias, quais sejam: açúcar bruto, açúcar branco ou refinado e açúcar líquido (IBGE, 2017). O Brasil produziu em 2015 produziu mais de 37 milhões de toneladas de açúcar, dos quais mais de 53% era do tipo *very high polarization* - VHP (polarização muito alta). O VHP é usado como matéria-prima para a produção de açúcar refinado ou em outros processos industriais, produzido sobretudo, ao comércio exterior. Os gráfico da Figura 1 mostra o crescimento da produção de VHP e a redução dos outros tipos de açúcar no período representado.

Figura 1: Produção de açúcar por tipo, segundo as Grandes Regiões - 2006/2015.



Nota: Os dados referentes à produção de açúcar da Região Norte (2006 e 2015) e de parte da produção da Região Centro-Oeste (2006) foram omitidos para preservar o sigilo estatístico.

Fonte: IBGE, Pesquisa Industrial Anual - Produto 2006/2015 *apud* IBGE (2017)

Em IBGE (2017), ressalta-se que dados da PIA-Produto 2015 demonstram que o Estado de São Paulo é o maior produtor de açúcar do Brasil, uma vez que é responsável por mais de 62% da produção de açúcar do País, sendo um dos fatores que podem explicar é a alta produtividade das lavouras de cana-de-açúcar em São Paulo. Este estado vem implementando desde os anos de 1970, aprimoramentos contínuos, incentivados pelas políticas públicas voltadas a incentivar este setor.

O valor bruto que é movimentado pela cadeia sucroenergética, de acordo com Neves<sup>1</sup> et al. (2014 *apud* ÚNICA, s.d.) é superior a US\$ 100 bilhões, com um Produto Interno Bruto (PIB) de aproximadamente US\$ 40 bilhões, ou seja, um montante equivalente a cerca de 2% do PIB brasileiro.

## 2.2 Principais Políticas e Resoluções

No tocante à micro e mini geração distribuída, é importante ressaltar a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 (ANEEL, 2012), em que o consumidor brasileiro pode efetuar a geração de sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou ainda, a cogeração qualificada e inclusive, pode fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade (ANEEL, 2018). Ainda segundo a ANEEL (2018), visando à redução dos custos e tempo para a conexão da microgeração e minigeração, tornar compatível o Sistema de Compensação de Energia Elétrica com as Condições Gerais de Fornecimento (Resolução Normativa nº 414/2010; ANEEL, 2010), incrementar o público alvo e finalmente, aprimorar as informações na fatura, a ANEEL publicou a revisão da Resolução Normativa nº 482/2012 (ANEEL, 2012), ou seja,

a Resolução Normativa nº 687/2015 (ANEEL, 2015). Conforme esta resolução, é permitido a utilização de qualquer fonte renovável, além da cogeração qualificada. Denomina-se microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (KW) e minigeração distribuída, aquela com  $75\text{kW} < P \leq 5\text{MW}$ , conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. No caso em que a quantidade de energia gerada em determinado mês for maior àquela consumida naquele período, o consumidor fica com créditos passíveis de serem usados para redução da fatura dos meses seguintes (ANEEL, 2018).

Em relação ao saneamento, há que se mencionar a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela lei no. 12305/2010 (BRASIL, 2010a) e regulamentada pelo Decreto 7404/2010 (BRASIL, 2010b).

Também, são mencionadas pela ÚNICA (s.d.), a RenovaBio, em que foram aprovados em 2018, vários dispositivos de regulamentação do programa, dentre os quais menciona-se a meta decenal de redução das emissões em mais de 10% até 2030, majorando em aproximadamente 70% o consumo de etanol em um período de 12 anos. Ainda, a ÚNICA (s.d.) ressalta o acréscimo do limiar de injeção de bioeletricidade com a preservação do desconto na Tarifa de Uso dos Sistemas Elétricos de Distribuição (TUSD) para projetos existentes. A publicação artigo na Lei 13.299/2016, possibilitou-se que os empreendimentos à biomassa com potência injetada maior que 30MW continuassem (ou passassem) a ter direito ao desconto da TUSD até os 30MW (desde que não superem o limite máximo de 50MW). Finalmente,

1. Neves, M. et al. Mapeamento e quantificação da cadeia sucroenergética na safra 2013/2014. Mimeo, 2014. *apud* União da Indústria de Cana-de-Açúcar - ÚNICA. Balanço de atividades 2012/2013 a 2018/2019. Disponível em: <https://www.unica.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Relatorio-Atividades-201213-a-201819.pdf>. Acesso em 24 de nov. de 2020. p. 13.

2 Pinheiro, J. C. Análise da dinâmica das áreas ocupadas pela cultura canieira no Brasil entre 1990 e 2013: uma contribuição ao estudo do circuito espacial produtivo do setor sucroenergético. 2015. Dissertação (Mestrado)– Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Campinas, 2015. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286588/1/Pinheiro\\_Junior\\_Cesar\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286588/1/Pinheiro_Junior_Cesar_M.pdf)>. Acesso em: out. 2017. apud INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. A Geografia da cana-de-açúcar / IBGE, Coordenação de Geografia. - Rio de Janeiro : IBGE, 2017. 172p. Acima do título: Dinâmica territorial da produção agropecuária. ISBN 978-85-240-4443-4. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101436> Acesso em: 24 de nov. de 2020. p. 68.

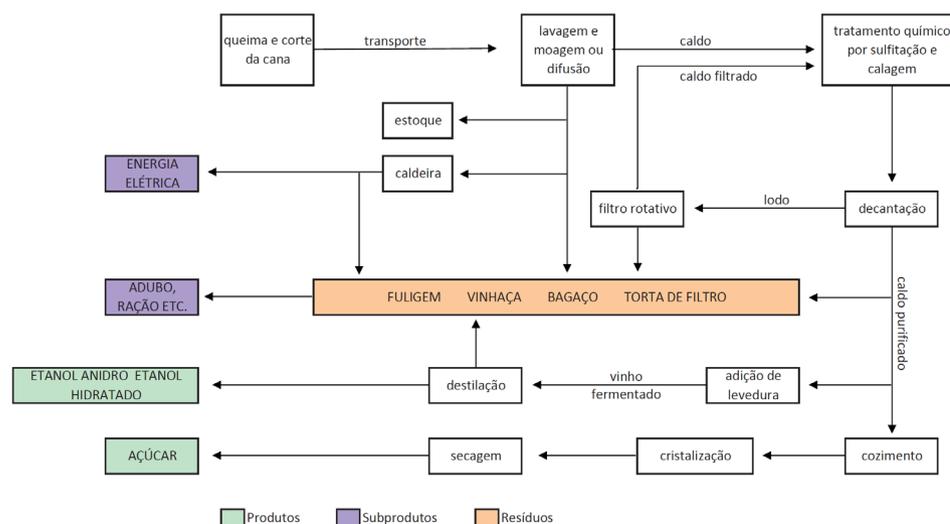
3 Pinheiro, J. C. Análise da dinâmica das áreas ocupadas pela cultura canieira no Brasil entre 1990 e 2013: uma contribuição ao estudo do circuito espacial produtivo do setor

dentre, as políticas mencionadas pela ÚNICA (s.d.), há menção à aprovação pelo Congresso Nacional da MP 688/2015, que alterou a Lei 9.427/1996, e tornou possível a manutenção do desconto na TUSD (mesmo para os agentes que injetem acima de 30MW, com limite superior de até 300MW). Entretanto, a referida medida passou a valer somente para novas outorgas de projetos que entrassem em operação a partir de 2016. A medida foi transformada na Lei 13.203/2015, e contribui para a viabilidade econômica de novas outorgas de geração à biomassa, sobretudo envolvendo *greenfields* (ÚNICA, s.d.).

### 2.3 Produção de açúcar e subprodutos

Segundo Pinheiro<sup>2</sup> (2015 *apud* IBGE, 2017), após a chegada à unidade industrial, a cana-de-açúcar segue por uma esteira cuja função é a retirada das impurezas passíveis de os equipamentos ou ainda de contaminação do caldo. No caso em que a cana-de-açúcar seja manualmente colhida, há uma lavagem da planta com água. Por outro lado, em caso de colheita mecânica, tal limpeza é efetuada com jato de ar a fim de evitar perda de sacarose. O caldo é separado do bagaço, que segue, geralmente, para as caldeiras, local em que é transformado em energia elétrica. O esquema da Figura 2 apresenta resumidamente, o processo produtivo de açúcar, etanol e energia.

Figura 2: Ciclo produtivo do açúcar, etanol e energia.



Fonte: Pinheiro<sup>3</sup> (2015 *apud* IBGE, 2017).

sucroenergético. 2015. Dissertação (Mestrado)– Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Campinas, 2015. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286588/1/Pinheiro\\_](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286588/1/Pinheiro_)

JuniorCesar\_M.pdf>. Acesso em: out. 2017. apud INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. A Geografia da cana-de-açúcar / IBGE, Coordenação de Geografia. - Rio de Janeiro : IBGE, 2017. 172p. Acima do título: Dinâmica territorial da produção agropecuária. ISBN 978-85-240-4443-4. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101436> Acesso em: 24 de nov. de 2020. p. 68.

Alguns subprodutos gerados na produção de açúcar e etanol são destacados pela importância comercial ou redução de custos pela usina. Os subprodutos mais importantes são: o bagaço, a vinhaça, a torta de filtro e a levedura. Conforme IBGE (2017), a vinhaça é um líquido marrom-escuro que exala forte odor com as seguintes características químicas: baixo pH, elevado teor de potássio e elevada carga de matéria orgânica, sendo mais utilizada nos campos rebrotados.

O uso de resíduos da indústria (a exemplo da vinhaça), já consiste em atividade rotineira em muitas regiões canavieiras do Brasil, com os evidentes aumentos na produção de cana-de-açúcar (ORLANDO FILHO e LEME, 1983). De acordo com IBGE (2017), como subproduto da fabricação de açúcar e etanol, a partir da queima do bagaço de cana-de-açúcar, é possível efetuar a geração de energia elétrica de biomassa.

Conforme dados de 2018, da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica CCEE (2018) relatados pela ÚNICA (s.d), a biomassa da cana entregou para a rede do Sistema Interligado Nacional (SIN), 21,44 TWh em 2017, ou seja, 84% do total de geração da biomassa. Este valor foi apenas inferior àquela produzida pelas hidrelétricas, térmicas a gás e eólicas, que entregaram ao SIN respectivamente, 380,91 TWh, 56,45 TWh e 33,49 TWh. A energia elétrica gerada pelo setor sucroenergético para o SIN foi equivalente a ter atendido mais de 11 milhões de residências, além de uma redução nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) de 6,3 milhões de tonCO<sub>2</sub> (ÚNICA, s.d.)

Ainda, conforme IBGE (2017),

além de energia, ração e adubo, outros subprodutos estão sendo desenvolvidos a partir do bagaço. Exemplos são o etanol de segunda geração, o plástico verde e um tipo de fibra para fabricação de tecido. Ainda, outro resíduo da cadeia canavieira (palha), pode-se produzir papel (IBGE, 2017).

### 3. Materiais e métodos

#### 3.1 Produção de vinhaça

De acordo com Bernal et al. (2017), o volume de vinhaça produzido, pode ser obtido multiplicando-se a massa de cana-de-açúcar moída (em kg) pela produção específica de vinhaça (Equação 1).

$$Vv = Pv \times Tc \quad (1)$$

Onde:

Vv = Volume de vinhaça produzido (m<sup>3</sup>);

Pv = Produção de vinhaça por quilo de cana (m<sup>3</sup>/kg);

Tc = tonelada de cana convertida para quilogramas (kg).

#### 3.2. Estudos energéticos

Aplicando a Equação 2 (LIMA E PASSAMANI, 2012), pôde-se encontrar a energia térmica para todos os casos estudados.

$$E_t = Q_{biogás} \cdot PCI_{biogás} \quad (2)$$

Onde:

E<sub>t</sub> = Energia térmica disponível no biogás (kcal/dia);

Q<sub>biogás</sub> = produção volumétrica de biogás (m<sup>3</sup>/dia); e

PCI<sub>biogás</sub> = Poder calorífico inferior do biogás (kcal/m<sup>3</sup>).

Seguindo-se a literatura pertinente, o biogás possui um Poder Calorífico Inferior (PCI) que se encontra entre 4,95 e 7,92 kWh/m<sup>3</sup>, levando-se em consideração a proporção de metano presente na mistura de 50 e 80%, respectivamente. Para o estudo, foi utilizado o valor apresentado por Costa (2006), sendo o PCI do metano igual a 8500 kcal/m<sup>3</sup> o que equivale a 6,5 kWh/m<sup>3</sup> de gás.

Com a Energia Térmica calcula-se a Energia Elétrica que pode ser gerada a partir do biogás produzido, porém dependendo da eficiência da tecnologia de conversão utilizado (LIMA e PASSAMANI, 2012).

### 3.2.1 Energia elétrica da DA da vinhaça

Segundo Bernal et al. (2017), com os dados de vinhaça produzida, utilizando-se a DQO típica da vinhaça da usina em estudo, prossegue-se calculando a carga de DQO total de todo o volume de vinhaça gerado (Equação 3).

$$DQO_{total} = Vv \cdot DQO_{típica} \quad (3)$$

Onde:

DQO<sub>total</sub> : carga total de DQO contida em todo o volume de vinhaça gerado (kg);

Vv : volume de vinhaça (m<sup>3</sup>);

DQO<sub>típica</sub> : valor típico para a vinhaça.

Em seguida foi realizado o cálculo da DQO removida no processo de DA que dará origem ao biogás (Equação 4).

$$DQO_{rem} = DQO_{total} \cdot E_f \quad (4)$$

Onde:

DQO<sub>rem</sub> : carga total de DQO removida pelo processo de digestão anaeróbia (kg);

DQO<sub>total</sub> : DQO contida no volume de vinhaça gerado (kg);

E<sub>f</sub> : eficiência de tratamento do reator UASB.

Finalmente, pode-se encontrar a quantidade de biogás gerada pela vinhaça, de acordo com a Equação 5.

$$Q_{CH_4} = DQO_{rem} \cdot f_p \quad (5)$$

Onde:

Q<sub>biogás</sub> : vazão de biogás gerado em um ano (m<sup>3</sup>/ano);

DQO<sub>rem</sub> : DQO removida por digestão anaeróbia (kg);

f<sub>p</sub> : fator de produção ou produção de biogás específica, que equivale à produção de biogás por massa de DQO consumida.

A partir da vazão de biogás, a potência e a energia (definida como a potência gerada multiplicada pelo tempo de funcionamento) geradas pelo processo são calculadas pelas equações 6 e 7.

$$P = Q_{CH_4} \cdot p_{CH_4} \cdot \eta_{motor} \quad (6)$$

$$E_{ano} = P \cdot \Delta t \quad (7)$$

Onde:

Q<sub>biogás</sub> : vazão de biogás (m<sup>3</sup>/s);

P<sub>CH<sub>4</sub></sub> : percentual de metano no biogás (%);

η<sub>motor</sub> : eficiência ou rendimento do motor de combustão interna;

PCI<sub>CH<sub>4</sub></sub> : poder calorífico do metano;

E<sub>ano</sub> : energia gerada em um ano (GW/h);

P = Potência gerada (kW);

Δt = tempo de funcionamento da usina (horas por ano).

### 3.3 Estudos econômicos

Os modelos de avaliação econômico-financeira constituem-se em

importantes instrumentos para avaliação da viabilidade econômica de um empreendimento. Dentre os diversos modelos, o índice de Valor Presente Líquido (VPL) pode ser usado como índice de decisão.

### 3.3.1 Valor Presente Líquido (VPL)

Para o presente estudo, utilizou-se a consideração de que o índice de decisão foi o VPL. A utilização do VPL abarcou, os resultados dos

cálculos energéticos e respectivo investimento para geração de energia elétrica, como receitas, pela venda da energia elétrica (Equação 8), os respectivos créditos de carbono pela queima do biogás e pela geração de energia elétrica. A Equação 9 apresenta o cálculo do VPL, com base em uma função  $f(x)$  descrita pela Equação (9). Os valores de VPL foram avaliados para os primeiros 20 anos de implementação do empreendimento para cada cenário.

$$\begin{aligned} & \text{Receita mensal venda da energia} \\ & = \text{Energia Elétrica para a Venda} \left( \frac{kWh}{\text{mês}} \right) * 0,15 * \left( \frac{R\$}{kWh} \right) - (O\&M) \end{aligned} \quad (8)$$

$$f(x) = \frac{1}{[(1+i)^n]} \quad (9)$$

$$EVPL = FC_0 + [FC \cdot f(x)_{\text{acum}}] \quad (10)$$

onde:

i: taxa de juros, assumida como sendo 12% a.a.;

n: ano avaliado;

$f(x)_{\text{acum}}$ : valores acumulados de  $f(x)$ ;

$FC_0$ : Investimento para geração de energia elétrica (R\$);

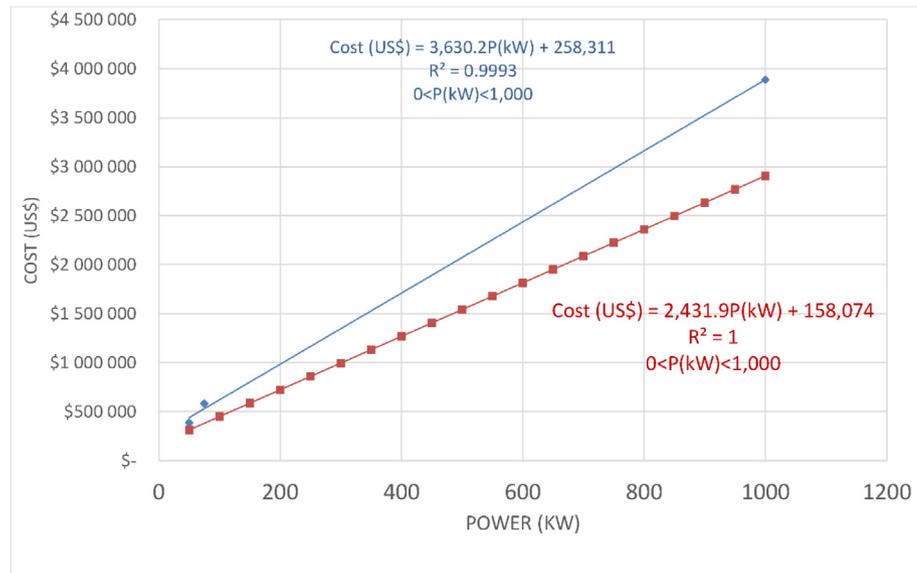
FC: receita anual total (R\$); e

O&M: Operação & Manutenção, considerado como sendo 5% do investimento, conforme Brasil/Probiogas (2015).

Os valores de investimento foram consultados tanto considerando os resultados de investimento de Silva et al. (2017) na Figura 3, e de Tolmasquim (2016), ambas no âmbito

das resoluções ANEEL 482/2012 e 687/2015 (ANEEL, 2012; 2015). A Equação 11 foi extraída deste gráfico e utilizada no presente estudo.

Figura 3: valores para investimento em usinas termelétricas a biogás.



Fonte: Silva et al. (2017)

De acordo com estudos realizados na Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o custo de investimento para geração elétrica a partir de biodigestores anaeróbios com motogeradores (motores de combustão interna + grupo gerador) são de cerca de US\$ 2.402/kW (Tolmasquim, 2016). Para a planta de biodigestão anaeróbia com motogerador também pode ser utilizado o valor de 5% por ano do custo de investimento conforme Brasil/Probiogás (2015) e também mencionado em Tolmasquim (2016). O valor de cotação do dólar foi consultado no site do banco central do Brasil (BCB, 2020) para o dia 23/11/2020, como de 5,3822 R\$ para cada 1,00 US\$.

O valor utilizado por Silva et al. (2017) de 509,74R\$/kWh foi utilizado, no âmbito das Resoluções ANEEL 482/2012 e 687/2015 (ANEEL, 2012; 2015). Também, conforme preconizado pela ÚNICA (s.d.), em fevereiro de 2018 foi publicada pelo

Ministério de Minas e Energia (MME), a Portaria MME nº 65/2018, em que foram estabelecidos os novos Valores Anuais de Referência Específicos (VRES), para os Sistemas de Geração Distribuída, no âmbito da Lei 10.848/2004. A UNICA (s.d.) relatou que desde 2015, por intermédio da Portaria MME 538/2015, havia somente o VRES<sup>4</sup> para a fonte Solar Fotovoltaica (R\$454,00/MWh) e o VRES COGEN GN (R\$ 329,00/MWh). Conforme a Portaria MME nº 65/2018, biomassa e biogás passaram a ter os VRES seguintes (vigentes a partir de 1º de março de 2018):

- I. Biomassa Residual - R\$ 349,00/MWh;
- II. Biogás - R\$ 390,00/MWh; e
- III. Biomassa Dedicada - R\$ 537,00/MWh.

Portanto, foi simulada a viabilidade econômica também para o valor VRES de R\$ 390,00/MWh, conforme a Portaria MME nº 65/2018 mencionada

4 O Valor de Referência Específico para cada fonte (VRES) consiste no valor limitar permitido de repasse das distribuidoras às tarifas do consumidor final, na ocasião em que compram bioeletricidade na modalidade de Geração Distribuída (ÚNICA, s.d.).

pela ÚNICA (s.d.).

Desse modo, foram produzidos 4 cenários, quais sejam:

- Cenário 1: Valor de R\$ 509,74R\$/MWh, conforme a Silva *et al.* (2017). Investimento conforme Equação (11)
- Cenário 2: Valor de R\$ 509,74R\$/MWh, conforme a Silva *et al.* (2017). Investimento de 2.402/kW (Tolmasquim, 2016).
- Cenário 3: VRES de R\$ 390,00/MWh, conforme a Portaria MME nº 65/2018. Investimento conforme Equação (11)
- Cenário 4: VRES de R\$ 390,00/MWh, conforme a Portaria MME nº 65/2018 Investimento de 2.402/kW (Tolmasquim, 2016).

## 4. Resultados e análises

### 4.1 Produção da vinhaça

Com relação ao cálculo do volume de vinhaça produzido, e fazendo-se uso dos dados da usina em questão, considerou-se a meta de moagem da safra 2017/18, que é de 21 milhões de toneladas. De acordo com Lora (2002), para usinas que produzam açúcar e etanol, o valor médio de produção de vinhaça por tonelada de cana é de 156 litros por tonelada moída. Dessa maneira fazendo-se uso da Equação 1, tem-se um volume de vinhaça de  $3,276 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

### 4.2. Produção de energia da vinhaça

Para o cálculo da DQO total, foi utilizada dados de DQO típica média realizada por medições na usina, que no caso foi de  $20 \text{ kg/m}^3$ . Também, foi considerado a proporção de geração de geração de 400 litros de vinhaça a cada tonelada de cana moída. Por

fim, levou-se em consideração a meta de moagem para safra 2016/17, no caso de 21 milhões de toneladas. Dessa maneira, foi possível obter a DQO total = 168000 t.

Segundo Moraes *et al.*, a média dos valores de eficiência dos reatores UASB mesofílicos consiste em cerca de 74% de remoção de DQO. Dessa maneira, a DQO removida pode ser calculada de acordo com a Equação 13, sendo igual a 48484 t.

A partir da DQO removida, foi possível calcular a vazão de metano gerada pela vinhaça da usina estudo de caso. O fator de produção de metano específico, de acordo com Granato e Silva (2002), Silva (2016) e Santos *et al.* (2016b), é de  $0,33 \text{ l/g}_{\text{DQO}}$ . Assim, a vazão de metano obtida por meio da digestão anaeróbia da vinhaça foi de  $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Para o cálculo da potência energética foram consultados os dados da literatura pertinente. Considerando o percentual médio de 90% de metano no biogás (AEBIOM, 2009), o rendimento de 33% de um motor a combustão interna (CETESB, 2006) e o PCI do metano com a concentração de metano supracitado de  $3,5 \text{ MJ/m}^3$  (QASIN, 1999), pode-se calcular a potência derivada da energia do biogás, sendo igual a 5349,31 kW.

Considerando o tempo de funcionamento de 8000 horas/safra, pode-se calcular o potencial energético da usina em estudo. Assim, foi possível obter:  $E = 125626,19 \text{ kWh/d}$ .

Os resultados estão compilados na Tabela 2.

Tabela 2: Resumo das variáveis e resultados

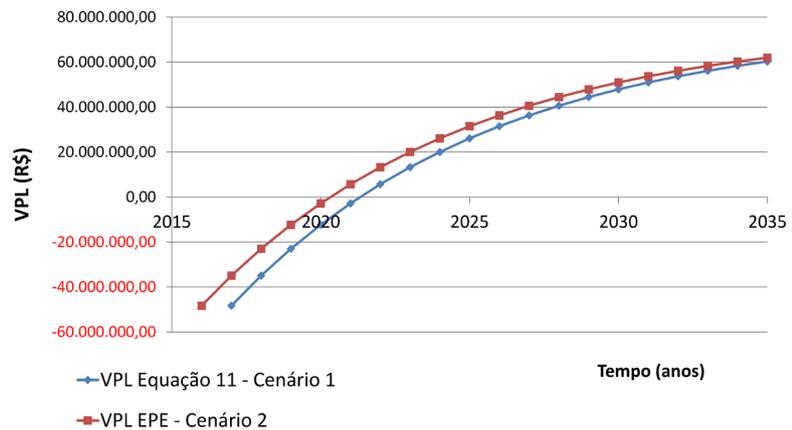
Parâmetros	Quantidade	Unidade
Meta de Moagem Safra 2017/18	21.000.000,00	t
DQO típica da Vinhaça da Usina	20	kg/m <sup>3</sup>
Produção de Vinhaça por t	156	l/t
Capacidade de Moagem na safra	21.000.000,00	t
Volume de Vinhaça	3.276.000.000,00	l
	3.276.000,00	m <sup>3</sup>
DQO total	65.520.000,00	kg
Eficiência UASB mesofílico	0,74	
DQO removida	48.484.800,00	kg
Fp CH <sub>4</sub>	0,33	l/gDQO
DQO removida	48.484.800.000,00	g
Q <sub>CH<sub>4</sub></sub>	15.999.984.000,00	l/d
Rendimento do Motor	0,33	
PCI <sub>CH<sub>4</sub></sub>	35.500.000,00	J/m <sup>3</sup>
Teor de Metano no Biogás	0,6	
Potência	5.349,31	kW
	5,35	MW
Tempo de Funcionamento Usina de Cana-de-Açúcar	8000	horas
Energia	42.794.477,75	kWh/Safra(ano)
Horas Anuais	8760	h/ano
Energia horária	117.245,14	kWh/h

### 4.3. Resultados de cálculos econômicos

Como a potência resultou em 5.349,31 kW, foi considerado para os cálculos econômicos, o valor de Potência de 5MW, para que se encaixe

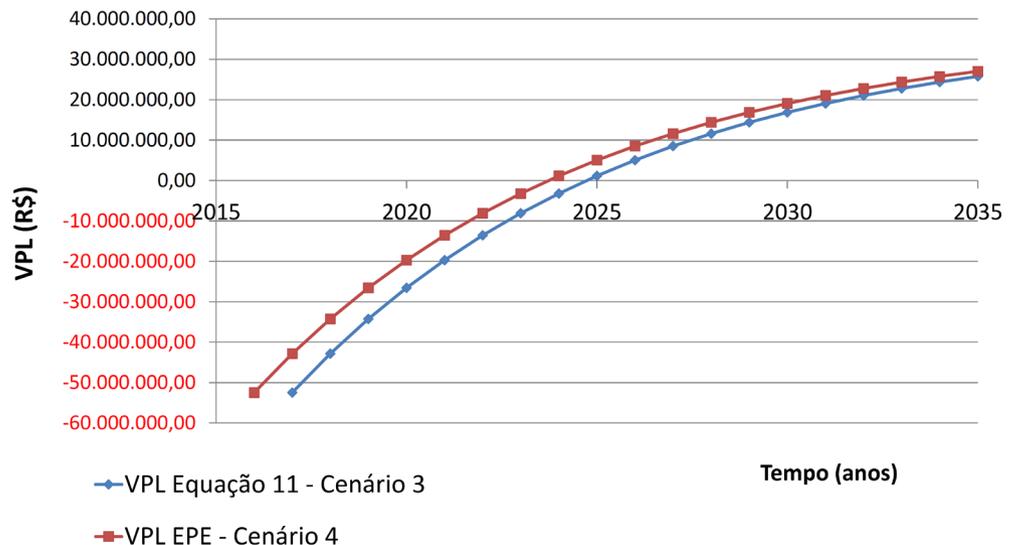
nos requisitos das resoluções ANEEL 482/2012 e 687/2015 (ANEEL, 2012; 2015). Os resultados de cálculos econômicos estão demonstrados no gráfico da Figura 4 para os cenários 1 e 2.

Figura 4: Resultados de VPL para os custos de investimento de Silva et al. (2017) e Tolmasquim (2016)



Do gráfico da Figura 4, é possível verificar que, tanto considerando os resultados de investimento de Silva et al. (2017) e de Tolmasquim (2016), no âmbito das resoluções ANEEL 482/2012 e 687/2015 (ANEEL, 2012; 2015) há viabilidade financeira, com *payback* de ambos após o 4º ano de operação (Cenários 1 e 2). Para os cenários 3 e 4, os resultados de VPL estão apresentados no gráfico da Figura 5.

Figura 5: Resultados de VPL para os custos de investimento de Silva et al. (2017) e EPE (2016)



Do gráfico da Figura 4, é possível verificar que, tanto considerando os resultados de investimento de Silva et al. (2017) e de Tolmasquim (2016), no âmbito da Portaria MME nº 65/2018, em que a VRES é de R\$ 390,00/MWh, há viabilidade financeira, com *payback* de ambos após o 7º ano de operação (Cenário 3) e 7º ano de operação (Cenário 4).

## 5. CONCLUSÕES

No presente estudo, foram avaliados substratos comumente encontrados próximos aos centros urbanos, que podem representar combustíveis em potencial para aproveitamento energético. O substrato foi a vinhaça. Foi efetuada uma análise de geração de energia elétrica a partir do biogás da DA.

Nota-se que a vinhaça possui um potencial bastante significativo para a produção energética, superando a energia gerada por lodos UASB, devido à seu rico teor de matéria orgânica. Não se pode esquecer, entretanto, as dificuldades da DA inerentes a esse substrato.

Entretanto, a DA da vinhaça ainda se apresenta como uma alternativa bastante interessante para as usinas açucareiras. Além disso, as usinas geralmente já trabalham com geração energética a partir do bagaço, gerando mais um subproduto, a energia elétrica, sobretudo em locais próximos ao centro consumidor.

Há viabilidade econômica para o empreendimento de 5MW de Potência estudado com *payback* a partir do 4º ano de operação (Cenários 1 e 2), e no âmbito da Portaria MME nº 65/2018, após o 7º ano de operação (Cenário 3) e 7º ano de operação

## 6. REFERÊNCIAS

AEBIOM. **A Biogas road map for Europe**. European Biomass Association, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Resolução Normativa nº 414, de 09 de setembro de 2010. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>. Acesso em: 24 de nov. de 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso da microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, ao sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras medidas. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 16 de out. de 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 22 de out. de 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Geração Distribuída**. Publicado: 28/09/2015 10:48, última modificação: 15/08/2018 14:11. Disponível em: [https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida?p\\_p\\_](https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida?p_p_)

- id=101&p\_p\_lifecycle=0&p\_p\_state=maximized&\_101\_struts\_action=%2Fasset\_publisher%2Fview\_content&\_101\_assetEntryId=14461914&\_101\_type=content&\_101\_groupId=656827&\_101\_urlTitle=geracao-distribuida-introduc-1&inheritRedirect=true. Acesso em: 24 de nov. de 2020.
- AGRICULTURA BRASILEIRA, 2., 1984, Brasília. **Anais**. Brasília: Embrapa, 1984. p. 451-475.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Cotações. 23 de nov. de 2020. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/> Acesso em 23 de nov. de 2020.
- BERNAL, A. P. et al. Vinasse biogas for energy generation in Brazil: An assessment of economic feasibility, energy potential and avoided CO<sub>2</sub> emissions. **Journal of Cleaner Production**, v. 151, p. 260-271, 2017.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Seção 1.
- BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 2010. Seção 1, Edição Extra.
- BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Probiogas. Metanização seca de última geração (O estado da arte da tecnologia de metanização seca) / Tecnologia de probiogás; organizadores, Ministério das Cidades, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ); autor, Luis Felipe de Dornfeld Braga Colturato. - Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2015. 97 p. ISBN 978-85-7958-040-6.
- COELHO, S. T. et al. A conversão da fonte renovável biogás em energia. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. 2006.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Manual do Programa de computador Biogás: geração e uso energético - efluentes e resíduo rural versão 1.0/CETESB. São Paulo: SMA: CETESB: MCT, 2006.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Norma Técnica P4.231: **Vinhaça** – Critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola, 3ª Edição. 2ª versão. São Paulo: CETESB, fevereiro de 2015. 15 p. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/P4.231\\_Vinha%C3%A7a-Crit%C3%A9rios-e-procedimentos-para-aplica%C3%A7%C3%A3o-no-solo-agr%C3%ADcola-3%C2%AA-Ed-2%C2%AA-VERS%C3%83O.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/P4.231_Vinha%C3%A7a-Crit%C3%A9rios-e-procedimentos-para-aplica%C3%A7%C3%A3o-no-solo-agr%C3%ADcola-3%C2%AA-Ed-2%C2%AA-VERS%C3%83O.pdf) Acesso em: 10 de nov. de 2020.
- COMPARETTI, A. et al. Current state and future of biogas and digestate production. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 19, n. 1, p. 1-14, 2013.
- CORTEZ, L.; MAGALHÃES, P.; HAPPI, J. Principais subprodutos

- da agroindústria canvieira e sua valorização. **Revista brasileira de energia**, v. 2, n. 2, p. 111, 1992.
- COSTA, D. F. da. **Geração de energia elétrica a partir do biogás do tratamento de esgoto**. 2006. 194 p. Dissertação (Mestrado – programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia) - Universidade de São Paulo.
- FUESS, L. T.; GARCIA, M. L. Implications of stillage land disposal: a critical review on the impacts of fertigation. **Journal of environmental management**, v. 145, p. 210-229, 2014.
- FUESS, L. T; ZAIAT, M. Economics of anaerobic digestion for processing sugarcane vinasse: Applying sensitivity analysis to increase process profitability in diversified biogas applications. **Process Safety and Environmental Protection: Transactions of the Institution of Chemical Engineers Part B**. Apr. de 2018, V. 115 Issue Part B, p. 27-37. 11p, 2017.
- GRANATO, E. F.; SILVA, C. L. **Geração de energia elétrica a partir do resíduo vinhaça**. Anais. 4. Encontro Energia no Meio Rural, 2002. 2002000200006#:~:text=Esta%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia%20atrav%C3%A9s,de%20aproximadamente%20200.000%20kWh%2Fm%C3%AAAs. Acesso em: 10 de nov. de 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **A Geografia da cana-de-açúcar / IBGE, Coordenação de Geografia**. - Rio de Janeiro : IBGE, 2017. 172p. Acima do título: Dinâmica territorial da produção agropecuária. ISBN 978-85-240-4443-4. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101436> Acesso em: 24 de nov. de 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola** - outubro 2020, Dados divulgados na terça-feira, 10 de novembro de 2020 - 08:59:59. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil> Acesso em: 24 de nov. de 2020.
- KHAN, Imran Ullah et al. Biogas as a renewable energy fuel–A review of biogas upgrading, utilisation and storage. **Energy Conversion and Management**, v. 150, p. 277-294, 2017.
- LIMA, A. C. G.; PASSAMANI, F. C. Avaliação do potencial energético do biogás produzido no reator UASB da ETE-UFES. 2012. 106 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.
- LORA, E. E. S. Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2002.
- ORLANDO FILHO, L.; LEME, E. J. de M. A utilização agrícola dos resíduos da agroindústria canvieira. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA. 1984. p. 451-475.
- PENATTI, C. P.; DONZELLI, J. L. **Uso da Vinhaça na Lavoura de Cana-de-Açúcar**. Relatório Técnico, CTC - Centro de Tecnologia Coopersucar, COPERSUCAR, Piracicaba, SP, 2000.
- QASIN, S. R. **Wastewater**

- Treatment Plants** - Planning, design and operation. 2 ed. Lancaster, Pennsylvania, USA Technomic Publishing Company, 1999. 1107 p.
- SANTOS, I. F. S. et al. Economic and CO<sub>2</sub> avoided emissions analysis of WWTP biogas recovery and its use in a small power plant in Brazil. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 17, p. 77-84, 2016b.
- SANTOS, I. F. S.; BARROS, R. M.; TIAGO FILHO, G. L. Electricity generation from biogas of anaerobic wastewater treatment plants in Brazil: an assessment of feasibility and potential. **Journal of Cleaner Production**, v. 126, p. 504-514, 2016a.
- SILVA, A. P. M.. **Lodo de Leito de Secagem (LLS): Caracterização, aproveitamento energético e avaliação do Ciclo de Vida**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Instituto de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Itajubá.
- SILVA, M. A. S da; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 108-114, 2017.
- SISTEMADE INFORMAÇÕES DE GERAÇÃO. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA -SIGA/ANEEL. **Matriz por fonte e combustível final**. Disponível em: <https://app.powerbi.com/w?r=eyJrIjojNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>. Acesso em: 10 de nov. de 2020.
- TOLMASQUIM, M. T. Energia Termelétrica: Gás Natural, Biomassa, Carvão, Nuclear / Mauricio Tiomno. Tolmasquim (coord). – EPE: Rio de Janeiro, 2016, 417p.
- União da Indústria de Cana-de-Açúcar - ÚNICA. **Balanco de atividades 2012/2013 a 2018/2019**. Disponível em: <https://www.unica.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Relatorio-Atividades-201213-a-201819.pdf>. Acesso em 24 de nov. de 2020. p. 13.
- WEILAND, P. Biogas production: current state and perspectives. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 85, n. 4, p. 849-860, 2010.

# Impactos da Pandemia de COVID-19 no Município de São Paulo: A Desigualdade Mata até 100 Vezes mais em Diferentes Distritos

*Impact of COVID-19 Pandemic in Municipalities of São Paulo: Inequality Kills up to 100 Times More in Different Districts*

*Impactos de la Pandemia COVID-19 en el Municipio de São Paulo: La Desigualdad Mata hasta 100 Veces más en Diferentes Distritos*

## **Pedro Moreira de Mello**

Graduando, UFSCar, Brasil  
pedromoreirademello@gmail.com

## **Luciana Gonçalves**

Professora UFSCar, Brasil.  
lucianamg@ufscar.br

## **Elza Luli Miyasaka**

Professora UFSCar, Brasil.  
elza.miyasaka@ufscar.br

## **RESUMO**

O objetivo desta pesquisa é comparar os diferentes impactos da Pandemia de Coronavírus (COVID-19) até meados de agosto de 2020, em dois distritos do município de São Paulo. A doença, causada pelo vírus SARS-CoV-2, tornou-se rapidamente um evento de proporções globais e afetou todo o planeta em diferentes aspectos e escalas. O estudo de caso contemplará os distritos de Itaquera e Jardim Paulista, na periferia da Zona Leste e na Zona Oeste, respectivamente. Serão expostos parâmetros de infraestrutura domiciliar, disponibilidade de equipamentos de saúde, características das populações e, posteriormente, das consequências diretas da Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) – complicação grave da COVID-19. Dados de portais da Prefeitura, Governo do estado, meios de comunicação de massa e artigos serão levantados para realização de comparações, que levarão em conta as condições socioeconômicas, espaciais e os danos da doença. Até o momento, os impactos são de proporções assustadoramente diferentes para distritos que distam apenas 20km entre si e se localizam no mesmo município.

**PALAVRAS-CHAVE:** Espacialidade. COVID-19. São Paulo.

## **ABSTRACT**

This research aims to compare the distinct impacts of the Coronavirus Pandemic (COVID-19) until mid-August 2020 in two districts of the municipality of São Paulo. The disease, caused by the SARS-CoV-2 virus, quickly became an event of global proportions and affected the entire planet on different aspects and scales. The case study will contemplate the districts of Itaquera and Jardim Paulista, on the periphery of the East Zone and the West Zone respectively. Parameters of home infrastructure, availability of health equipment, characteristics of populations and, after, the direct consequences of Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS), a serious complication of COVID-19, will be exposed. Data from portals of the municipal Government, the state Government, mass media, and articles will be collected for comparisons, which will take into account the socioeconomic and spatial conditions as well as the damage caused by the disease. So far, the impacts are of alarmingly different proportions for districts that are only 20km apart and located in the same municipality.

**KEYWORDS:** Spatiality. COVID-19. São Paulo.

## **RESUMEN**

Esta investigación tiene como objetivo comparar los diferentes impactos de la Pandemia de Coronavirus (COVID-19) hasta mediados de agosto de 2020 en dos distritos del municipio de São Paulo. La enfermedad, causada por el virus SARS-CoV-2, se convirtió rápidamente en un evento de proporciones globales y afectó a todo el planeta en diferentes aspectos y escalas. El estudio de caso contemplará los distritos de Itaquera y Jardim Paulista, en la periferia de la Zona Este y la Zona Oeste, respectivamente. Se expondrán parámetros de la infraestructura domiciliar, disponibilidad de equipamiento de salud, características de las poblaciones y, posteriormente, las consecuencias directas del Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS), una complicación grave de COVID-19. Se recolectarán datos de portales del Gobierno municipal, Gobierno del estado, medios de comunicación y artículos para realizar comparaciones, que tendrán en cuenta las condiciones socioeconómicas y espaciales, así como los daños que ocasiona la enfermedad. Hasta ahora, los impactos son de proporciones alarmantemente diferentes para los distritos que están a solo 20 km de distancia y ubicados en el mismo municipio.

**PALABRAS CLAVE:** Espacialidad. COVID-19. São Paulo.

## 1. INTRODUÇÃO

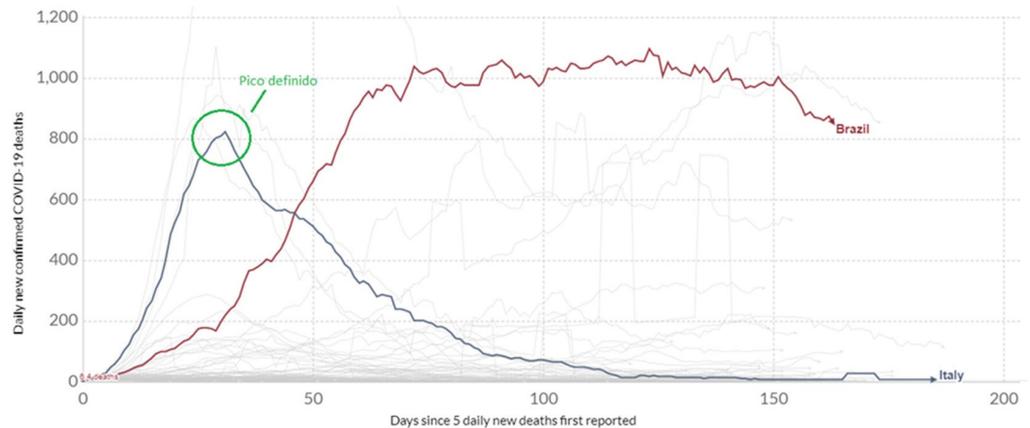
A COVID-19, doença causada pelo vírus Sars-CoV-2, tornou-se um problema de saúde pública devido à alta transmissibilidade e considerável letalidade, ainda pior em caso de colapso no sistema de saúde (devido à grande proporção de acometidos que depende de UTIs). Pouco depois de surgir – na cidade de Wuhan, China – em dezembro de 2019, espalhou-se atingindo todos os continentes (exceto a Antártida) e, em questão de poucos meses, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) ganhou status de pandemia (CORONAVÍRUS, 2020).

Boa parte dos países afetados, no intuito de frear a doença, que se espalha de pessoa para pessoa, por meio de tosse, espirros e gotículas de saliva, principalmente em ambientes fechados e com má circulação (BRASIL, 2020), adotou medidas de isolamento social em diferentes intensidades. Dentre essas medidas, cita-se: quarentenas e lockdowns, além de fechamento de espaços públicos, de fronteiras, proibição de eventos com aglomerações, protocolos sanitários rigorosos para estabelecimentos, dentre outras regras. Tais medidas têm como objetivo desacelerar a transmissão do vírus para que os sistemas de saúde sejam capazes de lidar com a demanda durante a onda pandêmica. Em alguns países, a estratégia foi diferente: não se buscou somente garantir que os sistemas de saúde fossem capazes de absorver toda a demanda, mas também interromper totalmente a transmissão do vírus, no intuito de salvar vidas (CHARLEAUX, 2020).

No dia 26 de fevereiro de 2020, o Ministério da Saúde do Brasil confirmou o primeiro caso no país, em São Paulo. Até o dia 09 de setembro de 2020, quase sete meses depois, a doença já havia afetado 4.162.073 pessoas, sendo que 127.464 delas viriam a falecer (SÃO PAULO, 2020a).

A partir de meados de maio e começo de junho de 2020, boa parte dos países, principalmente os mais ricos e aqueles nos quais a doença já estava mais avançada (ou controlada), iniciou suas reaberturas econômicas e de fronteiras. Na mesma ocasião, o Brasil também começou, em algumas regiões como São Paulo, o processo de reabertura rumo ao que é chamado de “novo normal” – apesar de naquele momento, não estar sequer no estágio mais crítico, de pico da doença. De acordo com a dinâmica da doença no território brasileiro, essa fase pode nem vir a existir, uma vez que os óbitos diários podem ter atingido um platô duradouro para, só depois, começarem a decrescer – como aparenta estar se dando. Após uma análise futura, com distanciamento histórico, provavelmente será possível observar o pico, mesmo ele não estando definido agora. Em outras palavras, o ponto de inflexão da curva epidêmica brasileira pode não ser tão claro como foi no caso da Itália e de outros territórios. Dinâmica ilustrada no Gráfico 1 a seguir, que evidencia o comportamento da média móvel de sete dias do número de óbitos reportados diariamente, em comparação aos dados da Itália. Circulado em verde, podemos ver o pico definido na Itália, em comparação à ausência de pico definido no Brasil.

Gráfico 1: Óbitos confirmados por dia no Brasil e Itália X Dias desde 5 óbitos diários



Fonte: OURWORLDINDATA, 2020.

A pandemia de Coronavírus afeta a dinâmica global de forma intensa. Há uma série de impactos globais, mas a ideia não é debatê-los a fundo neste trabalho, que se prenderá principalmente a analisar os diferentes impactos imediatos da pandemia em bairros com condições socioeconômicas diferentes, tomando como exemplo o município de São Paulo.

Faz-se necessário debruçar-se sobre a pandemia, dada sua relevância, e compreender quais serão suas implicações a curto, médio e longo prazo. Praticamente todas as áreas do conhecimento se dispõem a tal tarefa porque, afinal, uma pandemia diz respeito a um fenômeno extremamente multidisciplinar, que envolve da Microbiologia à Engenharia de Transportes, passando por Matemática Aplicada à Epidemiologia, Medicina, Relações Internacionais, Sociologia, Política, Gestão e incontáveis outras áreas do conhecimento.

No que diz respeito à Cidade, pode-se dizer que ela é o palco do desastre, uma vez que a doença é muito mais problemática quando há

aglomerações e, conseqüentemente, um contágio maior: nos transportes, nos ambientes de trabalho, nos comércios ou nas casas – principalmente aquelas com más condições sanitárias e/ou superlotação. Essa questão é intensificada devido ao fato de, como pontuou Santos (1993), o processo de urbanização brasileiro ser incompleto, uma vez que não proveu condições adequadas de infraestrutura urbana e de moradia.

A pandemia influencia basicamente todas as variáveis que configuram a dinâmica das cidades: o transporte, a lida com espaços públicos, a forma com que a informação e a comunicação se tornam ainda mais cruciais. Também escancara a desigualdade social, mostrando índices alarmantes nas periferias, ou em zonas de vulnerabilidade, em comparação àqueles referentes aos bairros e regiões mais abastadas, como será exemplificado adiante. Há muitos anos, o Urbanismo e a Engenharia Urbana, à luz do conceito de cidades sustentáveis, buscam compreender o Urbano e encontrar soluções no sentido de democratizá-lo, de forma a possibilitar o Direito

à Cidade para todas as pessoas. Grande demonstração é que a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) definiu sua Agenda 2030, que estabelece como uma de suas metas (até 2030), tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Eis que surge a pandemia: atravessando todas essas questões.

Algumas medidas que já eram fomentadas, ou pelo menos deveriam ter sido até então, como, por exemplo, o incentivo ao transporte ciclovitário, provavelmente serão ainda mais. Outras, como por exemplo o incentivo às calçadas ativas, terão que ser repensadas, de modo a respeitar o distanciamento social – ao menos enquanto não houver uma parcela significativa das populações devidamente vacinadas.

Diante das razões expostas, que mostram a Cidade influenciando e sendo influenciada pela COVID-19, o presente trabalho propõe-se a discutir os efeitos da pandemia, levando em conta a espacialidade. A escolha pelo município de São Paulo como foco das análises se dá pelo fato de ser onde a doença chegou no país. Além disso, há relativa facilidade em encontrar informações desta relevante metrópole da América Latina.

## **2. OBJETIVO**

O objetivo principal deste trabalho é, portanto, analisar os efeitos da pandemia de Coronavírus (COVID-19), em diferentes territórios urbanos do município de São Paulo, para ilustrar as reflexões, à luz dos conceitos e expectativas relacionados às cidades sustentáveis e ao Direito à Cidade. Pretende-se fazê-lo por

meio de dois intentos:

- Resgatar conceitos e dados pertinentes para a análise crítica das cidades no que diz respeito às diferentes formas de experimentá-la, de acordo com a distância do centro e o poder econômico dos habitantes;
- Confrontar as situações sociais e econômicas de localidades centrais da cidade de São Paulo e de sua periferia para ponderar impactos da pandemia nos diferentes espaços. Serão comparados os distritos Jardim Paulista (Zona Oeste, mas muito próximo do centro) e Itaquera (na periferia da Zona Leste).

## **3. MÉTODO**

O desenvolvimento deste trabalho consiste essencialmente em pesquisar como a pandemia afetou diferentes localidades do município de São Paulo. Serão observados os diferentes efeitos da doença nos dois distritos: Jardim Paulista e Itaquera. Alguns conceitos urbanísticos serão correlacionados com os distintos impactos da pandemia nos locais. Os dados foram obtidos nos portais da Prefeitura de São Paulo, do Governo do estado, em produções acadêmicas e em meios de comunicação de massa.

A escolha dos dois distritos mencionados foi feita com base no número de óbitos observados por mil habitantes (taxa de mortalidade), na densidade domiciliar, densidade demográfica e população idosa. O distrito Jardim Paulista, mesmo com 22,5% da população idosa, e, por esse motivo, com maior tendência (proporcional) a óbitos, considerando que mais de 70% dos óbitos do município ocorreram entre idosos (SÃO PAULO, 2020a), possui os menores índices do município,

tanto para a taxa de mortalidade, quanto para o número de casos por mil habitantes para Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) .

Já o distrito de Itaquera, na periferia da Zona Leste, que conta com 9,7% da população idosa, tem o sexto maior índice de óbitos de SRAG por mil habitantes e o oitavo maior índice de casos de SRAG por mil habitantes. Optou-se por olhar o distrito de Itaquera, apesar de ele não possuir os piores índices, porque sua densidade domiciliar é consideravelmente maior (3,40) que a dos distritos com índices piores da doença e, também, porque sua densidade demográfica é muito semelhante a do Jardim Paulista, como será mostrado. As densidades demográficas semelhantes tornam a análise mais coerente.

A ideia é analisar e discorrer sobre os dados dos distritos e os impactos da pandemia em ambos, para buscar possíveis relações entre as condições socioeconômicas e o dano causado pela doença. Este trabalho buscará realizar alguns apontamentos a respeito dos impactos imediatos, já que para inferir a respeito de impactos a médio e longo prazo, seria necessário certo distanciamento histórico. A expectativa é que um evento desse porte altere a dinâmica urbana.

Por meio da comparação dos distritos, buscar-se-á respostas para perguntas como: regiões mais pobres, independentemente de suas densidades demográficas, são mais afetadas? De que forma? Até que ponto a situação socioeconômica das comunidades é agravante para a doença? Não serão obtidas respostas conclusivas para tais questionamentos. Todavia, serão realizadas comparações e reflexões,

uma vez que, apesar de estar consideravelmente estabilizada no começo de setembro de 2020, enquanto este texto está sendo redigido, a pandemia não está controlada em sua totalidade. Os dados dos dois distritos com relação à infraestrutura, desigualdades econômicas, IDH-M, bem como os índices que medem o impacto da doença nas localidades serão apresentados – e comparados – com maior profundidade.

O panorama brevemente descrito levanta a reflexão: por que pessoas que vivem em uma mesma cidade experimentam-na de forma tão distinta? Esta pesquisa não será capaz de responder a perguntas tão complexas, mas trará reflexões acerca desses temas.

#### **4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS: OS DISTRITOS**

O primeiro passo para que seja possível discutir as questões levantadas é conhecer os distritos que serão estudados. A Figura 1, ao lado, mostra a localização dos distritos no município de São Paulo – sendo, em azul, Itaquera e, em laranja, o distrito Jardim Paulista. O Gráfico 2 ilustra a distribuição proporcional da população dos distritos com relação à faixa de renda dos habitantes, e alerta: há muita desigualdade entre os espaços! Faz-se necessário observar que para esse gráfico, os valores não são exatamente do distrito Jardim Paulista, mas do bairro Jardins (o Jd. Paulista é um dos territórios que o compõe).

Como a ideia não é fazer inferências profundas sobre os parâmetros, julga-se que essa discordância nas referências dos dados não prejudica a comparação. Nos Jardins, 85,9%

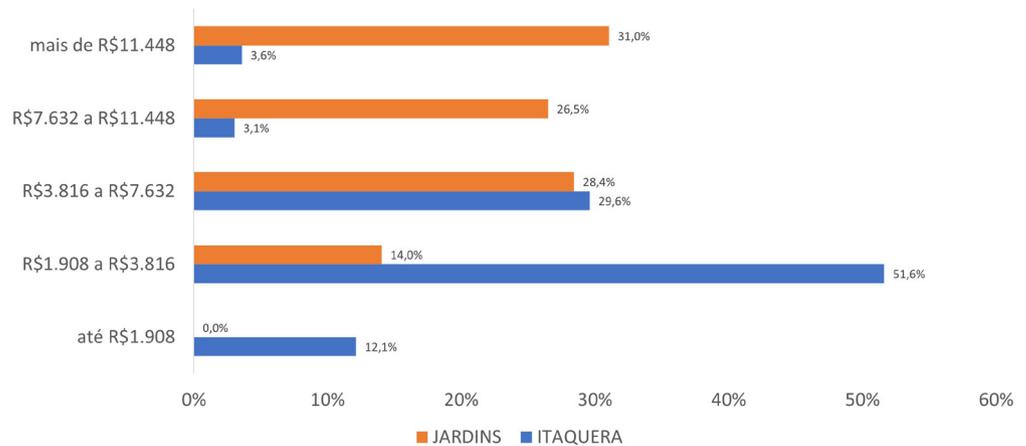
dos entrevistados ganha mais de R\$3.800,00, enquanto em Itaquera, quase 63,7% dos entrevistados ganha entre R\$1.908,00 e R\$3800,00.

Figura 1: Mapa do município de São Paulo e indicação dos distritos



Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 2: Distribuição da população dos distritos por renda

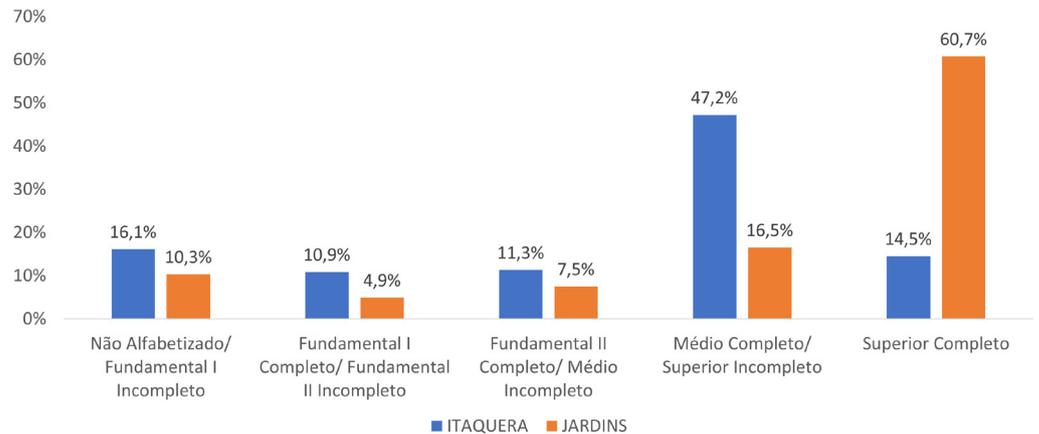


Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da Pesquisa Origem-Destino de 2017

Já o Gráfico 3 traz os dados dos distritos com relação à proporção de suas populações, por nível de escolaridade. Mais uma vez, como esperado num país tão desigual como o Brasil, fica evidente a disparidade entre o acesso à educação dos moradores dos distritos. 60,7% dos entrevistados no Jardins

possui Ensino Superior, enquanto apenas 14,5% dos entrevistados em Itaquera conta com o mesmo status – importante no momento de buscar emprego e ser respeitado na sociedade brasileira, além de influir diretamente na capacidade de raciocínio e posicionamento dentro de uma comunidade.

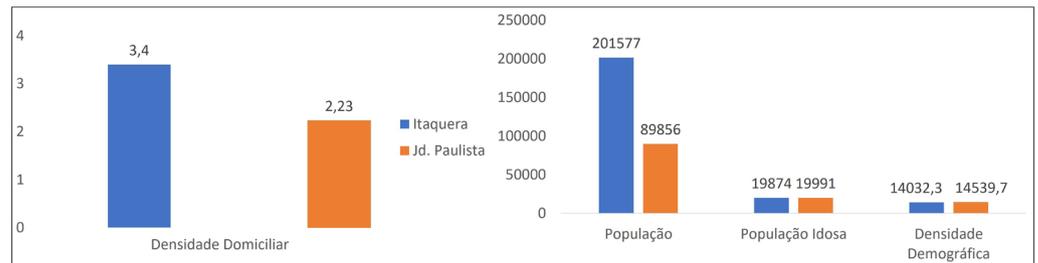
Gráfico 3: Distribuição da população dos distritos por nível de instrução



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da Pesquisa Origem-Destino de 2017

As densidades demográficas e o número absoluto de idosos dos distritos são bastante similares. Os gráficos contidos no Diagrama 1 abaixo mostram esses parâmetros relacionados à espacialidade e às populações dos distritos, além da densidade domiciliar média. Observa-se que, em Itaquera, a densidade domiciliar é maior, apesar de não ser possível a análise por área de domicílio, o que deixaria a análise mais clara.

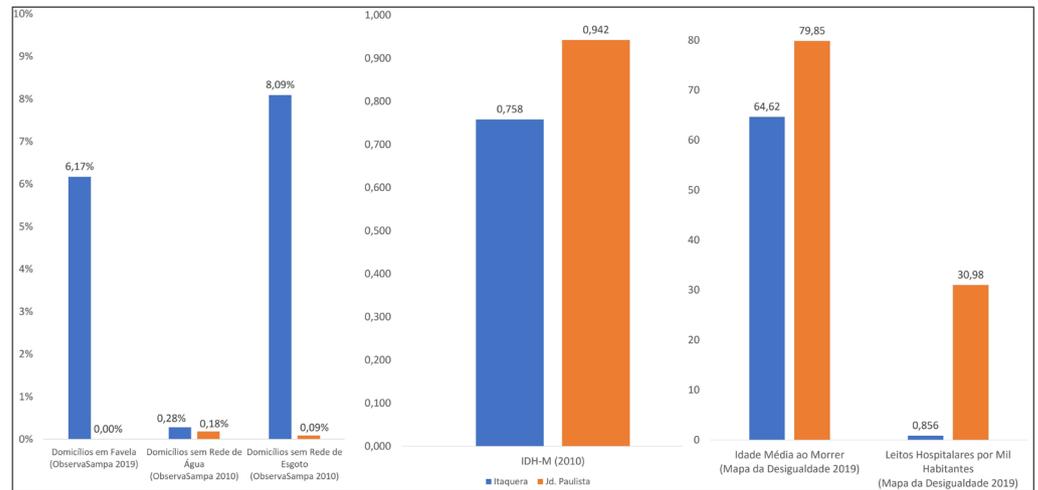
Diagrama 1: Dados sobre populações e sua distribuição no espaço para os dois distritos



Fonte: Elaborado pelos autores com dados do Governo do estado e do InfoCidade (Prefeitura) respectivamente.

Já o Diagrama 2, a seguir, por sua vez, contém os gráficos que mostram o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal dos distritos e alguns dados referentes à infraestrutura. As datas cujos dados dizem respeito constam nos títulos das colunas, mas não se julgou haver problemas em realizar as comparações entre datas distintas, já que, do ponto de vista de transformações urbanas, as diferenças entre datas de coleta dos dados não são relevantes.

Diagrama 2: IDH-M, Idade média ao morrer e índices de infraestrutura dos distritos

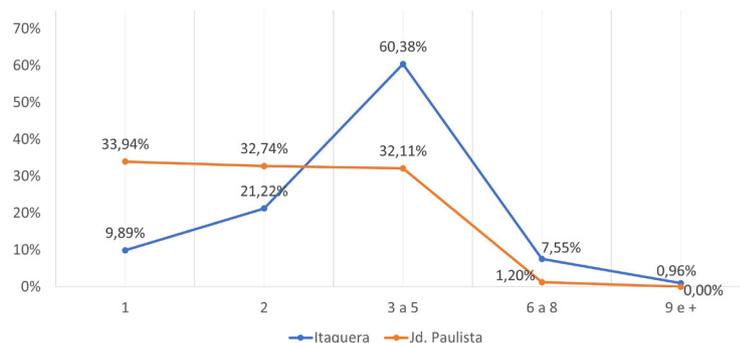


Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da Prefeitura, ObservaSampa e Mapa da Desigualdade

Nota-se que os valores de IDH-Municipal (IDH-M) são referentes às subprefeituras e não exatamente aos distritos. A subprefeitura de Itaquera (no qual está o distrito de Itaquera), como ilustra o IDH-M, é muito mais carente (0,758), comparável a países como Sri Lanka (0,780). Já a subprefeitura Pinheiros (onde está o Jardim Paulista), tem IDH-M que quase atinge o valor máximo (1,000), de 0,942, que é um índice comparável a países como Alemanha (0,939) ou Japão (0,915). Seja do ponto de vista de infraestrutura domiciliar, seja com

relação à infraestrutura hospitalar, há considerável desigualdade entre os distritos. Com relação aos outros dados, ressalta-se a diferença nas idades média ao morrer, que também é muito grande: uma pessoa residente do Jardim Paulista vive em média aproximadamente 15 anos a mais que uma moradora de Itaquera. Com relação ao número médio de moradores por domicílio, o Gráfico 4, a seguir, mostra a distribuição da população dos distritos entre os domicílios com 1; 2; 3 a 5; 6 a 8 e 9+ moradores.

Gráfico 4: Porcentagem de domicílios por número de moradores



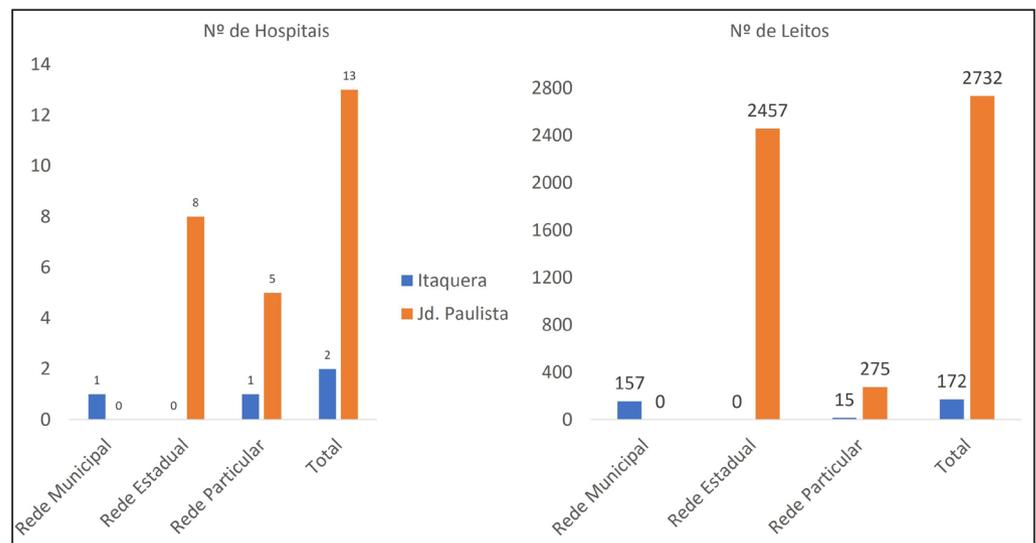
Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do InfoCidade (Prefeitura) - 2010

Fica possível observar que os domicílios no distrito de Itaquera possuem muito mais moradores em média: quase 70% dos domicílios tem entre 3 e 8 moradores, enquanto mais de 65% dos domicílios do Jardim Paulista conta com 1 ou 2 moradores apenas. Apesar dos dados não considerarem a área dos domicílios, acredita-se que, como apontado por Pasternak (2016), as elevadas densidades de ocupação e de pessoas por cômodo, bem como a proximidade entre residências e a precariedade das edificações, caracterizam os aglomerados

residenciais de baixa renda e as favelas.

Pode-se dizer que há uma desigualdade colossal do ponto de vista de infraestrutura entre os dois distritos. Ainda no que diz respeito à infraestrutura de equipamentos de saúde, o Diagrama 3, a seguir, mostra de forma mais aprofundada a disparidade com relação ao número de hospitais e leitos existentes nos distritos. Os dados contam leitos SUS e não SUS, conforme a rede, bem como estão indicados os valores totais de cada distrito.

Diagrama 3: Infraestrutura de saúde nos distritos



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do InfoCidade (Prefeitura) - 2019

## 5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS: A COVID-19 NOS DISTRITOS

A seguir serão apresentados os dados referentes aos impactos da doença COVID-19 nos distritos. Ficará claro que as desigualdades anteriormente elencadas trazem danos materiais extremamente diferentes, principalmente em situações como

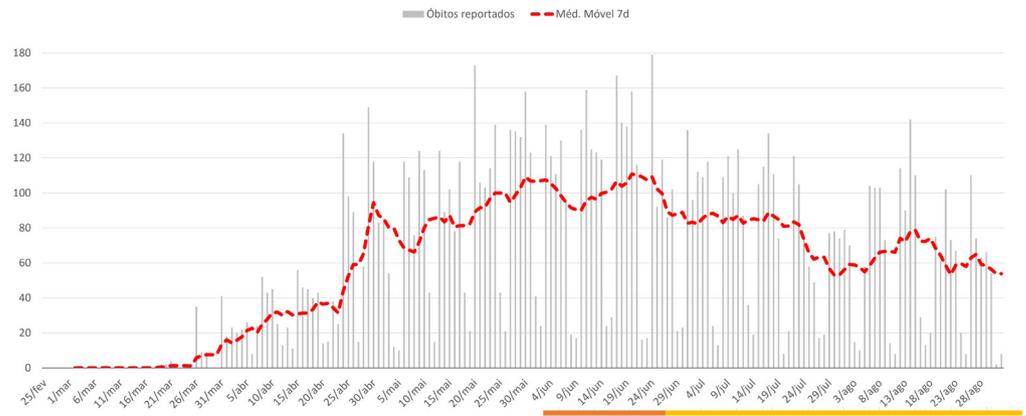
epidemias, que por si só, já são muito prejudiciais às pessoas e à dinâmica urbana e social.

Com relação à COVID-19 e seus impactos nos distritos, primeiramente é importante mostrar a curva epidemiológica do município de São Paulo, que consta no Gráfico 5, a seguir. Nas colunas, estão o número de óbitos diários reportados na cidade; a linha vermelha é a média

móvel de 7 dias, que é um parâmetro seguro para entender as tendências da doença, uma vez que minimiza as diferenças entre os dados reportados

em dias úteis e nos finais de semana (que são muito menores). Os dados são do início dos óbitos até o mês de agosto corrente.

Gráfico 5: Óbitos confirmados por dia até 31/08 no Município de São Paulo



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do Governo do estado de SP

O gráfico esconde o efeito da espacialidade sobre a doença, que exploraremos neste texto, comparando as curvas dos distritos separadamente. Fica visível que São Paulo, tal qual o Brasil como um todo, não possuiu um pico claro de óbitos, e até o momento está em um platô, com oscilações, desde aproximadamente o final de maio. Isso se deve basicamente à estratégia adotada, que ao invés de buscar cessar a transmissão do vírus; tenta lidar com ele, flexibilizando e afrouxando as leis conforme a doença evolui: é o Plano SP (SÃO PAULO, 2020b).

O Plano SP divide o estado em 17 Departamentos Regionais de Saúde (DRS) e atribui-lhes, semanalmente, um, dentre os 5 níveis de restrição. Vermelho, laranja, amarelo, verde e azul. O vermelho é o nível de atenção total, com apenas serviços essenciais abertos, e o azul, o “novo normal”. Até o momento, não há sequer um

dos DRS na Fase 4 (verde) ou na Fase 5 (azul). Nota-se que no Gráfico 5 anterior, abaixo do eixo X, há a linha do tempo que mostra como o município de São Paulo mudou de fases ao longo do tempo, desde a primeira classificação do Plano SP em 03/06/2020, até a atualização do dia 04/09/2020.

A Tabela 1 mostra os valores totais de casos e óbitos, para os dois distritos até 15/08/2020.

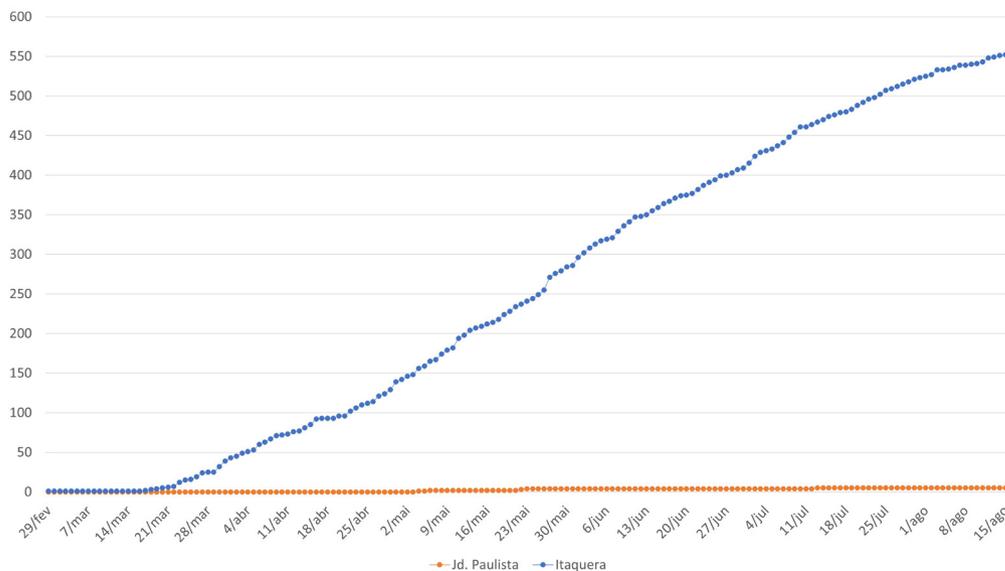
Tabela 1: Total de casos e óbitos SRAG nos distritos

Distrito	Total de Casos SRAG	Total de Óbitos SRAG
Itaquera	2532	547
Jd. Paulista	28	5

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do Governo de SP

No que diz respeito aos óbitos – por distrito – o Gráfico 6, a seguir, mostra a diferença gigante entre as mortes acumuladas nos dois distritos. Nota-se que a diferença é tamanha, que a curva das mortes no Jardim Paulista parece ser o próprio eixo X, uma vez que houve apenas 5 mortes no distrito, contra 547 mortes em Itaquera.

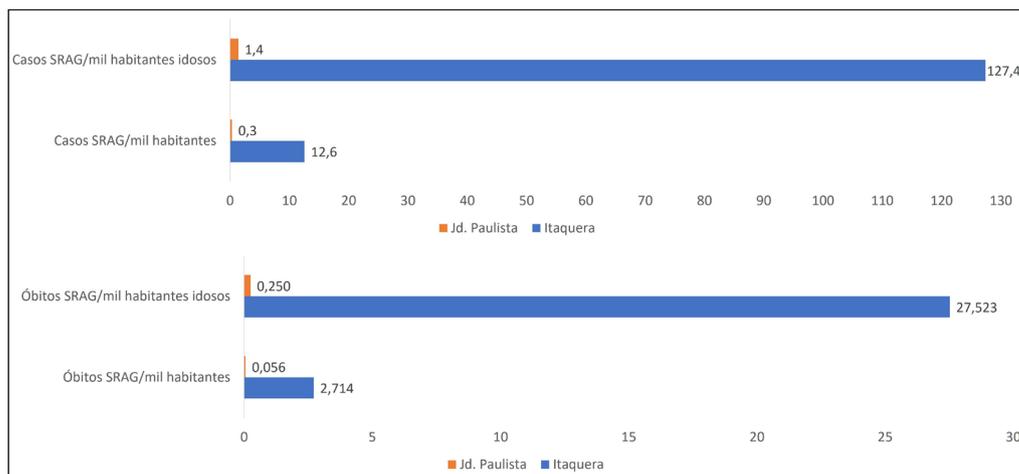
Gráfico 6: Óbitos acumulados nos dois distritos ao longo do tempo



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do Governo de SP

O Diagrama 4, que contém dois gráficos, ilustra a comparação entre Casos SRAG para cada mil habitantes, e para cada mil habitantes idosos; e Óbitos SRAG para cada mil habitantes e para cada mil habitantes idosos – para os dois distritos. Mais uma vez, a diferença é muito significativa.

Diagrama 4: Casos SRAG por mil habitantes e por mil habitantes idosos nos distritos

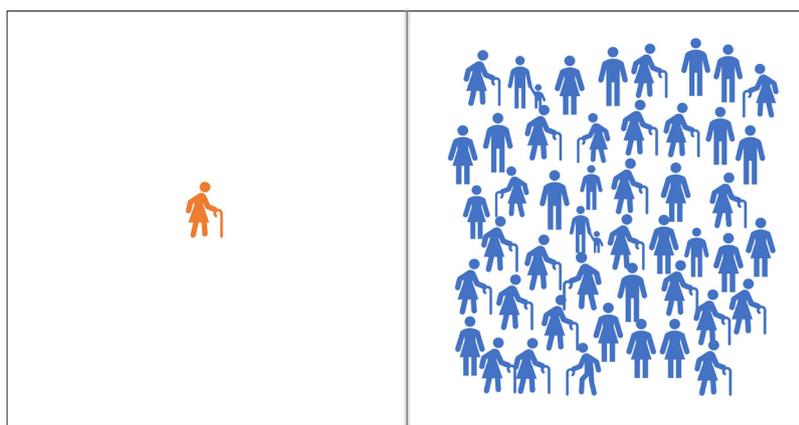


Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do Governo de SP

Os valores são de 2,714 óbitos por mil habitantes em Itaquera e 0,056 no Jardim Paulista. Quando a relação é para mil habitantes idosos, os índices são ainda mais chocantes: a cada 1000 idosos de Itaquera, mais de 27 perderam a vida, enquanto, no Jardim Paulista, esse valor é 0,25, ou seja, a cada 4000 idosos do distrito, 1 faleceu. A diferença é de mais de 100 vezes.

O Diagrama 5 a seguir, já levando em conta a proporção populacional (por mil habitantes), compara – de forma bastante visual – a discrepância entre os dois distritos. Para 1 óbito/(mil habitantes) no Jardim Paulista, houve quase 49 óbitos/(mil habitantes) em Itaquera.

Diagrama 5: Proporção entre os distritos para Óbitos SRAG/mil habitantes



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do Governo de SP

É necessário relembrar aqui que os dois distritos estão na mesma cidade, possuem densidades demográficas semelhantes, número absoluto de idosos muito parecido e distam 20 km entre si – distância que para uma cidade como São Paulo não é tão grande – ou pelo menos não tão grande quanto a diferença abissal entre seus índices que mensuram os diferentes impactos da pandemia.

O diagnóstico de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG), ao invés de diagnóstico exato de COVID-19, foi utilizado no intuito de amenizar o efeito das subnotificações. A complicação da COVID-19 é, na maioria das vezes, uma SRAG. A notificação

de uma SRAG depende somente de diagnóstico clínico, enquanto a notificação de COVID-19 depende de testes laboratoriais, que podem atrasar e possuem uma taxa de erro. Devido ao aumento espantoso dos índices de SRAG, em comparação a anos anteriores, muito provavelmente a maioria desses casos é de COVID-19. Há dentre os números, certamente, alguns que não o são (OBSERVATÓRIO COVID-19, 2020) mas, para efeitos deste trabalho, só reforça o argumento de que a pobreza mata no Brasil. Atualmente, mais do que nunca. E a dinâmica urbana, elitista e excludente, é instrumento claro de perpetuação destas desigualdades!

## 6. CONCLUSÕES

Uma vez expostos os resultados da pesquisa, ficam claras as diferenças de infraestrutura e de equipamentos urbanos, com enfoque nos equipamentos de saúde, entre os distritos. Devem ser reforçadas algumas questões. Comparando os dois distritos, chega-se a alguns fatos: Itaquera possui uma população com escolaridade menor, renda menor, há mais favelas, há mais domicílios sem ligação à rede de água e esgoto, os domicílios são muito mais povoados, não há tantos leitos e hospitais à disposição, e a idade média ao morrer é quase 15 anos menor.

Os IDH-M's das subprefeituras, onde estão os distritos ilustram: Pinheiros quase atinge o valor máximo (1,000), enquanto Itaquera tem um IDH-M de 0,758; que é considerado alto, mas muito diferente de Pinheiros, que está próximo, na mesma cidade. O número de leitos por mil habitantes é mais de 36 vezes maior no Jd. Paulista. Não curiosamente, as taxas referentes aos impactos da pandemia nas duas localidades são extremamente diferentes. Em números absolutos, há mais de 109 vezes o número de mortes em Itaquera, se comparado ao Jd. Paulista. Com relação aos casos, o valor é mais de 90 vezes maior.

Proporcionalmente à população, o número de casos é 40,3 vezes maior e o de óbitos mais de 48 vezes maior em Itaquera. Os valores mais impressionantes, porém, são em proporção ao número de idosos – ou seja, óbitos e casos para cada mil idosos nos distritos: em Itaquera, o número de óbitos por mil idosos é 110 vezes maior e o de casos por mil idosos é em torno de 91 vezes maior. Como dito, o número absoluto de

idosos (mais de 60 anos) nos locais é muito similar. Portanto, apesar de os idosos possuírem maiores riscos de desenvolver o quadro grave da COVID-19, fica demonstrado que essa variável não é a única que influi no poder destrutivo da doença. Não há como garantir que os parâmetros de infraestrutura dos distritos são de fato a causa de as taxas epidêmicas serem tão diferentes, mas não se pode ignorar que distritos tão desiguais, apesar de próximos, foram afetados de formas tão distintas. Há certa segurança em afirmar que a disponibilidade do sistema de saúde – tão desigual nas duas localidades – pode ser um fator determinante para a doença ser tão mais desoladora em Itaquera.

Outra questão que merece maior atenção é o impacto da doença no Campo. Não há muitos comunicados e manifestações, principalmente por parte dos gestores, que conversem diretamente com essa parcela tão grande da população brasileira.

A pandemia de COVID-19 traz a presença da morte diariamente. Nunca se falou neste tema tão rotineiramente. Entretanto, a presença do assunto não necessariamente faz com que todos sintam na pele as mesmas consequências. Há quem diga que o vírus não faz distinções de classe, gênero e cor, por ser uma estrutura proteica simples e que é capaz de infectar quaisquer seres humanos. Sua dispersão, porém, devido a uma série de fatores, é muito variável. Até agora, pode-se dizer que a periferia de São Paulo, que é mais carente, sente mais intensamente os impactos da doença, independentemente de suas densidades demográficas, tanto do ponto de vista do número de casos, como de óbitos. A pesquisa sugere

que a situação socioeconômica das comunidades é sim agravante para a doença. Para delinear exatamente até que ponto essa influência se dá, são necessários mais estudos.

Nesse sentido, é importante que os dados fornecidos pelas Secretarias de Saúde e outros órgãos relacionados sejam mais detalhados: trazendo, por exemplo, o CEP dos infectados e falecidos, para que seja possível realizar análises espaciais e regionalizadas com ainda mais qualidade (ROLNIK, 2020) – de modo a expor (e transformar), pouco a pouco, nossa configuração urbana – extremamente desigual. Como bem sintetizou Maricato (2015, p. 108, comentário meu):

*[...] há luta de classes na cidade. Ou se remunera os capitais [...] - ou se investe na reprodução do trabalhador: saúde, educação, transporte, moradia, saneamento... Nós temos epidemias de dengue [ou de COVID-19] nas cidades e, ao mesmo tempo investimos em túneis, estádios, pontes, viadutos para os carros. E já não há mais espaço para colocar esses carros (MARICATO, 2015. p. 108).*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Saúde. **Tem dúvidas sobre o Coronavírus?** O Ministério da Saúde te responde! Disponível em: <https://www.saude.gov.br/images/pdf/2020/April/07/Cartilha-Coronavirus-Informacoes-.pdf>. Acesso em: 08 set. 2020.

CHARLEAUX, J. P. Por que achatar a curva do vírus pode não ser suficiente. **NexoJornal**. Brasil, jun. 2020. Disponível em: [achatar-a-curva-do-v%C3%ADrus-pode-n%C3%A3o-ser-suficiente. Acesso em: 15 jul. 2020.](https://www.nexojornal.com.br/entrevista/2020/06/26/Por-que-</a></p></div><div data-bbox=)

CORONAVÍRUS: OMS declara pandemia. **BBC BRASIL**. 11 mar. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-51842518>. Acesso em: 15 maio 2020.

MARICATO, Ermínia. **Para Entender a Crise Urbana**. São Paulo: Editora Expressão Popular, 2015.

OBSERVATÓRIO COVID. **Informações Técnicas**. Brasil. Disponível em: <https://covid19br.github.io/informacoes.html>. Acesso em: 12 set. 2020.

OURWORLDINDATA. **Coronavirus Pandemic (COVID-19)**. Oxford. Disponível em: <https://ourworldindata.org/coronavirus>. Acesso em: 01 set. 2020.

PASTERNAK, S. Habitação e saúde. **Estudos Avançados**. 2016, v. 30, n. 86. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_pid=S0103-40142016000100051](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pid=S0103-40142016000100051). Acesso em: 20 ago. 2020.

REDE NOSSA SÃO PAULO. **Mapa da Desigualdade 2019**. São Paulo. Disponível em: [https://www.nossasaopaulo.org.br/wp-content/uploads/2019/11/Mapa\\_Desigualdade\\_2019\\_tabelas.pdf](https://www.nossasaopaulo.org.br/wp-content/uploads/2019/11/Mapa_Desigualdade_2019_tabelas.pdf). Acesso em: 21 ago. 2020.

ROLNIK, Raquel et al. Não se enfrenta a pandemia com leituras simplificadas do território... **UOL**. 04 jun. 2020. Disponível em: <https://raquelrolnik.blogosfera.uol.com.br/2020/06/04/nao-se-enfrenta-a-pandemia-com-leituras-simplificadas-do-territorio/>. Acesso em: 06 jun. 2020.

- SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993.
- SÃO PAULO. Companhia do Metropolitano de São Paulo – METRÔ. **Pesquisa Origem Destino 2017**. São Paulo, 2017. Disponível em: [http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/arquivos/Ebook%20Pesquisa%20OD%202017\\_final\\_240719\\_versao\\_4.pdf](http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/arquivos/Ebook%20Pesquisa%20OD%202017_final_240719_versao_4.pdf). Acesso em: 02 ago. 2020.
- SÃO PAULO. Governo do Estado. **Conheça o Plano SP**. São Paulo, 2020b. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/wp-content/uploads/2020/08/PlanoSP-apresentacao-v2.pdf>. Acesso em: 02 set. 2020.
- SÃO PAULO. Governo do Estado. **Pacientes internados por Síndrome Respiratória Aguda Grave**. São Paulo. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/planosp/simi/srag/> Acesso em: 09 set. 2020.
- SÃO PAULO. Prefeitura de São Paulo. **ObservaSampa**. São Paulo. Disponível em: <http://observasampa.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em: 04 set. 2020.
- SÃO PAULO. Prefeitura de São Paulo. **InfoCidade**. São Paulo. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/dados\\_estatisticos/info\\_cidade/index.php/](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/dados_estatisticos/info_cidade/index.php/). Acesso em: 05 set. 2020.
- SÃO PAULO. Secretaria da Saúde. **SP Contra o Coronavírus - Boletim Completo**. São Paulo, 2020a. Disponível em: <https://www.seade.gov.br/coronavirus/>. Acesso em: 10 set. 2020.

# Geotecnologias como subsídio na gestão pública da pandemia de COVID-19: o caso de Araraquara-SP

*Geotechnologies as a subsidy in the public management of the COVID-19 pandemic: the case of Araraquara-SP*

*Las geotecnologías como subvención en la gestión pública de la pandemia COVID-19: el caso de Araraquara-SP*

## **Tatiane Ferreira Olivatto**

Mestranda, UFSCar, Brasil  
tatianeolivatto@yahoo.com.br

## **João Mateus Marão Domingues**

Mestrando, UFSCar, Brasil  
jmmarao@gmail.com

## **Bruno Joaquim Lima**

Mestrando, UFSCar, Brasil  
bjoaquimlima@gmail.com

## **RESUMO**

Desde o surgimento do novo Coronavírus em dezembro de 2019, as geotecnologias vêm sendo incorporadas no monitoramento do avanço do vírus. Apesar de evidência do emprego das geotecnologias para fins epidemiológicos desde meados do século XIX, muitos municípios brasileiros ainda não possuem recursos para implementá-los. Neste contexto, este presente trabalho descreve o mapeamento interativo desenvolvido pelo Grupo de Inovação e Extensão em Engenharia Urbana (Urbie) como subsídio para a gestão pública transparente da pandemia de COVID-19 no município de Araraquara-SP. Como produtos cartográficos, foram elaboradas as séries temporais de mapas de número de casos confirmados de COVID-19 por bairro e concentração de casos (mapa de calor). Destacou-se o método proposto para a geocodificação dos bairros e tratamento dos dados brutos recebidos, bem como a inclusão dos municípios contíguos que se integram ao município em questão. Além disso, foram explorados o uso de recursos gratuitos da ferramenta online de mapas AcrGIS, como personalização de simbologia, ferramentas de interatividade e incorporação de pop-ups detalhando as informações no mapa. Os produtos resultantes possibilitaram o monitoramento contínuo da situação epidemiológica no município, viabilizando a gestão e planejamento direcionado das ações. O fato do mapeamento ficar acessível para a população e de estar integrado à universidade através de um projeto de extensão, enfatiza o potencial de fortalecimento da resiliência nas cidades a partir da integração entre a comunidade, meio acadêmico e gestão pública.

**PALAVRAS-CHAVE:** Novo Coronavírus, COVID-19, Mapeamento Interativo.

## **ABSTRACT**

Since the emergence of the new Coronavirus in December 2019, geotechnologies have been incorporated into the virus progress monitoring. Despite evidence of the use of geotechnologies for epidemiological purposes since the middle of the 19th century, many Brazilian municipalities do not have yet the resources to implement them. In this context, this paper describes the interactive mapping developed by the Urban Engineering Innovation and Extension Group (Urbie) as a subsidy for the transparent public management of the COVID-19 pandemic in the municipality of Araraquara-SP. As cartographic products, time series maps of number of confirmed COVID-19 cases by districts and cases concentration (heat map) were elaborated. The proposed method for districts geocoding and raw data processing, as well as the inclusion of the contiguous municipalities which are integrated with the municipality in question, were highlighted. In addition, the use of the free tools of the online map platform AcrGIS was explored, such as symbology customization, interactivity tools and incorporation of pop-ups detailing the information on the map. The resulting products made possible the continuous monitoring of the epidemiological situation in the municipality, enabling management and targeted action planning. The fact of the mapping to be accessible to the population and be linked to the university through an extension project emphasizes the potential for strengthening resilience in cities from community, academia and public management integration.

**PALAVRAS-CHAVE:** New Coronavirus, COVID-19, Interactive Mapping.

## **RESUMEN**

Desde la aparición del nuevo Coronavirus en diciembre de 2019, se han incorporado geotecnologías para monitorear el progreso del virus. A pesar de la evidencia del uso de geotecnologías con fines epidemiológicos desde mediados del siglo XIX, muchos municipios brasileños aún no

cuentan con los recursos para implementarlas. En este contexto, este trabajo describe el mapeo interactivo desarrollado por el Grupo de Extensión e Innovación en Ingeniería Urbana (Urbie) como un subsidio para la gestión pública transparente de la pandemia COVID-19 en el municipio de Araraquara-SP. Como productos cartográficos, se prepararon series temporales de mapas del número de casos confirmados de COVID-19 por vecindario y concentración de casos (mapa de calor). Se destacó el método propuesto para la geocodificación de los barrios y tratamiento de los datos brutos recibidos, así como la inclusión de los municipios contiguos que integran el municipio en cuestión. Además, se exploró el uso de recursos gratuitos de la herramienta de mapas online ArcGIS, como la personalización de simbología, herramientas de interactividad e incorporación de pop-ups detallando la información en el mapa. Los productos resultantes permitieron realizar un seguimiento continuo de la situación epidemiológica del municipio, posibilitando la gestión y planificación focalizada de acciones. El hecho de que el mapeo sea accesible a la población y que esté integrado a la universidad a través de un proyecto de extensión, enfatiza el potencial de fortalecimiento de la resiliencia en las ciudades a través de la integración entre la comunidad, la academia y la gestión pública.

**PALAVRAS-CLAVE:** Nuevo Coronavirus, COVID- 19, Mapeo Interactivo.

## 1. INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, o surgimento de um novo vírus, denominado SARS-CoV-2 (COVID-19 ou novo Coronavírus) reacendeu as discussões acerca do uso de geotecnologias para monitorar o avanço do vírus ao redor do mundo (KAMEL E GERAGHTY, 2020).

Num contexto epidemiológico, que trata de uma emergência em Saúde Pública (CARMO, 2008), é esperado que essas ferramentas de subsídio sejam bastante exploradas, principalmente na composição de uma gestão transparente, que integre todos os setores de um município ou região. Contudo, acompanhar a situação epidemiológica ainda representa um desafio para diversos municípios brasileiros, pois esta tarefa demanda disponibilidade de dados e recursos (humanos, financeiros, tecnológicos) (BEZERRA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2013).

O desenvolvimento de indicadores, índices e taxas a partir de dados estatísticos são tradicionalmente as principais ferramentas utilizadas para monitorar e avaliar a situação de saúde (MERCHÁN-HAMANN, 2000). Por outro lado, além de observar padrões estatísticos,

compreender a distribuição espacial dos fenômenos pode constituir outra importante ferramenta (DRUCK et al., 2004). Neste sentido, exemplos de aplicações de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) para investigar epidemiologias podem ser encontradas desde meados do século XIX, num dos estudos mais conhecidos neste campo de conhecimento, no qual o mapeamento de casos de cólera e de pontos de coleta de água possibilitou correlacionar a contaminação de água na ocorrência da doença (CARVALHO E NOBRE, 2001).

Partindo deste princípio de compreensão da distribuição espacial dos fenômenos, as ferramentas de subsídio à gestão de saúde pública passaram então a utilizar as geotecnologias, incorporando aspectos de coleta, geoprocessamento, análise e compartilhamento de informação com referência geográfica (ROSA, 2011). Um exemplo é o modelo desenvolvido por Buczak et al. (2014), capaz de prever a ocorrência de novos casos de dengue nas Filipinas com base no histórico de dados socioeconômicos, ambientais, climáticos e epidemiológicos.

Outro exemplo foi o trabalho

desenvolvido pela Fundação Bill e Melinda Gates, que identificaram que a erradicação da poliomielite em alguns locais estava sendo inviabilizada devido ao fato do não mapeamento de todas as vilas existentes e, conseqüentemente, falta de planejamento quanto aos locais em que as crianças ainda não haviam sido vacinadas. Esta mesma base de dados de mapeamento foi utilizada na gestão epidemiológica do Ebola, em 2018 (WHO, 2019).

No caso específico da COVID-19, a Organização Mundial da Saúde mantém uma plataforma de mapeamento interativo global dos casos e óbitos de coronavírus, o mesmo acontece com diversos governos ao redor do mundo (WHO, 2020). No Brasil, a referência oficial é o "Painel Coronavírus", o qual contém dados, estatísticas e mapeamentos. Estes mapeamentos vão além do número de casos e óbitos, abrangendo mapas de coeficiente de incidência e de mortalidade. No âmbito nacional é possível mencionar outras iniciativas de mapeamento como o "Painel Brasil", "Painel Conass" e o "SanarMed" e no âmbito estadual o Governo do Estado de São Paulo e do Rio de Janeiro (CEBES, 2020). Estes exemplos reforçam outro aspecto relacionado à facilitação da divulgação de dados e informações de utilidade pública através destas plataformas (SANTOS E MOTA, 2020).

Tratando-se de propagação de epidemias e transmissão de doenças, Carvalho e Souza-Santos (2005) destacam a importância de uma abordagem que considere espaço e tempo. Logo, mapeamentos que contemplem séries temporais de dados mostram-se promissores nesta tarefa e, de acordo com os

mesmos autores, subsidiam métodos de análise espacial na saúde coletiva, monitoramento ambiental e planejamento de serviços de saúde. Este monitoramento temporal se torna ainda mais importante em casos como o novo Coronavírus, em que ainda não há vacina ou medicamento específico para tratamento da doença, exigindo monitoramento contínuo.

Rizzatti et al. (2020) atentam ainda para a importância do mapeamento intraurbano para a compreensão da espacialização dos casos confirmados de COVID-19 numa escala local. Este tipo de mapeamento possibilita a identificação de áreas de maior ocorrência de casos e, no caso de séries temporais, áreas de maior crescimento de casos, fornecendo subsídios para a identificação de contextos vulneráveis. Boulos e Geraghty (2020) reforçam ainda que este tipo de mapeamento pode direcionar medidas de isolamento ou flexibilização e atual na conscientização quando publicados em forma de mapas interativos.

O objetivo deste estudo foi apresentar uma iniciativa de subsídio à gestão transparente da pandemia por meio do uso de geotecnologias, especificamente o mapeamento interativo, realizada pelo Urbie (Grupo de Inovação e Extensão em Engenharia Urbana) através do projeto Urbie Maps, no município de Araraquara-SP, Brasil.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O mapeamento interativo proposto foi desenvolvido pelo Urbie<sup>1</sup>, grupo de extensão vinculado à Universidade Federal de São Carlos, o qual busca a aproximação junto à comunidade externa à universidade através de

1 Inscrito no Edital ProEx Atividades com no 23112.108357/2019-91.

ações de intervenção pautadas nas pesquisas desenvolvidas no PPGEU (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana). Uma destas ações resultou no projeto denominado Urbie Maps<sup>2</sup>, visando oferecer estatísticas e mapeamentos para subsidiar a elaboração e planejamento de políticas públicas na área da Engenharia Urbana.

O trabalho aqui descrito refere-se à parceria específica para mapeamento de casos de coronavírus firmada junto à ao município de Araraquara, localizado na região central do Estado de São Paulo, Brasil, estando à aproximadamente 273 km da capital São Paulo. A população estimada é de 238.339 habitantes, com uma densidade demográfica de 237.62 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2020).

Visando garantir uma maior efetividade no monitoramento, foram incluídos no mapeamento os casos registrados de moradores que residem em municípios contíguos e que, de alguma forma, mantém um relacionamento de integração

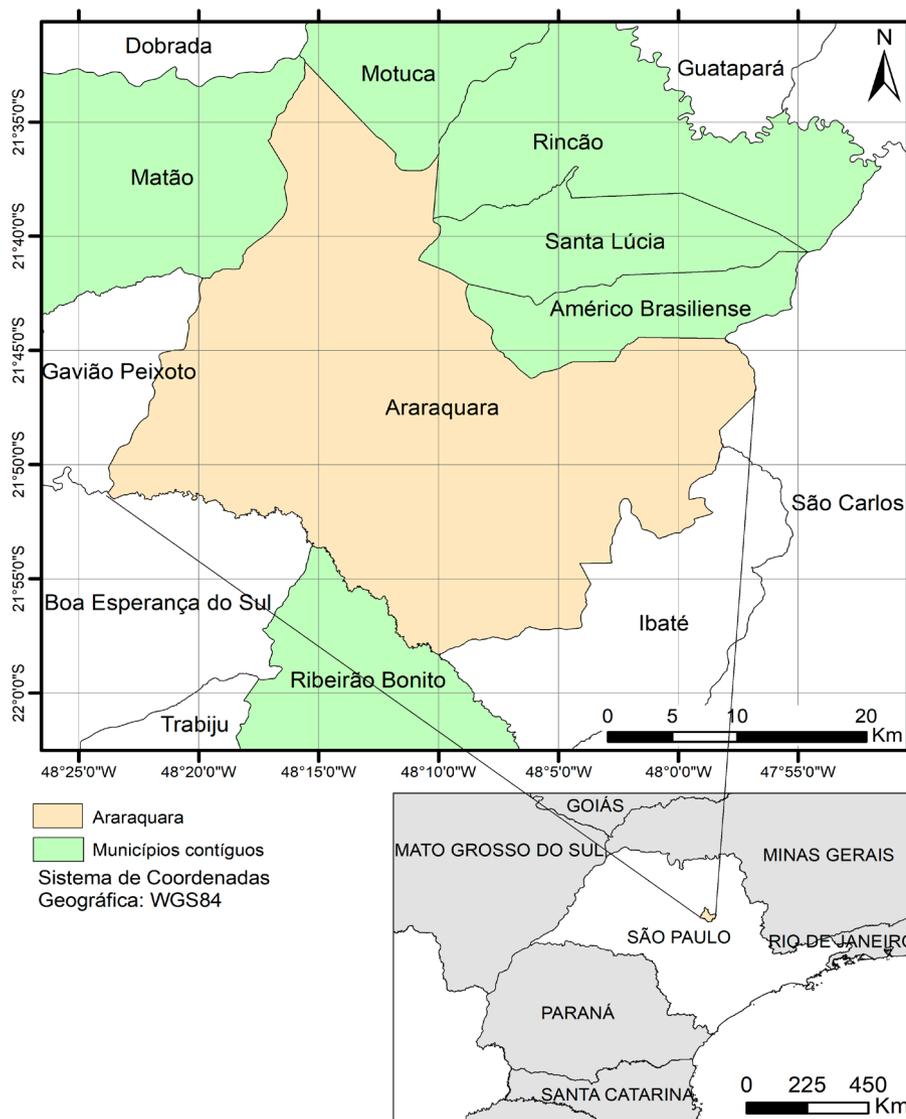
frequente com Araraquara (por exemplo, trabalham ou estudam em Araraquara). A Figura 1 apresenta a localização do município de Araraquara, bem como dos outros municípios incorporados ao mapeamento.

Os dados para mapeamento são enviados semanalmente pela Vigilância Epidemiológica do Município de Araraquara, contendo as seguintes informações:

- Nomenclatura do bairro;
- Número de casos por bairro.

Uma vez recebidos pelo Urbie, os dados passam pela etapa de tratamento de dados, viabilizando assim a elaboração do banco de dados geográfico que, após processado, resultará nos produtos para subsidiar a gestão da pandemia de COVID-19 no município em questão. O fluxograma da Figura 2 resume as etapas desenvolvidas desde o recebimento até a disponibilização final dos mapas.

Figura 1: Identificação da área de abrangência do mapeamento



Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES, 2020

Figura 2: Fluxograma das etapas do método adotado



Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES, 2020.

## 2.1. TRATAMENTO DOS DADOS

Esta etapa se justifica pela necessidade de padronização da nomenclatura dos bairros contida nos dados recebidos, os quais nem sempre se apresentam de forma regular. Foram identificadas alternâncias de

termos e abreviaturas, além de erros de digitação e variações com e sem acentuação. Visando automatizar esta etapa, foi elaborada uma Planilha Macro (do Microsoft Visual Basic), conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Layout da Planilha Macro de Padronização dos Bairros



Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES, 2020.

## 2.2. ELABORAÇÃO DO BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO

Um dos procedimentos necessários para se determinar os bairros de ocorrência de COVID-19 é o georreferenciamento das ocorrências, para tal é necessária uma base de dados que contenha os dados georreferenciados do município. Considerando que não foi fornecido nenhum mapa base contendo os bairros do município de Araraquara e que não foi possível encontrar esta informação concentrada em nenhum banco de dados geográfico específico, optou-se pela elaboração do mesmo.

De forma bem simplificada, georreferenciar é o ato de associar as coordenadas geográficas de um evento (RIZZATTI et al., 2020). Para o georreferenciamento dos bairros, optou-se pela feição vetorial do

tipo pontual, sendo que foi alocado um ponto na região central de cada bairro, com base em informações coletadas em diversas fontes de dados, dentre as quais destacam-se:

- Google Maps;
- OpenStreetMap;
- WikiMapia;
- Outros (como sites de imobiliárias, estabelecimentos comerciais e CEP Correios).

A edição da camada vetorial de pontos foi realizada no software QGIS<sup>3</sup>, utilizando o sistema de coordenadas geográficas WGS84, uma vez que este é compatível com as fontes de informações descritas acima, bem como com a ferramenta que será utilizada para exibição final dos mapas. Por se tratar de uma camada de pontos com referência em coordenadas geográficas, cada

3 QGIS é um Sistema de Informação Geográfica livre e aberto, disponível para download em <<https://qgis.org/en/site/forusers/download.html>>.

ponto é identificado pelo respectivo nome do bairro e relacionado à uma latitude e uma longitude.

Semanalmente, os dados resultantes da etapa de tratamento de dados - contendo o número de casos por bairro - são então associados aos dados que contém a localização geográfica dos bairros, resultando no produto final da etapa de elaboração do banco de dados georreferenciado: um arquivo de dados contendo "nome do bairro", "latitude", "longitude" e "número de casos".

### **2.3. PROCESSAMENTO E DISPONIBILIZAÇÃO DOS MAPAS**

A plataforma escolhida para disponibilização dos mapas foi o ArcGIS Online. Esta plataforma permite a criação de mapas interativos a partir da importação de planilhas e dados vetoriais num ambiente preparado com mapas base pré-definidos, ferramentas de processamento para tornar os dados interessantes visualmente, incluindo desde configuração da simbologia à personalização de pop-ups (Imagem, 2020). Foram utilizadas duas ferramentas que compõem a opção gratuita da plataforma, denominadas:

- Web Map (para elaboração dos mapas);
- StoryMap (para a exibição e compartilhamento com o público).

Semanalmente foram elaborados dois produtos: Mapa de Concentração de Casos e Mapa de Número de Casos por Bairro. No Mapa de Concentração de Casos foi desenvolvido um mapa de calor, visando facilitar a visualização dos locais com maior ou menor concentração de casos confirmados de COVID-19 (maior ou

menor densidade de casos).

No Mapa de Número de Casos por Bairro a simbologia adotada foi a classificação dos dados em intervalos os quais foram representados por círculos com diâmetros variados, sendo que os menores se referem aos bairros com menos casos e os maiores aos bairros com mais casos. Para facilitar a diferenciação entre os intervalos, foram utilizados círculos de cores diferentes. Neste mapa também foi habilitada a exibição de pop-ups, exibindo os atributos "Número de Casos" e "Bairro" para determinado círculo quando o mesmo é selecionado.

Uma vez que as simbologias e legendas foram configuradas no Web Map, os mapas foram organizados no StoryMap de forma a manter a série histórica dos dois produtos propostos. Em outras palavras, um mapa novo é adicionado semanalmente, contudo, todos os outros mapas das semanas epidemiológicas anteriores ficam disponíveis para consulta na plataforma.

### **3. RESULTADOS**

A primeira etapa do método proposto, tratamento de dados, se mostrou essencial para viabilizar a elaboração do banco de dados do projeto, evitando, principalmente, a duplicidade de dados. A ocorrência de termos como "Jardim", "Jd.", "Parque", "Pq.", "Vila", "Condomínio" e "Residencial", que frequentemente se alternavam entre os dados recebidos a cada semana, acarretava o registro segregado de casos que se referiam a um mesmo bairro. Caso a etapa de tratamento de dados não fosse executada, estes dados seriam representados separadamente, impactando o resultado final do

mapeamento. Além disso, esta etapa evita inconsistência na série temporal dos dados, como por exemplo, bairros que apresentavam casos em uma determinada semana e, na semana seguinte, não apareciam na lista com casos confirmados, ou então apresentavam um número menor de casos.

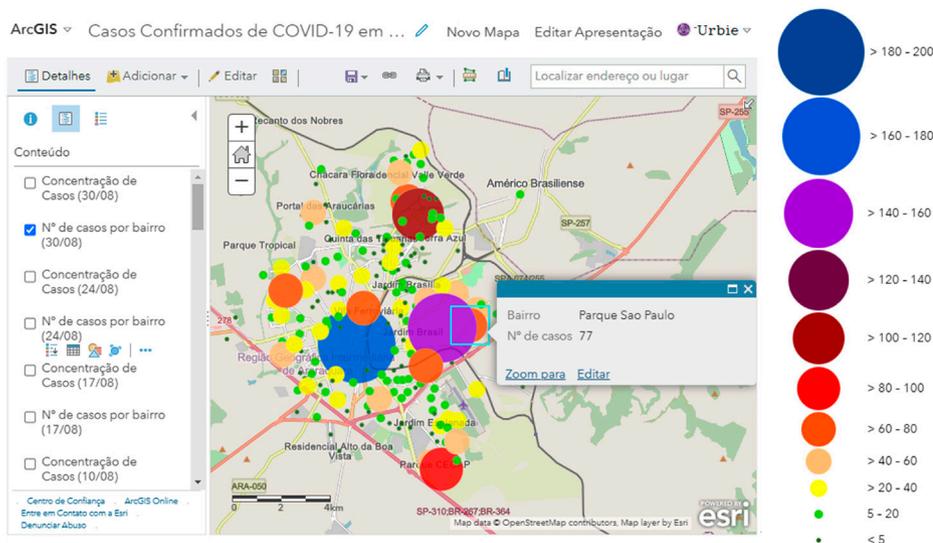
Na etapa de elaboração do banco de dados geográfico, uma das primeiras limitações enfrentadas foi a escassez de informações quanto ao limite de cada bairro, dificuldade esta superada ao escolher o uso de pontos no lugar de polígonos para representação dos mesmos. Quanto ao procedimento de localização do bairro, no início no desenvolvimento do projeto, não se tinha conhecimento de todos os bairros existentes no município, bem como o tempo necessário para levantar esta informação poderia atrasar a disponibilização dos primeiros resultados. Logo, tratando-se da natureza emergencial do mapeamento de casos de COVID-19, optou-se pela localização dos bairros de acordo com a demanda semanal

de novos bairros, o que exige atualização contínua por conta da equipe de trabalho. Por outro lado, esta decisão antecipou a divulgação dos primeiros resultados.

A Figura 3 apresenta o mapa de Número de Casos por Bairro em fase de desenvolvimento no Web Map. À esquerda, pode-se verificar a lista de mapas adicionados à plataforma ao longo das semanas. À direita consta a simbologia escolhida para representação dos dados, com círculos de tamanhos e cores diferentes de acordo com a faixa de número de casos. No centro da Figura 4, os dados são exibidos conforme o usuário final terá acesso.

Devido ao rápido crescimento do número de casos ao longo das semanas epidemiológicas, é necessário alterar periodicamente os intervalos de representação do número de casos da simbologia adotada, visto que plataforma Web Map permite o número máximo de 11 intervalos por camada de dados adicionada.

Figura 4: Layout de edição do Mapa de Número de Casos por Bairro no Web Map



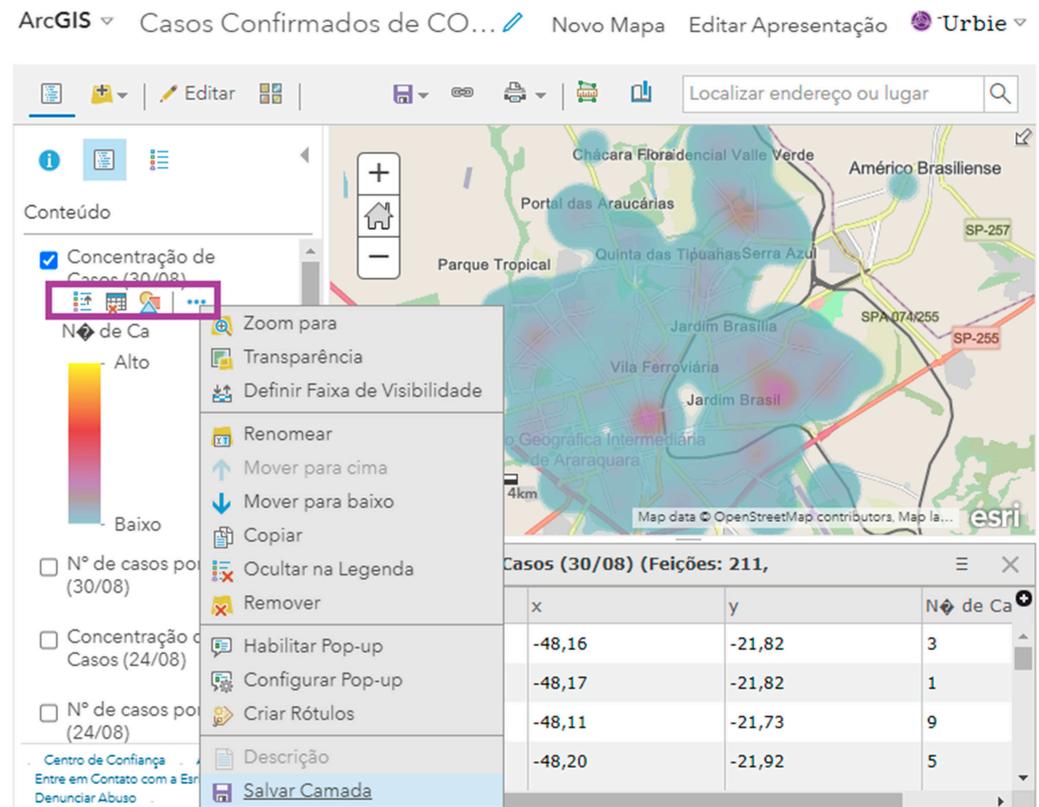
Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES, 2020.

A Figura 5 apresenta o mapa de Concentração de Casos em fase de desenvolvimento no Web Map. À esquerda, pode-se verificar a lista de mapas adicionados à plataforma ao longo das semanas, bem como a simbologia escolhida para representação dos dados, com variação de cores de acordo com a concentração de número de casos (mapa de calor). Na parte inferior da figura é exibida a tabela de atributos dos dados. Na barra em destaque, ficam alocadas as principais

ferramentas de manipulação dos dados, inclusive, conforme exibida na janela ilustrada na figura, ferramentas de configuração de pop-up, transparência e simbologia.

O acesso aos mapas resultantes é livre aos gestores públicos e à população através do endereço eletrônico <<https://arcg.is/neO5H>>. A Figura 6 apresenta o layout inicial da página.

Figura 5: Layout de edição do Mapa de Concentração de Casos no Web Map



Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES, 2020.

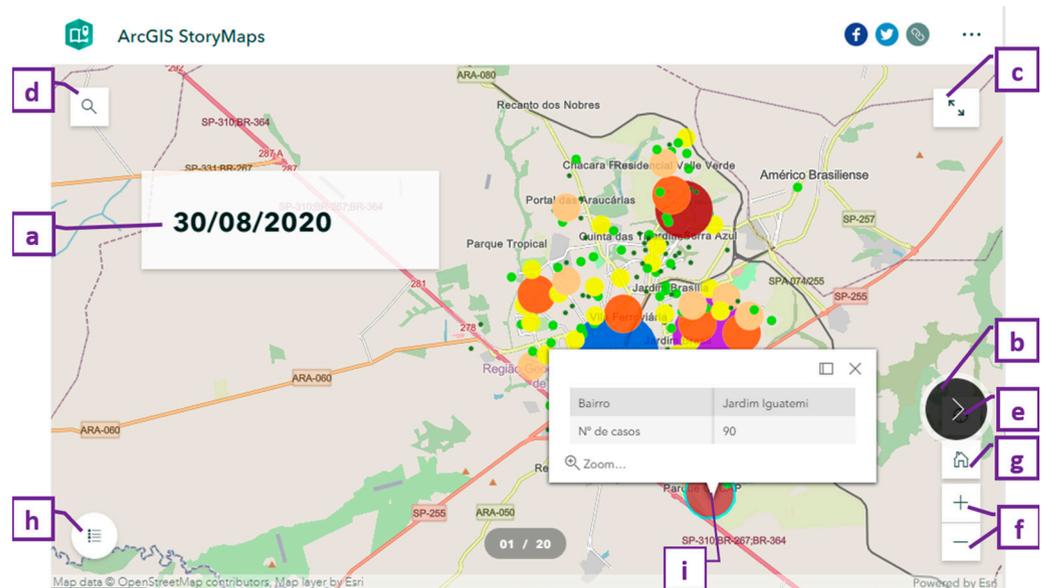
Figura 6: Layout básico de acesso público ao mapeamento



Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES, 2020.

A página disponibiliza estatísticas de Casos por Bairro e Concentração de Casos. Ambos os mapas são contemplados com ferramentas de interatividade (vide Figura 7).

Figura 7: Ferramentas de interatividade utilizadas



Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES, 2020

Na Figura 7, em "a", destaca-se a data a que o mapeamento se refere, sendo que o botão "b" possibilita a navegação através da série histórica, recuando para datas das semanas anteriores. Em "c" o usuário consegue visualizar os dados em tela cheia, em "d" é possível fazer uma busca por um endereço ou nome de bairro e em "e" pode-se utilizar a função de localização do dispositivo de acesso para encontrar o local que o mesmo se encontra. Os botões em "f" viabilizam a navegação através do mapa pela aproximação (zoom in) e afastamento (zoom out), bem como em "g" retorna-se à visualização inicial. Em "h" é exibida a legenda

referente aos dados exibidos na tela.

Nesta mesma figura, é exemplificada a ferramenta de pop-up, através da qual tem-se acesso às informações detalhadas de um bairro específico, a partir do clique em tela. No caso no mapa de Número de Casos por Bairro, ao clicar num círculo na tela (Figura 7, "i"), surge uma janela exibindo o nome do bairro e o número de casos referente àquele bairro. Nesta janela de pop-up o botão "zoom" aproxima para o local de ocorrência dos casos.

#### **4. CONCLUSÃO**

De forma geral, o mapeamento da situação epidemiológica, como no caso do mapa de número de casos por bairro e mapa de concentração de casos, podem ser importantes ferramentas para subsidiar a gestão da saúde pública no município. Cabe ressaltar que o acompanhamento semanal da localização da ocorrência dos casos confirmados permite identificar regiões críticas de aumento nos casos, possibilitando o planejamento direcionado de ações específicas de conscientização, testagem, fiscalização e/ou reforço das unidades de pronto atendimento locais.

A série temporal de mapas também tem função relevante no acompanhamento da evolução epidemiológica no município, podendo indicar regiões em que as ações de gestão de saúde pública não têm alcance ou não estão produzindo os efeitos esperados. Outro aspecto interessante é o monitoramento dos casos de trânsito com municípios contíguos que, eventualmente, buscam atendimento nas unidades de saúde de Araraquara.

O fato do mapeamento ficar acessível

para a população compactua com o processo de gestão transparente e, adicionalmente, o fato do projeto estar integrado à universidade através de um projeto de extensão, agrega credibilidade à informação que está sendo transmitida e compõe, portanto, uma interessante ferramenta de conscientização. Neste contexto, os mapas interativos têm papel fundamental, pois permitem ao usuário interagir com a informação de forma a compreendê-la mais facilmente.

Considerando que o projeto foi desenvolvido por um grupo de extensão vinculado a uma universidade federal, observa-se também a supressão da demanda emergencial por recursos humanos especializados, os quais não exigiram recursos financeiros adicionais, uma vez que a iniciativa do projeto é voluntária e utiliza recursos gratuitos de uma ferramenta online. Esta característica fortalece a importância da interação entre instituições de ensino e pesquisa e gestores e formuladores de políticas públicas, contribuindo para a efetiva aplicação do conhecimento nas ações visando cidades mais resilientes.

As próximas etapas do projeto envolvem análises espaciais visando compreender a correlação entre a ocorrência e localidade de casos de COVID-19 e outras características socioeconômicas e de infraestrutura urbana.

#### **AGRADECIMENTO**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e com o apoio do Conselho Nacional

de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZERRA, Luciana Caroline Albuquerque et al. A gestão do conhecimento no contexto de uma emergência em Saúde Pública: O caso da síndrome congênita do Zika vírus, em Pernambuco, Brasil. In: **Anais** do Instituto de Higiene e Medicina Tropical, 2018, v.16, p.47-56.

BOULOS, Maged N. Kamel. Descriptive review of geographic mapping of severe acute respiratory syndrome (SARS) on the Internet. **International journal of health geographics**, v.3, n.1, 2004.

BOULOS, Maged N. Kamel; GERAGHTY, Estella M. Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: how 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics. **International Journal of Health Geographics** , v.19, n.8, 2020.

BUCZAK, et al. Prediction of high incidence of dengue in the Philippines. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 8, n. 4, p. e2771, 2014.

CARMO, Eduardo Hage et al. Emergências de saúde pública: conceito, caracterização, preparação e resposta. **Estudos Avançados**, vol.22, n.64, p.19-32, 2008.

CARVALHO, Marília Sá; NOBRE, Flavio Fonseca. Editorial. **Cadernos de Saúde Pública**, v.17, n.7, 2001.

CARVALHO, Marília Sá; SOUZA-SANTOS, Reinaldo. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. **Cadernos de Saúde Pública**, v.21, n.2, p.361-378, 2005.

CEBES. 2020. **Dados e sites de referência sobre o Covid-19**. Centro Brasileiro de Estudos de Saúde. Disponível em: <<http://cebes.org.br/2020/04/dados-e-sites-de-referencia-sobre-o-covid-19/>>. Acesso em: 10 set. 2020.

DRUCK, Suzana et al. **Análise espacial de dados geográficos** (eds.), Brasília: Embrapa, 2004. ISBN: 85-7383-260-6.

IBGE. **Cidades e Estados: Araraquara**. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/araraquara.html>>. Acesso em: 24 out. 2019.

Imagem. **ArcGIS Online - Mapeamento e análise: inteligência de localização para todos**. 2020. Disponível em: <<https://www.img.com.br/pt-br/arcgis/produtos/arcgis-online/visao-geral>>. Acesso em: 01 set. 2020.

MERCHÁN-HAMANN, Edgar et al. Terminologia das medidas e indicadores em epidemiologia: subsídios para uma possível padronização da nomenclatura. **Informe Epidemiológico do SUS**, v. 9, n. 4, p.276-284, 2000.

OLIVEIRA, Juliana Silva et al. Os instrumentos de gestão e a epidemiologia: ferramentas do controle social. **Revista de Enfermagem UFPE**, v. 7, n. 1, p.192-198, 2013.

RIZZATTI, Maurício et al. Metodologia

de geolocalização para mapeamento intraurbano de COVID-19 em Santa Maria, RS. **Metodologias e Aprendizado**, v. 3, p. 8-13, 2020.

ROSA, Roberto. Geotecnologias na Geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 81-90, 2011.

SANTOS, Jaedson Gomes dos; MOTA, Flávio Perazzo Barbosa. A Transparência Governamental em Tempos de Covid-19: Reflexões do Quadro Brasileiro". **Gestão e Sociedade**, v.14, n.39, p.3716-3724, 2020.

WHO. **As Cinco Principais Soluções de Índole Tecnológica que Ajudaram a Erradicar o Poliovírus na Região Africana**. Polio Global Eradication Initiative. 2019. Disponível em: <<https://pt.africakicksoutwildpolio.com/as-cinco-principais-solucoes-de-indole-tecnologica-que-ajudaram-a-erradicar-o-poliovirus-selvagem-na-regiao-africana/>>. Acesso em: 10 set. 2020.

WHO. **Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard**. 2020. Disponível em: <<https://covid19.who.int/>>. Acesso em: 10 set. 2020.

# Sistemas de medição hídrica com eliminação dos efeitos de submedição de vazão para uso em edificações e dessedentação animal

*Water measurement systems with elimination of the effects of flow sub-measurement for use in buildings and livestock watering*

*Sistemas de medición de agua con eliminación de los efectos de la submedición del flujo para uso en edificios y agua de animales*

## **Bene Eloi M. Camargo**

Bacharel em Gestão e Análise Ambiental, UFSCar, Brasil  
bn.camargo@gmail.com

## **Daniel Jadyr L. Costa**

Professor do Departamento de Engenharia Civil e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU, UFSCar, Brasil  
danielcosta.geo@gmail.com

## **Julio Cesar Pascale Palhares**

Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, Brasil  
julio.palhares@embrapa.br

## **Jorge Akutsu**

Professor do Departamento de Engenharia Civil, UFSCar  
akutsu@ufscar.br

## **RESUMO**

A medição individualizada em instalações hidráulicas prediais se caracteriza com um dos principais instrumentos de controle e uso racional da água. Medidores inadequadamente dimensionados podem resultar na submedição do consumo, o que ocorre quando as vazões no ramal de alimentação são inferiores à vazão mínima dos hidrômetros e, portanto, não detectadas. Alguns autores apontam a existência de submedição nos valores de consumo de água de mais de 60%, a depender da faixa de consumo, do tipo de hidrômetro empregado e da idade da instalação. É neste contexto em que estão apresentados neste trabalho os resultados encontrados sobre o desenvolvimento de dois sistemas de medição hídrica, denominados de protótipos, como alternativas ao sistema de medição convencional utilizados em reservatórios de abastecimento de água. A principal motivação para o desenvolvimento dos protótipos foi a busca por um sistema de medição hídrica com eliminação dos efeitos de submedição de vazões. De acordo com os resultados obtidos, e em conjunto com as verificações de erros admissíveis considerados na legislação metrológica, foi possível atingir os objetivos propostos, e desenvolver dois sistemas de medição hídrica com possibilidade de aplicação em edificações, dessedentação animal e áreas correlatas.

**PALAVRAS-CHAVE:** submedição de vazão; micromedição hídrica; tecnologias de medição do consumo hídrico.

## **ABSTRACT**

The individualized measurement in building hydraulic installations is characterized by one of the main instruments of control and rational use of water. Inadequately dimensioned water meters can result in undermeasuring consumption, which occurs when flow rates in the supply branch are lower than the minimum flow of hydrometers and, therefore, not detected. Some authors point to the existence of under-measured in the water consumption values of more than 60%, depending on the consumption range of the type of hydrometer and the age of the installation. It is in this context that the results found on the development of two water measurement systems, called prototypes, are present in this work as alternatives to the conventional measurement system used in water supply reservoirs. The main motivation for the development of the prototypes is the search for a water measurement system with the elimination of the effects of flow undermeasurement. According to the results obtained, and in conjunction with the verification of admissible errors in metrological legislation, it was possible to achieve the proposed objectives, and to develop two water measurement systems with the possibility of application in buildings, watering livestock and related areas.

**KEYWORDS:** flow undermeasuring; water micromasuring; technologies for measuring water consumption.

## **RESUMEN**

La medición individualizada en instalaciones hidráulicas de edificios se caracteriza por ser uno de los principales instrumentos de control y uso racional del agua. Los medidores de dimensiones inadecuadas pueden dar lugar a una submedición del consumo, que se produce cuando el flujo en el ramal de suministro son inferiores al flujo mínimo de los hidrómetros y, por tanto, no se detectan. Algunos autores apuntan a la existencia de submediciones en los valores de consumo de agua superiores al 60%, dependiente del rango de consumo del tipo de hidrómetro y de la antigüedad de la instalación. Es en este contexto que los resultados encontrados en el desarrollo de dos sistemas de abastecimiento de agua, denominados prototipos, están presentes en este

trabajo como alternativas al sistema de medición convencional utilizado en los reservorios de abastecimiento de agua. La principal motivación para el desarrollo de los prototipos fue la búsqueda de un sistema de medición de agua con la eliminación de los efectos de la medición de subflujo. De acuerdo con los resultados obtenidos, y en conjunto con la verificación de errores admisibles en la legislación metrológica, se logró alcanzar los objetivos propuestos, y desarrollar dos sistemas de medición de agua con posibilidad de aplicación en edificios, agua de animales y áreas afines.

**PALABRAS CLAVE:** submedición del flujo; micromedición de agua; tecnologías de medición del consumo de agua.

## 1 INTRODUÇÃO

A medição individualizada em instalações hidráulicas prediais se caracteriza como um dos principais instrumentos de controle e uso racional da água. A micromedição hídrica é um instrumento que existe na Europa desde o século passado, tendo surgido na década de 1950 na Alemanha, com a preocupação em se controlar o consumo de água. No Brasil, a preocupação com o uso racional da água, por meio da utilização de sistemas de medição individualizada, iniciou-se na década de 1970 (VÉROL et al 2019).

A medição individualizada, ou micromedição, está sendo gradativamente implementada nos sistemas de abastecimento prediais, e constitui sinônimo de economia de água e justiça social. Dentre outras vantagens, há a redução do consumo de energia elétrica em decorrência da redução do volume bombeado no sistema como um todo e a identificação de vazamentos anteriormente imperceptíveis (CARVALHO JÚNIOR, 2018).

Desde a década de 1970 até os dias atuais, houveram muitas ações em termos de programas e eventos de conscientização para o uso racional, através do incentivo à prática da medição individualizada (VÉROL et al 2019), mas somente com a aprovação da Lei Federal 13.312/2016 (BRASIL, 2016) é que tornou-se obrigatória a medição individualizada do consumo

hídrico nas novas edificações condominiais. Essa obrigatoriedade, a qual foi incluída na Lei Federal 14.026/2020 (BRASIL, 2020), passará a ter validade no âmbito nacional, por meio da primeira legislação mencionada, a partir de 12 de julho de 2021.

O dimensionamento de hidrômetros tem sido tarefa das concessionárias de água no Brasil. Disso decorre, em geral, um desconhecimento dos projetistas de sistemas hidráulicos prediais sobre os diferentes aspectos envolvidos nessa tarefa. Medidores inadequadamente dimensionados podem resultar na submedição do consumo, o que ocorre quando as vazões no ramal de alimentação são, em sua maioria, inferiores à vazão mínima dos hidrômetros e, portanto, não detectadas (PEREIRA, 2007).

Além disso, essa situação é bastante frequente em sistemas indiretos<sup>1</sup> de abastecimento de edificações, em que o controle do abastecimento de água para o reservatório é efetuado por uma torneira de boia. As vazões ocorridas com o deslocamento do flutuador da torneira de boia são, em alguns momentos, extremamente baixas, e não detectadas pelos medidores empregados (ILHA, et al 2010). Devido a isso, verifica-se que a não-medição ou submedição de toda água potável consumida pela população brasileira pode chegar até 23% do valor total (PEREIRA & ILHA, 2008; SILVA, 2008; SOUZA, 2015).

1 O sistema de abastecimento indireto ocorre quando é utilizado um reservatório de água no local do abastecimento ou consumo. O sistema de abastecimento direto ocorre quando não há um reservatório no local do abastecimento, e a distribuição de água é feita diretamente pela pressão da rede de abastecimento (CARVALHO JÚNIOR, 2018). Os protótipos desenvolvidos nesse trabalho reproduzem as condições hidráulicas dos sistemas de abastecimento indireto.

No mais, sob o ponto de vista de desempenho metrológico, tomando-se como referência os critérios de erros máximos admissíveis em verificações periódicas da Portaria nº 246/2000 do INMETRO (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL) (INMETRO, 2000), alguns autores apontam a existência de submedição nos valores de consumo de água de mais de 60%, a depender da faixa de consumo, do tipo de hidrômetro empregado e da idade da instalação (SCALIZE et al 2014).

Além da ocorrência da submedição em sistemas de abastecimento prediais, o mesmo efeito tem sido observado em sistemas de abastecimento hídrico para a produção animal, que utilizam o sistema de abastecimento indireto, por intermédio de um reservatório. No caso da produção animal de bovinos, são dispostos reservatórios de água no campo para os animais realizarem a dessedentação, os quais são conhecidos como bebedouros.

O conhecimento do consumo hídrico na produção animal oferece inúmeras vantagens ao produtor como a melhoria no desempenho produtivo animal, melhorias ambientais sobre o manejo hídrico da propriedade e da atividade, além de subsidiar o cumprimento de medidas legais devido ao levantamento de dados essenciais para o dimensionamento do porte da atividade (PALHARES 2013 e 2019).

Na falta de condições de monitoramento do consumo hídrico através da micromedição é possível recorrer a medidas indiretas para estimar esses valores. Órgãos outorgantes como a ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE

ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO), disponibilizam dados de demanda de água para a dessedentação animal, por meio de tabelas de consumo hídrico por grupo ou tipo de animal, como proposto em ANA (2013), porém são valores genéricos e, por isso, muito imprecisos (PALHARES 2019).

O monitoramento do consumo hídrico para dessedentação animal através da instalação de hidrômetros nos bebedouros consiste na forma mais precisa para obtenção desses valores. No entanto, tem-se que o comportamento hidráulico do bebedouro aplicado na bovinocultura é semelhante ao comportamento dos reservatórios de abastecimento predial, onde o controle do abastecimento de água para o reservatório é efetuado através de uma torneira de boia.

Há ainda um agravante no caso dos bebedouros animais: a vazão de saída de água do reservatório para o ato da dessedentação é muito baixa, pois considerando as proporções de armazenamento líquido dos reservatórios (em torno de 400 litros), a taxa de ingestão líquida por animal durante um evento de dessedentação é insuficiente para movimentar de maneira significativa a torneira boia, e conseqüentemente, durante o consumo animal ela se mantém na condição de quase obstrução total de entrada de água no bebedouro, ocasionando vazões na tubulação de entrada abaixo dos valores mínimos de medição dos hidrômetros convencionais. A consequência desse conjunto de eventos será a não medição de vazão, pois a velocidade do escoamento da água na tubulação é muito baixa e a mesma, geralmente, não tem força suficiente para girar a turbina

velocimétrica que compõe o interior do hidrômetro, a qual é responsável pela aferição do volume da passagem líquida.

É neste contexto em que estão apresentados neste trabalho os resultados encontrados sobre o desenvolvimento de dois sistemas de medição hídrica, denominados de protótipos, como formas alternativas de uso do sistema de medição convencional utilizados em reservatórios de abastecimento de água. A principal motivação para o desenvolvimento dos protótipos foi a busca por um sistema de medição hídrica com eliminação dos efeitos de submedição de vazões.

## 2 OBJETIVOS

Desenvolvimento de dois protótipos de sistemas de medição hídrica com eliminação dos efeitos de submedição de vazões, e com condições de medição em situações de consumo extremamente baixas.

## 3 METODOLOGIA E MÉTODOS DE ANÁLISE

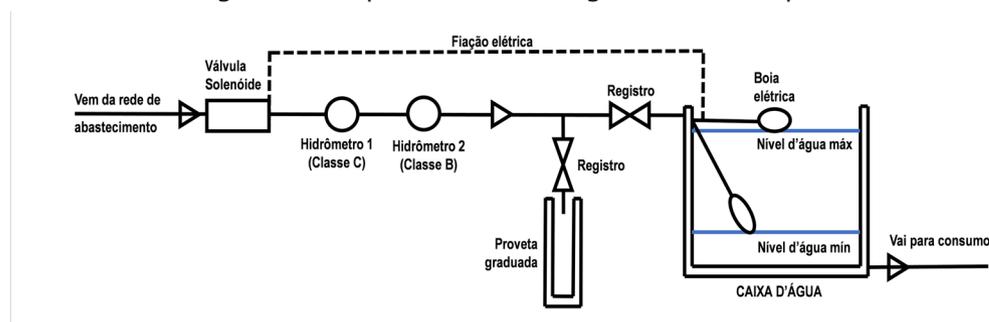
Os protótipos desenvolvidos estão identificados nesse texto como Protótipo 1 e Protótipos 2 e 2aux.

### 3.1 Protótipo 1

Esse protótipo se refere a um modelo de medição hídrica utilizado em sistemas de abastecimento indireto para edificações. É composto por um reservatório do tipo caixa d'água, e neste caso possui capacidade de armazenamento de 100 litros.

Esse sistema de medição é composto pelos seguintes componentes: a. Válvula solenóide; b. Hidrômetro 1: tipo unijato velocimétrico Classe C; c. Hidrômetro 2: tipo unijato velocimétrico Classe B; d. Reservatório de nível variável (caixa d'água); e e. Boia elétrica. Na Figura 1 está apresentado o esquema de montagem do sistema com a localização dos componentes.

Figura 1: Esquema de montagem do Protótipo 1.



Fonte: Autoria própria.

### 3.2 Protótipo 2 e Protótipo 2<sub>aux</sub>

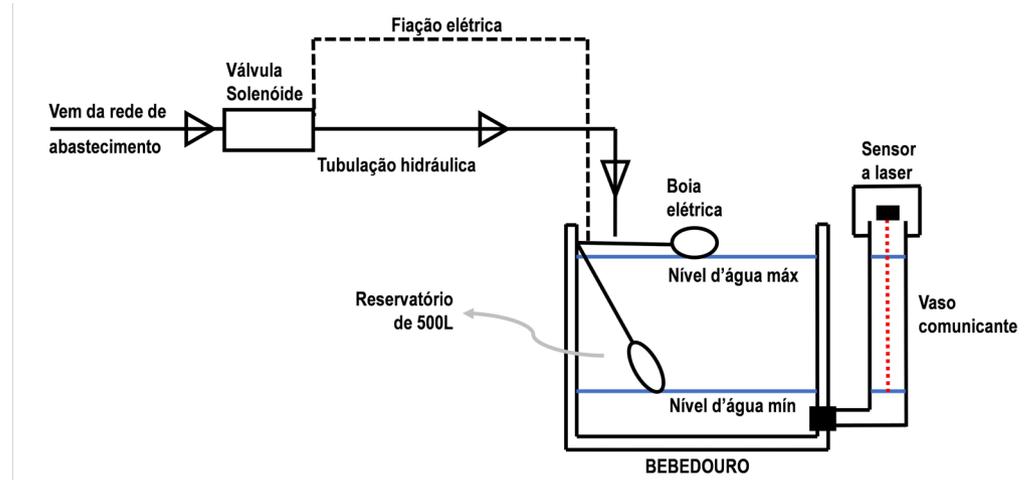
A construção desse sistema foi realizada de maneira alternativa ao uso de hidrômetro, sendo utilizado um mecanismo de aferição de vazão através da leitura da variação do nível de água no reservatório. Assim, em um reservatório de nível

variável, denominado de bebedouro, foi realizada a instalação de um vaso comunicante para a leitura do nível de água. As leituras instantâneas dos níveis de água no vaso foram realizadas através do uso de um sensor a laser.

O Protótipo 2 é composto pelos seguintes componentes: a. Válvula solenóide; b. Boia elétrica; c. Inversor de corrente elétrica alternada para contínua; d. Reservatório de nível variável (bebedouro); e. Vaso comunicante; e f. Sensor a laser.

Na Figura 2 está apresentado o esquema de montagem do sistema com a localização de alguns dos componentes do Protótipo 2.

Figura 2: Esquema de montagem do Protótipo 2.

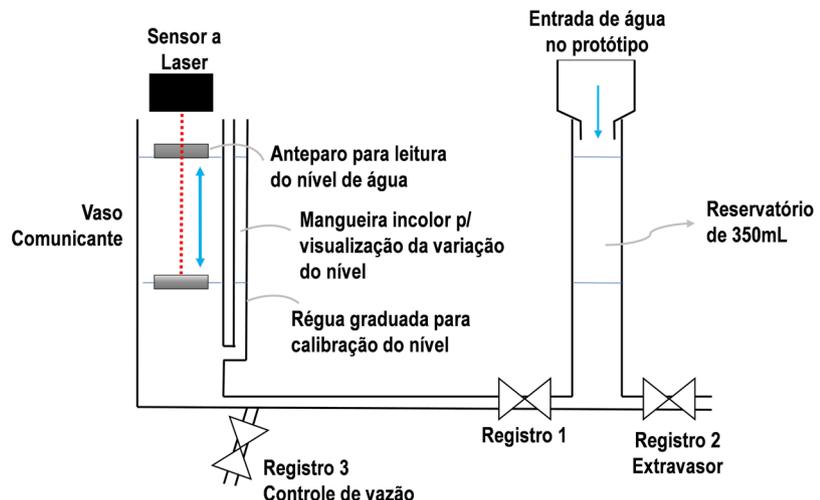


Fonte: Autoria própria.

Considerando o protótipo 2, foi desenvolvido um protótipo auxiliar utilizado no Protótipo 2. O esquema de montagem do Protótipo 2<sub>aux</sub> está apresentado na Figura 3.

Protótipo 2 auxiliar (ou Protótipo 2<sub>aux</sub>), o qual contém um vaso comunicante idêntico ao que foi utilizado no Protótipo 2.

Figura 3: Esquema de montagem do Protótipo 2<sub>aux</sub>.



Fonte: Autoria própria.

A principal justificativa e vantagem da construção do Protótipo 2<sub>aux</sub> se refere à economia de água durante o seu uso. Ao utilizar o Protótipo 2<sub>aux</sub> para execução dos experimentos, em substituição ao Protótipo 2, foi possível economizar quantidades significativas de água, pois o Protótipo 2 possui um reservatório de 400 litros (L) e o Protótipo 2<sub>aux</sub> possui um microreservatório de 350 mililitros (mL). O consumo de água em cada experimento é proporcional ao volume dos reservatórios.

Além disso, devido aos vasos comunicantes possuírem as mesmas dimensões em ambos os protótipos (altura (h) de 250 mm e diâmetro (Ø) de 75 mm), não haverá divergências quanto ao desempenho de funcionamento do sensor a laser quando utilizado em um ou outro protótipo, e essa condição possibilita a realização do aumento de escala do Protótipo 2<sub>aux</sub> para o Protótipo 2 com facilidade e condições metodológicas semelhantes. Os resultados apresentados neste trabalho se referem aos encontrados com o uso do Protótipo 2<sub>aux</sub>.

### 3.3 Validação dos protótipos

Para a validação dos protótipos foram realizados testes comparativos de medição de vazões, tomando-se como referência os critérios de erros máximos admissíveis para verificações periódicas e eventuais presentes nas Portarias nº 246/2000 e 436/2011 do INMETRO (INMETRO, 2000 e 2011).

Para o cálculo do erro relativo do Protótipo 1, foi utilizada a seguinte expressão:

$$E = \frac{(L_f - L_i) - V_e}{V_e} \cdot 100 \quad (1)$$

Em que: E = erro relativo em percentagem (%); Li = leitura inicial de volume do hidrômetro (m<sup>3</sup>); Lf = leitura final de volume do hidrômetro (m<sup>3</sup>); e Ve = volume escoado verdadeiro (m<sup>3</sup>).

O volume escoado considerado como verdadeiro ou de referência foi obtido por meio do método volumétrico, com uso de proveta e frascos graduados. As vazões (Q) foram calculadas pela variação do volume (ΔV) no decorrer de um período de tempo (Δt), através da expressão: Q=ΔV/Δt.

Analogamente ao Protótipo 1, para o cálculo do erro relativo sobre os resultados de uso dos Protótipos 2 e 2aux, foi utilizada a seguinte expressão:

$$E = \frac{(h_f - h_i) - V_e}{V_e} \cdot 100 \quad (2)$$

Em que: E = erro relativo em percentagem (%); hi = leitura inicial do nível de água no reservatório (h); hf = leitura final do nível de água no reservatório (h); e Ve = volume escoado verdadeiro (m<sup>3</sup>).

Da mesma maneira que nos testes realizados para o Protótipo 1 o volume escoado verdadeiro foi aferido pelo método volumétrico. Para os parâmetros hi e hf, os volumes (m<sup>3</sup>) correspondentes aos níveis de água (h) aferidos foram obtidos por uma curva de calibração referente ao volume (V) em função do nível de água (h), ou seja, foi necessário encontrar a relação de dependência entre variáveis, por meio da função matemática: V = f(h).

A obtenção da curva de calibração foi realizada através da calibração da função matemática aos dados

experimentais, e para isso utilizou-se o Método dos Mínimos Quadrados através da ferramenta Solver do Excel (GIORGETTI, 2008; COSTA, 2015; COSTA et al., 2018).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Protótipo 1

A construção do esquema idealizado na Figura 1 foi realizada conforme apresentado na Fig. 4.

Figura 4: Apresentação do Protótipo 1.



Fonte: Autoria própria.

A execução do Protótipo 1 foi realizada com uso de uma caixa d'água azul em polietileno e tubulações em PVC de 25mm de diâmetro. Quanto ao circuito hidráulico do escoamento, a água que vem da rede pública de abastecimento percorreu, consecutivamente, a válvula solenóide, os hidrômetros Classe C e Classe B, e caixa d'água. A válvula solenóide foi conectada à boia elétrica.

Foi possível observar que a boia elétrica funcionou com uma amplitude vertical de  $17 \pm 2$  cm, o que correspondeu a, aproximadamente,  $64 \pm 8$  L de água para cada acionamento da mesma. Para efeito

de economia de água foi realizado armazenamento e recirculação de água, sempre que possível.

#### 4.1.1 Limitações dos hidrômetros utilizados no Protótipo 1

As vazões mínimas de trabalho (QMÍNIMA) dos hidrômetros foram identificadas de acordo com o manual do fabricante e estão apresentadas na Tabela 1. Tomando-se como referência a QMÍNIMA, deve haver a preocupação em produzir uma vazão de funcionamento do sistema com valor acima deste, para garantir a aferição do escoamento pelo equipamento.

Tabela 1: Características metrológicas dos hidrômetros.

Tipo de hidrômetro	Q <sub>MÍNIMA</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>MÍNIMA</sub> (L/min)	Condições de trabalho
HIDRÔMETRO CLASSE C	0,015	0,25	Equipamento mais sensível. Situação mais confortável e comumente com menor chance de ocasionar submedição ou não medição.
HIDRÔMETRO CLASSE B	0,03	0,5	Equipamento menos sensível. Situação menos confortável e comumente com maior chance de ocasionar submedição ou não medição.

Fonte: Autoria própria.

Considerando as condições limitantes dos hidrômetros utilizados verifica-se, na Tabela 1, que o hidrômetro Classe B é o equipamento com menor sensibilidade e, portanto, mais propício à submedição ou não medição de vazão. Desta maneira a vazão produzida com o uso do Protótipo 1 precisa ser igual ou maior do que 0.03 m<sup>3</sup>/h, quando fizer uso do hidrômetro Classe B, e pode ser igual ou maior do que 0.015 m<sup>3</sup>/h, quando fizer uso do hidrômetro Classe C. Importante mencionar que os hidrômetros do tipo Classe C são equipamentos com custos mais elevados quando comparados aos hidrômetros do tipo Classe B.

#### 4.1.2 Condições hidráulicas do Protótipo 1: vazão padrão produzida e verificação dos erros

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da vazão padrão produzida pelo Protótipo 1 (QPADRÃO), aferidas com uso do método volumétrico. A vazão padrão se refere a vazão típica que ocorre quando o sistema está em funcionamento, a qual é dependente das características hidráulicas e construtivas do sistema, como tipo e quantidade de acessórios utilizados (cotovelos, curvas, diâmetro a tubulação, etc), e da pressão da rede disponível no local. A vantagem em construir um sistema de medição que proporcione vazões típicas (com padrão no valor de ocorrência) é que haverá a garantia da medição hídrica, e eliminação dos efeitos de submedição.

Tabela 2: Características metrológicas dos hidrômetros.

Q <sub>PADRÃO</sub> Protótipo 1 (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>AFERIDA</sub> Hidrômetros (m <sup>3</sup> /h)	Erro Hidrômetros (%)	Erro máximo admissível (%) (Portaria 246/2000 INMETRO)	Atende a Portaria Portaria INMETRO?
0.563±0.001	0.567 (Hidr. Classe C)	0.7	5	Sim
	0.568 (Hidr. Classe B)	2.2	5	Sim

Fonte: Autoria própria.

Para o presente caso são considerados como adequados os valores iguais ou acima de 0.03 m<sup>3</sup>/h, para permitir o uso hidrômetro Classe B

no Protótipo 1. O valor máximo de vazão no Protótipo 1 deve seguir a recomendação do fabricante do hidrômetro, a partir de consulta ao

certificado de calibração ou portaria de aprovação do INMETRO que é emitida especificamente para o equipamento.

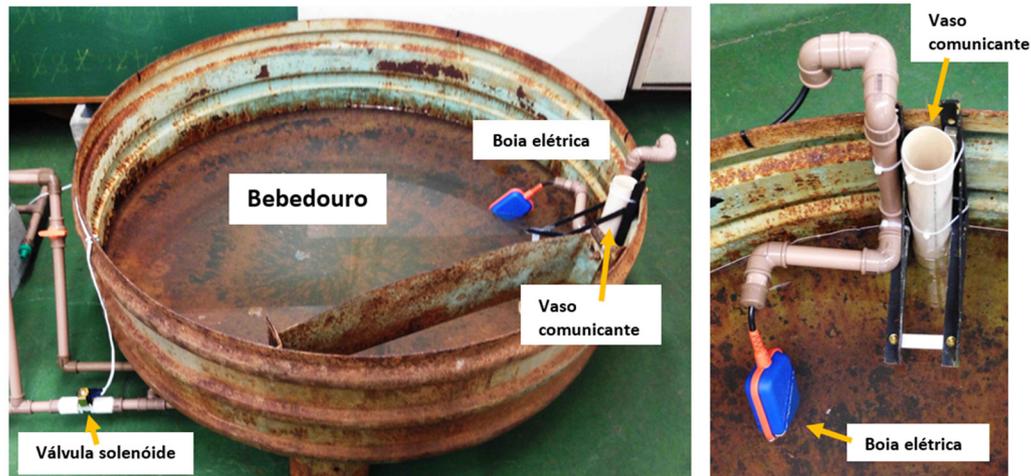
Na Tabela 2, além da vazão padrão produzida pelo Protótipo 1, também estão apresentados os resultados das vazões aferidas (QAFERIDA) com o uso dos hidrômetros Classe C e Classe B, a indicação dos erros associados a cada hidrômetro, e o erro máximo admissível de acordo com a Portaria 246/2000 do INMETRO. Considerando a vazão padrão típica do Protótipo 1 é possível verificar por meio dos resultados apresentados na Tabela 2 que ambos os hidrômetros, Classe C e Classe B, foram capazes de atender os critérios de erros de avaliações periódicas

estabelecidos na Portaria 246/2000 do INMETRO, quando utilizados como instrumento de medição do Protótipo 1. O hidrômetro Classe C apresentou erro da ordem de 0.7%, e o hidrômetro Classe B apresentou erro da ordem de 2.2%. O erro máximo admissível na portaria é de 5%. Portanto, na prática, poderão ser construídas instalações similares as que estão presentes no Protótipo 1, inclusive com o uso de apenas um dos hidrômetros, sendo o hidrômetro Classe B apontado como o de menor custo.

#### 4.2 Protótipo 2 e Protótipo 2<sub>aux</sub>

A construção do esquema idealizado pela Figura 2 foi realizada conforme apresentado na Fig. 5.

Figura 5: Apresentação do Protótipo 2.



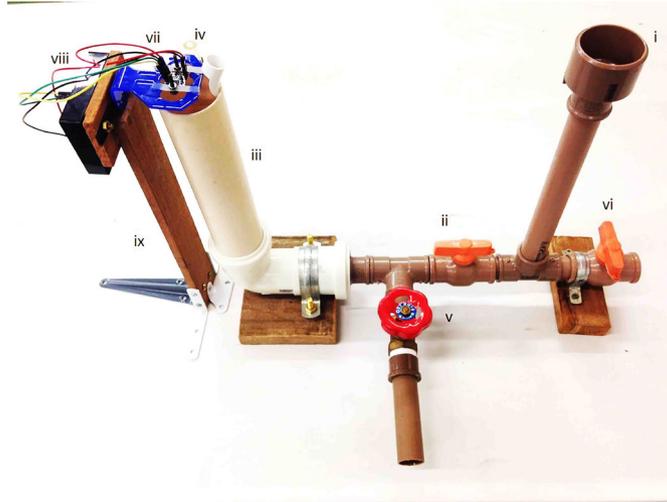
Fonte: Autoria própria.

A construção do esquema de montagem idealizado do Protótipo 2aux, pela Figura 3, foi realizada conforme apresentado na Figura 6.

Considerando a mesma amplitude de funcionamento da boia elétrica

observada no Protótipo 1, de  $17 \pm 2$ cm, o consumo de água para cada experimento no Protótipo 2aux, é de aproximadamente 200mL. No Protótipo 2 (Bebedouro em escala real, apresentado na Figura 5), o consumo de água proporcional a essa

Figura 6: Apresentação do Protótipo 2<sub>aux.</sub>



Fonte: Autoria própria.

Estão indicados na Figura 6 os seguintes componentes do Protótipo 2<sub>aux.</sub>: i. Funil de entrada de água no protótipo; ii. Registro 1; iii. Vaso comunicante; iv. Mangueira incolor conectada ao vaso comunicante; v. Registro 3; vi. Registro 2; vii. Sensor a laser apoiado em suporte azul, direcionado para o interior do vaso comunicante; viii. Microprocessador, e; ix. Suporte para sustentação do microprocessador e sensor a laser.

mesma amplitude de variação da boia elétrica é de aproximadamente 200L.

Os experimentos foram realizados com uso do sensor a laser VL53L0X da ST Microelectronics, o qual possui dois modos de operação. O primeiro modo é utilizado quando deseja-se realizar aferições com uma frequência elevada, em que as medições são repetidamente registradas o mais rápido possível (modo de alta velocidade). O segundo modo é utilizado quando pretende-se ler as medidas com a maior acurácia possível, porém com uma frequência amostral menor. Para o modo em alta velocidade de registro de aferições, são tomadas medidas em uma frequência temporal de 20ms (milissegundos)<sup>2</sup>, com a acurácia de  $\pm 5\%$ . Quando deseja-se obter maior acurácia, as medidas devem ser tomadas em intervalos a partir de 200ms, com a acurácia de  $\pm 3\%$ . Em termos de leitura de distância, a sua amplitude de trabalho engloba a faixa de 30 a 2000mm, sendo estas as distâncias mínima e máxima, respectivamente, considerando a

posição do sensor e o objeto alvo.

Para os experimentos realizados neste trabalho optou-se por programar o sensor para realizar leituras de distância com uma frequência amostral de 1s, ou seja, 60 aferições por minuto, praticando-se a condição de maior acurácia na obtenção dos resultados.

#### 4.2.1 Testes preliminares para definição da superfície alvo

Como etapa preliminar à obtenção da curva de calibração, foi realizada uma checagem quanto a precisão de leitura sobre diferentes tipos de superfície do objeto alvo. Para essa finalidade, foram realizados testes em superfícies alvo com materiais líquidos e sólidos, a partir das seguintes superfícies: água limpa, água turva e anteparo físico flutuante composto por um bloco de isopor. O bloco de isopor foi a superfície que apresentou os melhores resultados. O mesmo está indicado na Figura 3 como "Anteparo para leitura do nível de água".

<sup>2</sup> 1 milissegundo (ms) é a unidade de medida de tempo que corresponde a 10<sup>-3</sup> segundos (s), sendo também chamado de 1 milésimo de segundo. Deste modo, temos que: 1ms = 0,001s.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da análise estatística aplicada sobre os testes preliminares. Os ensaios tiveram duração mínima de 10 minutos, portanto havendo ao menos 600 aferições da distância entre o sensor a laser e a superfície do objeto alvo em cada ensaio.

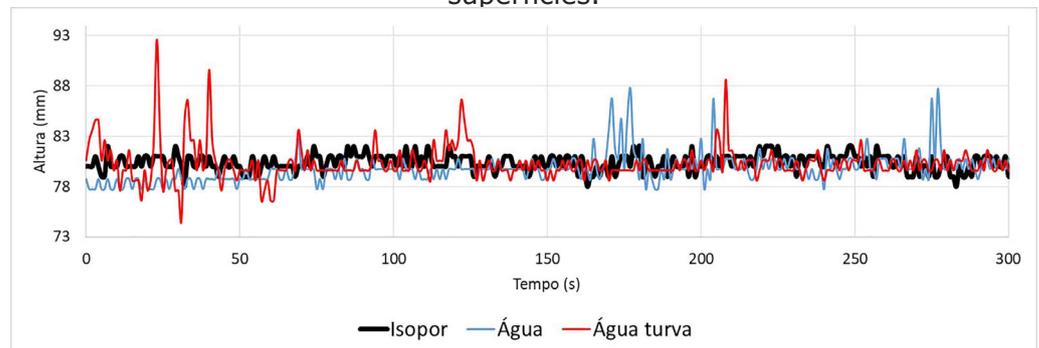
Tabela 3: Parâmetros estatísticos dos testes preliminares utilizando três tipos de superfícies.

Parâmetros	Água limpa	Água turva	Bloco de Isopor
Erro padrão (mm)	0,05	0,05	0,03
Desvio padrão (mm)	1,4	1,33	0,81
Variância da amostra (mm)	1,97	1,77	0,66
Amplitude (mm)	11	18	4
Nº de aferições	679	645	679

Fonte: Autoria própria.

É possível observar, através dos resultados do desvio padrão e da variância da amostra, que o uso de um isopor flutuante na superfície líquida proporcionou os menores valores para esses parâmetros estatísticos, o que significa que a utilização desse tipo de superfície fornece resultados de medição mais estáveis e com maior precisão. Na Figura 7 estão apresentados os resultados dos testes preliminares na forma gráfica, considerando a primeira metade do intervalo de medição, que corresponde a um período de 5 min ou 300 s.

Figura 7: Gráficos dos testes preliminares utilizando três tipos de superfícies.



Fonte: Autoria própria.

A partir do gráfico da Figura 7, e considerando a visualização dos picos gerados nas linhas vermelha (água turva) e azul (água limpa), é possível notar maior instabilidade sobre um valor médio arbitrário nessas condições, com uso de água turva e água limpa. Por outro lado, foi proporcionada menor instabilidade para as leituras sobre o anteparo de

isopor. Este comportamento ocorreu devido às características do sensor, que opera com maior precisão quando incide sobre anteparos com maior reflectância.

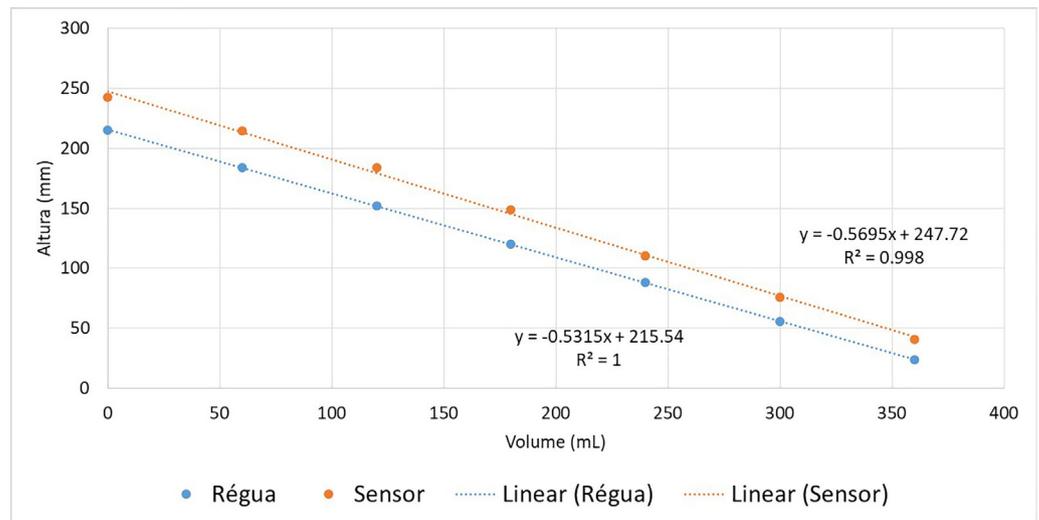
#### 4.2.2 Curva de calibração para o vaso comunicante a partir do Protótipo 2<sub>aux</sub>

2<sub>aux</sub>

A curva de calibração foi obtida adicionando-se alíquotas de volumes de água previamente conhecidos (60mL) no interior do vaso comunicante, a partir de um nível inicial previamente definido. Foram comparados os valores de leitura a variação do nível de água a partir dos resultados encontrados

com uso do sensor a laser e de uma régua milimétrica. Considerando que eventualmente havia movimentação da água no interior do vaso comunicante, durante a realização dos ensaios, devido ao manuseio do protótipo, a leitura com uso do sensor e da régua era efetivada somente após a estabilização do fluido. As medidas da régua foram tomadas como valor verdadeiro, e serviram de referência para checar o quão distante da realidade foram efetuadas as leituras através do uso do sensor. Na Figura 8 estão apresentadas as curvas de calibração obtidas com o uso da régua (em azul) e do sensor a laser (em vermelho).

Figura 8: Curva de calibração obtida com uso do Protótipo 2<sub>aux</sub>.



Fonte: Autoria própria.

No gráfico apresentado na Figura 8 é possível observar comportamento análogo de taxa de variação entre as duas formas de medida. Os coeficientes angulares das equações obtidas apresentaram valores muito próximos, sendo aproximadamente -0,53 (mm/mL), com uso da régua, e -0,57 (mm/mL), com uso do sensor. Os coeficientes lineares de distanciaram em aproximadamente

32 unidades da escala de leitura (mm), 247,72 mm – 215,54 mm, o que é possível corrigir essa diferença matematicamente, subtraindo as 32 unidades de leitura da equação do sensor, ou fisicamente, por meio da correção da posição relativa do sensor, reduzindo a sua altura em 32 mm. A equação geral obtida foi a seguinte:  $y = -0,5695x + 247,72$ , com  $R^2 = 0,998$ .

### 4.2.3 Resultados experimentais com uso do Protótipo 2<sub>aux</sub>

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados experimentais obtidos

a partir do uso do Protótipo 2<sub>aux</sub>, devido a 6 ensaios executados com vazões diferentes, e todas consideravelmente baixas.

Tabela 4: Resultados experimentais obtidos com o uso do Protótipo 2<sub>aux</sub>.

Ensaio	Método Volumétrico (L/min)	Sensor a Laser: Protótipo 2 <sub>aux</sub> (L/min)	Erro no Protótipo 2 <sub>aux</sub> (%)	Erro máximo admissível (%) (Portaria 246/2000 INMETRO)	Atende a Portaria INMETRO?
1	0,2200	0,2230	1,3	10	Sim
2	0,0160	0,0170	5,9	10	Sim
3	0,0070	0,0064	9,4	10	Sim
4	0,0057	0,0055	3,6	10	Sim
5	0,0028	0,0026	7,7	10	Sim
6	0,0022	0,0021	4,8	10	Sim

Fonte: Autoria própria.

Nota-se que: todas as vazões aferidas estão abaixo da capacidade de vazão mínima de aferição dos hidrômetros Classe B e Classe C, que são, respectivamente, 0,5 L/min e 0,25 L/min.

aplicadas foram consideravelmente baixas ao ponto de o escoamento de água sair através do tubo de PVC na forma de gotejamento. Na Figura 9 está apresentado o registro fotográfico do momento de saída de uma gota de água do protótipo, durante a execução do Ensaio 2 nas condições apresentadas na Tabela 4.

Considerando os ensaios apresentados na Tabela 4, as vazões

Figura 9: Registro fotográfico da saída de uma gota de água do protótipo durante execução de ensaio.



Fonte: Autoria própria.

O evento de gotejamento apresentado na Figura 9 foi fotografado pelos autores para evidenciar que essa é uma situação de escoamento pouco favorável para a medição de vazão, sendo inclusive não passível de medição através dos métodos convencionais, como por exemplo, através do uso de hidrômetros velocimétricos. Caracteriza-se como uma condição desafiadora e atípica quando deseja-se realizar a sua aferição, mas que teve o objetivo alcançado nesse trabalho com o desenvolvimento e uso do Protótipo 2<sub>aux</sub>, com condições de erros metrológicos abaixo de 10% em todos os ensaios, conforme apresentado na Tabela 4.

#### **4.2.4 Análise da aplicação dos Protótipos 2 e 2<sub>aux</sub> para condições de campo**

Devido a dificuldade, ainda presente no meio técnico, em se obter dados de medição instantânea e contínua de água durante um evento de dessedentação animal em um bebedouro, foi necessário fazer uma estimativa média e teórica do volume ingerido de água pelo animal durante esse evento. Para isso, nesta seção foi estimado o volume que pode ser consumido durante um intervalo hipotético de tempo da ingestão hídrica.

Considerando que um gado de médio porte consome cerca de 40 litros de água por dia, e realiza em torno de 4 visitas ao bebedouro/dia, ele realiza o consumo de aproximadamente 10 litros de água para cada visita ao bebedouro. No caso de considerar que o tempo necessário para realização deste consumo é de aproximadamente 3 minutos, há a ocorrência de uma vazão de 3,3L/min durante o evento. Quando este

consumo for realizado no campo, em bebedouros que possuem em torno de 1,5m de diâmetro, como é o caso do bebedouro apresentado na Figura 5 (Protótipo 2), a variação do nível de água no interior do mesmo será de aproximadamente 1,89 mm/min.

A partir deste valor de variação do nível de água (1,89 mm/min), e considerando a relação de equivalência geométrica que há entre o Protótipo 2 e o Protótipo 2exp, para checar se o sensor a laser teria sensibilidade suficiente para aferir essa variação, foi necessário calcular a vazão equivalente que ocorreria no Protótipo 2<sub>aux</sub>, para a mesma variação de nível. Após o cálculo, foi consultado a Tabela 4 (Resultados experimentais obtidos com o uso do Protótipo 2<sub>aux</sub>) para verificar se a vazão resultante foi contemplada dentro das condições dos ensaios 1 a 6 desta tabela.

Deste modo, considerando as características construtivas do Protótipo 2<sub>aux</sub>, que possui vaso comunicante de 75mm de diâmetro, a vazão resultante numa ocorrência de variação de nível de água de 1,89 mm/min, seria de aproximadamente 0,0083 L/min. Na Tabela 4, essa é uma condição de vazão presente entre os ensaios 2 e 3 e, portanto, isso significa que o método de medição de vazão proposto, com uso do sensor a laser, possui sensibilidade suficiente para aferir taxas de ingestão líquida animal, a partir das considerações realizadas.

É importante mencionar que todas as vazões utilizadas nos ensaios apresentados na Tabela 4 estão abaixo da capacidade de vazão mínima de aferição dos hidrômetros Classe B e Classe C, o que significa que esses equipamentos (os

hidrômetros) não seriam capazes de realizar essas aferições, mas as mesmas foram aferidas com o uso do Protótipo 2aux, dentro das condições de erros admissíveis na legislação metrológica.

## 5 CONCLUSÕES

Através do comportamento hidráulico do Protótipo 1, desenvolvido para uso em edificações, é possível verificar que foi eliminada a possibilidade de ocorrências de submedições de vazões, pois foi possível atingir uma vazão padrão de trabalho acima da capacidade mínima de aferição dos hidrômetros Classe B e C ( $0,563 \pm 0,001 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Esse objetivo foi possível de ser alcançado principalmente devido a substituição da torneira boia por boia elétrica, como mecanismo de controle de entrada de água no interior do reservatório.

Além disso, o desenvolvimento de um mecanismo de medição de vazão através da aferição da variação do nível da água, como implementado nos Protótipos 2 e 2aux, permitiu aferir vazões muito baixas, inclusive com sensibilidade para medir a taxa de consumo de água para dessedentação animal, nas condições mencionadas, em específico para o rebanho de gado.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a bolsa PIBITI/CNPq concedida ao primeiro autor para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa e a Rede Integração Lavoura Pecuária Floresta pelo financiamento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL). **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas, 2013.** -- Brasília, DF, 2013.

CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias: princípios básicos para elaboração de projetos.** 3ª ed. rev. e ampl. – São Paulo: Blucher, 2018.

BRASIL. **Lei 13.312/2016.** Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, para tornar obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais.

BRASIL. **Lei 14.026/2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, além de outras providências.

COSTA, D. J. L. **Modelo Matemático para Avaliação Hidrodinâmica de Escoamentos em Regime Não-permanente.** Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

COSTA D. J. L. et al. **Hydrodynamic evaluation of retention time in non-steady state reactors using the N-CSTR model and numerical simulation.** Desalination and Water Treatment, v.132, p.30-41, 2018.

GIORGETTI, M. F. **Fundamentos de fenômenos de transporte para**

- estudantes de engenharia.** São Carlos: Suprema, 2008.
- ILHA, M. S. O. et al. **Sistemas de medição individualizada de água: como determinar as vazões de projeto para a especificação dos hidrômetros?** Eng. Sanit. Ambient., v.15, n.2, p.177-186, 2010.
- INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (BRASIL). **Portaria Nº 246 de 17 de outubro de 2000.**
- INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (BRASIL). **Portaria Nº 436 de 16 de novembro de 2011.**
- PALHARES, J.C.P. **Consumo de água na produção animal.** Comunicado Técnico nº 102, São Carlos, SP, Embrapa Pecuária Sudeste, 2013.
- PALHARES, J.C.P. **Consumo de água na produção animal brasileira.** In: PALHARES, J.C.P. (Org.). Produção animal e recursos hídricos: tecnologias para manejo de resíduos e uso eficiente dos insumos. Brasília, DF – Embrapa, 2019.
- PEREIRA, L.G. **Avaliação da submedição de água em edificações residenciais unifamiliares: o caso das unidades de interesse social localizadas em Campinas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- PEREIRA, L. G. & ILHA, M. S. O. **Avaliação da submedição de água em edificações residenciais unifamiliares: o caso das unidades de interesse social localizadas em Campinas, no estado de São Paulo.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v.8, n.2, p.7-21, 2008.
- SCALIZE, P. S. et al. **Substituição racional de hidrômetros em sistemas de abastecimento de água.** Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 9, p. 1-9, 2014.
- SILVA, N.R. **Estudo de metodologias para avaliação de submedição de hidrômetros domiciliares em sistemas de água.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- SOUZA, P. R. C. et al. **Guia prático de procedimentos para estimativa de submedição no parque de hidrômetros** – Série Balanço Hídrico, Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento, v. 3, 1ª ed, 2015.
- VERÓL, A.P.; VAZQUEZ, E.G.; MIGUEZ, M.G. **Sistemas prediais hidráulicos e sanitários: projetos práticos e sustentáveis.** 1ª ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

# **Abordagem sistêmica para elaboração de modelo conceitual do sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo**

*Systemic approach for the elaboration of a conceptual model of the water supply system of the Metropolitan Region of São Paulo*

*Enfoque sistémico para la elaboración de un modelo conceptual del sistema de suministro de agua de la Región Metropolitana de São Paulo*

## **Sthéfanny Sanchez Frizzarim**

Mestranda, USP, Brasil  
fansanchez@usp.br

## **Marcelo Montaña**

Professor Doutor, USP, Brasil.  
minduim@sc.usp.br

### **RESUMO**

Este trabalho discute o potencial da abordagem sistêmica para análise da resiliência do sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo através do desenvolvimento de um modelo dinâmico conceitual. Para a obtenção de informações, a metodologia utilizada foi baseada em um processo exploratório e interativo, enquanto que para a construção do modelo conceitual foi utilizado o programa Vensim® PLE. Por permitir a identificação das inter-relações e interações entre os diferentes elementos do sistema, a abordagem sistêmica mostrou-se adequada para a identificação dos aspectos intervenientes na resiliência do sistema de abastecimento, tendo sido identificadas as interações entre os diversos elementos pertencentes ao sistema e as alças de retroalimentação que configuram o seu comportamento dinâmico e complexo.

PALAVRAS-CHAVE: Abordagem sistêmica, Modelo conceitual, Comportamento complexo.

### **ABSTRACT**

This paper discusses the potential of the systemic approach to analyze the resilience of the supply system in the Metropolitan Region of São Paulo by the development of a dynamic conceptual model. For obtaining information, the methodology used was based on an exploratory and interactive process, meanwhile, the conceptual model was constructed using the Vensim® PLE program. By allowing the identification of the inter-relationships and interactions among the different elements of the water supply system, the systemic approach was shown to be adequate for the identification of the intervening aspects in the resilience of the supply system, allowing the identification for the interactions among the different elements of the system and for the feedback loops, which configure the dynamic and complex behavior of the system.

KEY-WORDS: Systemic approach, Conceptual model, Complex behavior.

### **RESUMEN**

Este documento discute el potencial del enfoque sistémico para analizar la resiliencia del sistema de suministro en la Región Metropolitana de São Paulo, por medio del desarrollo de un modelo conceptual dinámico. Para obtener la información, la metodología utilizada se basó en un proceso exploratorio e interactivo, mientras que para la construcción del modelo conceptual se utilizó el programa Vensim® PLE. Al permitir la identificación de las interrelaciones e interacciones entre los diferentes elementos del sistema, el enfoque sistémico demostró ser adecuado para la identificación de los aspectos que intervienen en la resiliencia del sistema de suministro, habiéndose identificado las interacciones entre los diferentes elementos pertenecientes al sistema y los bucles de retroalimentación que configuran su comportamiento dinámico y complejo.

Palabras clave: Enfoque sistémico, Modelo conceptual, Comportamiento complejo.

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento imprescindível à manutenção da vida da biosfera e para o desenvolvimento humano (LI; LI; WANG; PENG; CAI; HUANG, 2018) e, sendo assim, pode ser entendida como um recurso estratégico e de bem comum a todos os seres. Devido ao rápido crescimento populacional e da constante expansão das atividades industriais, aliados a um padrão de consumo cada vez mais voraz e obsolecente, a demanda pelos múltiplos usos da água tem sido intensificada e agravada pelas mudanças climáticas (ZOMORODIAN; LAI; HOMAYOUNFAR; IBRAHIM; FATEMI; EL-SHAFIE, 2018).

Comportamentos hidrológicos extremos, tais como períodos de seca e inundações, aliados ao planejamento estratégico e gestão ineficazes, tem feito com que diversas regiões vivenciem o limite de seus recursos hídricos e sofram prejuízos de ordem econômica, ambiental e social (MILLINGTON, 2018; EMPINOTTI; BUDDS; AVERSA, 2019). Esta situação denota a complexidade inerente à água enquanto recurso comum e tem suscitado uma necessidade cada vez maior de ações sustentáveis, integradas e responsivas de gestão (SAHIN; BERTONE; BEAL; STEWART, 2018).

Neste contexto, a abordagem sistêmica tem sido aplicada em diversos estudos permitindo tanto que as relações hierárquicas sejam consideradas sob diferentes níveis de organização, função e natureza dos subsistemas; como a investigação das relações de causa e efeito existentes entre os diferentes elementos que compõem estes subsistemas (OLSSON; JERNECK; THOREN; PERSSON;

O'BYRNE, 2015), oferecendo suporte para a compreensão dos aspectos relacionados à vulnerabilidade e resiliência dos sistemas hídricos<sup>1</sup>. Mais recentemente, a abordagem sistêmica tem sido aplicada em estudos transdisciplinares baseados no conceito de nexus water-food-energy (GIATTI; JACOBI; FAVARO; EMPINOTTI, 2016; ZHANG; TAN; YU; ZHANG, 2020) e também na construção de cenários para análise de performance e risco (GOHARI; MADANI; MIRCHI; BAVANI, 2014; LIU, 2019). Sua aplicação também é feita em estudos que objetivam uma a compreensão sistêmica entre a infraestrutura urbana e variações climáticas (FRIEND; THINPHANGA, 2018); no monitoramento e análise da qualidade de água (LIU; BENOIT; LIU; LIU; GUO, 2015); na gestão de reservatórios (MEREU; SUŁNIK; TRABUCCO; DACCACHE; VAMVAKERIDOU -LYROUDIA; RENOLDI; VIRDIS; SAVIĆ; ASSIMACOPOULOS, 2016); ou até mesmo no desenvolvimento de uma ferramenta de aprendizagem para auxiliar o processo de tomada de decisão (KOTIR; SMITH; BROWN; MARSHALL; JOHNSTONE, 2016).

Ao permitir o entendimento do sistema hídrico como algo de dimensão mais ampla e dotado de diversos elementos possuidores de dinâmicas próprias, variadas e multidisciplinares (FRIEND; THINPHANGA, 2018), a abordagem sistêmica permite a identificação e análise das inter-relações de dependência entre as diferentes partes que o constituem, mesmo quando estão sob diferentes escalas de organização (ROMESÍN E GARCÍA, 1998; FENZL; MACHADO, 2009). Desta maneira, permite a descrição das interações complexas e não lineares que fazem parte da sua constituição, considerando as

1 Sob a perspectiva de sustentabilidade, o termo recursos hídricos foi substituído majoritariamente por sistemas hídricos, para que a sua monetização, e, portanto, o seu valor e a sua função econômica, não se sobreponha às demais.

sinergias e compensações entre as diferentes partes que o compõem (ZHANG; TAN; YU; ZHANG, 2020).

Esta não linearidade de sua estrutura é consequência das interações e inter-relações estabelecidas entre os elementos que o compõe e entre o próprio sistema e o ambiente, resultando tanto em uma relação de causalidade não-linear como em recursividade, e viabilizando uma auto-organização imprevisível (FENZL; MACHADO, 2009; VON BERTALANFFY, 2010; FURTADO; SAKOWSKI; TÓVOLI, 2015; FOLLONI, 2016; DIETZ et al., 2020). Sendo assim, a complexidade de um sistema pode ser entendida como uma característica inerente ao próprio sistema, que reflete os padrões complexos gerados pelas interações e inter-relações existentes entre as diferentes partes do sistema (FOLLONI, 2016).

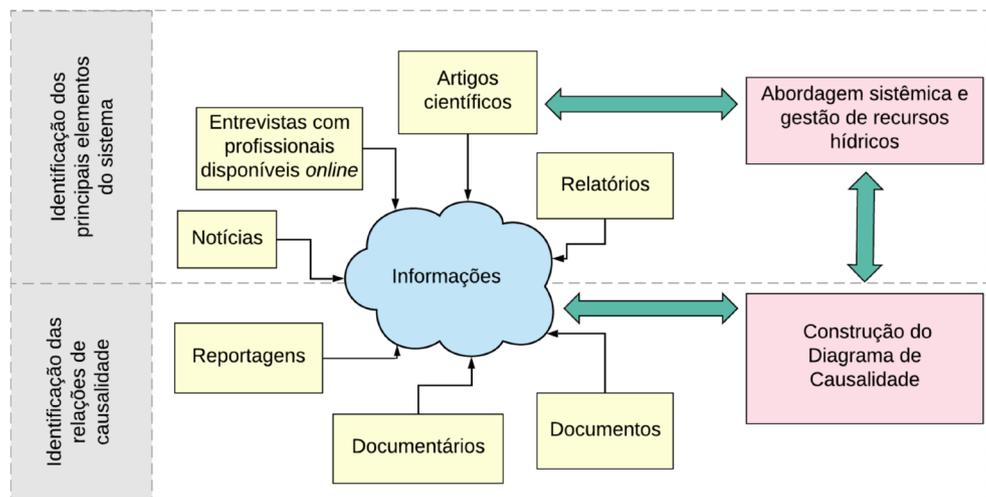
Assim, a partir da compreensão que a resiliência de um sistema dinâmico e complexo guarda relação com o fato de que o seu desempenho é estruturado na não-linearidade

e imprevisibilidade e, portanto, dependente da performance dos diversos subsistemas que o compõe, e somado à complexidade socioeconômica, ambiental e político-infraestrutural que caracteriza o sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), o presente trabalho é voltado para o desenvolvimento de um modelo conceitual preliminar que permita a identificação dos principais fatores intervenientes em sua resiliência.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia aplicada no desenvolvimento do trabalho envolveu um processo iterativo que inclui revisão de literatura e levantamento de informações documentais sobre o sistema de abastecimento da RMSP, a fim de permitir a identificação dos principais elementos que o constituem, conforme sintetizado na Figura 1. Para aplicação sobre o objeto de estudo selecionado, foi elaborado um Diagrama de Causalidade com o auxílio do software Vensim® PLE 8.0.9.

Figura 1- Quadro geral do processo metodológico

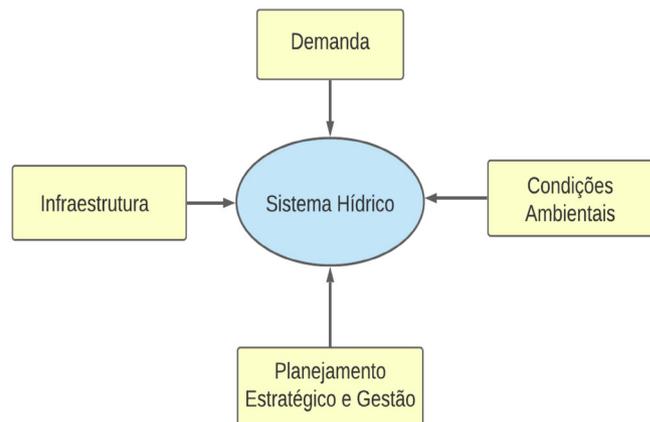


Fonte: Autores, 2020.

A elaboração do diagrama foi baseada inicialmente no reconhecimento de um conjunto de características consideradas essenciais, relacionadas ao elemento fundamental do sistema: a disponibilidade quali-quantitativa de água para abastecimento. Este primeiro levantamento de informações foi realizado por meio da consulta de noticiários, entrevistas com especialistas disponíveis online, reportagens e documentários norteados principalmente pelo quadro de escassez vivenciado pela região durante o período de 2013-2015. O cenário da crise hídrica foi

escolhido para nortear esta busca de informações por se tratar de um evento crítico, onde os efeitos do déficit de água estimularam o debate em torno dos aspectos de ordem econômica, social, ambiental e política associados ao sistema de abastecimento da RMSP. Com base no estudo de Buckeridge e Ribeiro (2018), foram delimitados os principais subsistemas dependentes do sistema hídrico e capazes de alterá-lo: Demanda; Infraestrutura; Planejamento Estratégico e Gestão; e Condições Ambientais; conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2- Principais subsistemas identificados



Fonte: Autores, 2020.

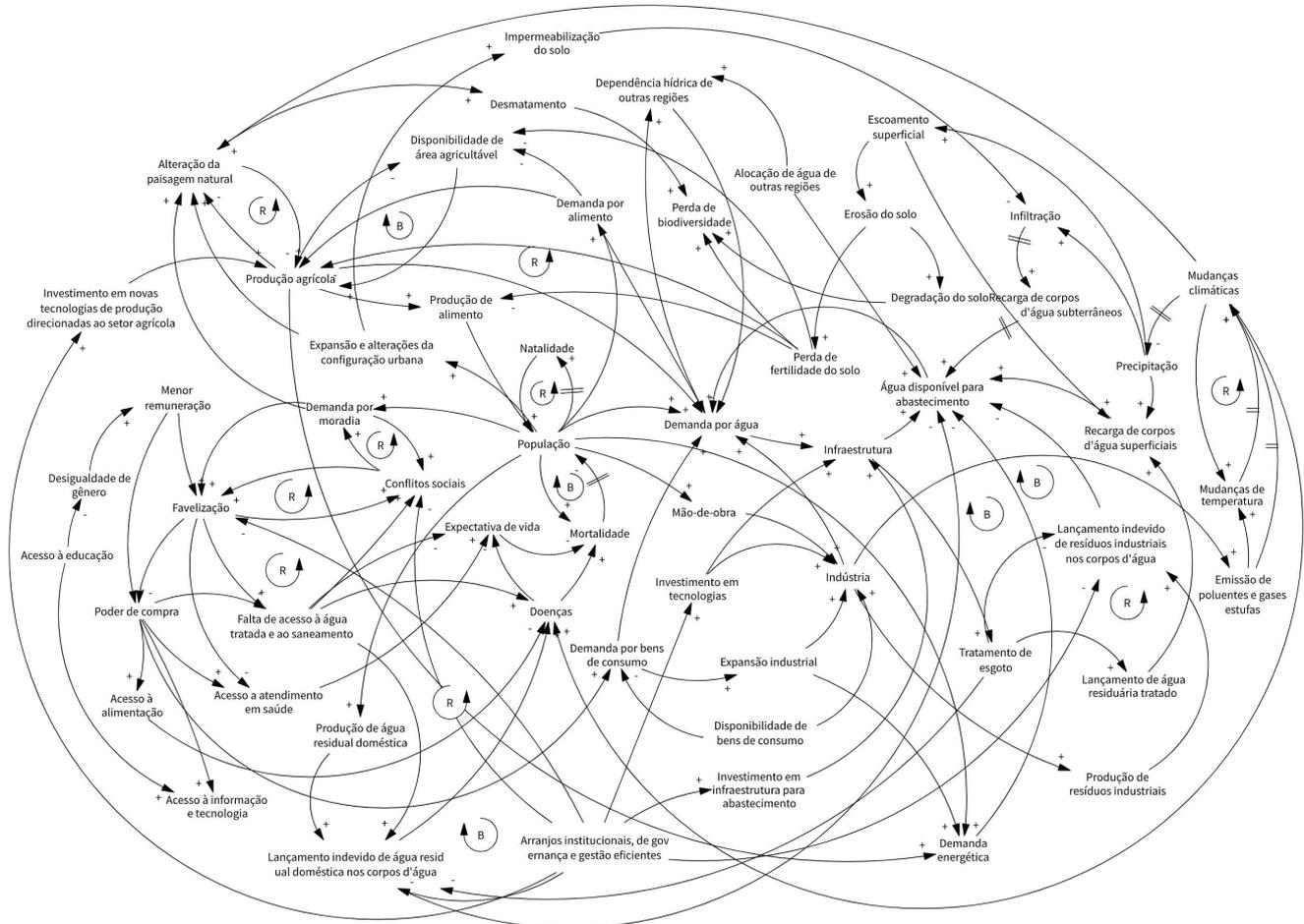
A partir do reconhecimento dos principais subsistemas, a revisão de literatura e da documentação reunida passou a ser orientada para a identificação dos elementos que integram cada um dos subsistemas, assim como de suas respectivas relações, o que possibilitou a elaboração de um modelo conceitual para o sistema de abastecimento da RMSP.

### 3 RESULTADOS

O modelo proposto (Figura 3) permite

a visualização de relações de causa-efeito entre os diversos componentes que integram o sistema, tendo-se adotado uma forma de notação usual para esta abordagem: setas positivas (+) descrevem uma intensificação desta segunda variável a partir da ação da primeira, ao passo que setas negativas (-) descrevem uma atenuação. Quando combinadas, estas setas permitem a identificação de alças de *retroalimentação positivas* (ciclos de reforço) ou *negativas* (ciclos de balanceamento).

Figura 3-Modelo conceitual preliminar do sistema de abastecimento da RMSP



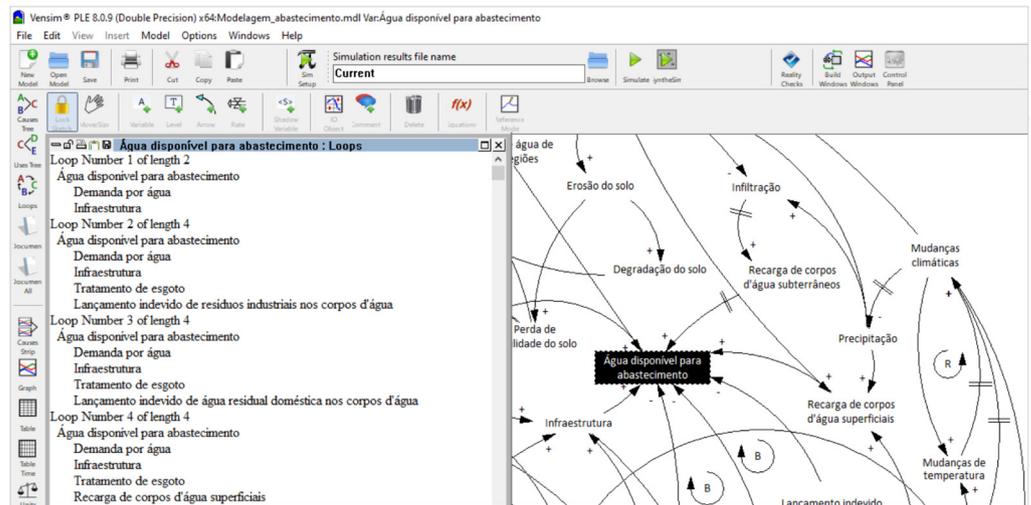
Fonte: Autores, 2020.

O modelo conceitual preliminar definido para o sistema de abastecimento de água da RMSP é composto por 56 variáveis, interligadas por 111 links que estabelecem as interações entre as mesmas.

Considerando que a função essencial do sistema de abastecimento da RMSP está relacionada à variável *água disponível para abastecimento*,

verificou-se a existência de 98 *alças de retroalimentação* relacionadas diretamente a esta variável, incluindo *ciclos de reforço* (R) e *ciclos de balanceamento* (B) (Figura 4), o que denota a complexidade na qual a disponibilidade hídrica está inserida, assim como a maior ou menor sinergia entre os elementos que a caracterizam como função essencial do sistema.

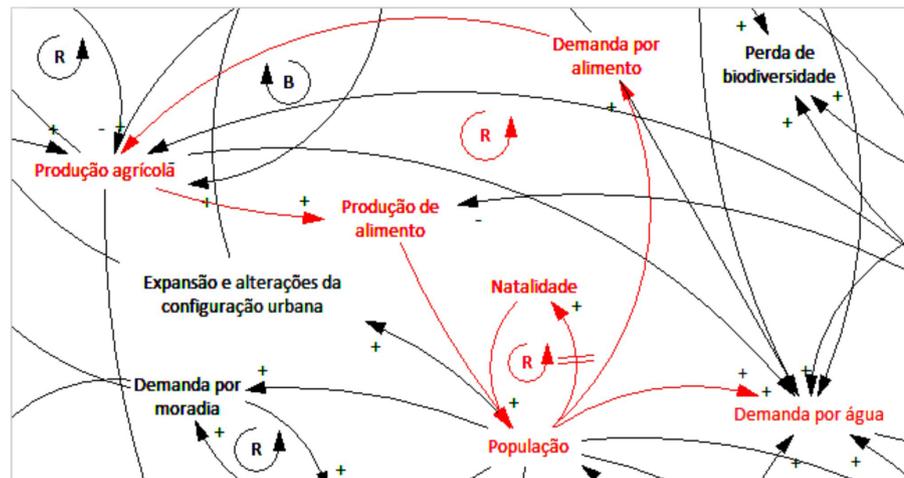
Figura 4 - Alças de retroalimentação em torno da variável água disponível para abastecimento



Fonte: Autores, 2020.

Os ciclos de reforço (alças de retroalimentação positiva) indicam a potencialidade das variáveis pertencentes ao sistema hídrico em provocarem mudanças capazes de acarretar tanto no aumento da sua disponibilidade como na sua redução. Como pode ser observado na Figura 5, em uma condição em que os demais elementos estão em estado constante, o aumento do número de nascidos resulta em um aumento populacional, ao passo que o aumento da população resulta em números cada vez maiores de nascidos. Ainda, seguindo esta mesma lógica: o aumento populacional aumenta a demanda por alimento, que resulta no aumento da produção agrícola e, conseqüentemente, no aumento da produção de alimentos, e que propicia condições favoráveis para o crescimento populacional. Em consequência, o aumento populacional resulta no aumento da demanda de água.

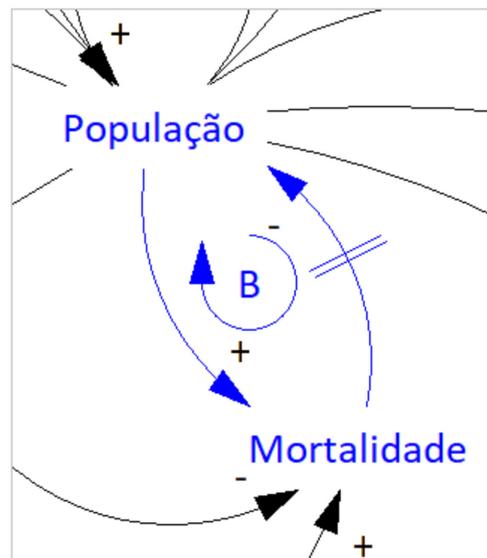
Figura 5- Exemplo de Ciclos de Reforço



Fonte: Autores, 2020

Já os *ciclos de balanceamento* (alças de retroalimentação negativa) indicam as variáveis que conduzem o sistema hídrico para o estado de equilíbrio atual, sem que haja mudanças bruscas na sua performance relacionada aos diversos papéis e funções exercidos pela água. Mesmo que o sistema hídrico sofra algumas pequenas variações, os ciclos de balanceamento atuam de maneira contrária aos ciclos de reforço, opondo-se às mudanças, permitindo que o sistema se mantenha no seu estado de equilíbrio atual. Desta maneira, como pode ser observado na Figura 6, observa-se uma relação positiva entre o aumento da população e o número absoluto de mortes que, por sua vez, irá atuar no sentido de atenuar o aumento da população para um determinado período, atenuando também a parcela da demanda sobre a água associada ao crescimento populacional.

Figura 6- Exemplo de Ciclo de Balanceamento



Fonte: Autores, 2020.

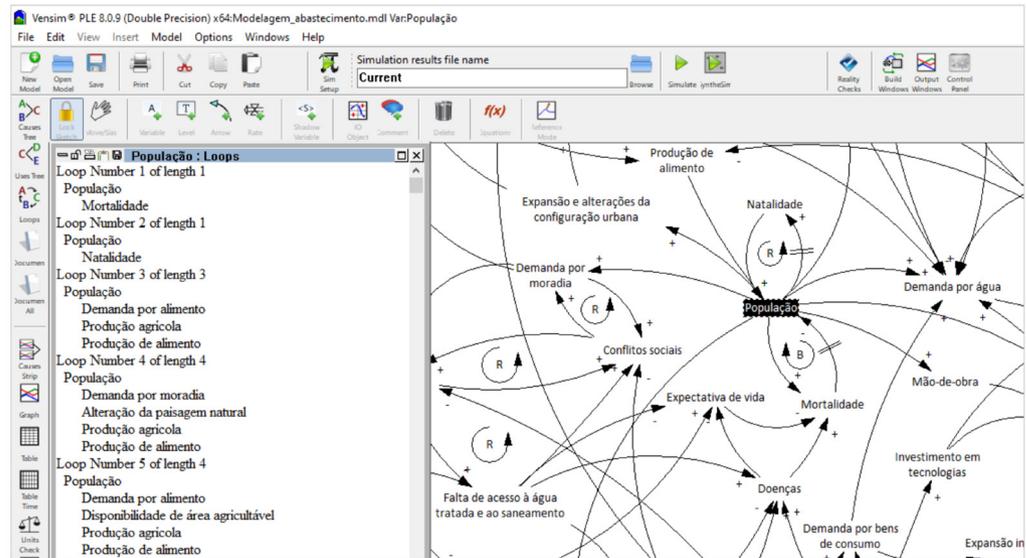
A capacidade de auto-organização do sistema hídrico, enquanto um sistema dinâmico, de maneira imprevisível e descentralizada, é resultado das relações de causalidade não-linear associadas a recursividade, em uma imensa troca de interações entre suas partes, e sendo intensificadas pelas relações estabelecidas pelos ciclos de reforço (MILLER; PAGE, 2007). Portanto, a sua complexidade consiste no fato de que o seu desempenho é totalmente estruturado tanto na performance dos seus subsistemas como na nas relações de causalidade que os caracterizam (FOLLONI, 2016). Assim, cada subsistema identificado e relacionado ao sistema hídrico exerce uma função distinta entre a que é exercida pelo próprio subsistema e a que influencia os outros subsistemas nas relações de causalidade.

Os principais subsistemas apontados como principais subsistemas de complexidade do sistema hídrico da RMSP, e, portanto, capazes de deixá-lo em uma situação de vulnerabilidade, são: a demanda, a infraestrutura e às condições ambientais. Estes subsistemas, quando entram em uma situação fora do seu estado de equilíbrio, são capazes de gerar efeitos imprevisíveis no sistema de abastecimento de água.

Dentre os principais fatores que demandam pelos múltiplos usos da água, a variável *população* exerce a função de *força motriz* no consumo e, conseqüentemente, no aumento da demanda de água na RMSP (SABESP, 2020), seguido do setor industrial que, além de ser responsável pela segunda maior demanda, é o maior responsável pela água exportada para outras regiões (água virtual) (USSAMI; GUILHOTO, 2018). A variável *população* está envolvida em

224 ciclos de retroalimentação (Figura 7) o que denota sua complexidade enquanto subsistema e a influência exercida por inúmeras outras variáveis (conforme apresentado, inicialmente, na Figura 3).

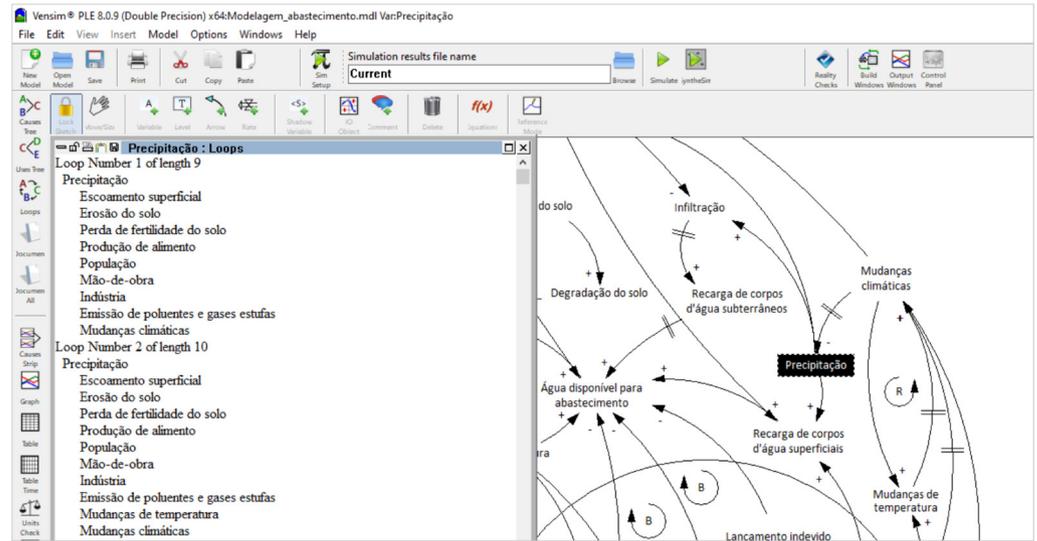
Figura 7-Alças de retroalimentação em torno da variável população



Fonte: Autores, 2020.

Dentre as variáveis das condições ambientais, a precipitação é a principal via de entrada de água no sistema hídrico (Figura 8), estando envolvida em 102 alças de retroalimentação no modelo preliminar. Esta variável é fator de grande relevância e influência na entrada de água no sistema hídrico, sendo responsável tanto pela recarga dos corpos da água superficiais como subterrâneos, além de diversos outros processos associados ao ciclo hidrológico (como por exemplo a evapotranspiração potencial na área de influência do sistema de abastecimento). Neste sentido, as *mudanças climáticas* aparecem como uma nova *força motriz* no sistema, uma vez que aumenta a pressão sobre a precipitação (APOSTOLAKI; KOUNDOURI; PITTIS, 2019) e pode acarretar em eventos climáticos extremados na RMSP; ao passo que potencializa a ocorrência de períodos chuvosos intensos e pontuais, viabiliza períodos de estiagem mais prolongados (ALVES, 2019).

Figura 8- Alças de retroalimentação em torno da variável precipitação



Fonte: Autores, 2020.

O somatório das alças de retroalimentação é o que configura o arquétipo do sistema e, conseqüentemente, o seu comportamento dinâmico e complexo (MIRCHI; MADANI; WATKINS; AHMAD, 2012). Desta maneira, o modelo conceitual permitiu revelar os elementos associados à capacidade do sistema de abastecimento de água da RMSP de desempenhar as suas funções e adaptar-se as modificações ou perturbações em suas condições de contorno, por meio da identificação das inter-relações e interações entre os múltiplos elementos que o constituem e que influem direta ou indiretamente nos ciclos de reforço e balanço identificados.

A capacidade de visualizar todos os fatores relacionados ao abastecimento de água, considerada um recurso comum, oferece uma nova perspectiva com potencial de auxiliar no processo de tomada de decisão (APOSTOLAKI; KOUNDOURI; PITTIS, 2019), por permitir a análise das relações de causa-e-efeito existentes entre os fatores ambientais, sociais, econômicos e infraestruturais, e

caracterizar a complexidade inerente ao próprio sistema.

A identificação e indicação das inter-relações existentes entre os diversos fatores que exercem, direta ou indiretamente, efeitos sobre o sistema hídrico, permitiu a determinação dos fluxos destas relações e das alças de retroalimentação, responsáveis pela configuração e potencialização da complexidade deste sistema. Deste modo, entende-se que uma das principais contribuições da abordagem sistêmica adotada, ainda que de modo preliminar, é o seu potencial enquanto instrumento de compreensão do engendramento dos elementos pertencentes ao sistema de abastecimento e que são responsáveis por sua complexidade.

Todavia, como limitação, este modelo conceitual pressupõe um conhecimento básico das inter-relações existentes entre as diferentes variáveis para a sua elaboração e, a depender da *expertise* requerida, se faz necessário consulta com especialistas dos respectivos setores envolvidos no estudo.

#### 4 CONCLUSÃO

É incontestável a complexidade inerente ao sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo, onde toda a sua estruturação está interligada e a água acaba exercendo diversos papéis e funções de natureza social, ecossistêmica e econômica.

A utilização de um modelo dinâmico conceitual na investigação e identificação dos principais fatores de complexidade do sistema de abastecimento da RMSP permitiu a compreensão qualitativa do seu comportamento e da sua estruturação, por meio da identificação das suas alças de retroalimentação.

Desta maneira, os resultados obtidos pelo modelo dinâmico conceitual denotam o seu potencial enquanto um instrumento facilitador de aprendizagem e compreensão sobre a complexidade do sistema de abastecimento da RMSP. Destaca-se, também, a possibilidade de uma hibridização entre o modelo qualitativo apresentado com a sua modelagem matemática, e, portanto, quantitativa. Sendo assim, este modelo é passível de ser aplicado na gestão dos sistemas hídricos, com o intuito de auxiliar o processo de tomada de decisão, por meio da identificação e indicação da relação de interdependência entre seus diversos fatores, incluindo-se as alças de retroalimentação positiva e negativa. Ressalta-se, todavia, que assim como qualquer outro modelo, seja numérico ou conceitual, este é um modelo possuidor de falhas e limites e, portanto, este deve ser interpretado dentro de suas limitações e inferências.

#### AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), sob processo de número 130863/2019-0

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Fabiano José Lopes. **Escassez, segurança hídrica e os negócios com a água na Região Metropolitana de São Paulo**. 2019. 186 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

APOSTOLAKI, Stella; KOUNDOURI, Phoebe; PITTIS, Nikittas. Using a systemic approach to address the requirement for Integrated Water Resource Management within the Water Framework Directive. **Science of The Total Environment**, [S.L.], v. 679, p. 70-79, ago. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.077>.

BUCKERIDGE, Marcos; RIBEIRO, Wagner Costa. **Livro branco da água: A crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2018. 175 p.

DIETZ, Tobias et al. Introducing multiobjective complex systems. **European Journal of Operational Research**, [s.l.], v. 280, n. 2, p.581-596, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2019.07.027>

EMPINOTTI, Vanessa Lucena; BUDDS, Jessica; AVERSA, Marcelo. Governance and water security: the role of the water institutional framework in the 2013::15 water crisis in São Paulo, Brazil.

- Geoforum**, [S.L.], v. 98, p. 46-54, jan. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.09.022>.
- FENZL, Norbert; MACHADO, José Alberto da Costa. **A Sustentabilidade de Sistemas Complexos**: Conceitos básicos para uma ciência do desenvolvimento sustentável: Aspectos Teóricos e Práticos. Belém: NUMA/UFBA, 2009. 285 p.
- FRIEND, Richard; THINPHANGA, Pakamas. Urban Water Crises under Future Uncertainties: the case of institutional and infrastructure complexity in khon kaen, thailand. **Sustainability**, [S.L.], v. 10, n. 11, p. 2-21, 28 out. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su10113921>
- FOLLONI, André. **Introdução à Teoria da Complexidade**. Curitiba: Juruá Editora, 2016.
- FURTADO, Bernardo Alvez; SAKOWSKI, Patrícia A. M; TÓVOLLI, Marina H. **Modelagem de sistemas complexos para políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2015.
- GIATTI, Leandro Luiz; JACOBI, Pedro Roberto; FAVARO, Ana Karina Merlin do Imperio; EMPINOTTI, Vanessa Lucena. O nexa água, energia e alimentos no contexto da Metrópole Paulista. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 30, n. 88, p. 43-61, dez. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142016.30880005>.
- GOHARI, Alireza, MADANI, Kaveh, MIRCHI, Ali, BAVANI, Alireza Massah, 2014. System-Dynamics approach to evaluate climate change adaptation strategies for Iran's Zayandeh-Rud Water System. **In**: World Environmental and Water Resources Congress. 1598–1607. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/9780784413548.158>. Acesso em: 03 set 2020.
- KOTIR, Julius H.; SMITH, Carl; BROWN, Greg; MARSHALL, Nadine; JOHNSTONE, Ron. A system dynamics simulation model for sustainable water resources management and agricultural development in the Volta River Basin, Ghana. **Science of the Total Environment**, [S.L.], v. 573, p. 444-457, dez. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.081>.
- LIU, Hui; BENOIT, Gaboury; LIU, Tao; LIU, Yong; GUO, Huaicheng. An integrated system dynamics model developed for managing lake water quality at the watershed scale. **Journal of Environmental Management**, [S.L.], v. 155, p. 11-23, maio 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.02.046>.
- LI, Zhi; LI, Chunhui; WANG, Xuan; PENG, Cong; CAI, Yanpeng; HUANG, Weichen. A hybrid system dynamics and optimization approach for supporting sustainable water resources planning in Zhengzhou City, China. **Journal of Hydrology**, [S.L.], v. 556, p. 50-60, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.11.007>
- MEREU, Simone; SUŁNIK, Janez; TRABUCCO, Antonio; DACCACHE, Andre; VAMVAKERIDOU-LYROUDIA, Lydia; RENOLDI, Stefano; VIRDIS, Andrea; SAVIĆ, Dragan; ASSIMACOPOULOS, Dionysis. Operational resilience of reservoirs to climate change, agricultural demand, and tourism: a case study from Sardinia. **Science of the**

- Total Environment**, [S.L.], v. 543, p. 1028-1038, fev. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.04.066>.
- MILLER, John H.; PAGE, Scott E. **Complex Adaptive Systems**: An introduction to computational models of social life. Princeton: Pup, 2007.
- MILLINGTON, Nate. Producing water scarcity in São Paulo, Brazil: the 2014-2015 water crisis and the binding politics of infrastructure. **Political Geography**, [S.L.], v. 65, p. 26-34, jul. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.polgeo.2018.04.007>.
- MIRCHI, Ali; MADANI, Kaveh; WATKINS, David; AHMAD, Sajjad. Synthesis of System Dynamics Tools for Holistic Conceptualization of Water Resources Problems. **Water Resources Management**, [S.L.], v. 26, n. 9, p. 2421-2442, 23 mar. 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11269-012-0024-2>.
- OLSSON, Lennart; JERNECK, Anne; THOREN, Henrik; PERSSON, Johannes; O'BYRNE, David. Why resilience is unappealing to social science: theoretical and empirical investigations of the scientific use of resilience. **Science Advances**, [S.L.], v. 1, n. 4, p. 1-11, maio 2015. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.1400217>.
- ROMESÍN, Humberto M.; GARCÍA, Francisco J. V. **De máquinas y seres vivos**: Autopoiesis: la organización de lo vivo. 5. ed. Santiago de Chile: Universitaria, 1998.
- SABESP. **Transparência pública**. 2020. Disponível em: <http://www.sic.sp.gov.br/>. Acesso em: 01 jun. 2020.
- SAHIN, Oz; BERTONE, Edoardo; BEAL, Cara; STEWART, Rodney A. Evaluating a novel tiered scarcity adjusted water budget and pricing structure using a holistic systems modelling approach. **Journal of Environmental Management**, [S.L.], v. 215, p. 79-90, jun. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.03.037>.
- USSAMI, Keyi A.; GUILHOTO, Joaquim J. M. Economic and water dependence among regions: the case of alto tiete, sao paulo state, brazil. **Economia**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 350-376, set. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.econ.2018.06.001>.
- VON BERTALANFFY, Ludwig. **Teoria Geral dos Sistemas: Fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. 5 ed. Petrópolis: Vozes, 2010.
- ZHANG, Tong; TAN, Qian; YU, Xiaoning; ZHANG, Shan. Synergy assessment and optimization for water-energy-food nexus: modeling and application. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 134, dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2020.110059>.
- ZOMORODIAN, Mehdi; LAI, Sai Hin; HOMAYOUNFAR, Mehran; IBRAHIM, Shaliza; FATEMI, Seyed E.; EL-SHAFIE, Ahmed. The state-of-the-art system dynamics application in integrated water resources modeling. **Journal of Environmental Management**, [S.L.], v. 227, p. 294-304, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.097>.

# Geotecnologias como ferramentas de auxílio regularização fundiária

*Geotechnologies as a tools for land regularization*

*Las geotecnologías como instrumentos para la regularización de la tierra*

## **Alessandra C. Corsi**

Doutora, IPT, Brasil.  
accorsi@ipt.br

## **Eduardo S. de Macedo**

Doutor, IPT, Brasil.  
esmacedo@ipt.br

## **Marcela Penha Pereira Guimarães**

Mestre, IPT, Brasil.  
marcelappg@ipt.br

## **RESUMO**

A regularização fundiária é um processo que inclui medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais com a finalidade de incorporar os núcleos urbanos informais ao ordenamento territorial urbano e à titulação de seus ocupantes. Uma das etapas do processo de regularização fundiária trata dos Estudos Técnicos para Situações de Risco, no caso de áreas de risco de escorregamento de terra nos assentamentos; e o Estudo Técnico Ambiental, sempre que o núcleo, ou parte dele, estiver em área de preservação permanente (APP), em área de conservação de uso sustentável, ou de proteção de nascentes. A utilização das geotecnologias se apresenta como uma ferramenta importante para os estudos ambientais. Desse modo o objetivo principal deste trabalho é apresentar a utilização de Sistema de Informações Geográficas, Drone e imagens de satélite no auxílio para a delimitação dos setores de risco, indicação de alternativas de intervenções para redução do grau de risco e delimitação das áreas de preservação permanente. No município de Itapevi (SP) foram mapeadas 15 áreas para regularização fundiária. Foram delimitados 40 setores de escorregamentos, 03 de solapamento de margem e 11 de inundação. Assim, 17 (dezesete) setores de risco foram classificados como Alto e Muito Alto para escorregamentos, 02 (dois) setores com Risco Alto para solapamento de margens e 01 (um) setor de risco Alto para inundação. No mapeamento de APP foram delimitados 17 setores em cursos d'água e 3 setores em nascentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geotecnologia. Sistema de informações geográficas. Regularização fundiária.

## **Abstract**

Land regularization is a process that includes legal, urbanistic, environmental and, social measures with the purpose of incorporating informal urban centers into urban planning and the ownership of the land. One of the stages of the land regularization process deals with Technical Studies for Risk Situations, in the case of landslide risk areas in settlements; and the Environmental Technical Study, whenever the nucleus, or part of it, is in a Permanent Preservation Area (APP), in a sustainable use conservation area, or in a spring protection area. The use of geotechnologies is an important tool for environmental studies. Thus, the main objective of this work is to present the use of Geographic Information System, Drone and Satellite Images to assist in the delimitation of risk sectors, indication of alternatives for interventions to reduce the degree of risk and delimitation of permanent preservation areas. In the municipality of Itapevi (SP) 15 areas were mapped for land regularization. Forty sectors were delimited for landslides, 03 for margin erosion and, 11 for floods. There were 40 sectors of landslides, 03 of margin erosion and, 11 of flooding. Then 17 (seventeen) risk sectors were classified as High and Very High for landslides, the 02 (two) sectors with High Risk for margin erosion and, 01 (one) sector with High Risk for floods. In the APP mapping 17 sectors were delimited in water courses and 3 sectors in springs.

**KEYWORDS:** Geotechnology. Geographic information system. Land regularization.

## **RESUMEN**

La regularización de tierras es un proceso que incluye medidas legales, urbanísticas, ambientales y sociales con el propósito de incorporar los centros urbanos informales a la planificación urbana y a la titulación de propiedad para sus ocupantes. Una de las etapas del proceso de regularización de tierras se refiere a los Estudios Técnicos para Situaciones de Riesgo, en el

caso de las zonas de riesgo de deslizamiento de tierras en asentamientos; y el Estudio Técnico Ambiental, siempre que el núcleo, o parte de él, se encuentre en una Zona de Preservación Permanente (APP), en una zona de conservación de uso sostenible o en una zona de protección de manantiales. El uso de las geotecnologías es una herramienta importante para los estudios ambientales. Así pues, el principal objetivo deste artículo es presentar la utilización de imágenes del Sistema de Información Geográfica, del vehículo aéreo teledirigido (drone) y de los satélites para contribuir a la delimitación de los sectores de riesgo, la indicación de alternativas de intervención para reducir el grado de riesgo y la delimitación de las zonas de preservación permanente. En el municipio de Itapevi (SP) se cartografiaron 15 zonas para la regularización de tierras. Se delimitaron 40 sectores para los deslizamientos, 03 para el socavamiento de los márgenes y 11 para las inundaciones. Donde 17 (diecisiete) sectores de riesgo se clasificaron como Alto y Muy Alto para los deslizamientos, los 02 (dos) sectores con Alto Riesgo para el socavamiento del margen y 01 (uno) sector con Alto Riesgo para inundaciones. En el mapa de APP se delimitaron 17 sectores en los cursos de agua y 3 sectores en los manantiales.

**PALABRAS CLAVE:** Geotecnología. Sistema de información geográfica. Regularización de la tierra.

## 1. INTRODUÇÃO

O acesso e a gestão de conhecimentos espaciais contextuais relevantes são cruciais para a governação do desenvolvimento urbano sustentável e inclusivo. Geotecnologias tais como sistemas de informação geográfica, aplicações online e modelos de simulação espacial estão cada vez mais incorporados nos processos de governança urbana para produzir, utilizar, trocar e monitorizar o conhecimento contextual e criar cenários para o futuro (PFEFFER, 2015).

Principalmente na última década, os avanços feitos no Brasil, principalmente na área de geotecnologia, aliada à disponibilidade gratuita de produtos de sensoriamento remoto, têm impulsionado fortemente o desenvolvimento de diagnósticos ambientais e prognósticos (ABRAO et. al, 2015).

As cidades brasileiras mostram de forma eloquente as desigualdades e as precárias condições de vida da população de baixa renda. Os mecanismos formais de acesso à terra e à moradia, seja pela via do

mercado, seja pela via das políticas públicas, sempre foram insuficientes, atendendo, quando muito, apenas parte das necessidades reais da população e, usualmente, por meio de soluções habitacionais de baixa qualidade e com um escasso grau de acesso e de integração à infraestrutura e aos equipamentos urbanos. Nesse contexto, o acesso à habitação só se viabilizou por meio de processos de ocupação de terras ociosas, e da autoconstrução da moradia, gerando assentamentos insalubres, frequentemente ocupando áreas de risco e com a sua segurança física comprometida pela ausência de técnicas e de materiais adequados para a construção (CARDOSO, 2016).

O conceito de moradia nos últimos anos sofreu importantes transformações, na medida em que não mais se restringe às edificações, inserindo a habitação em seu contexto mais amplo, abrangendo as condições de habitabilidade e de salubridade (PAGANI; ALVES; CORDEIRO, 2016).

A regularização fundiária é um

processo que inclui medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais com a finalidade de incorporar os núcleos urbanos informais ao ordenamento territorial urbano e à titulação de seus ocupantes, de acordo com a Lei nº 13.465/2017 (BRASIL, 2017) e dos Decretos nº 9.310/2018 (BRASIL, 2018a) e nº 9.597/2018 (BRASIL, 2018b).

O objetivo da regulação fundiária urbana de interesse social é a garantia de um dos direitos fundamentais do cidadão para uma vida digna, qual seja: o direito à moradia. Acrescentam-se, ainda, as condições urbanas às oportunidades econômicas, educacionais e culturais que a cidade oferece (NUNES; FIGUEIREDO JUNIOR, 2018).

O mapeamento de áreas densamente urbanizadas é um desafio constante para cartógrafos e profissionais de Geociências que dependem de técnicas de Cartografia Digital e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), principalmente devido à alta concentração de edifícios e à presença de ocupação urbana variada, abrigando pessoas de diferentes manifestações sociais em espaços urbanos confinados e reduzidos, o que dificulta o mapeamento. Atualmente, existem muitos estudos que tratam da vulnerabilidade e dos riscos suportados pela geotecnologia (DE FREITAS; ROSSETTI; DE OLIVEIRA, 2015).

Segundo Cordovez (2012) o estágio atual das geotecnologias permite fazer uma análise espacial que combine o mapeamento dos

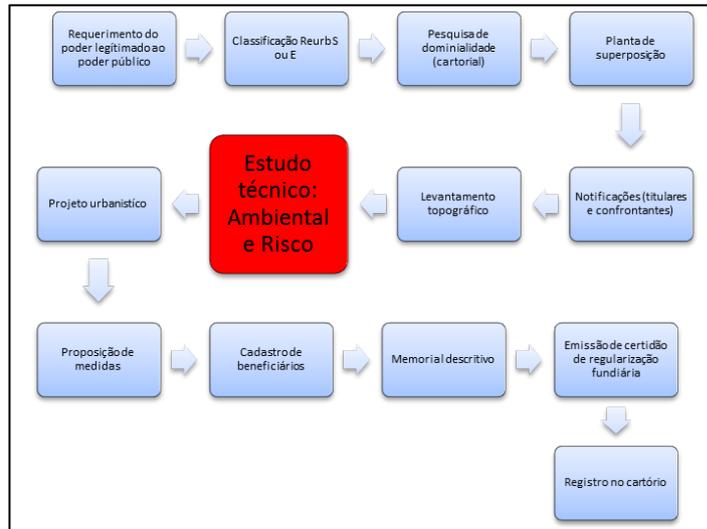
problemas urbanos com informações físicas, demográficas, geográficas, topográficas ou de infraestrutura.

Em mapeamentos urbanos, os drones têm se mostrado como uma boa alternativa por permitirem a obtenção de fotografias aéreas em alta resolução, com ótima relação custo x benefício quando se compara o preço destas aeronaves ao de VANT's ou serviços convencionais de aerofotogrametria. Ainda, apresentam rapidez na captura de imagens e um processamento relativamente fácil, permitindo o estabelecimento de planos de vôo em aplicativos gratuitos para smartphones (COSTA et. al, 2019).

A utilização de SIG, imagens de satélite e drones no auxílio do mapeamento de risco e das áreas de preservação permanente tem-se mostrado como ferramentas importantes para o desenvolvimento dos produtos para o auxílio na regularização fundiária.

Uma das etapas do processo de regularização fundiária trata dos Estudos Técnicos para Situações de Risco, no caso de áreas de risco de escorregamento de terra nos assentamentos; e o Estudo Técnico Ambiental, sempre que o núcleo, ou parte dele, estiver em área de preservação permanente (APP), em área de conservação de uso sustentável, ou de proteção de nascentes definidas pela União, Estados ou Cidades, conforme determinado pelo Código Florestal (Brasil 2012a) (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma das etapas para regularização fundiária.



De acordo, com o Artigo 4, Parágrafos 4, 5 e 6 do Decreto nº 9.310/2018 (BRASIL, 2018a), o estudo técnico ambiental será obrigatório somente para as parcelas dos núcleos urbanos informais situados nas áreas de preservação permanente, nas unidade de conservação de usos sustentável ou nas áreas de proteção de mananciais e poderá ser feito em fases ou etapas e a parte do núcleo urbano informal não afetada pelo estudo poderá ter seu projeto de regularização fundiária aprovado e levado a registro separadamente.

No caso de Reurbanização de Interesse Social – Reurb-S, quando houver estudo técnico ambiental, este deverá comprovar que as intervenções da regularização fundiária implicam a melhoria das condições ambientais em relação à situação de ocupação informal anterior com a adoção das medidas nele preconizadas e deverá conter, no mínimo, os seguintes elementos previstos no Artigo 64 da Lei nº 12.651/2012 (Brasil 2012):

- Caracterização da situação ambiental da área a ser regularizada;

- Especificação dos sistemas de saneamento básico;
- Proposição de intervenções para a prevenção e o controle de riscos geotécnicos e de inundações;
- Recuperação de áreas degradadas e daquelas não passíveis de regularização;
- Comprovação da melhoria das condições de sustentabilidade urbano-ambiental, considerados o uso adequado dos recursos hídricos, a não ocupação das áreas de risco e a proteção das unidades de conservação e das suas áreas de amortecimento, quando for o caso;
- Comprovação da melhoria da habitabilidade dos moradores propiciada pela regularização proposta; e
- Demonstração de garantia de acesso livre e gratuito pela população às praias e aos corpos d’água, quando couber.

As áreas mapeadas no presente artigo foram classificadas como Reurb-S, dessa maneira o estudo compreendeu ao mapeamento dos riscos escorregamento e também a proposição de intervenções para a prevenção e o controle de riscos

geotécnicos e de inundações; e também a delimitação das áreas de preservação permanente conforme Artigo 64 da Lei nº 12.651/2012 (Brasil 2012).

## **2. OBJETIVO**

O objetivo deste artigo é apresentar o uso potencial de Sistema de Informações Geográficas, imagens de satélite e ortofotos e fotos oblíquas produzidas por drones no contexto da regularização fundiária para o mapeamento das áreas de risco a escorregamentos e inundações e das áreas de preservação permanentes (APP) no município de Itapevi, localizado na Região Metropolitana de São Paulo, no estado de São Paulo.

## **3. MÉTODO**

O método adotado para o trabalho por ser dividido em duas partes: mapeamento de áreas de risco de escorregamento e inundações e mapeamento de áreas de preservação permanente (APP).

### **3.1. MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO**

Nas áreas mapeadas para riscos foram analisadas as situações potenciais de escorregamentos, solapamentos de margem de córrego, e inundações, sendo adotados os seguintes procedimentos:

- a) Levantamento dos materiais bibliográficos e técnicos referentes a trabalhos realizados anteriormente na região;
- b) Identificação preliminar das áreas e dos problemas potenciais ou ocorridos;
- c) Obtenção de fotos oblíquas e ortofotos por meio de sobrevoo de

drone;

d) Caracterização das feições e processos geológico-geomorfológicos ocorrentes na área;

e) Vistoria, em cada área, por meio de investigações geológico-geotécnicas de superfície, visando identificar os condicionantes dos processos de instabilização, evidências de instabilidade, indícios do desenvolvimento de processos destrutivos, e a gravidade do processo que afeta, ou pode afetar, os elementos sob risco para escorregamentos;

f) Vistoria, em cada área, visando identificar os condicionantes e possíveis deflagradores do processo de inundações, as evidências e indícios de atingimento, as evidências do raio de alcance do processo, e a gravidade do processo que afeta, ou pode afetar, os elementos sob risco;

g) Registro, em fichas de campo, das características de cada setor mapeado e dos resultados das investigações geológico-geotécnicas relativos aos processos de escorregamentos e inundações;

h) Delimitação dos setores de risco relativos aos processos de escorregamentos e inundações, representando-os nas fotografias aéreas oblíquas obtidas por drone, e nas ortofotos, em ambiente de Sistema de Informações Geográficas - SIG;

i) Estimativa das consequências potenciais do processo esperado, por meio da avaliação das possíveis formas de desenvolvimento do processo destrutivo atuante (por exemplo, volumes mobilizados, trajetórias dos detritos, áreas de alcance, nível máximo da inundações, etc.), e do número de moradias ameaçadas em cada setor de risco;

j) Avaliação e definição do grau de risco de ocorrência de processo de instabilização (escorregamento,

queda de blocos solapamento de margens de córrego, etc.), e de inundação, válidos pelo período de 1 (um) ano, segundo critérios da metodologia para mapeamento de áreas de risco (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007); e

k) Indicação das alternativas de intervenção para os setores com grau de risco alto (R3) e Muito Alto (R4) para escorregamentos, com suas respectivas estimativas de custo.

Os setores de risco foram delimitados em campo sobre fotografias aéreas obtidas com uso de drone e classificadas segundo os seus graus de risco.

As definições mais usuais da palavra Risco mencionam a relação, não obrigatoriamente de forma matemática, entre a possibilidade ou probabilidade de ocorrência de um processo, e os prejuízos ou danos daí advindos, causados aos elementos

que estão sob a influência dos processos, o que normalmente se entende como a ocupação humana. Simplificadamente, o Risco pode ser definido como:

$$R = P \times C \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

R = risco;

P = probabilidade ou possibilidade de ocorrência do processo; e

C = consequência (danos, prejuízos), também entendida como a vulnerabilidade dos elementos sob risco.

Os critérios de julgamento da probabilidade de ocorrência dos processos de instabilização do tipo escorregamentos em encostas ocupadas, bem como os parâmetros analisados para o desenvolvimento dos trabalhos, são apresentados no Quadro 1, a partir de Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2007).

Quadro 1: Critérios utilizados para determinação dos graus de probabilidade de risco.

GRAU DE PROBABILIDADE	DESCRIÇÃO
<b>R1</b> Baixo	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de BAIXA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. NÃO HÁ INDÍCIOS de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, NÃO SE ESPERA a ocorrência de eventos destrutivos no período de 1 ano.
<b>R2</b> Médio	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de MÉDIA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de ALGUMA(S) EVIDÊNCIA(S) de instabilidade, porém incipiente(s). Mantidas as condições existentes, É REDUZIDA a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
<b>R3</b> Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos e o nível de intervenção no setor são de ALTA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de SIGNIFICATIVA(S) EVIDÊNCIA(S) de instabilidade. Mantidas as condições existentes, é PERFEITAMENTE POSSÍVEL a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
<b>R4</b> Muito Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de MUITO ALTA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. As evidências de instabilidade SÃO EXPRESSIVAS E ESTÃO PRESENTES EM GRANDE NÚMERO E/OU MAGNITUDE. É a condição mais crítica. Mantidas as condições existentes, é MUITO PROVÁVEL a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.

### 3.2. MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

A delimitação das APP na área de estudo foi realizada com base em funções matemáticas disponíveis

em softwares de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e em visitas de campo. A utilização dessas ferramentas é a melhor alternativa quando se trabalha com um número

grande de áreas, apresentando maior agilidade e padronização nas delimitações, auxiliando a gestão territorial.

A base cartográfica utilizada foi a da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A (EMPLSA), na escala 1:10.000 (EMPLASA, 1980), adquirida inicialmente no formato raster e convertida posteriormente para o formato vetorial (shapefile). Os resultados foram verificados por meio de trabalhos de campo de reconhecimento visual das áreas, e pela coleta de pontos com o GPS.

### **3.2.1 APP DE CURSO D'ÁGUA**

No caso de cursos d'água, a faixa de proteção estabelecida pela legislação varia de acordo com a largura do rio, ribeirão ou córrego, conforme Art. 4º inciso I da Lei Federal nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012).

A avaliação da largura média foi verificada por meio de técnicas indiretas (em escritório), e confirmada em campo. No caso dos cursos d'água existentes verificou-se que todos têm menos de 10m de largura média e, nessas condições, deve-se preservar uma faixa de 30 m nas áreas não ocupadas, 5m nas situações de loteamentos legalmente autorizados anteriores a 1986 e 15m nos casos de regularização fundiária de interesse específico. A faixa de proteção foi cartografada por meio da ferramenta Buffer do ArcGIS 10.5 (ESRI, 2015).

### **3.2.2 APP DE NASCENTES**

Para as APPs das nascentes e dos olhos d'água perenes, devem ser mapeados os pontos de origem de cada drenagem na área de estudo. Em seguida, o recurso Buffer

permite a geração das APPs da feição enquadrada como perene, no raio de 50m ao seu redor, conforme estabelece o inciso IV do Art. 4 da Lei Federal nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012a). O diagnóstico de nascentes deve abarcar, dentre outros parâmetros, o conjunto geomorfológico de conformação das nascentes e da rede de drenagem, o tipo de exfiltração (nascentes pontuais, difusas ou múltiplas), a mobilidade do local de surgência (nascentes fixas ou móveis) e a sazonalidade (nascentes perenes, intermitentes ou efêmeras), em razão da grande heterogeneidade dessa feição.

### **3.2.3 APP DE ENCOSTAS**

Para verificação da ocorrência de APP de encosta, primeiramente foi elaborado um Modelo Digital de Terreno Hidrologicamente Consistente (MDEHC), a partir da função Topo to Raster no ArcGIS 10.5 (ESRI, 2015), utilizando-se como base as curvas de nível das cartas na escala 1:10.000. Em seguida, com a função Slope, do mesmo software, gerou-se a carta de declividade, conforme exposto em Peluzio et al. (2010). Todas as áreas que apresentam inclinação maior que 45° (equivalentes a 100% de declividade) devem ser consideradas como APP de acordo com o inciso V do Art. 4º da Lei Federal nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012a).

### **3.2.4 APP DE TOPO DE MORRO**

A análise das APPs de topo de morro foi feita com base nas indicações de Cortizo (2007), Oliveira e Fernandes Filho (2013) e Peluzio et al. (2010), também por meio da utilização dos comandos e funções matemáticas disponíveis no ArcGIS 10.5 (ESRI, 2015). Primeiramente, o modelo

gerado anteriormente (MDEHC) foi corrigido adotando-se os comandos Flow Direction, Sink e Fill, visando eliminar os valores que geram descontinuidade da drenagem (células com cota de menor valor quando comparadas com as cotas vizinhas). Na sequência, o layer de cumes foi gerado a partir do modelo digital de elevação invertido (função Raster Calculator, que utiliza o modelo criado e o multiplica por -1 para invertê-lo); da direção do fluxo de água invertido (função Flow Direction, alimentada com o modelo invertido); de uma máscara (background ou fundo) para recorte dos cumes (função Sink, empregando o fluxo de água invertido); e, por fim, foi recortado o modelo corrigido com a máscara de cumes. No passo subsequente, determinaram-se as regiões de domínio das elevações por meio da função Basin, com entrada da direção de fluxos invertida. A partir dessa informação e do modelo corrigido, foi criado um layer com os valores da altitude da base. Depois foram separados os valores máximos dos cumes gerados por meio das funções Zonal Statistics e Raster Calculator. Para determinar a inclinação máxima, foi empregada a função Slope (em percentual), depois a função Zonal Statistics para selecionar o valor máximo em cada região de domínio das elevações. Na sequência foi utilizada a função Raster Calculator para separar as elevações que se enquadrem como morros e montanhas. Depois foi necessário agrupar os morros ou montanhas com proximidade inferior a 500m e atribuir a altitude da menor elevação de cada região. Para isso foi utilizada as funções Int, Raster to Features, Buffer, Join, Features to Raster. Finalmente, foram aplicadas

as funções Zonal Statistics, Raster Calculator, Reclassify, Raster to Features e Clip para selecionar as áreas com altura mínima de 100m, inclinação média maior que 25° e que estejam no terço superior das elevações.

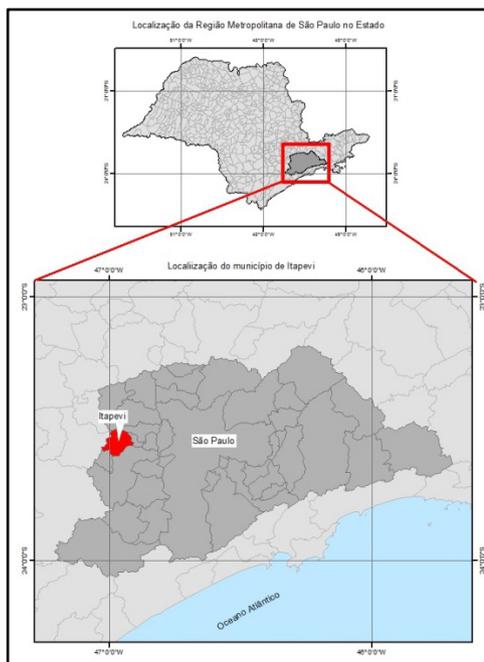
#### **4. RESULTADO**

Em núcleos urbanos informais, ou de parcelas deles, situados em áreas de risco geológico-geotécnicos, somente é admitida a regularização fundiária por meio de aprovação do projeto, contendo estudos técnicos que possibilitem a eliminação, correção ou administração de riscos.

A implantação das medidas indicadas nos estudos técnicos é condição indispensável à aprovação da regularização fundiária, nos casos que não sejam possíveis a redução do grau de risco por meio de medidas estruturais, os municípios deverão proceder à realocação dos ocupantes do núcleo urbano informal a ser regularizado.

O Município de Itapevi localiza-se na Microregião de Osasco, situado na Região Metropolitana de São Paulo. Localiza-se a 35 km da capital e tem como principal via de acesso a Rodovia Castelo Branco (SP-280). Possui uma área de 82,658km<sup>2</sup>, com uma população de 200.769 habitantes, segundo o censo do IBGE de 2010, e uma densidade populacional de 2.428,88 hab/km<sup>2</sup>. Limita-se com os municípios de Santana de Parnaíba ao norte e noroeste, Barueri a nordeste, Jandira a leste, Cotia ao sul e sudeste, Vargem Grande Paulista a sudoeste, e São Roque a oeste (Figura 2).

Figura 2: Localização do município de Itapevi, no estado de São Paulo.



A equipe do IPT realizou os trabalhos contando com o apoio da equipe da Prefeitura Municipal de Itapevi, a qual acompanhou os trabalhos de campo para o mapeamento das áreas de risco de escorregamento, inundação e APP.

O Quadro 1 apresenta a lista das áreas indicadas pela prefeitura para o mapeamento, contendo o nome adotado pela equipe e a correlação com a denominação utilizada pelo programa Cidade Legal. A Figura 3 apresenta a distribuição das áreas no município.

#### 4.1 MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO

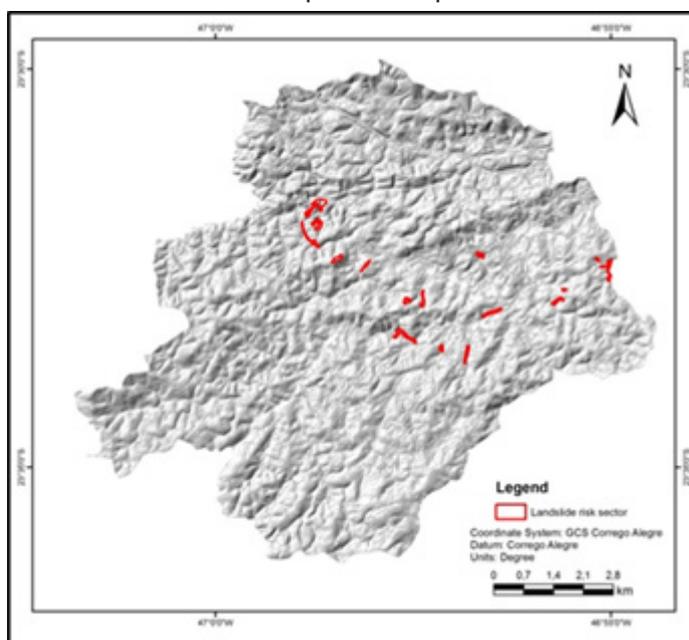
No município de Itapevi foram mapeadas 15 áreas de risco, onde foram delimitados 40 setores de escorregamentos, 03 de solapamento de margem e 11 de inundação (Tabela 1). Os custos das indicações das intervenções estruturais para os 17 (dezessete) setores de risco Alto e Muito Alto para escorregamentos, os 02 (dois) setores com Risco Alto para solapamento de margens e 01 (um) setor de risco Alto para inundação totalizaram 4.892.496,81 (quatro milhões, oitocentos e noventa e dois mil, quatrocentos e noventa e seis reais e oitenta e um centavos).

Quadro 2: Nomenclatura das áreas indicadas para o mapeamento e delimitação de APP.

Local	Nome Núcleo – Programa Cidade Legal
Cohab Setor D – Av. Pedro Paulino	Vila Sena
Cohab A – Rua Japi	Comunidade Macaúba
Jardim Julieta	Comunidade Malú
Jardim Ruth	Comunidade Nova Canaã
Jardim São Carlos	Comunidade São Carlos I
Recanto Paulistano I e II	Comunidade Maria Rosa
Vale do Sol	Comunidade Paulo de Abreu
Vila Gióia	Comunidade Recanto Viver
Vila Santa Rita	Comunidade Ferroviário
Amador Bueno	Jardim Rio Preto, Jardim Nova Aliança e Jardim Camargo
Jardim Marina II	Comunidade do Atlético
Colinas de São José	Residencial Colinas de São José
Jardim São Luiz – Área Pública I	Vila Carlos Gomes
Jardim São Luíz – Área Pública II	Comunidade São Luíz 2

Fonte: IPT (2018).

Figura 3: Distribuição das áreas selecionadas para o mapeamento no município de Itapevi.



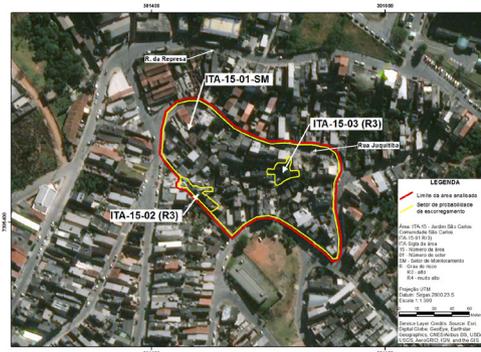
A Figura 4 apresenta um exemplo de uma das áreas mapeadas, com a delimitação dos setores de risco e a indicação do grau de risco em imagem de satélite disponível no software ArcMap da empresa Esri. Na Figura 5 temos a indicação das intervenções estruturais, em imagens oblíquas obtidas pelo drone, que se executadas irão reduzir o grau de risco da área. Vale destacar que as intervenções estruturais indicadas visam à redução do grau de risco e não a urbanização da área.

Tabela 1: Número de setores e subsetores por tipo de processo e por grau de risco.

PROCESSOS	GRAUS DE RISCO			Total de setores por processo
	Setor de Monitoramento SM	R-3 Risco Alto	R-4 Risco Muito Alto	
Escorregamento	23	16	01	40
Solapamento de margens	01	02	--	03
Inundação	10	01	--	11
<b>Total de setores por grau de risco</b>	<b>34</b>	<b>19</b>	<b>01</b>	<b>54</b>

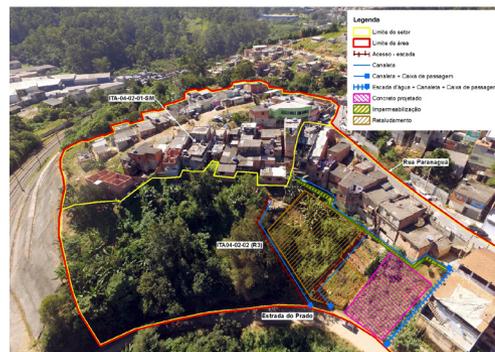
Fonte: IPT (2018)

Figura 4: Delimitação dos setores de risco em imagem de satélite.



Fonte: IPT (2018).

Figura 5: Indicação das alternativas de intervenções em imagem oblíqua obtidas com o VANT.



Fonte: (IPT, 2018)

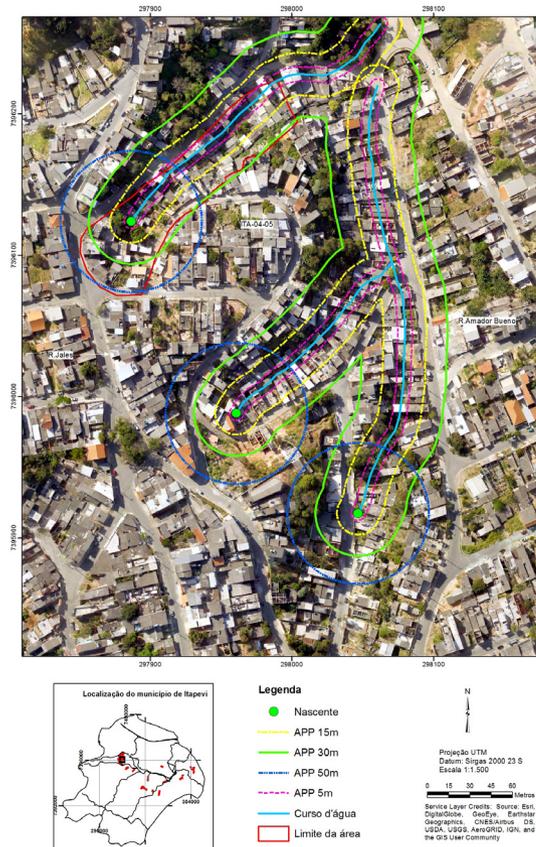
## 4.2 MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE (APP)

Após processamentos em SIG e análise das bases cartográficas verificou-se que ocorrem nas áreas indicadas apenas APP de cursos d'água e de nascentes. Foram delimitados 17 áreas com APP de cursos d'água e

3 áreas em nascentes.

A Figura 6 apresenta a delimitação cartográfica dos buffers de curso d'água e de nascentes que foram mapeadas em uma das áreas com o auxílio de imagens de satélite e funções em SIG.

Figura 6: Delimitação das áreas de APP de cursos d'água e de nascentes.



A delimitação da APP de curso d'água passa por uma discussão importante, sendo esta balizada pelas imagens de satélite e a ortofoto obtida pelo sobrevôo com o drone. O córrego sofreu uma alteração de seu traçado, em função da construção de um condomínio. A alteração do curso d'água ocorreu no ano de 2013

(Figura 7). A ocupação é anterior a essa alteração conforme pode ser visto na Figura 9. Conforme pode ser visualizado na Figura 8 as ocupações são anteriores a alteração do traçado do curso d'água, situando-se fora da faixa de APP de curso d'água.

Figura 7 – Posição do córrego Sapiantã em 2010 com relação à ocupação.



Figura 8: Posição atual do córrego Sapiantã com relação a ocupação.



## 5. CONCLUSÃO

A utilização do SIG nas análises ambientais para os procedimentos da regularização fundiária verifica-se que as técnicas disponíveis em SIG permitem agilidade ao processo.

A utilização das imagens de satélite de alta resolução permite a análise temporal da ocupação nas áreas indicadas para a regularização fundiária.

A partir da pesquisa desenvolvida, fica clara a importância e a potencialidade do uso de drones como ferramenta para a regularização fundiária de

áreas consolidadas.

Considera-se que os objetivos foram alcançados quanto à utilização de geotecnologias no processo de regularização fundiária para os estudos ambientais requeridos pela legislação.

No mapeamento de risco de escorregamento, solapamento de margem e inundação foram delimitados 19 setores de risco alto com a indicação das medidas estruturais para 17 setores e não estruturais para que o grau de risco possa ser reduzido e dessa forma a regularização fundiária poderá ser

realizada.

No mapeamento realizado as APP identificadas relacionam-se diretamente com os cursos d'água e nascentes em área urbana consolidada, onde há forte alteração do meio natural e também das funções ambientais estabelecidas pela legislação. Das quinze áreas indicadas, cinco delas não estão em área de APP.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrão, C. M. R., Fernandes, E. F. de L., Bacani, V. M., Silva, J. F. da **Geotechnologies applied to mapping of environmental fragility in the Desbarrancado river basin, MS**. GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 40, Número Especial, p. 9-26, ago. 2015

BRASIL. **Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Revogada pela Lei nº 12.651, de 2012. Brasília, 15 de setembro de 1965.

BRASIL. **Lei nº 13.465**, de 11 de julho de 2017. Dispõem sobre a regularização fundiária rural e urbana.. Diário Oficial da União, Brasília, 09 setembro de 2017 (2017).

BRASIL. **Decreto nº 9.310**, de 15 de março de 2018. Institui as normas gerais e os procedimentos aplicáveis à Regularização Fundiária Urbana e estabelece os procedimentos para a avaliação e alienação dos imóveis da União.. Diário Oficial da União, Brasília, 16 março de 2018 (2018).

CARDOSO, A. L. Assentamentos Precários no Brasil: Discutindo conceitos. Capítulo 1. A problemática dos assentamentos precários no

Brasil urbano e suas interfaces.

CORDOVEZ, J. C. G. **Geoprocessamento como ferramenta de gestão urbana**. In SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 2002, Aracaju. Anais...Aracaju: GEONORDESTE, 2002.

COSTA, L. S. da; OLIVEIRA, B. J. S. de; SILVA, L. T. da; DAMASCENO, C. E.; SANTOS, M. A.S.; MARTINS, A. P. **Análise experimental do uso de drones para atualização de cadastro urbano: estudo de dois setores na cidade Jataí/GO**. XVIII Simpósio de Geografia Física Aplicada, Fortaleza, 2019. ISBN: 978-85-7282-778-2.

DE FREITAS, M. I. C.; ROSSETTI, L. A. F. G.; DE OLIVEIRA, R. B. N. **Risk mapping in urban areas: methodological essay for sample area of Santos, São Paulo - Brazil**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 67, n. 5, 1 set. 2015.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO **Mapeamento de Áreas de Risco de Escorregamentos e Áreas de Preservação Permanente (APP) no município de Itapevi, SP**. Relatório Técnico nº N° 154.250-205. 2018.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Org.: Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo, Agostinho Tadashi Ogura. Brasília: Min. das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007.

- NUNES, M. A. da C.; FIGUEIREDO JUNIOR, C. M. A. **Regularização fundiária urbana: estudo de caso do bairro Nova Conquista, São Mateus-ES.** Revista de Direito da Cidade, vol 10, nº 2, ISSN 2317-7721 p. 887-9156. 2018.
- PAGANI, E. B. S.; ALVES, J. de M; CORDEIRO, S. M. A. **Política de regularização fundiária urbana de interesse social em Londrina, Paraná.** Revista Katalysis, v. 19, nº 2, p. 184-193. 2016.
- PFEFFERK., MARTINEZJ., O'SULLIVAN D., SCOTT D. **Geo-Technologies for Spatial Knowledge: Challenges for Inclusive and Sustainable Urban Development.** In: Gupta J., Pfeffer K., Verrest H., Ros-Tonen M. (eds) Geographies of Urban Governance. Springer, Cham. 2015. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-21272-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-21272-2_8)

# Perfil de interessadas/os em participar de um projeto comunitário de compostagem urbana

*Profile of those interested in participating in a community urban composting project*

*Perfil de las/os interessadas/os en participar en un proyecto comunitario de compostaje urbano*

## **Bruna Aparecida Silva de Aquino**

Graduada em Ciências Biológicas, UFPR, Brasil.  
brunaaquino@ufpr.br

## **Anna Carolina Espósito Sanchez**

Graduada em Ciências Biológicas, UFPR, Brasil.  
anna.esanchez@ufpr.br

## **Valéria Ghislotti Iared**

Professora Adjunta, Departamento de Biodiversidade, UFPR, Brasil.  
valeria.iared@ufpr.br

## **RESUMO**

O presente estudo buscou mapear o perfil dos cidadãos do município que apresentaram interesse em fazer parte do projeto Palotina recicla o orgânico. O consumo e a destinação correta dos resíduos sólidos estão entre as problemáticas socioambientais que mais influenciam as sociedades atuais, e a educação ambiental possui uma importante atuação nesses campos. Desse modo, o projeto Palotina recicla o orgânico tem o intuito de sensibilizar a comunidade quanto a segregação dos resíduos em três frações (orgânico, reciclável e rejeito) bem como implementar a compostagem domiciliar e comunitária, visando a construção e consolidação de uma política pública municipal de resíduos orgânicos. A presente pesquisa tem caráter documental e analisou 634 fichas de interesse preenchidas por residentes do município de Palotina (Paraná) interessados em participar da proposta. Essas fichas foram elaboradas pela equipe executora do projeto e foram utilizadas para selecionar os participantes que receberiam as composteiras domésticas. As respostas dessas questões foram sistematizadas em planilhas, agrupadas e categorizadas, compondo o corpus de análise do estudo. A análise dos resultados identificou uma presença maior do público feminino e a pouca mobilização em relação a problemática do resíduo orgânico, apesar do reconhecimento do problema. O presente estudo reforça a importância da educação ambiental na transformação e emancipação do indivíduo e coletivo. Além disso, são necessários mais estudos para compreender e aprofundar o perfil dos participantes e como suas percepções estão sendo construídas ao longo do projeto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação Ambiental. Consumo sustentável. Resíduo orgânico.

## **RESUME**

The present study sought to map the profile of the citizens of the municipality who were interested in being part of the Palotina Recycle the Organic project. The consumption and correct disposal of solid waste are among the socio-environmental issues that most influence today's societies, and environmental education has an important role in these fields. In this way, the Palotina Recycle the Organic project aims to sensitize the community regarding the segregation of waste into three fractions (organic, recyclable and tailings) as well as to implement home and community composting, pointing to the construction and consolidation of a public policy municipal organic waste. This research has a documentary character and analyzed 634 interest sheet completed by residents of the municipality of Palotina (Paraná) concerned to adhere the proposal. These forms were prepared by the project's executive team and were used to select the participants who would receive the domestic composters. The answers to these questions were systematized in spreadsheets, grouped and categorized, making up the corpus of analysis of the study. The analysis of the results identified a greater presence of the female public and little mobilization in relation to the problem of organic waste, despite the recognition of the problem. The present study reinforces the importance of environmental education in the transformation and emancipation of the individual and collective. In addition, further studies are needed to understand and deepen the profile of the participants and how their perceptions are being constructed throughout the project

**KEYWORDS:** Environmental Education. Sustainable consumption. Organic waste.

## **RESUMEN**

El presente estudio buscó mapear el perfil de los ciudadanos del municipio interesados en

ser parte del proyecto Palotina recicla lo orgánico. El consumo y la correcta disposición de los residuos sólidos se encuentran entre los temas socioambientales que más influyen en las sociedades actuales, y la educación ambiental tiene un papel importante en estos campos. De esta forma, el proyecto Palotina recicla lo orgánico tiene como objetivo sensibilizar a la comunidad sobre la segregación de residuos en tres fracciones (orgánicos, reciclables y relaves) así como implementar el compostaje doméstico y comunitario, con el objetivo de la construcción y consolidación de una política pública municipal de residuos orgánicos. Esta investigación tiene carácter documental y analizó 634 formularios de interés cumplimentados por vecinos del municipio de Palotina (Paraná) interesados en participar en la propuesta. Estos formularios fueron preparados por el equipo ejecutivo del proyecto y se utilizaron para seleccionar a los participantes que recibirían los compostadores domésticos. Las respuestas a estas preguntas fueron sistematizadas en hojas de cálculo, agrupadas y categorizadas, conformando el corpus de análisis del estudio. El análisis de los resultados identificó una mayor presencia del público femenino y poca movilización en relación al problema de los residuos orgánicos, a pesar del reconocimiento del problema. El presente estudio refuerza la importancia de la educación ambiental en la transformación y emancipación del individuo y el colectivo. Además, se necesitan más estudios para comprender y profundizar el perfil de los participantes y cómo se están construyendo sus percepciones a lo largo del proyecto.

**PALABRAS CLAVE:** Educación Ambiental. Consumo sustentable. Residuo orgánico.

## 1. INTRODUÇÃO

O consumo e a destinação correta dos resíduos sólidos estão entre as problemáticas socioambientais que mais influenciam as sociedades atuais e a educação ambiental possui uma importante atuação nesses campos, tendo papel na construção da inter-relação entre sociedade e meio ambiente. De acordo com Carvalho (1999), dentre as possibilidades e alternativas políticas para atuar no quadro de degradação ambiental da atualidade, a educação tem sido apontada como uma das práticas sociais mais importantes a serem desenvolvidas.

Segundo o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade global (RIO DE JANEIRO, 1992), a educação ambiental é um processo de aprendizagem permanente, baseada no respeito a todas as formas de vida e que afirma valores e ações para a transformação humana e social e para a preservação do meio ambiente. No Brasil, a educação ambiental é amparada pela Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), definida

como "processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem como uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade" (BRASIL, 1999). Desse modo, entende-se a educação ambiental como um movimento individual e coletivo para a construção de significados e valores socioambientais, e de uma aprendizagem participativa e emancipatória, no sentido de tornar o indivíduo capaz de identificar a complexidade e ser crítico acerca das questões socioambientais (CARVALHO, 2011).

A educação ambiental é tida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - Lei nº 12305/10) como um instrumento de atuação (BRASIL, 2010) a ser implementado paralelamente a gestão de resíduos. Visto que muitos municípios apresentam dificuldades em relação a adequada gestão dos resíduos sólidos urbanos (MAIELLO; BRITTO; VALL, 2018), vários acordos setoriais

e iniciativas públicas e privadas têm incentivado políticas públicas locais. No Paraná, o gerenciamento dos resíduos é amparado pela Lei Estadual 12.493 (PARANÁ, 1999), sendo os orgânicos, especificamente, pela Resolução CEMA 90/2013, a qual estabelece a obrigatoriedade “existência de programa municipal de coleta seletiva que contemple metas progressivas para a separação” (CEMA, 2013). De acordo com essas legislações, os resíduos sólidos urbanos devem ser separados em três frações: orgânicos, recicláveis e rejeitos, sendo apenas o último passível de ir para o aterro sanitário.

De acordo com a minuta do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2020), dentre a composição dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, a matéria orgânica corresponde a uma fração de 50%, seguida da fração reciclável em 32%. No entanto, apesar de orgânicos corresponderem a maior fração dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil, tem-se que os mesmos são descartados de forma misturada, inviabilizando o reaproveitamento de tal fração (MMA, 2020). Na esfera municipal, a Lei Complementar 166/2019 instituiu a Política Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Palotina (PMGIRS) e prevê a compostagem como reciclagem da fração orgânica dos resíduos, bem como a educação ambiental como instrumento da PMGIRS (PALOTINA, 2019).

Dentro desse cenário, foi criado o projeto Palotina Recicla o Orgânico, o qual foi contemplado pelo edital nº 001/2017 do Fundo Nacional do Meio Ambiente/ Fundo Socioambiental Caixa (FNMA/FSA), sendo resultado de uma parceria entre a Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina,

a Prefeitura Municipal de Palotina, a UESPAR-FACITEC e o Rotary Club de Palotina Pioneiro. Desse modo, o projeto está sendo desenvolvido no município de Palotina e tem o intuito de sensibilizar a comunidade quanto a segregação dos resíduos em três frações (orgânico, reciclável e rejeito) bem como implementar a compostagem domiciliar e comunitária, em instituições como escolas, universidades e prédios de serviços públicos. E, a longo prazo, visa, o projeto visa a construção e consolidação de uma política pública municipal de resíduos orgânicos. Portanto, o presente estudo buscou mapear o perfil dos cidadãos do município que apresentaram interesse em fazer parte do projeto Palotina recicla o orgânico.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O município de Palotina está localizado na região oeste do estado do Paraná, com aproximadamente 28.683, segundo o último censo (IBGE, 2010). Para a realização do presente estudo, foram utilizadas as fichas de interesse composta por campos de identificação (nome, endereço, bairro, e-mail e telefone), 12 questões fechadas e 1 aberta (Anexo 1). A duração média de preenchimento de cada ficha foi de 5 minutos.

Durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2019, as fichas de interesse foram divulgadas para os moradores de Palotina que desejassem adquirir uma caixa de composteira. A distribuição das fichas se deu através das instituições parceiras, por reuniões, participação em eventos e também através da Secretaria Municipal de Agricultura e Gestão Ambiental. Foram realizadas

oficinas de formação e eventos de divulgação do projeto com o intuito de sensibilizar a população em relação à problemática dos resíduos sólidos e mobilizar a comunidade para a implantação de composteiras domésticas, atuando em diferentes segmentos da sociedade, como: Clube de Mães, Agentes Comunitários de Saúde (ACS), enfermeiros, professores, membros do Rotary, Núcleo de Apoio a Saúde da Família (NASF), universidades e ações na praça central.

Dessa forma, no total, foram impressas e distribuídas 1500 fichas de interesse, das quais 634 foram devolvidas. A equipe proponente do projeto realizou a seleção das fichas em janeiro de 2020 com base em quatro critérios: a-) localização do domicílio (o projeto prevê a entrega das composteiras apenas para a sede do município); b-) preenchimento correto dos contatos constantes nas fichas de interesse; c-) priorizar os interessados que já realizam a separação entre orgânico e material reciclável e d-) resposta afirmativa para a assinatura de um termo de responsabilidade e aceite em fazer parte do monitoramento e avaliação do projeto.

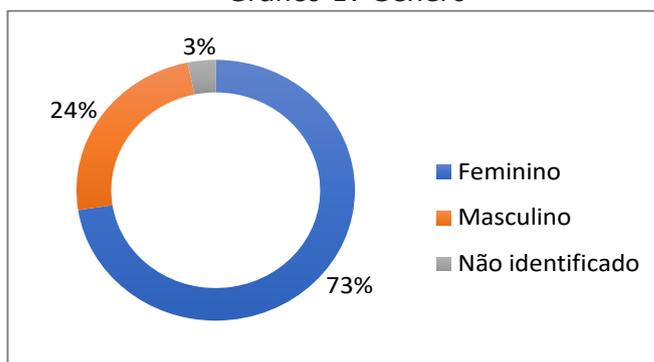
As 634 fichas compuseram o universo

amostral deste trabalho. Para análise das respostas, as informações foram sistematizadas em planilhas, agrupadas e categorizadas. Dentre todas as questões que compõem a ficha de interesse, selecionamos algumas devido a extensão do manuscrito: o gênero da/o interessado, e as questões: a) como ficou sabendo do projeto? b) você costuma separar o reciclável para a coleta seletiva? c) você sabe como funciona a compostagem? d) você sabe os benefícios da compostagem? e) o que faz com os resíduos orgânicos da cozinha? e) Por que você gostaria de receber uma caixa de composteira? Tal escolha se justifica por representar os hábitos e a percepção ambiental do universo amostral, permitindo assim, identificar o perfil dos interessados no projeto.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como visão geral do perfil dos interessados no projeto, o Gráfico 1 apresenta o interesse pelo tema mais presente nas mulheres, que corresponde a 73% dos interessados. Vale ressaltar que 19 fichas não entraram nessa contagem por se tratar de cadastros institucionais, mais especificamente, escolas.

Gráfico 1: Gênero



Fonte: AUTOR, 2020.

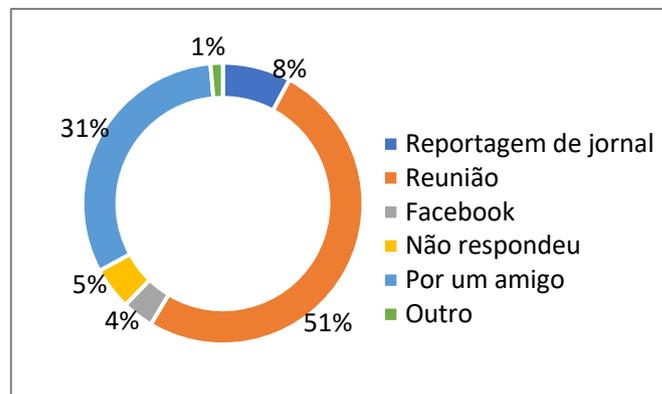
Apesar das mulheres serem as participantes mais assíduas dos grupos nos quais o projeto realizou alguma intervenção, esse fato tem sido observado ao longo dos anos em outros trabalhos desenvolvidos em educação ambiental. Estudos com compostagem escolar e comunitária e consumo sustentável indicam a maior participação de mulheres (BRENTANO; PODEWILS; PEDRUZZI, 2020; OLIVEIRA et al., 2019; GORNI; GOMES; DREHER, 2012). As mulheres são as tomadoras de decisão quando o assunto é o consumo da família e organização dos hábitos na casa. Além disso, influenciam as outras mulheres a aderirem tais atitudes (MMA, 2012a; ONU, 2012).

No Gráfico 2, observou-se o impacto das reuniões em grupos comunitários durante a divulgação do projeto. Diversos projetos de educação ambiental comunitária relatam a importância de estarmos, de fato,

presentes com a comunidade em momentos do seu cotidiano. Ou seja, esses dados nos indicam o quão mais proveitoso é nos adequarmos à sua rotina ao invés de optarmos por reuniões ou eventos específicos para a divulgação.

Subsequente a essa alternativa, a indicação de um amigo ressalta a influência da divulgação dita boca a boca e o alcance do diálogo entre os munícipes. Esse tipo de divulgação é uma das formas mais antigas de se promover um produto e demonstra a repercussão do projeto em Palotina (TINEU; FRAGOSO, 2009). Por ser considerada uma fonte confiável, já que vem de um amigo ou familiar, os munícipes foram motivados por conhecidos que os apresentaram a proposta. Tal feito acaba por ampliar o alcance do projeto e fortalece a implantação de hábitos mais sustentáveis e a participação em políticas públicas.

Gráfico 2: Como ficou sabendo do projeto?



Fonte: AUTOR, 2020.

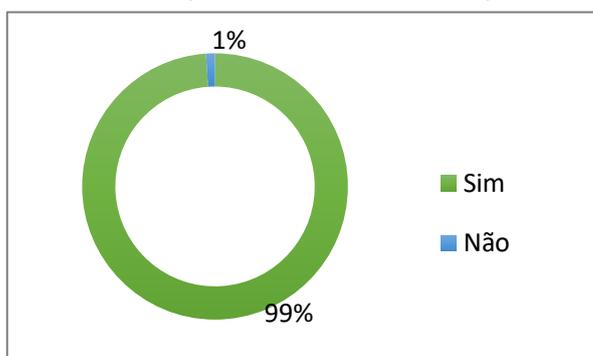
Adisposição dos brasileiros em separar o lixo vem crescendo ao longo dos anos, assim como, comportamentos a favor do meio ambiente. Uma pesquisa realizada em 2018 pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE), encomendado

pela AMBEV, com o objetivo de saber a relação do brasileiro com o lixo, aponta que 39% dos brasileiros não separam os materiais reciclados dos resíduos destinados ao aterro sanitário, embora 95% afirmem que a reciclagem é importante para a

preservação do planeta (G1, 2018; IBOPE, 2018a). A mesma pesquisa ainda aponta que o Paraná está acima da média nacional com 70% dos paranaenses realizando a separação do reciclável (IBOPE, 2018b). O MMA (2012b), em sua série histórica, *O que o brasileiro pensa do meio ambiente e do consumo sustentável*, traz estudos compreendidos em

20 anos, dos quais apontam um aumento gradativo na disposição e separação dos resíduos. No presente trabalho, observamos que 99% dos interessados (GRÁFICO 3), separam a fração reciclável, recolhida pela Associação dos Agentes Ambientais e Reciclados Palotina Preserva (A-Pava).

Gráfico 3: Você costuma separar o lixo reciclável para a coleta seletiva?

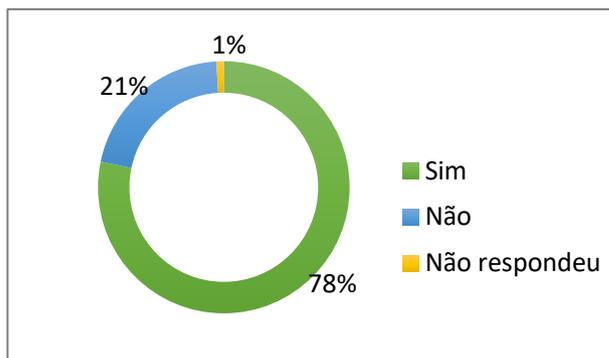


Fonte: AUTOR, 2020.

O processo de compostagem consiste na degradação da matéria orgânica, por meio de organismos, mediante um meio aeróbico e termofílico, resultando em um composto estabilizado e distinto da matéria prima (CONAMA, 2017). Cerca de

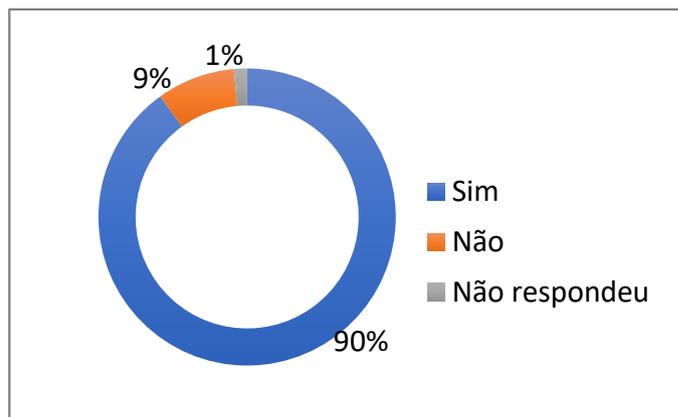
78% das/os munícipes interessadas/os em adquirir uma composteira doméstica declararam conhecer o processo de compostagem e destes 90% sabem dos seus benefícios (GRÁFICOS 4 e 5).

Gráfico 4 - Você sabe como funciona a compostagem?



Fonte: AUTOR, 2020.

Gráfico 5 - Você sabe os benefícios da compostagem?



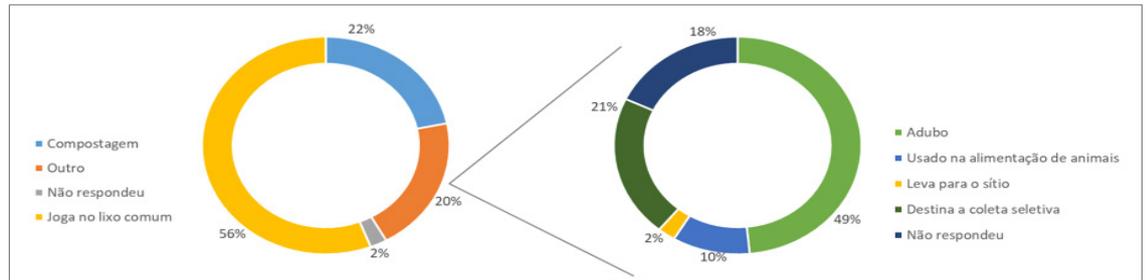
Fonte: AUTOR, 2020.

Vale lembrar que algumas fichas distribuídas foram entregues após uma explanação do projeto e/ ou uma oficina sobre a compostagem. Todavia, percebemos o quanto a compostagem é um processo que vem se popularizando em vários meios informais de comunicação. Esse ponto é fundamental para efetividade do projeto e nos reforça a importância de uma educação ambiental permanente e contínua nos mais diversos níveis de escolaridade e modalidades de ensino formal, não formal e informal (BRASIL, 1999).

Apesar dos dados demonstrarem que as pessoas conhecem e sabem os benefícios da compostagem, a separação dos resíduos em três frações não é uma prática comum dentre os interessados já que 56% descartam os resíduos orgânicos no lixo comum, inviabilizando sua reciclagem. Dentre os 20% correspondente a parcela de participantes que afirmam dar outra destinação aos resíduos orgânicos, 21%, acabam por encaminhá-lo a coleta seletiva (GRÁFICO 6), ou seja, tal resposta remete ao aterro

sanitário. Pinto, Pires e Georges (2020), em seu estudo, verificaram que a/o brasileira/o evidencia disposição de receptividade para aprofundar a compreensão de fenômenos ambientais como as mudanças do clima, abrindo perspectiva para a construção de debates e do processo educacional emancipatório. No entanto, os autores constataram que não existem ações sistemáticas para a expansão do processo de sensibilização seja no nível do cotidiano como no âmbito cultural e político, sendo substituído pelo imediatismo e pela simplificação da realidade. Desse modo, pode-se entender que a/o brasileira/o reconhece os problemas ambientais, mas não se mobiliza em relação a eles. Isso corrobora com os dados obtidos no presente estudo, visto que, apesar do município contar com a coleta seletiva e uma parcela significativa das/os participantes afirmarem segregar seus resíduos e ter conhecimento sobre a importância do processo de compostagem, foi constatada a destinação inadequada dos mesmos.

Gráfico 6: O que faz com os resíduos orgânicos da cozinha?

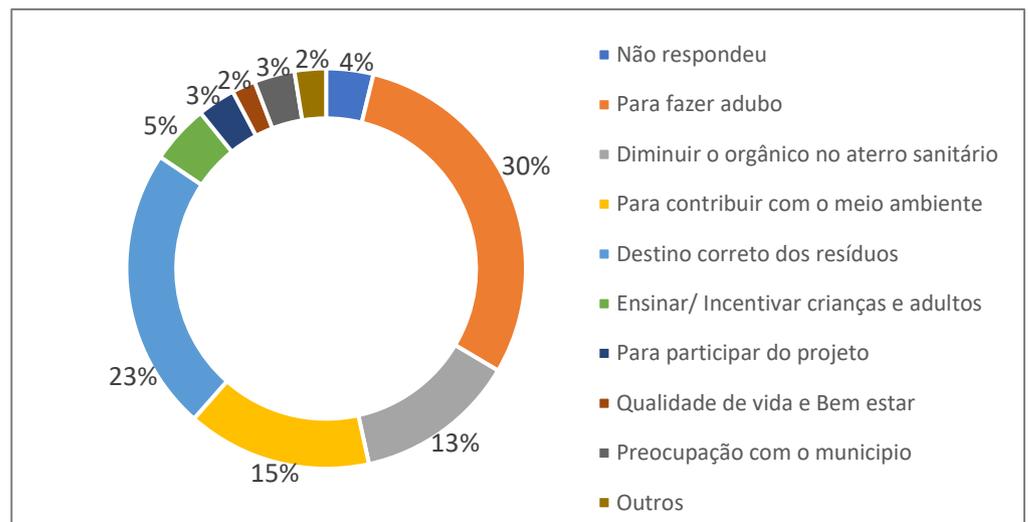


Fonte: AUTOR, 2020.

O Gráfico 7 aborda um panorama geral dos motivos que levaram o interesse à adesão do projeto. Os apontamentos correspondem ao número de vezes que apareceram como resposta na questão discursiva.

O estudo realizado pelo MMA (2012b) traz a evolução da consciência cidadã em reconhecer a questão ambiental como um dos principais problemas brasileiros e, ainda, sugere que tal aumento se deve a empatia sobre a degradação dos recursos naturais.

Gráfico 7: Por que você gostaria de receber uma caixa de composteira?



Fonte: AUTOR, 2020.

Os dados revelaram que 30% dos apontamentos demonstraram interesse na produção de adubo, o qual seria voltado para atender uma demanda pessoal. Outras categorias identificadas estão bastante associadas entre si e representam, cada uma delas, uma preocupação mais ampla com o meio ambiente. Foram nomeadas como: diminuir o

orgânico no aterro sanitário/ para contribuir com o meio ambiente/ destino correto dos resíduos/ para participar do projeto/ qualidade de vida e bem-estar/ preocupação com município. O agrupamento dessas categorias aponta para uma tendência de empatia coletiva com a questão ambiental e é correspondente a uma parcela de 58% dos apontamentos.

Os dados obtidos identificaram uma preocupação com o ambiente em diferentes aspectos e é consonante com os dados levantados na literatura (MMA, 2012b; PINTO; PIRES; GEORGES, 2020). Todos esses estudos reconhecem o aumento da constatação dos problemas ambientais, porém ainda falta mobilização para o enfrentamento.

Dentro das preocupações ambientais, foi verificado que 28% dos entrevistados consideram o aumento dos resíduos como o principal problema ambiental do país (MMA, 2012b). Esse estudo ressaltou que esse percentual aumentou quando comparado às edições anteriores ao lançamento da PNRS em 2010. Ainda, quando os entrevistados foram questionados acerca dos problemas ambientais do seu bairro, o aumento dos resíduos caracteriza a maior preocupação da população, com 47%.

A pesquisa da GlobeScan e o Instituto Akatu (2019) relata que cerca de 65% dos consumidores declaram estar buscando uma melhoria na saúde e no bem-estar, assim como reduzir seu impacto negativo ao meio ambiente. Em Palotina, observamos que 2% dos apontamentos explicitam preocupação com *Qualidade de Vida e Bem-estar*, porém outras categorias (preocupação com o meio ambiente, com o município, destino correto dos resíduos) associam-se implicitamente a essa preocupação.

Outro ponto importante a ser destacado é o apontamento elencado pelos participantes em ensinar/incentivar outras pessoas através do projeto e da prática da compostagem, demonstrado em 5% dos participantes. Esta é um aspecto interessante, pois demonstra um

potencial participativo e também reforça a prática da compostagem como instrumento de educação ambiental e a relevância do projeto.

Os dados obtidos nessa investigação reforçam a educação como pilar na garantia de um ambiente saudável e na qualidade de vida das pessoas, no entanto, precisa ser construída pelos indivíduos e a sua coletividade (BEZERRA et al., 2018). Para Carvalho (2011), o processo educativo tem como objetivo formar o sujeito ecológico enquanto ser social e historicamente situado, constituindo uma intervenção pensada na relação com o mundo em que vive e pelo qual o indivíduo é responsável, incluindo nessa tomada de responsabilidade os outros e o ambiente. A autora ainda elenca que a educação ambiental tem a especificidade de construir a compreensão das relações entre sociedade e natureza, contribuindo para uma mudança de valores e atitudes, formando um sujeito capaz de identificar e problematizar as questões socioambientais, bem como ser participativo e agir ativamente sobre elas. Essa construção de uma nova visão pode contribuir para sensibilização e mobilização social dos indivíduos.

Um forte exemplo de construção social e políticas públicas é o Projeto *Composta São Paulo*, que atuou em 2014, em parceria com a Prefeitura Municipal de São Paulo e com as empresas concessionárias Loga e Ecourbis e entregou composteiras domésticas para 2.000 famílias da cidade, contribuindo com a compostagem de mais de 2 toneladas/dia de resíduos orgânicos nas casas dessas famílias, sendo um projeto referência quando se fala em compostagem doméstica no país (PASSOS; XAVIER; BARBOSA,

2016). Além disso, de acordo com os autores, o projeto também influenciou a elaboração do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da cidade de São Paulo e na construção de subsídios, através da mobilização social e conhecimento, para fomentar a elaboração de uma política pública que estimule a prática da compostagem doméstica no município. É esse o anseio do Projeto *Palotina recicla o orgânico*.

#### 4. CONCLUSÃO

O perfil dos interessados em participar do projeto corrobora com a literatura, evidenciando alguns pontos como: mulheres são mais atuantes em questões de consumo sustentável e práticas ambientais, o potencial da divulgação nos grupos comunitários, a percepção e reconhecimento dos problemas ambientais e dificuldade na mobilização para solucioná-los.

Através deste estudo, salientamos a importância da educação ambiental na transformação e emancipação do indivíduo e coletivo. Isso se dá através do diálogo, da construção do senso crítico e da participação do indivíduo em relação ao meio em que vive, sua responsabilidade com os outros e o ambiente e na importância em ser ativo na tomada de decisões.

Ao traçar o perfil, algumas dificuldades foram encontradas, como o uso de questionários, que são ferramentas limitantes, por ser uma técnica de análise superficial e engessada. Desse modo, são necessários mais estudos para compreender o perfil dos participantes e como suas percepções são construídas, para uma posterior estratégia de educação ambiental capaz de atingir as mais diferentes realidades.

#### 5. AGRADECIMENTO

Gostaríamos de agradecer aos munícipes participantes do projeto, ao Fundo Nacional do Meio Ambiente/ Fundo Socioambiental Caixa (FNMA/ FSA) pelo financiamento do projeto, à Prefeitura Municipal de Palotina e aos parceiros, Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina, a UESPAR-FACITEC e o Rotary Club de Palotina Pioneiro pelo trabalho em equipe.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZERRA, F. C. et al. Educação Ambiental para a Sustentabilidade: a redução do lixo orgânico na comunidade acadêmica por meio do processo de compostagem. **Id On Line Revista de Psicologia**, [S.L.], v. 13, n. 43, p. 1121-1131, nov. 2018.

BRASIL. **Lei nº9.795**, de 27 de abril de 1999. Política Nacional de Educação Ambiental.

BRASIL. **Lei nº 12305**, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos.

BRENTANO, C.; PODEWILS, T. L.; PEDRUZZI, A. das N. Promovendo a Educação Ambiental através da compostagem domiciliar. **Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, [S.L.], v. 6, edição especial, maio 2020.

CARVALHO, L. M. Educação e Meio Ambiente na Escola Fundamental. **Projeto Revista de Educação**, Porto Alegre, v. 2, 9-18, 1999.

CARVALHO, I. C. de M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

Conselho Estadual do Meio Ambiente

(CEMA). **Resolução nº 90**, de 03 de dezembro de 2013. Estabelece condições, critérios e dá outras providências, para empreendimentos de compostagem de resíduos sólidos de origem urbana e de grandes geradores e para o uso do composto gerado. Curitiba, 03 dez. 2013.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 481**, de 3 de outubro de 2017. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências. Brasília, 03 out. 2017.

G1. Portal de notícias da Globo. **Dia do Meio Ambiente: 4 em cada 10 brasileiros não separam o lixo, aponta pesquisa Ibope**. [S.l], 2018. Disponível em: < <https://g1.globo.com/natureza/noticia/dia-do-meio-ambiente-4-em-cada-10-brasileiros-nao-separam-o-lixo-aponta-pesquisa-ibope.ghtml> >. Acesso em 24 de ago. de 2020.

GLOBESCAN; INSTITUTO AKATU. **Pesquisa Vida Saudável e Sustentável: Relatório Brasil 2019**. Brasil, set. 2019. Disponível em: <<https://www.akatu.org.br/publicacoes/>>. Acesso em: 2 set. 2020.

GORNI, P. M.; GOMES, G.; DREHER, M. T. Consciência ambiental e gênero: os universitários e o consumo sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 165-179, 8 nov. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo**, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/palotina/panorama>>. Acesso em:

27 de jul 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA (IBOPE), Inteligência. **Desinformação é maior dificuldade para a reciclagem no Brasil**. [S.l], 2018a. Disponível em: <<https://www.ibopeinteligencia.com/noticias-e-pesquisas/desinformacao-e-maior-dificuldade-para-a-reciclagem-no-brasil/>>. Acesso em 24 de ago de 2020

INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA (IBOPE), Inteligência. **Paraná apresenta melhores índices de reciclagem do país**. [S.l], 2018b. Disponível em: <<https://www.ibopeinteligencia.com/noticias-e-pesquisas/parana-apresenta-melhores-indices-de-reciclagem-do-pais/>>. Acesso em 24 de ago. 2020.

MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. de P.; VALLE, T. F. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Administração Pública**, [S.L.], v. 52, n. 1, p. 24-51, jan. 2018.

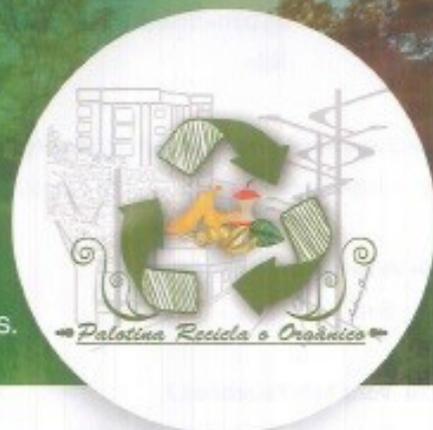
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. **O que o brasileiro pensa do meio ambiente e do consumo sustentável: mulheres e tendências de consumo atuais e futuras no brasil (principais resultados)**. Rio de Janeiro: Publit, p. 77, 2012a.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. **O que o brasileiro pensa do meio ambiente e do consumo sustentável: Pesquisa nacional de opinião (principais resultados)**.

- Rio de Janeiro: Overview, p. 82, 2012b.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília/DF: MMA, 2020.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, Mulheres. **O futuro que as mulheres querem: uma visão do desenvolvimento sustentável para todos**. [S.L.]: Suazion, p. 44, 2012.
- OLIVEIRA, S. M. A. da S. de et al. Minicompostagem ecológica: uma estratégia de educação ambiental em escolas de educação básica no município de lages (sc). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 102-118, 18 jun. 2019.
- PALOTINA. **Lei Complementar nº 166/2019**. Institui o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de Palotina, institui a Política Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.
- PARANÁ. **Lei estadual nº 12.493**, de 05 de fevereiro de 1999. Política Estadual de Resíduos Sólidos.
- PASSOS, A.; XAVIER, J.; BARBOSA, P. F. (org.). **Práticas de referência de educação ambiental e comunicação social em resíduos sólidos**. Brasília/DF: MMA, 2016. 268 p.
- PINTO, G. E.; PIRES, A.; GEORGES, M. R. R. O Antropoceno e a mudança climática: a percepção e a consciência dos brasileiros segundo a pesquisa ibope. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 54, p. 1-25, 30 jul. 2020
- RIO DE JANEIRO. Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, de junho de 1992.
- TINEU, R.; FRAGOSO, N. D. Estratégias de comunicação boca a boca para o turismo. **Revista Brasileira de Marketing**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 116-145, Jun-Dec 2009.

## Participe do Projeto Palotina Recicla o Orgânico e colabore com o meio ambiente.

As fichas de interesse podem ser retiradas e entregues na Secretaria de Agricultura e Gestão Ambiental e as caixas de compostagem ou composteiras serão distribuídas entre os interessados.



Acordo de Cooperação Financeira FSA Caixa n° 0188/2018

## Ficha de Interesse

Nome: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ Celular: \_\_\_\_\_

1- Você conhece o objetivo do projeto "Palotina Recicla o Orgânico"?

Sim  Não

2- Caso conheça, como ficou sabendo?

- Em uma reunião  
 Em reportagem do jornal  
 Facebook  
 Por um amigo

3- Em seu bairro tem coleta seletiva?

Sim  Não  Não sabe informar

4- Você costuma separar o lixo reciclável para a coleta seletiva?

Sim  Não

5- Você já ouviu falar em compostagem?

Sim  Não

6- Você sabe como funciona a compostagem?

Sim  Não

### Obs.:

O preenchimento da ficha não garante a entrega da caixa de compostagem ou composteira. Será feita uma seleção pela equipe coordenadora do projeto. O resultado será divulgado na página do Facebook e demais veículos de comunicação. A entrega será agendada e divulgada.

7- Você sabe os benefícios da compostagem?

( ) Sim ( ) Não

8- O que você faz com os resíduos orgânicos da cozinha?

( ) Joga no lixo comum ( ) Compostagem ( ) Outro: \_\_\_\_\_

9- Você tem acesso à internet?

( ) Sim ( ) Não

10- Você tem Facebook?

( ) Sim ( ) Sim, mas não utilizo ( ) Não

11- Caso tenha, como está seu nome no Facebook?

\_\_\_\_\_

12- Para ganhar uma composteira, você assinaria um termo de responsabilidade e aceitaria fazer parte do monitoramento e avaliação do projeto?

( ) Sim ( ) Não

13- Por que você gostaria de receber uma caixa de composteira?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



# Avaliação da qualidade dos espaços urbanos para pedestre no entorno de escolas: Estudo de caso de Ribeirão Preto e Serrana

*Evaluation of the quality of urban spaces for pedestrians around schools:  
Case study of Ribeirão Preto and Serrana*

*Evaluación de la calidad de los espacios urbanos para peatones alrededor  
de las escuelas: estudio de caso de Ribeirão Preto y Serrana*

## **José da Costa Marques Neto**

Professor Doutor, UFSCar,  
Brasil.  
joseneto@ufscar.br

## **Gustavo Henrique Vital Gonçalves**

Professor Mestre, Unifafibe,  
Brasil.  
Gustavovital@hotmail.com.br

## **Marcelo Augusto Amâncio**

Professor Doutor, Unip, Brasil.  
marcelo.amancio@docente.  
unip.br

## **RESUMO**

A circulação de pedestres constitui situação de conflito com os veículos e ao se observar o espaço destinado ao pedestre, é fácil encontrar diversas situações que podem comprometer sua segurança. As travessias necessitam ser organizadas e concentradas de tal forma que diminua os riscos, evitando a dispersão da atenção dos condutores. Devido à grande circulação de pedestres, a sinalização do entorno das escolas devem ser uma prioridade dos órgãos de trânsito. O presente trabalho tem por objetivo, avaliar a qualidade dos espaços urbanos em áreas escolares de duas cidades, por meio de um instrumento para auditoria. As duas cidades aqui envolvidas, estão em diferentes estágios de desenvolvimento, sendo uma de pequeno porte, e uma de grande porte, podendo-se, assim, avaliar e comparar os dois cenários distintos dentro desta temática aqui abordada. Como forma de avaliação, foram analisados 5 requisitos de 11 categorias da calçada em sua forma física e também a exposição do usuário ao tráfego, sendo este elemento diretamente ligado à qualidade de espaços urbanos da via em prol dos pedestres. Os resultados mostraram que a cidade de menor porte possui melhor qualidade destes espaços (média geral de todos os segmentos de vias de 3,345), frente a cidade de maior porte (média geral de todos os segmentos de vias de 3,085). Além disso, o entorno, o tamanho e a abrangência da escola são aspectos que influenciam nas características de cada caso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pedestre. Áreas escolares. Mobilidade Urbana

## **ABSTRACT**

Pedestrian circulation is a conflict situation with vehicles and when observing the space for pedestrians, it is easy to find several situations that can compromise their safety. Crossings need to be organized and concentrated in such a way as to reduce risks, avoiding the dispersion of drivers' attention. Due to the large circulation of pedestrians, signaling around schools should be a priority for traffic agencies. This paper aims to assess the quality of urban spaces in school areas in two cities, using an instrument for auditing. The two cities involved here are in different stages of development, one being small, and one large, and one can thus evaluate and compare the two different scenarios within this theme addressed here. As a form of evaluation, 5 requirements of 11 categories of the sidewalk in its physical form were evaluated, as well as the user's exposure to traffic, which is directly linked to the quality of urban spaces on the road in favor of pedestrians. The results showed that the smallest city has the best quality of these spaces (general average for all road segments of 3.345), compared to the largest city (general average for all road segments of 3.085). In addition, the surroundings, size and scope of the school are aspects that influence the characteristics of each case.

**KEYWORDS:** Pedestrian. School areas. Urban mobility

## **RESUMEN**

La circulación peatonal es una situación conflictiva con los vehículos y al observar el espacio para los peatones, es fácil encontrar varias situaciones que pueden comprometer su seguridad. Los cruces deben organizarse y concentrarse de tal manera que se reduzcan los riesgos, evitando la dispersión de la atención de los conductores. Debido a la gran circulación de peatones, la señalización alrededor de las escuelas debe ser una prioridad para las agencias de tránsito. Este artículo tiene como objetivo evaluar la calidad de los espacios urbanos en áreas escolares de dos ciudades, utilizando un instrumento de auditoría. Las dos ciudades aquí involucradas se encuentran en diferentes etapas de desarrollo, una pequeña y otra grande, por lo que se

pueden evaluar y comparar los dos escenarios diferentes dentro de este tema aquí abordado. Como forma de evaluación, se evaluaron 5 requisitos de 11 categorías de la acera en su forma física, así como la exposición del usuario al tráfico, este elemento está directamente vinculado a la calidad de los espacios urbanos en la vía a favor de los peatones. Los resultados mostraron que la ciudad más pequeña tiene la mejor calidad de estos espacios (promedio general para todos los tramos de carreteras de 3.345), en comparación con la ciudad más grande (promedio general para todos los tramos de carreteras de 3.085). Además, el entorno, tamaño y alcance de la escuela son aspectos que influyen en las características de cada caso.

**PALABRAS CLAVE:** Peatón. Áreas escolares. Movilidad urbana.

## 1. INTRODUÇÃO

A urbanização dos centros urbanos é um fenômeno mundial que se intensificou desde as primeiras aglomerações como Roma e Grécia até os grandes centros atuais, entretanto esse fenômeno foi intensificado na metade do século XX com os grandes êxodos rurais. O desenvolvimento acelerado e desprovido de planejamento colocou recentemente, não só as metrópoles, mas também as cidades de médio porte, "em estado de risco", quanto à mobilidade da sua população, por valorizar o transporte individual deixando sucatear o transporte coletivo e por negligenciar a necessidade dos transportes não motorizados.

No Brasil, a partir de 2003, foi criada a Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana – SeMob que estabelece as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Com relação às diretrizes relacionadas à mobilidade urbana merecem destaque: a prioridade dos modos de transportes não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado. Os objetivos são: a redução das desigualdades e promoção da inclusão social; proporcionar melhoria nas condições urbanas da população no que se refere à acessibilidade e à mobilidade; e consolidar a gestão democrática como instrumento e garantia da construção contínua

do aprimoramento da mobilidade urbana (BRASIL, 2012).

O planejamento da mobilidade urbana deve contemplar estratégias que possibilitem o movimento de pessoas e cargas nas áreas urbanas e rurais dos municípios (BRASIL, 2012).

A infraestrutura de pedestre é considerada como a malha de calçadas e travessias das cidades e, tais calçadas podem ser caracterizadas também como calçadas de escola nas quais estão locados os pontos de ônibus do sistema de transporte público da cidade. Assim, a qualidade da infraestrutura para os pedestres nas cidades é importante para facilitar a mobilidade nos trajetos diários, necessários para que seus moradores exerçam suas atividades cotidianas (GHIDINI, 2011; RIBEIRO et al., 2014; RUBIM E LEITÃO, 2013; SILVA E ROMERO, 2015).

Sabendo então da necessidade de reestruturação dessa nova era, faz-se necessário a valorização dos transportes não motorizados, (a pé e bicicletas). No início do milênio pesquisas já apontavam a necessidade de políticas de planejamento urbano voltadas à melhoria e qualidade dos espaços urbanos em prol dos modais não motorizados ou também chamados transporte ativo. Alguns destes estudos, podemos citar: Amâncio (2005), Cervero (2002); Handy (2002), em

que destacaram a importância de políticas e planejamentos voltados aos transportes não motorizados e a qualidade dos espaços urbanos, valorizando então o pedestre e o ciclista.

Assim sendo, conhecer os ambientes escolares ajuda-nos a observar as dificuldades enfrentadas pelos alunos, conhecer a escola como geradora de viagens e auxilia-nos a

entender a intensidade de conflitos que podem ocorrer entre veículos e pedestres. Isso porque o conhecimento das necessidades dos ambientes estudados contribui para a elaboração de ambientes escolares propícios para os estudantes se locomoverem ativamente (ROSA, 2010).

Por muitos anos, no Brasil, observou-se que o tipo de desenvolvimento urbano condicionou os espaços a influenciar especialmente os transportes motorizados, ou seja, toda a estrutura urbana se modelou para facilitar a adoção desse tipo de transporte. Entretanto esse incentivo prioritário aparentemente vem perdendo forças, uma vez que a maioria dos planos diretores se conscientizaram que o desenvolvimento até então apoiado trouxe inúmeros problemas como, por exemplo, os congestionamentos e altas taxas de acidentes de trânsito, poluição entre outros. Assim foi possível entender que outras formas de transportes precisam ser incentivadas, em especial o andar a pé, o que reduziria, a dependência dos automóveis e a degradação do ambiente urbano (AMANCIO, 2005; EWING e CERVERO, 2010; SOUZA, 2015).

Apesar da conscientização mundial

sobre a necessidade de alterações da estrutura urbana, ainda é possível observar “a perda de muitas qualidades urbanas”, ou seja, a forma urbana ainda continua a castigar o pedestre e desestimula-lo na sua possível adoção pelo andar a pé como modo de transporte. Em outras palavras, apesar dos avanços literários, ainda se encontra muitas dificuldades nas aplicações práticas dos estudos realizados. (HENDRIGAN E NEWMAN, 2017).

A literatura nos aponta que a estrutura urbana é constituída por inúmeras variáveis podendo ser definida por características físicas (o desenho das cidades) e pela disposição dos elementos urbanos, seguindo por características qualitativas, qualidade de transportes, modelos de usos e quantidades de pessoas nos ambientes, qualidade dos espaços de utilização pública; e chegando até as características de transportes fornecidos aos usuários, portanto, a estrutura urbana se relaciona com aspectos físicos e não físicos (EWING; CERVERO, 2010).

Os parâmetros “Ds” da estrutura urbana se referem a um número de conceitos que iniciam com a letra “D”, esses conceitos têm credibilidade no meio acadêmico por dividirem a estrutura urbana em pilares que satisfazem grande parte dos problemas que as cidades enfrentam. Originalmente eram 3ds, introduzidos inicialmente por (CERVERO E KOCKELMAN, 1997) os conceitos são: densidade, diversidade e desenho. Posteriormente em (EWING et al., 2009), foram introduzidos mais dois elementos: acessibilidade de destino e distância ao trânsito, constituindo assim o que transita no meio acadêmico como 5Ds da estrutura urbana. Contudo

estudos posteriores ainda indicam o possível acréscimo de outros 2 elementos, que ainda que não tenha a mesma ênfase que os outros, são abordados em determinados estudos: gerenciamento de demanda e a demografia (RODRIGUES, 2013).

O desenho urbano possibilita a construção de ambientes confortáveis e seguros para a realização das viagens, com isso é possível a construção de cidades seguras que promovam uma urbanização consciente de forma a incentivar os modais de viagens mais sustentáveis e conseqüentemente produzindo um ambiente que proporcione uma interação entre pessoas, ambiente viário e veículos. Conseguindo isso, o desenho urbano transforma a cidade em um local que se possa obter maior qualidade de vida. Incluso nesse contexto, o desenho da cidade tem um papel importante ao influenciar a adoção do pedestre pelo andar a pé como modo de transporte, e sabendo disso, faz-se necessário apontar definições satisfatórias sobre o que é o desenho urbano. (NACTO, 2012; RODRIGUES, 2013; WRI, 2016).

Inicialmente, o desenho urbano pode ser definido como a disposição dos elementos físicos nos espaços das cidades, os múltiplos formatos e características que esses elementos possam ter e a quantidade desses elementos que estão dispostos em uma determinada área investigada. De forma mais clara, o desenho urbano será definido de acordo com: as dimensões dos quarteirões, a quantidade de intersecções, os formatos da rede viária, largura das ruas e calçadas, números de árvores e de outros elementos físicos. Todos esses elementos afetam diretamente na ocorrência das viagens a pé (JENKS E JONES, 2010).

Muitos são os componentes do desenho urbano que influenciam no andar a pé como transporte ativo nas viagens escolares, como por exemplo, a infraestrutura e qualidade das calçadas, a exposição da integridade física do indivíduo em relação ao tráfego e a segurança (ITDP, 2016; NACTO, 2012; NANYA E SANCHES, 2016; WRI, 2016). Contudo existem fatores sociais que também influenciam nessa tomada de decisão, dentre eles o que mais se destaca é a preocupação dos pais quanto a exposição dos filhos ao tráfego e criminalidade (MENDONZA et al., 2010). Portanto, pode-se observar que em uma escala ampla o desenho urbano influencia efetivamente na opção por se locomover a pé como modo de transporte escolar (REZASOLTANIA et al 2015).

Os estudantes realizam a atividade de andar a pé cotidianamente. Medo, insegurança e desconforto são sentimentos que assolam os estudantes no caminho casa-escola, o aumento constante dos índices de acidentes, grandes fluxos de veículos, calçadas estreitas, ambientes degradados e mal iluminados, presença de pedintes, entre outros fatores, contribuem ainda mais para que seja criado um sentimento de repudia quanto a andar a pé ou de bicicleta. Sendo assim, a circulação de pessoas no entorno das escolas cria um ambiente coabitado por pessoas de diferentes idades e opções modais, que em outras palavras, os estudantes, em especial os pedestres, estão constantemente em contato com motoristas e a circulação de seus veículos, estando assim vulneráveis aos riscos decorrentes do contato entre automóveis e estudantes (KNEIBE et al., 2010).

## 2. OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo, avaliar a qualidade dos espaços urbanos para pedestres no entorno de escolas de duas cidades por meio de um instrumento para auditoria. As duas cidades aqui envolvidas, estão em estágios diferentes de desenvolvimento, sendo uma de pequeno porte, e uma de grande porte, podendo-se, assim, avaliar e comparar os cenários distintos dentro desta temática aqui abordada.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho utilizará o método proposto por Luciana Mayumi Nanya e Suely da Penha Sanches e estudará um segmento da via, que se constitui por calçada e a interseção, sendo essa com semáforo ou não.

O método de auditoria utilizado tem como o intuito de ser uma ferramenta que seja utilizada para analisar características físicas que se relacionem com a qualidade do andar a pé dos estudantes, a revisão de literaturas recentes aponta outros modelos de auditorias que foram realizadas por outros países que serviram como referência para confecção do modelo que será utilizado na presente pesquisa (ITDP, 2016).

Serão avaliados os entornos escolares de duas instituições de ensino em duas cidades diferentes. Serrana é uma das cidades avaliadas, a cidade é de pequeno porte constando com aproximadamente 50.000 habitantes, a segunda cidade que terá uma instituição avaliada é Ribeirão-Preto, uma cidade de grande porte que abriga aproximadamente 700.000 habitantes, ambas as cidades localizadas no interior do estado de São Paulo.

Efetuando a coleta de dados conseguir-se-á não somente realizar a avaliação das áreas escolares, mas também efetuar uma comparação entre uma cidade de grande e de pequeno porte apontando assim as possíveis semelhanças e diferenças entre elas.

A avaliação da calçada é essencial neste estudo, pois a calçada está ligada diretamente a caminhabilidade da via (ITDP, 2016). São avaliadas tanto as características físicas da calçada quanto as características de exposição tráfego onde ela está localizada.

A seguir são apresentadas as 11 categorias que serão avaliadas (NANYA ; SANCHES, 2016):

1. Infraestrutura desenvolvida para pedestres
2. Largura considerável da Calçada;
3. Barreiras sobre a calçada (mesas e cadeiras de bares, veículos estacionados, postes, árvores, lixeiras, etc);
4. Conservação da pavimentação da calçada (defeitos, desníveis, buracos, etc.);
5. Abrigo contra calor e chuva (árvores e fachadas que protegem os pedestres);
6. Seguridade - segurança pessoal (presença de pedintes e desocupados, iluminação, outros pedestres, vida noturna ativa - bares e restaurantes);
7. Conflitos com veículos sobre a calçada (guias rebaixadas);
8. Atração do ambiente (arborização, jardins, prédios atraentes, prédios em ruínas, lixo);
9. Inclinação Longitudinal;
10. Acesso para pessoas com deficiência;
11. Exposição ao tráfego (velocidade e fluxo de veículos na via).

Sendo avaliadas em 5 níveis de qualidade:

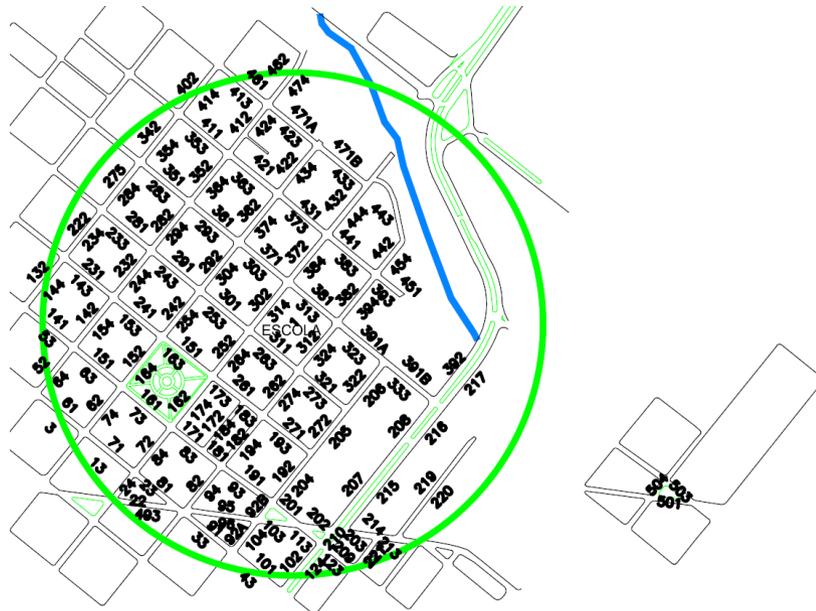
1. Péssimo;
2. Ruim;
3. Regular;
4. Bom;
5. Ótimo.

Após demonstrar o método de pesquisa utilizado, foi feita a coleta de dados em campo, em duas escolas

(raio de 400 metros) das cidades da Região Metropolitana de Ribeirão Preto, (Serrana e Ribeirão Preto).

Para se realizar a avaliação, foi utilizado o AutoCad, e através deste programa foi feito um Cluster, com raio de 400 metros, que compreendeu 168 trechos na cidade de Serrana, e 171 trechos na cidade de Ribeirão Preto (Figuras 1 e 2).

Figura 1: Área demarcada em Ribeirão Preto e determinação dos trechos



Para a caracterização do uso solo da escola localizada na cidade de Ribeirão Preto, pode-se dizer que é uma região cuja a maior parte do solo é utilizada para moradias unifamiliares isoladas, praças e alguns comércios. O bairro (Vila Tibério) onde se localiza a escola Colégio Viktor Frankl, é um bairro que contém pessoas de classe média e média baixa, possui traçado em malha, com a maioria das ruas sendo coletoras (com velocidade de tráfego

entre 35 e 40km/h e fluxo moderado), e com uma avenida tecnicamente próxima à área escolar. A maioria das ruas são planas, e levam o fluxo para a avenida que passa pelo local. A escola Época, está localizada no bairro Boa Vista na cidade de Serrana e possui as mesmas características da escola de Ribeirão preto, a diferença será apenas no porte da cidade, sendo Ribeirão Preto grande porte e, Serrana pequeno porte.

Figura 2: Área demarcada em Serrana e determinação dos trechos



A tabela 1 apresenta a avaliação de alguns trechos do Colégio Viktor Frankl de Ribeirão Preto sendo esses trechos localizados próximos a escola, podendo ser classificados de “regular” a “bom”.

Tabela 1: Avaliação segmentos de vias do Colégio Viktor Frankl

Características	Número de Seguimento			
	311	312	313	314
Infraestrutura	5	5	5	5
Largura da calçada	4	4	4	4
Barreiras sobre a calçada	3	3	3	3
Conservação pavimento da calçada	4	3	4	3
Abrigo contra calor e chuva	3	2	2	2
Seguridade	2	2	2	2
Conflitos	2	3	3	2
Atração do ambiente	3	3	3	3
Inclinação	4	4	3	4
Tráfego	4	4	4	4
Acesso para pessoas com deficiência	1	1	1	1
<b>Média</b>	<b>31,455</b>	<b>31,455</b>	<b>31,55</b>	<b>31,545</b>

Já na tabela 2, são demonstrados trechos da escola Época, de Serrana.

Tabela 2: Avaliação segmentos de vias da Escola Época

Características	Número de Seguimento			
	271	272	273	274
Infraestrutura	5	5	5	5
Largura da calçada	4	4	4	4
Barreiras sobre a calçada	5	5	5	5
Conservação pavimento da calçada	5	4	4	4
Abrigo contra calor e chuva	1	1	1	1
Seguridade	4	4	4	4
Conflitos	3	5	5	5
Atração do ambiente	3	3	3	3
Inclinação	3	5	5	3
Tráfego	3	3	3	3
Acesso para pessoas com deficiência	1	2	3	3
<b>Média</b>	<b>28,182</b>	<b>39,091</b>	<b>40,000</b>	<b>29,090</b>

#### 4. RESULTADOS

A partir da coleta de dados pode-se calcular a média para cada escola, a média de cada segmento e a média de todos os segmentos de vias, conforme apresentadas nas Tabelas 5 e 6.

As tabelas 3 e 4 apresentam a média referente a cada pesquisa feita em

todos os segmentos de vias, nas escolas Época (de Serrana) e Colégio Viktor Frankl (de Ribeirão Preto). Pode-se observar que a média da escola Época é maior que a média do Colégio Viktor Frankl. Isso significa que a qualidade dos espaços urbanos na cidade de pequeno porte (Serrana) é melhor que na cidade de grande porte (Ribeirão Preto).

Tabela 3: Avaliação de Ribeirão Preto

Pesquisa	Características	Média da Pesquisa
1	Infraestrutura desenvolvida para pedestre	4,81
2	Largura considerável da calçada	4,00
3	Barreiras sobre a calçada	3,40
4	Conservação do pavimento da calçada	3,30
5	Abrigo contra calor e chuva	2,39
6	Seguridade	2,35
7	Conflitos	2,94
8	Atração	2,85
9	Inclinação longitudinal	3,27
10	Acessos para pessoas com deficiência	1,35
11	Exposição ao tráfego	3,82

Os menores valores foram devidos às notas baixas obtidas na avaliação das interseções. A área central foi a única a apresentar interseções semaforizadas, sem rampas de acessibilidade, sem botoeira para pedestres e com maiores velocidades nas vias transversais, fato este que

determinou as menores notas das interseções.

Toda a região possui boa infraestrutura para pedestres (calçadas), a declividade longitudinal é acentuada nas vias coletoras, existem poucos desníveis e obstáculos nas calçadas.

Tabela 4: Avaliação de Serrana

Pesquisa	Características	Média da Pesquisa
1	Infraestrutura desenvolvida para pedestre	4,88
2	Largura considerável da calçada	4,42
3	Barreiras sobre a calçada	3,51
4	Conservação do pavimento da calçada	3,97
5	Abrigo contra calor e chuva	1,91
6	Seguridade	2,99
7	Conflitos	3,17
8	Atração	3,36
9	Inclinação longitudinal	3,66
10	Acessos para pessoas com deficiência	2,03
11	Exposição ao tráfego	3,00

A região desta escola é bem adensada com uso do solo predominante de habitações unifamiliares isoladas, com pouca arborização urbana e alguns segmentos sem nenhuma arborização. Parte do entorno avaliado está inserido em um novo loteamento que está sendo implantado e ainda não possui infraestrutura para pedestre (calçadas).

As interseções próximas à escola não possuem faixa de pedestre e rampa de acessibilidade. Foram observados trechos com obstáculos que impedem a passagem do pedestre e desníveis na calçada que tornam o segmento intransitável para cadeirantes.

A característica acessibilidade avalia presença de travessia elevada, manutenção da faixa de pedestres e rampas de acessibilidade. Não foram identificadas em nenhuma das 2 áreas avaliadas travessias elevadas,

em contrapartida, foram identificadas faixa de pedestres com manutenção variada (situações com boa condição de manutenção da faixa de pedestres e situações com falhas na pintura da faixa de pedestres). Identificou-se rampas de acessibilidade inadequada na avaliação do Colégio Viktor Frankl.

Nas interseções não semaforizadas da cidade de Serrana a implantação de dispositivos redutores de velocidades nas vias e implantação de faixas de travessia elevada de pedestres nas interseções semaforizadas podem aumentar a segurança de trânsito na região e melhorar a qualidade do espaço para pedestres.

Na tabelas 5 são exemplificadas as médias gerais de todos os segmentos de vias, confirmando mais uma vez a melhor qualidade dos espaços urbanos na cidade de pequeno porte.

Tabela 5: Avaliação da Média geral de todos os segmentos das cidades estudadas

Cidade	Avaliação do Entorno Escolar
Ribeirão Preto	3,085
Serrana	3,345

Analisando as médias finais, conclui-se que, apesar de Serrana ter melhor qualidade dos espaços urbanos que Ribeirão Preto nesses segmentos de vias estudados, as duas cidades ainda possuem uma nota baixa de qualidade, sendo classificadas com a maioria das notas em 3, ou seja, sendo consideradas como segmentos de vias com avaliação regular.

Sendo assim, é preciso que intervenções sejam realizadas nos trechos referentes às duas escolas, para que a qualidade dos espaços urbanos nesses segmentos de vias seja adequada, contribuindo para uma melhor qualidade de vida das crianças e adolescentes que estudam nessas escolas e até mesmo das pessoas que moram nesses bairros.

## 5. CONCLUSÕES

Através desse estudo foi possível avaliar segmentos de vias de duas escolas com as mesmas especificações (alunos do ensino médio, bairro de classe média baixa), porém em cidades distintas, além de possível observação das carências e compara-las entre as escolas.

As menores médias obtidas das auditorias dos segmentos e observadas na escola de Ribeirão Preto são referentes ao item "Proteção contra calor e/ou chuva" (representado por arborização urbana e fachadas que protegem os pedestres contra sol e chuva), que

obtiveram médias inferiores a 3,00. Já o item "Acessibilidade", obteve média inferior a 2,00, por esta região apresentar degraus nas calçadas impossibilitando a mobilidade de um cadeirante.

A região da escola Época apresentou uma largura considerável de calçada (cerca de 1,5m), além de apresentar segmento plano (declividade <1%).

A avaliação proporcionada através deste estudo, demonstrou a grande necessidade de intervenção nesses segmentos de vias, para uma melhor utilização, destes espaços, pelos estudantes dessas escolas. Medidas como melhoramento da seguridade, principalmente na escola Colégio Viktor Frankl, da cidade de Ribeirão Preto, acesso para pessoas com deficiência, e intervenções utilizando guardas de trânsito para auxiliar na travessia das vias próximas as escolas, irão promover maior comodidade e segurança desses estudantes, incentivando os deslocamentos pelo modal a pé.

A partir dos resultados é possível afirmar que, apesar do grau de importância que legislações e normativas técnicas atribuem à sinalização, à segurança, à seguridade, à acessibilidade, e ao conforto no entorno das áreas escolares, nas escolas estudadas essas regras não foram totalmente consideradas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amancio, M. A. **Relacionamento entre a forma urbana e as viagens a pé.** 100f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- Amancio, M. A. **Proposta de um modelo de opção modal de viagens a pé a Shopping Centers Urbanos.** Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (FEC/UNICAMP), p. 197, 2011.
- BRASIL (2012). **Lei 12.587**, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana e dá outras providências. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/Lei/l12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/Lei/l12587.htm) > . Acessado em 03 set 2020.
- Cervero, R.; Kochelman, K. **Travel demand and 3D's: density, diversity and design.** Transportation Research, Part D, N° 3, p. 199-219, 1997.
- Cervero, R. **Built environment and mode choice: toward a normative framework.** Transportation Researche D. Vol. 7, pag 265-284, 2002.
- Curtis, C.; Bab, C.; Olaru, D. **Built environments and children's travel to school.** Elsevier Ltd. Transport Policy 42 21-33. 2015.
- Ewing, R., Greenwald, M. J., Zhang, M., Walters, J., Feldman M., Cervero, R., Thomas, J. **Measuring the impact of urban form and transit access on mixed use site trip generation rates—Portland pilot study.** Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, 2009.
- Ewing, R.; Cervero, R. **Travel and the Built Environment: A Meta-Analysis,** Journal of the American Planning Association, 2010.
- Ghidini, R. **A caminhabilidade: Medida urbana sustentável.** Revista dos Transportes Públicos - ANTP - Ano 33 - 2011 - 1º quadrimestre. São Paulo, 2011.
- Handy, S; Clifton, K. J. **Qualitative Methods in Travel Behavior Research.** Transportation Research Board, 2002.
- Hendrigan, C.; Newman, P. 2017. **Dense, mixed-use, walkable urban precinct to support sustainable transport or. A model for consideration from Perth, Western Australia.** International Journal of Sustainable Transportation. 11 (1): pp. 11-19, 2017.
- ITDP BRASIL. **Índice de Caminhabilidade Ferramenta.** Rio de Janeiro, 2016.
- Jenks, M.; Jones, C. **Dimensions of the sustainable city.** Vol. 2. Editora: Springer, 2010.
- Kneib, E. C., Silva, P. C. M., Portugal, L. da S. **Impactos decorrentes da implantação de polos geradores de viagens na estrutura espacial das cidades.** Revista Transportes, v. XVIII, n. 1, p. 27-35, 2010.
- Mendoza, J. A.; Watson, K.; Baranowski, T.; Nicklas, T.; Uscanga, D.; Hanfling, M. **Validity of instruments to assess student's travel and pedestrian safety.** BMC Public Health, v.10, 2010.
- Nanya, L. M., Sanches, S. P. **Instrumento para auditoria e avaliação da caminhabilidade em**

**áreas escolares.** ANTP, 2016.

National Association of City Transportation Officials (NACTO). **Urban Street Design Guide.** Washington, DC: Island Press, 2013.

Silva, G.; Romero, M. **Sustentabilidade urbana aplicada: Análise dos processos de dispersão, densidade e uso e ocupação do solo para a cidade de Cuiabá, Estado de Mato Grosso, Brasil.** EURE, v.41(122), p.209-237, 2015.

Souza, G. A. **Produção do espaço e mobilidade urbana: na contramão da sustentabilidade.** Revista Produção e Desenvolvimento, 1(3), 42-51, 2015.

Rezasoltania, M.; Behzadfara, M.; Saidb, I.; **A Model Development for Children's Walking in Neighborhood.** Procedia - Social and Behavioral Sciences 201 pp.30 – 38, 2015.

Ribeiro, L. C. Q., Silva, E. T.; Rodrigues, J. M. **As metrópoles**

**brasileiras: entre a concentração e a dispersão.** xiii Seminário da Rede Ibero americana de Investigadores (rii). Salvador, Bahia, 1-4 setembro, 2014.

Rodrigues, A. R. P. **A mobilidade dos pedestres e a influência da configuração da rede de caminhos.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 2013.

Rosa, F. **Fatores que influenciam na opção de modo de transporte de crianças para a escola – estudo de caso São Carlos-SP.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos. 2010.

Rubim, B & Leitão, S. **O plano de mobilidade urbana e o futuro das cidades.** Estudos avançados, 2013.

WRI. **O Desenho de Cidades Seguras.** Worl Resources Institute, 2016.

# Avaliação dos Planos Diretores de Araraquara Pós Estatuto da Cidade: Em 2014 houve Revisão ou Adequação?

*Evaluation of the Master Plans of Araraquara After the City Statute: Was there a Review or Adequacy in 2014?*

*Evaluación de los Planes Maestros de Araraquara Después del Estatuto de la Ciudad: ¿En 2014 hubo una revisión o adecuación?*

## **Priscila Kauana Barelli Forcel**

Arquiteta e Urbanista, UNIP, Brasil.

pk.arqurb@gmail.com

## **Aderson Passos Neto**

Arquiteto e Urbanista, Mackenzie, Brasil.

arq\_ader@hotmail.com

## **Joel Venceslau de Oliveira Junior**

Professor Especialista, UNIARA, Brasil.

joelvenc@gmail.com

## **RESUMO**

O Estatuto da Cidade no ano de 2001 institui o marco de obrigatoriedade da elaboração de Planos Diretores para cidades que vinham a cumprir alguns dos requisitos impostos em lei, tornando-se um importante instrumento do planejamento municipal. O município de Araraquara contava com uma população acima do limite regulamentado, portanto, precisaria se submeter diante da legislação. Porém, desde a década de 60 a urbanização de Araraquara já vinha se familiarizando em ter seu desenvolvimento e expansão orientada por planos diretores. Tratava-se, então de se adequar aos parâmetros estabelecidos pelo estatuto, que incluía novos conceitos e instrumentos para sua elaboração. Araraquara aprova o primeiro plano desta nova era em 2005, trazendo consigo uma data prévia de revisão, que teve sua comprovação em 2014. O objetivo deste artigo se funde da análise comparativa dos planos diretores após a aprovação do estatuto da cidade, obtendo um pano de fundo para sistematizar se houve evolução ou regressão nas condicionantes urbanas do município. A partir dessa leitura é possível perceber alguns avanços, porém com muitas perdas, bem como o fato de que muitos dos instrumentos introduzidos pelo Estatuto da Cidade, apesar de presentes, nunca foram regulamentados, resultando a uma reflexão para as futuras revisões.

**PALAVRAS-CHAVE:** planejamento urbano; expansão territorial; regressão da legislação.

## **ABSTRACT**

The City Statute in 2001 establishes the mandatory framework for the elaboration of Master Plans for cities that came to meet some of the requirements imposed by law, becoming an important instrument of municipal planning. The municipality of Araraquara had a population above the regulated limit, so it would need to submit to the legislation. However, since the 1960s, the urbanization of Araraquara had already become familiar with having its development and expansion guided by master plans. It was then a question of adapting to the parameters established by the statute, which included new concepts and instruments for its elaboration. Araraquara approves the first plan of this new era in 2005, bringing with it a previous revision date, which was corroborated in 2014. The objective of this article is based on the comparative analysis of the master plans after the approval of the city statute, obtaining a fund to systematize if there was evolution or regression in the urban conditions of the municipality. From this reading it is possible to notice some advances, but with many losses, as well as the fact that many of the instruments introduced by the City Statute, although present, were never regulated, resulting in reflection for future revisions.

**KEYWORDS:** urban planning; territorial expansion; regression of legislation.

## **RESUMEN**

El Estatuto de la Ciudad de 2001 establece el marco obligatorio para la elaboración de Planes Directores para las ciudades que llegaron a cumplir con algunos de los requisitos impuestos por la ley, convirtiéndose en un importante instrumento de planificación municipal. El municipio de Araraquara tenía una población por encima del límite regulado, por lo que tendría que someterse a la legislación. Sin embargo, desde la década de 1960, la urbanización de Araraquara ya se había familiarizado con tener su desarrollo y expansión guiados por planes maestros. Se trataba entonces de adecuarse a los parámetros establecidos por el estatuto, que incluía nuevos conceptos e instrumentos para su elaboración. Araraquara aprueba el primer plano de esta nueva era en 2005, trayendo consigo una fecha de revisión previa, la cual fue corroborada en

2014. El propósito de este artículo se basa en el análisis comparativo de los planes maestros luego de la aprobación del estatuto de la ciudad, obteniendo un Fondo para sistematizar si hubo una evolución o regresión en las condiciones urbanas del municipio. De esta lectura es posible notar algunos avances, pero con muchas pérdidas, así como el hecho de que muchos de los instrumentos introducidos por el Estatuto de la Ciudad, aunque presentes, nunca fueron regulados, lo que se traduce en una reflexión para futuras revisiones.

**PALABRAS CLAVE:** planificación urbana; expansión territorial; regresión de la legislación.

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de mudanças na urbanização brasileira tem início em meados da década de 1950, quando se intensificou uma crescente transposição da população rural para o ambiente urbano. Esse processo acelerado e caótico se caracterizou por produzir aglomerações urbanas expandidas e propiciar segregação espacial, resultando diversos problemas de diferentes características, os quais vieram se agravar nos anos posteriores. O cenário nacional e estadual se repete ao município de Araraquara, com ocupações sucedendo desde meados dos anos 1930 até o surgimento dos primeiros planejamentos urbanos datados da década de 60 e início dos anos 70. Porém, estes evidenciaram uma urbanização esparsa, geradora de vazios urbanos e segregação, com peculiaridades ainda presentes no cenário atual, criando situações de difícil solução para o gestor na formulação de políticas públicas, principalmente nas áreas de mobilidade, habitação, atendimento aos princípios da sustentabilidade, ambiental, econômica e social.

Nesse cenário fortemente propicio a uma urbanização marcada por irregularidades, a Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001 – Estatuto da Cidade, vem para impor demarcações e melhorias, com a regulamentação de Planos Diretores em cidades com mais de vinte mil habitantes. Araraquara se punha a normatizar seu primeiro plano em 27 de dezembro de 2005,

com a Lei Complementar nº 350. Posteriormente, em 11 de fevereiro de 2014 aprovou-se a revisão do Plano Diretor de Araraquara, com a Lei nº 850. A partir desse cenário de dez anos que distanciam as duas leis e dos cinco anos recentes posteriores a última “revisão”, esse artigo se põe a analisar e comparar os dois planos, identificando quais ganhos e perdas ocorreram nesse processo.

## 2. ÁREA E MÉTODOS

### Araraquara

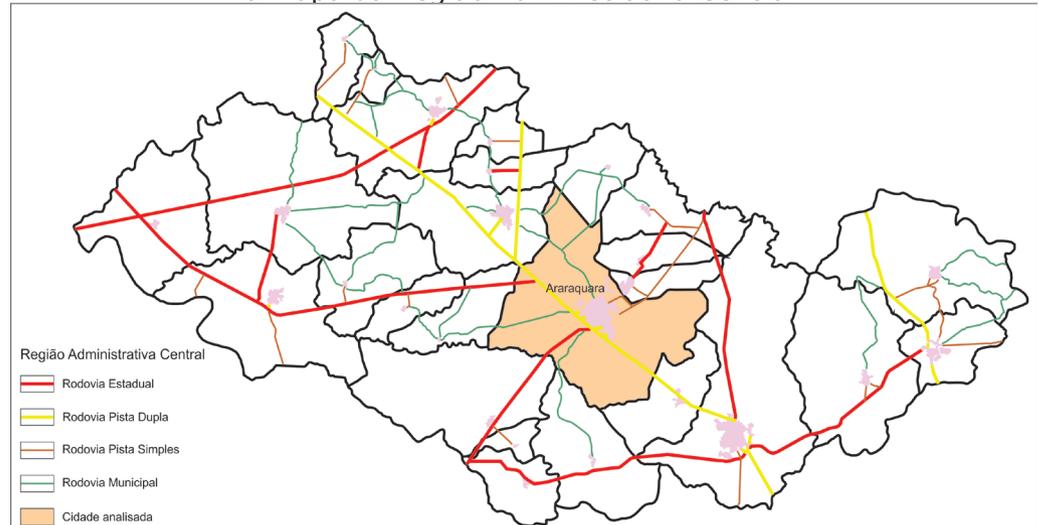
O município de Araraquara está localizado na região central administrativa do estado de São Paulo, a 270 km da capital. Com área de 1.003,625 km<sup>2</sup> e população estimada em 236.072 (IBGE, 2019), cerca de 97% da população reside na área urbana do município (SEADE, 2020), com um crescimento populacional de 0,88% ao ano (SEADE, 2020). O município ganha destaque no alto nível de desenvolvimento humano 0,815 (IBGE, 2010), ocupando a décima quarta posição do Brasil, esses dados são baseados na renda, longevidade e educação. O índice FIRJAN de desenvolvimento municipal também é apresentado em um número elevado no ano de 2016, ocupando a quadragésima sexta posição – nível Brasil, com 0,851 (firjan.com, 2016). Quanto ao índice de desigualdade de renda, é considerado moderado com o valor 0,50 no ano de 2010, anteriormente em 2000 esse índice

era de 0,52 (atlasbrasil, 2013).

A figura abaixo ilustra a localização

do município de Araraquara referente à região central administrativa do Estado.

Figura 1: Localização da Cidade estudada e sua inserção regional, segundo o mapa da Região Administrativa Central.



Fonte: Base IGC, adaptado pelos autores.

Figura 2: Localização da Cidade estudada e sua inserção regional, segundo o mapa da Região de Governo de Araraquara.



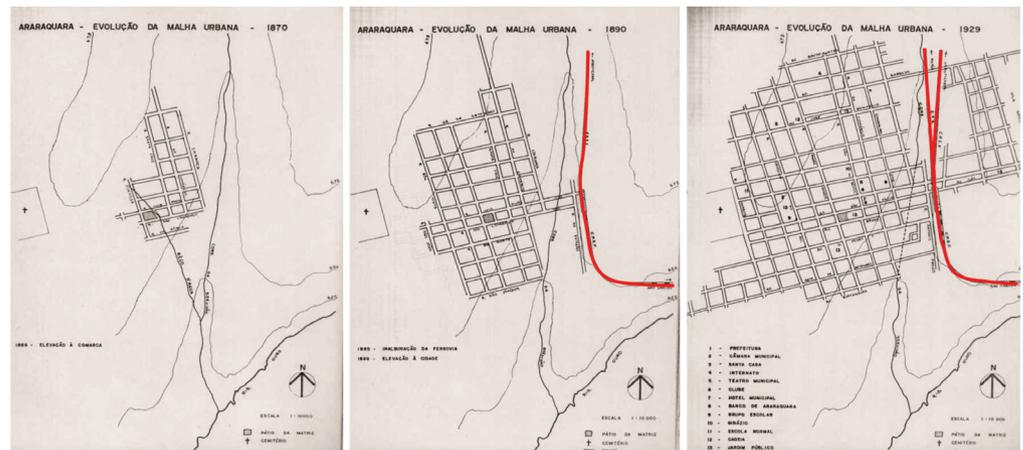
Fonte: os autores.

A urbanização do município tem início no final do século XIX com a chegada de imigrantes europeus, principalmente vindos da Itália. Partes desses imigrantes vieram para substituir os escravos na lavoura, outros já traziam em seus costumes hábitos urbanos. Esta urbanização se acentua no início do século XX, quando a lavoura de café, até então principal atividade econômica, começa a apresentar desgastes na produção, em função do enfraquecimento do solo das lavouras, além da queda do valor comercial para exportação em meados dos anos 1930. Nesse

momento ocorre um movimento para a diversificação da agricultura e o surgimento de pequenas indústrias, inclusive incentivada pelo governo local. Esta urbanização se inicia segundo um modelo de urbanismo moderno e culturalista das cidades jardins e se intensifica nos anos seguintes crescendo de maneira constante até os dias de hoje.

As imagens abaixo representam o início da evolução urbana de Araraquara, datados de 1870, 1890 e 1929.

Figura 3: À esquerda: Malha urbana de Araraquara 1870, enfatizando a elevação à comarca em 1865. Ao centro: Malha urbana de 1890, enfatizando que em 1885 ocorreu a inauguração da Ferrovia (destacada em vermelho), e em 1890 a comarca se torna cidade. À esquerda: Malha urbana de 1929, ferrovia com destaque em vermelho.

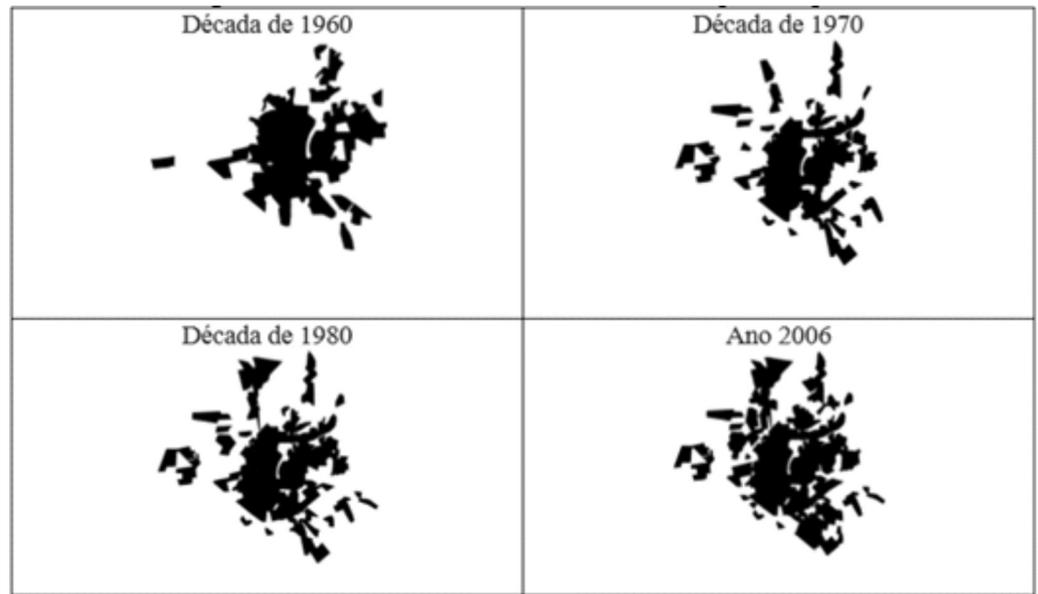


Fonte: arquivo municipal, adaptado pelos autores.

Já no final dos anos 1960 se estabelece o "Plano Diretor" (Lei nº 1.632/1968) e no início dos anos 1970, por força da "Lei Orgânica dos Municípios de São Paulo" a prefeitura lança o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado, que já ordenava o solo urbano por meio de mapa de zoneamento, normas de uso e ocupação do solo,

índices urbanístico como recuos, de ocupação e aproveitamento, entre outros. A expansão urbana do município a partir dos anos 1960 pode ser observada nas figuras a seguir, analisando a maneira que se estabelece essa expansão até os anos de 2006, um ano após a aprovação do primeiro Plano Diretor instituído posteriormente ao Estatuto da Cidade.

Figura 4: Expansão urbana de Araraquara da década de 1960 até o ano de 2006.



Fonte: Menzori (2018), adaptado pelos autores.

A territorialização do município entre a aprovação do primeiro plano até sua "revisão" pode ser observada na imagem abaixo, que conta com uma base de estudo do ano de 2019 e as manchas em cinza representam quais são as novas ocupações posteriores a 2005, a utilização de uma base datada de 2019 enfatiza os cinco anos posteriores à data da "revisão".

Figura 5: Expansão urbana de Araraquara, base de 2019 com a sobreposição da expansão urbana desde os anos de 2005.



Fonte: Prefeitura municipal, adaptado pelos autores.

## **Métodos**

Interessa-nos quantificar os usos e aplicações das leis municipais de planejamento urbano no período de 2005 a 2014, salientando possíveis evoluções ou retrocessos dessas normativas, considerando nosso ponto de vista situado cinco anos após a “revisão”. A partir dos levantamentos, buscou-se sintetizar medidas aprimoradas durante a “revisão” e a análise dos mapas que se contrapõem aos textos de lei. Destacando-se os assuntos que apresentaram maiores mudanças.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Em Araraquara temos a análise de dois planos diretores – pós Estatuto da Cidade, a saber, Lei Complementar nº 350 de 27 de dezembro de 2005 e sua “revisão” - Lei Complementar nº 850 de 11 de fevereiro de 2014. Ao confrontar os dois textos obtêm-se algumas análises pontuais, que apresentam algum desfecho, seja ele positivo ou negativo ao município. Primeiro devemos destacar a clareza com que fora apresentado o plano de 2005, clareza esta que não se encontra na “revisão” do plano em 2014. Porém o que chama a atenção são as supressões de artigos, os quais poderiam ter sido revistos ou reformulados, buscando assim textos mais leves e de fácil entendimento, mas o que surge é a criação de novas leis e planos, ocasionando a facilidade do descumprimento. Seguindo essa observação destacamos as questões ligadas à habitação, onde são retirados todos os planos, programas e transformados em uma política habitacional, referindo-se ao Plano Habitacional, o qual não teve seu cumprimento.

Os planos setoriais assumem uma função complementar a do Plano

Diretor, devendo ser o detalhamento das diretrizes na criação de políticas públicas específicas. Se por um lado isso proporciona um melhor entendimento e exequibilidade daquilo que é previsto, por outro aumenta a chance do não cumprimento, pois muitas vezes não são consultados na implementação das ações públicas. Algumas medidas deveriam ser previstas no sentido de um eficiente monitoramento e regulamentação dos planos setoriais, providências não observadas.

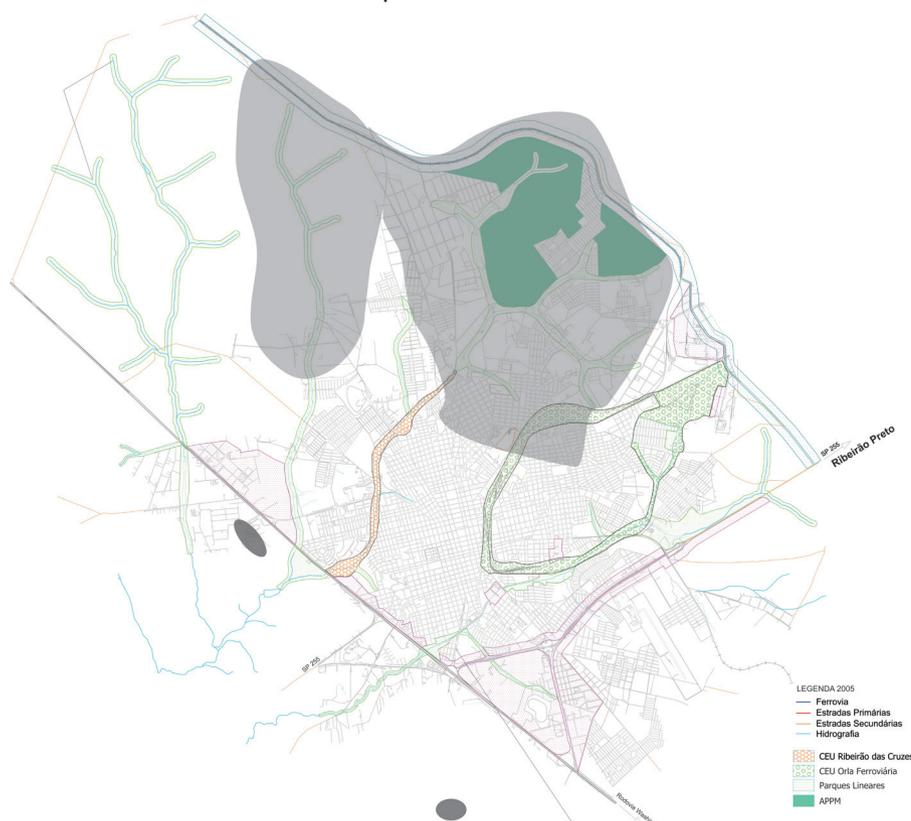
Em 2014 percebe-se um desmonte da estrutura de participação popular, com a diminuição no número de conselhos e também na sua formação. Importante fórum de discussão e esclarecimentos necessários para a implementação de políticas públicas como previsto no plano original. Essa redução de participação é representativa do diferente foco entre as Gestões do Governo Edinho Silva e do Governo Marcelo Barbieri, verifica-se cerca de 22,5% de participação popular a menos na gestão Barbieri, a participação técnica e política ocupam esse espaço, com cerca de 7,5% e 15% respectivamente a mais do que na gestão Edinho (SANTOS, 2018). O conselho da cidade não é mencionado no texto de “revisão”, dessa forma extinto, inviabilizando ainda mais a participação popular. Esse problema não se restringe a redução e alteração dos conselhos, mas também pela forma como é apresentado o texto quando determinam que algumas medidas devam ser decididas através de discussões com a população interessada ou ainda em audiências públicas, tais procedimentos que em alguns casos não ocorrem, pois carecem de divulgação eficiente ou inexistência. Os conselhos poderiam garantir a representatividade da

população como um todo quando trabalhados de forma igualitária, logo, deveriam ser revistos e analisados pontualmente buscando aperfeiçoá-los.

Quando tratados os assuntos no campo da preservação ambiental são observados retrocessos, pois os textos se mantêm iguais na

maior parte, o que não acontece com os mapas de uso e ocupação bem como nos índices urbanísticos aplicados. A mancha apresentada no mapa (figura 6) se sobrepõe as áreas já ocupadas não apresentando medidas de recuperação dessas áreas degradadas, nem no conteúdo do plano diretor e muito menos nos instrumentos urbanísticos.

Figura 6: Localização das áreas de preservação ambiental, base plano diretor de 2005, sobreposição das manchas em cinza das medidas tomadas no plano de 2014.



Fonte: Prefeitura Municipal, adaptado pelos autores.

Um condicionante natural importante levado em conta no plano de 2005 é a presença do Aquífero Guarani no território e seu afloramento em vários pontos da cidade, o que determinou algumas medidas de proteção e cuidados como a apropriação do solo urbano e rural com a intenção de mitigar e preservar essas áreas. No

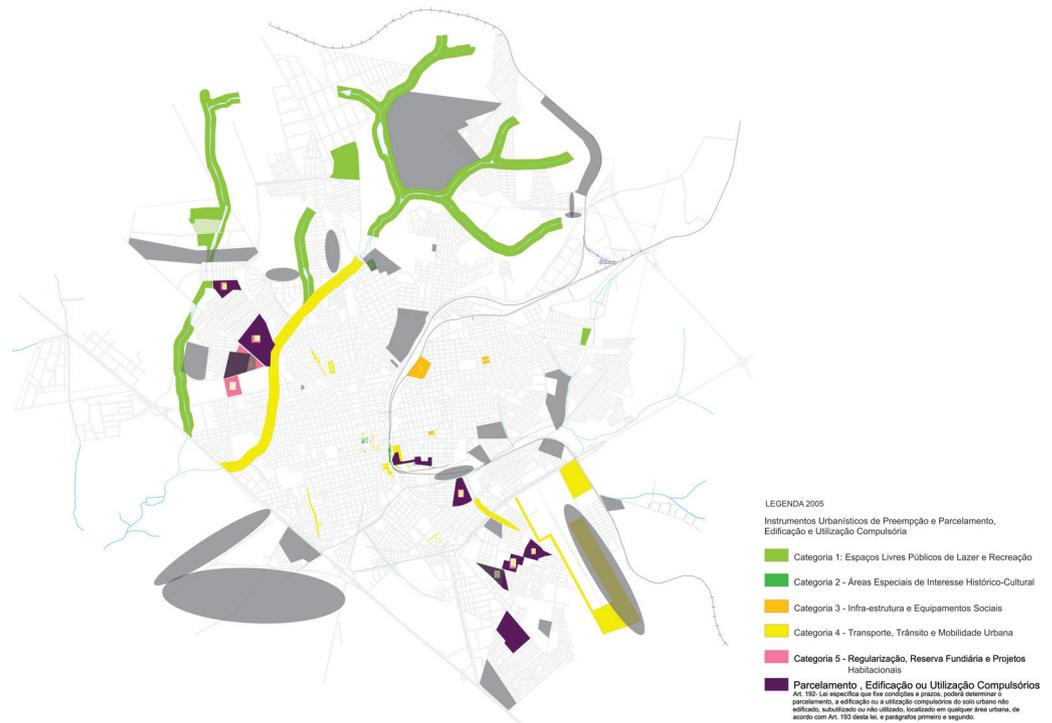
entanto na "revisão" de 2014 verifica-se um grande descuido no proceder das alterações de usos nas áreas de afloramento do referido aquífero. Nessa mesma linha de alterações descuidadas com relação ao que o plano original previa embasado em estudos, destaca-se alterações de índices que provocaram o aumento

do adensamento (Zona Norte) em áreas de alimentação do principal manancial superficial, não apenas de importância ambiental, mas também de abastecimento de água para a cidade. Destacamos ainda a diminuição nas dimensões do CIECO, em 2005 era de 70 metros e em 2014 passa a ser de 50 metros, fato que não trouxe nenhum benefício, ao contrário, se mostra ineficiente ao que se propõe indo contra o conceito original do Plano Diretor de viés sócio ambiental.

Os instrumentos se mantêm, entretanto, como no original não há regulamentação, apenas a

premissa de lei própria. Ressalvo do "Outorga Onerosa do Direito de Construir, de Alteração de Uso e Utilização do Solo, Subsolo e Espaço Aéreo" que é regulamentado pelo Decreto nº 10.666 de 2014, porém, a determinação é somente sobre os valores recebidos, que passam a ser reservados ao "Fundo Municipal de Desenvolvimento Urbano" – FMDU (figura 7). O "Direito de Preempção" possui diferença entre os dois planos, como exemplo, a exclusão do valor da multa diária. Os instrumentos apresentados nos anexos das leis demonstram uma redução de área ou do não mapeamento, dificultando a viabilidade e sua visualização.

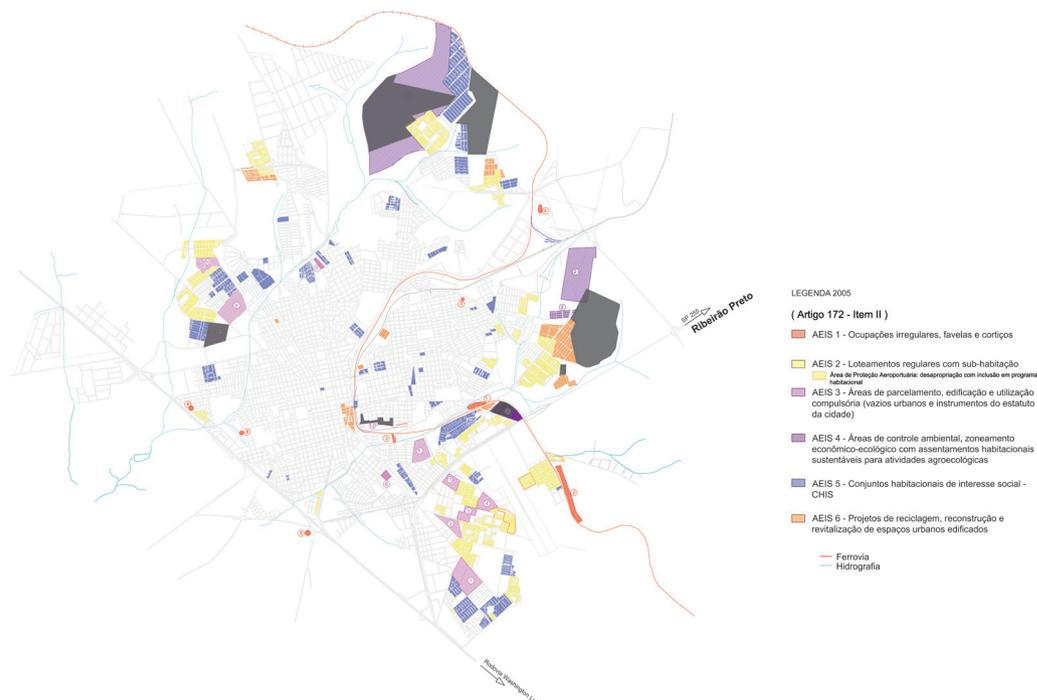
Figura 7: Localização das áreas de outorga onerosa do direito de uso do solo; parcelamento, edificação ou utilização compulsória; preempção, base plano diretor de 2005, sobreposição das manchas em cinza das medidas tomadas no plano de 2014.



Fonte: Prefeitura Municipal, adaptado pelos autores.

Quanto as “Operações Urbanas Consorciadas” estão condicionadas a criação de lei específica e de plano de operação urbana consorciada, porém não regulamentado. Já em “Áreas Especiais de Intervenção Urbana” encontramos mudança na descrição dos textos, sem regulamentação, e os mapas correspondentes apresentam uma diminuição de áreas a serem implementados tais instrumentos (figura 8).

Figura 8: Localização das áreas de interesse social de regularização fundiária e vazios urbanos, base plano diretor de 2005, sobreposição das manchas em cinza das medidas tomadas no plano de 2014.



Fonte: Prefeitura Municipal, adaptado pelos autores.

Ainda na questão de habitação ressaltamos que é apresentado um aprofundamento da segregação sócio espacial, principalmente pelo fato das ZEIS estarem localizadas nos limites do perímetro urbano, incluindo a área de proteção ambiental, contradizendo as normativas previstas de preservação. No Plano Diretor de 2005 observam-se orientações sobre as premissas de criação de políticas habitacionais, como por exemplo, a realização de conferências, planos, monitoramento, instrumentos, criação de AEIS, programas de apoio, de regularização, de reassentamento, de ajuda mútua,

de qualificação dos funcionários, de divulgação de projetos e a criação do conselho e do fundo municipal, porém o que é observado no Plano Diretor de 2014 é que todos esses mecanismos anteriormente bem elaborados são excluídos e transformados na elaboração de Plano Diretor Regulador de Habitação e Regularização Fundiária que norteia a Política Habitacional do Município, na qual as benfeitorias apresentadas devem ser analisadas e votadas em plenárias com participação da sociedade interessada.

Os planos não apresentam inclusão

do território rural e nem integram as questões regionais, algumas menções são feitas, porém muito superficialmente. Quanto à preservação do patrimônio histórico apesar de manterem o COMPPHARA (Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, Arquitetônico, Paleontológico, Etnográfico, Arquivístico, Bibliográfico, Artístico, Paisagístico, Cultural e Ambiental do Município de Araraquara), sua composição e formação conforme mencionado acima, bem como a condução dos procedimentos em relação às discussões e ações, deixa bem claro a falta de compromisso com a participação da sociedade comum ou técnica. Não apresentando variações na gestão de recursos dos fundos municipais. A única melhoria construtiva e ambiental no espaço urbano previsto na "revisão" de 2014 é a criação do Programa de Edificações Mais Sustentáveis – PEMS.

#### **4. CONCLUSÕES**

Ao analisarmos os planos diretores e suas possíveis evoluções, concluímos que os textos e os anexos não devem somente atender aos parâmetros estabelecidos no Estatuto da Cidade, mas que se enquadrem as reais necessidades do município. Evidenciamos ainda que diversos conceitos e diretrizes podem ser facilmente distorcidos quando não há uma correspondência entre o texto e os anexos – mapas e tabelas, o plano de 2014 apresenta grande dissonância nesse quesito. Outro fator considerado nessa análise é que a consulta ao plano diretor, tanto pelos profissionais como pelos analistas, muitas vezes se limita a poucos mapas, ocasionando o não atendimento de muitos dos princípios e diretrizes estabelecidas neste

instrumento de planejamento, não contribuindo para a construção da cidade da forma como estabelecida pelo Plano Diretor.

Esse artigo se pautou na análise municipal, porém, poderiam ser levantadas algumas outras questões intermunicipais elevando a um nível de maior abrangência, atingindo uma rota comparativa entre municípios localizados próximos à cidade de estudo e que apresentam população e expansão urbana presumida aos indicadores de Araraquara, poderíamos destacar algumas cidades, como por exemplo, São Carlos e Rio Claro. Pois, os três municípios se fundem a uma distancia de 108 km entre si (Araraquara - São Carlos - Rio Claro), ressaltando que Araraquara e São Carlos pertencem a Região Administrativa Central do Estado e Rio Claro é pertencente à Região Administrativa e Metropolitana de Campinas – dados IGC. Salientando a quantidade de população próxima, sendo, 221.950 habitantes em São Carlos (IBGE, 2010), 186.253 habitantes em Rio Claro (IBGE, 2010), Araraquara se posiciona entre esses números com 208.662 habitantes (IBGE, 2010). Os índices Firjan são de 0,865 e 0,825 – São Carlos e Rio Claro respectivamente, ganhando destaque na educação e saúde com o topo desse ranking, assim como em Araraquara. Ou seja, relativamente, Araraquara possui uma boa localização e bons índices quando comparados às cidades adjacentes, esse paradigma deveria se repetir aos das políticas públicas, evidenciando ganhos com o esparso crescimento entres esses municípios, porém nenhum dos planos apresentam questões regionais. Os três municípios poderiam integrar-se a uma análise

regional e intermunicipal, não só por suas localizações, mas também por apresentarem índices aproximados de urbanização e uma relevância regional muito benéfica por si só, porém essas questões são ignoradas. Araraquara ainda posterga as questões de conurbação presente em seu território, referidos ao município de Américo Brasiliense. Porém, essas análises precisariam ser feitas mais minuciosamente para ter uma emblemática maior, ficando a cargo de uma próxima análise.

## 5. REFERÊNCIAS

ARARAQUARA, **Lei nº 350 de 27 de dezembro de 2005**. Prefeitura Municipal de Araraquara, Estado de São Paulo, Araraquara, 2005. Institui o Plano Diretor. Disponível em: <<https://www.legislacaodigital.com.br/Araraquara-SP/LeisComplementares/350>>. Acesso em 27 de abril de 2020.

ARARAQUARA, **Lei nº 850 de 11 de fevereiro de 2014**. Prefeitura Municipal de Araraquara, Estado de São Paulo, Araraquara, 2014. Institui o Plano Diretor. Disponível em: <<https://www.legislacaodigital.com.br/Araraquara-SP/LeisComplementares/850>>. Acesso em 27 de abril de 2020.

ARARAQUARA, **Lei nº 851 de 11 de fevereiro de 2014**. Prefeitura Municipal de Araraquara, Estado de São Paulo, Araraquara, 2014. Institui o Plano Diretor. Disponível em: <<https://www.legislacaodigital.com.br/Araraquara-SP/LeisComplementares/851>>. Acesso em 27 de abril de 2020.

ARARAQUARA, **Lei nº 858 de 20 de outubro de 2014**. Prefeitura Municipal de Araraquara, Estado

de São Paulo, Araraquara, 2014. Institui o Plano Diretor. Disponível em: <<https://www.legislacaodigital.com.br/Araraquara-SP/LeisComplementares/858>>. Acesso em 27 de abril de 2020.

FALCOSKI, L.A.N. **O Plano Diretor Participativo da LC 350/2005 e a Cidade-Jardim de Araraquara: contra um processo de revisão tradicional para um futuro insustentável**. Abril de 2013. Acesso em 18 de maio de 2020.

PASSOS NETO, A. **O Poder Público e o Espaço Urbano em Araraquara**. Monografia do curso de especialização em nível de pós-graduação lato sensu em Gestão Pública e Gerência de Cidades, pela UNESP – Araraquara. 2005. Acesso em 28 de maio de 2020.

MENZORI, I.D.; GONÇALVES, L.M.; KELLNER, E. **Configurações Urbanas e fundações Socioambiental da Cidade: Análises Sintéticas em Araraquara-SP**. II Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana - SINGEORB 2019. Disponível em: <<https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/configuraes-urbanas-e-funo-socioambiental-da-cidade-anlises-sintticas-em-araraquara-sp-33951>>. Acesso em 18 de maio de 2020.

MENZORI, I. D. **Dinâmicas territoriais e os corredores verdes como modelos de estruturação espacial urbana: abordagens inter-relacionais na cidade de Araraquara-SP**. 2018. 230 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade

Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

TOLEDO, R.A. **Trajetórias do Planejamento Urbano no Município de Araraquara: Centralismo Decisório ou Participação?** UNESP – Araraquara. Tese de doutorado, 2013. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/100929>>. Acesso em 18 de maio de 2020.

COSTA, LUIZ FLÁVIO DE CARVALHO, **Fotografia e memória em Araraquara**: 1ed - Edição bilíngue - São Paulo: Cultura Acadêmica editora, 2015.

SANTOS, M.H.S. **Análise da Revisão do Plano Diretor de Araraquara-SP (2014): Em discussão ao papel do Legislativo e os pilares da participação no planejamento urbano.** UNESP – Araraquara. Dissertação de Mestrado, 2018. Disponível em: < [http://wwws.fclar.unesp.br/agenda-pos/ciencias\\_sociais/4560.pdf](http://wwws.fclar.unesp.br/agenda-pos/ciencias_sociais/4560.pdf)>. Acesso em 18 de maio de 2020.

# Planos diretores municipais: bases para avaliação Ambiental estratégica

*Municipal master plans: basis for strategic environmental Assessment*

*Planes maestros municipales: bases para la evaluación ambiental estratégica*

## Jacqueline Priscila Olmedo

Mestre, UNIARA, Brasil  
arquitetura.olmedo@gmail.com

## Nemésio Neves Batista Salvador

Professor Doutor, UNIARA, Brasil.  
nemesio.salvador@gmail.com

### RESUMO

No processo de planejamento urbano é fundamental a inclusão da variável ambiental visando melhores tomadas de decisão e o desenvolvimento sustentável. As tomadas de decisão em políticas, planos e programas (PPPs) podem ser auxiliadas, de modo estratégico, pelo instrumento Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), de grande utilidade na identificação, prevenção e mitigação de impactos ambientais, particularmente os impactos cumulativos e sistêmicos. Neste trabalho é analisada a aplicação da AAE a planos diretores municipais (PDMs) e feito um estudo de caso do Plano Diretor do Município de Araraquara (PDMA), a partir de revisão de literatura e leitura crítica do mesmo, a fim de verificar a integração da AAE ao processo de planejamento urbano e constatar se o PDMA considera questões ambientais estratégicas para Araraquara, visando o seu desenvolvimento urbano sustentável. Como resultado, são também propostos subsídios e diretrizes para a AAE de PDMs e do PDMA.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação Ambiental Estratégica, Planejamento Urbano, Planos Diretores Municipais.

### ABSTRACT

In the urban planning process the inclusion of the environmental variable aiming at better decision-making and sustainable development is essential. Decision-making in policies, plans and programs (PPPs) can be helped, in a strategic way, by the Strategic Environmental Assessment (SEA), an instrument very useful in identifying, preventing and mitigating environmental impacts, particularly cumulative and systemic impacts. In this paper is analyzed the application of the SEA to municipal master plans (MMPs) and made a case study of the Master Plan of the Municipality of Araraquara (PDMA), based on literature review and critical reading of the PDMA, in order to verify the integration of SEA to the urban planning process and whether the PDMA considers strategic environmental issues for Araraquara, aiming at sustainable urban development. As a result, subsidies and guidelines for SEA of MMPs and the PDMA are also proposed.

**KEYWORDS:** Strategic Environmental Assessment, Urban Planning, Municipal Master Plans

### RESUMEN

En el proceso de planificación urbana es esencial la inclusión de la variable medioambiental destinada a una mejor toma de decisiones y al desarrollo sostenible. La toma de decisiones en políticas, planes y programas (PPPs) puede ser auxiliada, de manera estratégica, por el instrumento Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), que es muy útil para identificar, prevenir y mitigar los impactos ambientales, en particular los impactos acumulativos y sistémicos. Este trabajo analiza la aplicación de la EAE a planes maestros municipales (PMM) y realizado un caso de estudio del Plan Maestro del Municipio de Araraquara (PMMA), basado en una revisión de literatura y en la lectura crítica del PMMA, con el fin de verificar la integración de la EAE al proceso de planificación urbana y verificar si el PMMA considera cuestiones ambientales estratégicas para Araraquara, con el objetivo de un desarrollo urbano sostenible. Como resultado, también se proponen subvenciones y directrices para la EAE de los PMMs y del PMMA.

**PALAVRAS-CLAVE:** Evaluación Ambiental Estratégica, Planificación Urbana, Planos Maestros Municipales.

## **1. OBJETIVO**

O objetivo do presente trabalho é analisar como o planejamento urbano pode incorporar a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), focando o uso e a ocupação do solo, e propor bases para a AAE de planos diretores municipais (PDMs), com os devidos subsídios para tal. Para isso, foi elaborado um estudo de caso tendo como objeto os Planos Diretores de Araraquara de 2005 e 2014.

## **2. PLANEJAMENTO URBANO, PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS E AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA**

De acordo com Santos Junior e Montandon (2011), o crescimento de uma cidade não significa um crescimento da qualidade de vida. É preciso ter em mente que em muitas situações tal crescimento pode ressaltar carências e problemas sócio espaciais urbanos, sendo que o modo em que o território se estrutura não compreende de um instrumento que avalie os impactos ambientais relevantes das PPPs nos PDMs.

Em função do crescimento desordenado, as cidades começaram a ter a sua qualidade ambiental questionada mediante os inúmeros problemas e impactos que surgiram com o inchaço das mesmas, afetando tanto os ambientes construídos quanto os naturais, tendo como consequência a baixa qualidade de vida dos cidadãos (VASQUES, 2015).

Segundo Correia (2009), a necessidade de pensar em um processo de urbanização mais sustentável ganhou força com os impactos negativos ocasionados pela falta de um ordenamento territorial que se adeque as necessidades do momento e futuras. Integrar a

abordagem ambiental na fase de planejamento é ser preventivo e assegurar alterações minimizadas, trazendo percepções ambientais da sociedade a partir de iniciativas políticas ambientais para agregarem ao processo de planejamento urbano. Desta forma, é intrínseca a compreensão da cidade como um metabolismo urbano, onde deve haver harmonia dos ambientes naturais e construídos e equilíbrio na esfera socioeconômica.

No Brasil, o parcelamento do solo foi regulamentado pela Lei Federal nº 6.766/79 (BRASIL, 1979), a qual, conforme Barreiros e Abiko (1998), prevê o desenvolvimento da cidade de forma a costurar o novo tecido urbano à estrutura já existente. De acordo com o Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), o planejamento urbano deve voltar-se ao direito de cidades sustentáveis com participação social. Baseado no Estatuto da Cidade, Falcoski (2007) resalta aspectos a serem considerados para uma cidade sustentável: movimento social ativo e condições de debate, visando planejar a gestão e incorporar princípios técnicos e políticos; reorientar o plano diretor com base nas ferramentas do Estatuto da Cidade para administrar o plano diretor democraticamente; rever a metodologia do plano de acordo com os instrumentos urbanísticos do Estatuto e realizar operações estritas entre a gestão regional e a gestão ambiental; e a partir dos impactos das cidades e das agendas ambientais, propor novos métodos urbanos e inovações na gestão ambiental.

De acordo com Silva e Vargas (2010), a não sustentabilidade acontece pela má distribuição da população e suas atividades no território. Conforme

Grostein (2001), a força para o desenvolvimento se dá a partir da descentralização de políticas urbanas, tornando-as democráticas, de modo a se compreender que a mobilidade da população, a forma de ocupar o território e as demandas habitacionais são aspectos da componente físico-urbanística que se relaciona com a sustentabilidade.

Moraes et al. (2008) mostram a importância de um instrumento que auxilie os PDMs, pois estes têm habilidade em minimizar as dificuldades e diversidades exclusivas que cada cidade carrega, tendo a visão de diversidade cultural, econômica e social como parte de sua característica, possibilitando inclusão e participação social nas políticas públicas e voltando-se ao desenvolvimento sustentável.

A Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981) dispõe sobre o processo de licenciamento ambiental de projetos e empreendimentos, o qual prevê a avaliação de impacto ambiental destes. Entretanto, segundo Eglar (2011), no que diz respeito ao planejamento, sua ação é tardia.

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) aplica-se a PPPs e não a projetos de empreendimentos, que são objeto de Estudo de Impacto Ambiental (EIA). A AAE foi regulamentada na Comunidade Europeia através da Diretiva No. 85/337/CEE (PARLAMENTO EUROPEU, 1985) e, segundo Muller et al. (2015), vem sendo cada vez mais utilizada como um instrumento auxiliar que visa os impactos cumulativos e sinérgicos com uma visão macro, voltando-se para o desenvolvimento territorial, podendo ser um grande aliado dos Planos Diretores Municipais, por ter

seu processo ligado à PPPs, com o intuito de reconhecer e avaliar os impactos significativos no ambiente urbano, podendo prevê-los, minimizá-los ou mitigá-los.

Na AAE, o sentido estratégico se dá a partir da compreensão real do problema, não tentar entender os sintomas, como ruído, poluição, perda da biodiversidade etc., mas avaliar o que leva a tais fatores ocorrentes, onde na maior parte dos casos, tais causas se dão a partir de políticas e estruturas urbanas (PARTIDÁRIO, 2012). A AAE não tem uma metodologia exclusiva e nem é uma técnica unitária, mas uma matriz de ferramentas que compõe diferentes tipos de estágios da elaboração de PPPs, sendo útil para desempenhar a necessidade de cada particularidade e uma ótima ferramenta para nortear o Plano Diretor nas tomadas de decisão (BROWN e THERIVEL, 2012).

Com o propósito de prevenir os possíveis impactos negativos que PPPs – ou a falta delas pode causar, é recomendado que a AAE seja realizada ao longo do processo de tomada de decisão, de acordo com Partidário (2012). Contudo, Oppermann (2012) defende que mesmo quando a tomada de decisão já ocorreu é válido e ainda em tempo considerar as contribuições da AAE a posteriori, com o intuito de avaliar as decisões e verificar se precisam ser adequadas, fornecendo suporte para decisões futuras.

### **3. METODOLOGIA**

O estudo de caso teve como objeto o Plano Diretor Municipal de Araraquara, devido a sua ampla abordagem de questões ambientais – ver Lei Complementar nº 350/2005

(ARARAQUARA, 2005), que sofreu alterações que implicaram na perda considerável destas questões em sua Revisão de 2014 – ver Lei Complementar nº 850/2014 (ARARAQUARA, 2014).

A proposição de subsídios para AAE no processo de planejamento urbano, desenvolvida no presente trabalho, foi desenvolvida conforme as etapas seguintes a) síntese de conceitos e recomendações de autores, a partir de revisão de literatura sobre planejamento urbano, sustentabilidade, PDMs e AAE, sistematizados em um quadro, por autor e em ordem cronológica; b) leitura e análise dos PDMA de 2005 e de 2014 e levantamento de aspectos ambientais relevantes relacionados ao uso e ocupação do solo, passíveis de serem objeto de AAE; c) identificação de temas estratégicos nos PDMs - uso e ocupação do solo, habitação, infraestrutura, meio ambiente, socioeconomia e políticas e ações públicas; d) identificação de

aspectos e atividades relevantes/principais visando a AAE do PDMA e PDMs. Esses aspectos e atividades, relacionados aos temas estratégicos e envolvendo questões de planejamento e desenvolvimento urbano, gestão urbana, gestão ambiental e sustentabilidade, foram sistematizados por tema e relacionados também em um quadro; e) análise e discussão, à luz da literatura e dos autores pesquisados, dos resultados obtidos nas etapas anteriores; f) formulação, a partir da revisão de literatura e da análise e discussão dos resultados, de propostas/subsídios para atividades norteadoras da AAE de PDMs e do PDMA.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sínteses dos conceitos e recomendações obtidas da revisão de literatura encontram-se apresentadas no Quadro 1 seguinte, sistematizadas por autor e ordem cronológica.

Quadro 1 – Síntese de conceitos e recomendações dos autores pesquisados.

Conceitos e recomendações	Referências
Considerar igualmente em uma cidade as funções: trabalhar, habitar, mobilidade e lazer. (Carta de Atenas)	Le Corbusier (1957)
Minimizar consumo de energia fóssil e de outros recursos, adotando tecnologias que poupem espaço, matéria, energia e reciclagem de materiais.	Acselrad (1999)
Descentralizar as cidades, a fim de diminuir a densidade e produção de rejeitos, entendendo a cidade como metabolismo urbano.	
Opor-se ao desenvolvimento econômico exclusivamente, questionando as bases técnicas da cidade e voltando-se a questões sanitárias.	
Associar sustentabilidade ao tema patrimônio, ressaltando valores, heranças, caráter e identidade que fortalece o sentimento de pertencimento aos cidadãos.	
Projetar o crescimento urbano em conjunto ao investimento, em infraestrutura e a integridade das políticas públicas.	
Direcionar políticas públicas aos espaços desindustrializados que se esvaziam e geram espaços e edifícios obsoletos que trazem desqualificação social e ambiental	

Formar comunidades urbanas finitas, enaltecendo usos mistos, encurtando distâncias e facilitando acessos, evitando a expansão da cidade em território já ocupado.	Harvey (2000)
Maximizar a função de alta efetividade das políticas do uso e ocupação do solo e as práticas urbanísticas para a condução do município no caminho para o desenvolvimento sustentável.	Grostein (2001)
Reduzir longas distâncias urbanas, incentivando a mobilidade alternativa e pedestrianismo.	Rogers (2001) apud Silva e Romero (2010)
Quebrar o zoneamento rígido e monofuncional, induzindo a diversidade.	
Minimizar a economia dupla existente devido à falta de infraestrutura e rápida urbanização.	Du Plessis (2002)
Cidade-Jardim – Considerar o conceito dos três erres: 1. Redução de espaço urbanizável; 2. Reciclagem da cidade existente; 3. Reutilização de heranças naturais, conservando-as e entendendo-as o quanto possível.	Howard (2002)
Inserir e assegurar todo tipo de grupo nas esferas social, econômica e cultural.	
Encorajar participação da comunidade nas decisões em diversas formas.	
Impulsionar o uso de novas tecnologias e tecnologias limpas na cidade.	
Oferecer acesso equitativo às informações.	
Incentivar descentralização das atividades e estimular usos mistos e compatíveis.	
Assegurar elementos tradicionais, preservando a identidade da cidade.	
Renovar e reformar áreas em abandono.	
Minimizar a poluição e conservar recursos não renováveis.	Kanashiro (2004)
Adotar reuso, reciclagem, redução e contenção do desperdício.	
Fomentar a diversidade e variedade de atividades econômicas no tecido urbano, a fim de destituir a monofuncionalidade do uso do solo.	
Engajar designs inovadores para habitações de baixo custo.	
Minimizar dependência de veículos individuais a partir da organização inteligente do uso do solo.	
Elevar melhoria das questões ambientais e da habitabilidade.	
Reorientação do Plano Diretor pautada nos instrumentos do Estatuto da Cidade.	Falcoski (2007)
Escolher o lugar para habitações e assentamentos urbanos, buscando atributos do campo e da cidade, unificando-os em seus respectivos aspectos favoráveis.	Fernandes (2007)
Reconhecer o meio ambiente como um direito fundamental de terceira geração, proporcionando direitos coletivos, metas individuais e de solidariedade.	Willeman (2007)
Pensar nos espaços livres que estão inseridos na morfologia urbana e destiná-los devidamente as praças, logradouros, jardins e equipamentos urbanos.	Moraes et al. (2008)
Incentivar a implementação de equipamentos urbanos comunitários para áreas mais necessitadas, a fim de desconstruir a desigualdade social e torná-los mais eficientes	
Refrear a disseminação de loteamentos populares que se encontram em condições inadequadas.	
Integrar a questão ambiental e questão urbana, regulando o território em dimensões que dialoguem e gerem ações de preservação ambiental.	Saule Junior (2008)

Incentivar as instituições a adotarem políticas ambientais, a fim de gerar percepção social para agressões ambientais causadas pelos poluentes no ar, água, solo ou meio ambiente.	Correia (2009)
Fortalecer e clarear a consciência sobre a relevância da introdução de métodos e ferramentas que se voltem ao contexto de gestão e planejamento sustentável.	
Integrar as esferas econômica, social e cultural, visando habitação acessível, segurança, proteção do meio ambiente e mobilidade.	
Incluir segmentos e interesses coletivos, identificando e alcançando valores e objetivos comuns.	Silva e Romero (2010)
Otimizar investimentos para elaboração de objetivos em longo prazo.	
Privilegiar elementos que contribuam para a diversidade, assegurando a qualidade dos espaços e da vida urbana.	
Trazar segurança e conforto nos trajetos, influenciando as atividades dos pedestres, desprendendo a circulação exclusiva a veículos, de modo que a circulação das pessoas gere espaços de convivência e sentimento de pertencimento.	
Beneficiar periferias com equipamentos urbanos e infraestrutura, a fim de proporcionar melhor qualidade de vida.	
Atentar-se para as favelas que estão fora dos espaços legais da cidade, a fim do mercado imobiliário não excluir a população mais carente.	Silva e Vargas (2010)
Incluir a comunidade nas decisões e descentralizar as políticas urbanas para se criar atuação multidisciplinar e transferência de autoridade.	
Utilização de instrumentos que incluam planos nacionais, regionais e estaduais a fim de ordenar o território, instituir unidades de conservação e zonas de interesse especial, bem como EIA e EIV.	Brasil (2011)
Consientizar sobre o alto potencial da AAE em agregar valor aos processos de desenvolvimento urbano e nas tomadas de decisão.	Brown e Therivel (2012)
Posicionar-se a favor e considerar essencial a hidrologia, morfologia e vegetação mediante as mudanças no uso e ocupação do solo pelo crescimento urbano.	Costa et al. (2013)
Integrar a AAE no planejamento urbano na fase de decisão, promovendo a mitigação de efeitos negativos das mudanças no espaço e no meio ambiente, trazendo desenvolvimento sustentável atrelado à proteção ambiental.	Muller et al. (2015)
Minimizar a precarização da mobilidade e saneamento, considerando esgotos a céu aberto e espaços que afetem a questão ambiental e anulem a sustentabilidade.	Vasques (2015)
Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.	
Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.	ONU (2015)
Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.	
Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.	
Considerar a construção de habitações populares que tenham viés sustentável, desde o projeto, passando por sua construção, até sua utilização.	Cordeiro (2018)

Promover direito à moradia adequada para todos como padrão de vida, prevenindo desocupações forçadas e focando em grupos vulneráveis, sem-teto, com deficiência e de baixa renda.	ONU (2019)
Ofertar moradia segura, bem localizada, conectada com o tecido urbano, fisicamente acessível, econômica e adequada.	
Promover habitações com inclusão social, economicamente acessíveis e sustentáveis, considerando terrenos em áreas centrais e com infraestrutura adequada e com incentivo de empreendimentos para renda mista e inclusão e coesão social.	
Integrar a segurança alimentar e necessidades nutricionais no planejamento urbano e territorial para erradicar a fome e desnutrição, facilitando a produção, a armazenagem, transporte e comercialização dos alimentos de maneira adequada.	

Fonte: Elaborado pelos Autores (2020), modificado de Olmedo (2020).

Observa-se por meio do Quadro 1 que os conceitos e recomendações elencados envolvem inúmeros aspectos, de grande diversidade, abrangendo várias áreas do conhecimento e de atuação no planejamento urbano e gestão das cidades. Praticamente todos os conceitos e recomendações remetem para a questão da qualidade de vida, que é o princípio fundamental de uma cidade que se desenvolve segundo o processo de sustentabilidade.

A Conferencia Habitat III da Organização das Nações Unidas, visando a sustentabilidade urbana, se baseou em três aspectos inseparáveis: sociedade, economia e meio ambiente (ONU, 2017), objeto dos conceitos e recomendações apresentados no Quadro 1.

Portanto, o Quadro 2 resulta de revisão de literatura e recomendações (Quadro 1), que embasa a proposta de temas estratégicos a fim de possibilitar a análise. Os aspectos principais/ relevantes apresentados são produtos viáveis aos Planos Diretores Municipais em relação ao uso e ocupação do solo para se tratar sua AAE em direção ao desenvolvimento urbano sustentável.

O Quadro 2, resultante da revisão de literatura e dos conceitos e recomendações (Quadro 1), apresenta os temas estratégicos, os aspectos principais/relevantes e atividades identificados, pertinentes a PDMs e ao PDMA, em relação ao uso e ocupação do solo, visando a sua AAE para prevenir e mitigar de impactos, no sentido de um desenvolvimento urbano sustentável.

Quadro 2 – Aspectos principais/relevantes para o PDMA.

	Saneamento em controle de vetores
	Governança das atividades de saneamento
	Sistema de captação e retenção das águas pluviais em cisternas para reuso e reaproveitamento
	Diretrizes que minimizem a necessidade de viajar e aumentem a oferta de transporte público
	Criação, ampliação e incentivo ao transporte alternativo e sustentável, como vias peatonais e ciclovias
	Aumento do número de propriedades com fácil acesso ao transporte coletivo, alternativo e sustentável

	Saneamento em controle de vetores
	Governança das atividades de saneamento
	Sistema de captação e retenção das águas pluviais em cisternas para reuso e reaproveitamento
Mobilidade Urbana	Diretrizes que minimizem a necessidade de viajar e aumentem a oferta de transporte público
	Criação, ampliação e incentivo ao transporte alternativo e sustentável, como vias peatonais e ciclovias
	Aumento do número de propriedades com fácil acesso ao transporte coletivo, alternativo e sustentável
	Compactação da cidade mesclando funções no bairro, de modo a diminuir o tempo de deslocamento
	Diretrizes no planejamento urbano a inclusão de pessoas com deficiência visual/auditiva e de movimentos reduzidos/limitados no quesito de acessibilidade e mobilidade
	Estímulo a formação de sistema de transporte urbano-regional para desenvolvimento compartilhado
	Implantação de tecnologias de transporte e sistemas operacionais inovadores com menor impacto econômico e ambiental
	Parâmetros urbanísticos de acessibilidade, mobilidade e transporte no entorno de espaços públicos com tratamento diferenciado de passeios públicos
	Disciplina e monitoração das condições de segurança e seguridade na acessibilidade e mobilidade urbana, a fim de que a falta de segurança não torne inacessível a mobilidade
	Avaliação da qualidade, eficácia e eficiência do serviço de transporte coletivo
	Desenvolvimento de atividades de uso misto
	Recuperação dos espaços de circulação para uso público de transporte coletivo
	Minimização dos estacionamentos veiculares
	Exclusão de tráfego não essencial
	Transferência do foco da circulação de veículos para o deslocamento das pessoas
Paisagem Urbana	Promoção da valorização da identidade local e da diversidade;
	Diretrizes para paisagismo e ações que promovam a reabilitação e ocupação de áreas e de edifícios degradados
	Implantação de áreas verdes e parques na zona urbana, principalmente próximo a residências
	Diretrizes para redução de vazios urbanos e incentivo de uso para os vazios existentes
	Promoção de medidas adequadas ao zelo pela qualidade da paisagem urbana como publicidades, ordenação do mobiliário urbano, controle de poluição visual, do solo e do ar
	Implantação como exigência o uso da arborização e paisagismo nas diretrizes urbanísticas do parcelamento do solo
	Acessibilidade e visibilidade das áreas verdes
	Implementação de diretrizes curriculares no ensino com matérias e temas que contemplem o patrimônio histórico, cultural da cidade e ambiente urbano
	Redução de áreas pavimentadas, priorizando processos construtivos e sistemas de pavimentos ecológicos
Recursos Ambientais	Aumento e qualificação das áreas de conservação ambiental, promovendo a sua biodiversidade
	Melhoria da proteção do solo, corpos d'água e do ar e reduzir a ocupação em APPs
	Sistematização de monitoramento ambiental
	Inclusão do Zoneamento Ambiental nos Instrumentos de Planejamento Municipal

	<p>Integração e complementariedade de aspectos, dimensões, critérios e elementos naturais e culturais na definição de instrumentos e procedimentos de usos ambientais</p> <p>Incentivo de um percentual do uso de árvores frutíferas, nativas e exóticas, em parques, praças, áreas verdes institucionais e espaços públicos de menor fluxo de veículos, promovendo diversidade arbórea e atração da fauna em meio urbano</p> <p>Estímulo de atividades sustentáveis e pesquisas científicas</p> <p>Estímulo ao uso da iluminação e ventilação natural e aproveitamento da energia solar</p> <p>Redução da poluição e de lugares poluídos</p>
Habitação	<p>Promoção do direito à moradia adequada para todos como padrão de vida, prevenindo desocupação forçadas e focando em grupos vulneráveis, sem-teto, com deficiência e de baixa renda</p> <p>Oferta de moradia segura, bem localizada, conectada com o tecido urbano, fisicamente acessível, econômica e adequada</p> <p>Promoção de habitações com inclusão social, eficácia econômica e proteção ambiental, sendo economicamente acessíveis e sustentáveis, considerando terrenos em áreas centrais, com infraestrutura, empreendimentos e coesão social</p> <p>Consideração de construção de habitações populares que tenham viés sustentável, desde o projeto, passando por sua construção, até sua operação.</p> <p>Estímulo para que as demandas habitacionais de comunidades encontrem localmente boa qualidade para todos, com novos empreendimentos dentro dos limites do assentamento e com acesso ao transporte público existente</p> <p>Desenvolvimento de programas nas unidades habitacionais já existentes em condições precárias por meio de equipamentos públicos e estímulo de programas geradores de emprego</p> <p>Oferta de suporte técnico e jurídico à autoconstrução de moradias</p> <p>Propiciação de solução habitacional dentro de seu perímetro ou vizinhança próxima, no caso da necessidade de remover os moradores de favelas e cortiços</p> <p>Articulação da Política Municipal de Habitação com as demais políticas setoriais, em especial, planejamento urbano e ambiental, desenvolvimento econômico, assistência social, saúde, educação, esporte e lazer</p>
Sociedade	<p>Promoção e motivação de uma cultura de participação social através de audiência pública na elaboração do Plano Diretor Municipal</p> <p>Promoção de ambientes seguros e saudáveis a fim da população participar da vida urbana sem medo de violência e intimidação, voltando-se principalmente para mulheres, meninas, crianças, jovens e pessoas em situação de vulnerabilidade</p> <p>Integração a segurança alimentar e de necessidades nutricionais no planejamento urbano e territorial para erradicar a fome e desnutrição, facilitando a produção, a armazenagem, transporte e comercialização dos alimentos de maneira adequada e acessível a fim de reduzir perdas.</p> <p>Estímulo ao processo de participação da população em programas de controle, educação e preservação ambiental das unidades, elementos de conservação natural e espaços livres públicos</p> <p>Estímulo de alternativas de associação ou cooperação entre moradores para a efetivação de programas habitacionais</p> <p>Promoção e incentivo por meio de instrumentos urbanísticos a função social da propriedade urbana e equidade sócio-espacial</p> <p>Priorização de políticas habitacionais destinadas às famílias com menor rendimento</p>

Economia	Promoção da atratividade e instalação de empresas menos poluidoras e degradadoras do meio ambiente (ex: incentivos, contrapartidas)
	Incentivo a microprodução de energias renováveis descentralizadas
	Promoção a implantação de sistema de iluminação pública eficiente e de baixo consumo de energia
	Fortalecimento dos processos de desenvolvimento nos diversos setores econômicos com base na economia solidária fundada no cooperativismo, associativismo e agrupamento familiar.
	Inovação tecno-produtiva, desenvolvimento solidário e cooperativo com usos sustentáveis
	Contenção de empreendimentos de parcelamento do solo do crescimento horizontal em extensão com uma urbanização que provoca deseconomias urbanas e segregação social
	Criação de condições para o aumento do comércio, consumo e distribuição local da produção e as exportações em âmbito municipal e regional
	Promoção de pesquisa de novas tecnologias, materiais e métodos executivos de pavimentação, e recorrer a outras pesquisas, para baratear as obras de pavimentação
Políticas e ações	Atuação de agentes multi e interdisciplinares na elaboração e revisão do PDM
	Consideração de diferentes alternativas, perspectivas, objetivos e questões ambientais antes da tomada de decisão, para a proposição de PPPs, Planos e Programas públicos e privados
	Propostas de ações de sustentabilidade no Plano Diretor Municipal (PDM): princípios, objetivos, indicadores e metas
	Integração do PDM com outros planos locais e regionais: ZEE, Plano de Bacia, planos/programas de interesse social (educação ambiental), planos setoriais (transportes, agricultura, mineração etc.)
	Integração da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) com o PDM, sendo de preferência elaborados simultaneamente
	Governança para tratar as questões ambientais, monitoramento do PDM e das medidas preconizadas na AAE
	Programa de coleta seletiva e reciclagem de resíduos e descartes residenciais
	Estímulo ao desenvolvimento urbano com a produção da cidade e a edificabilidade, evitando-se a ociosidade do solo para fins especulativos
	Associação de demanda, requalificação e ordenamento de equipamentos sociais e planos reguladores específicos, planos de urbanização de unidades espaciais e de regiões de planejamento participativo, evitando a ocupação desordenada
	Implantação do sistema funcional de fiscalização e controle ambiental, sanções aos dejetos clandestinos e a disposição inadequada de resíduos
	Estabelecimento de PPPs de preservação, revitalização, conservação e manutenção dos bens materiais e imateriais, naturais e construídos
	Implementação de reeducação profissional, pública e política
	Promoção na implementação de políticas habitacionais a disposição de procedimentos administrativos para a elaboração e execução de plano de regularização fundiária

Legenda:

Fonte	Aspectos principais/relevantes
	Literatura e Quadro 1
	Excluídos PDMA 2005
	Incluídos PDMA 2014

Fonte: Autores (2020), modificado de Olmedo (2020).

A partir do Quadro 2 verifica-se no PDMA 2014, que para o tema Saneamento a maior parte das questões elencadas é recomendada pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2015) e são estruturantes para a governança das atividades propostas, incluindo as de infraestrutura. Tal fato é positivo, uma vez que os problemas de infraestrutura anulam a sustentabilidade, segundo Costa et al. (2013) e Vasques (2015). Essa governança foi incentivada pela previsão de um cinturão verde no Plano, antevendo a de minimização de conflitos e a proteção de cursos d'água, faltando apenas o controle de vetores, mas agregando positivamente em termos hidrológicos e na qualidade de vida. Isso vai ao encontro do conceito de Howard (2002) sobre cidades-jardim e à proposta da AAE, de acordo com Loyaza (2013), de promover crescimento inteligente em nível setorial, local, regional e/ou nacional (LOYAZA, 2013).

Quanto à Mobilidade Urbana, nota-se uma menor abordagem em seus vários aspectos, influenciados por um zoneamento rígido e monofuncional, sendo que quando ajustados, têm a abrangência da diversidade e inclusão de toda a comunidade, apresentando alternativas sustentáveis, segundo ressalta Rogers (2001) apud Silva e Romero (2010). Para o PDMA 2014 esses aspectos foram também influenciados pela exclusão de outros, ocorrida na revisão do PDMA 2005, no sentido da cidade fragmentada, que Harvey (2000) critica. Ele propõe o conceito de comunidades urbanas finitas, para deter a expansão territorial desnecessária, assim como Muller et al. (2015) também o defendem, com base nas boas práticas da AAE, que visam evitar os efeitos das mudanças no espaço.

Segundo Menzori, Gonçalves e Kellner (2019), Araraquara possui cerca de 845 hectares de lotes e glebas urbanos vazios, sendo que 65% são glebas que ultrapassam 10.000 km<sup>2</sup>. Os autores também concluem que essa fragmentação da malha urbana é de estratégia especulativa do mercado imobiliário. Isso acaba por sobrecarregar o sistema viário urbano, sendo que tais ações permanecem ativas até o momento oportuno para quem as pratica e, por isso, a sustentabilidade da cidade e a qualidade de vida de seus moradores acabam sendo prejudicadas.

Em relação ao tema Paisagem Urbana podem ser ressaltados os aspectos relacionados à renovação de áreas abandonadas, tema defendido por Kanashiro (2004). Há necessidade de se posicionar contra a deterioração do tecido urbano, preservando a identidade da cidade, sendo isto um aspecto pouco abordado no PDMA 2014, no sentido de promover novos usos aos vazios urbanos e a reabilitação e ocupação de edifícios degradados. Como fato positivo, foi abordada a inclusão de áreas verdes em bairros periféricos e próximos a residências, diminuindo a necessidade de deslocamento para se ter visibilidade e acesso a essas áreas, sendo ressaltado por Cullen (2008) que esses são objetivos importantes a qualidade de vida dos habitantes de uma cidade.

Os aspectos relacionados ao tema Recursos Ambientais tiveram pela leitura do PDMA 2014 uma abordagem adequada no tocante a conservação ambiental e promoção de biodiversidade, em função do cinturão verde proposto. Por outro lado, segundo Menzori, Gonçalves e Kellner (2019), é visto a partir de elaboração de mapas com Sistemas

de Informação Geográfica uma grande e crescente ocupação do solo na direção das nascentes do Ribeirão das Cruzes e do Ribeirão de Ouro, reforçando a questão de interesses especulativos do mercado imobiliário, em detrimento da conservação ambiental. De acordo com e Costa et al. (2013), as mudanças do solo podem resultar em aspectos negativos na hidrologia, morfologia e vegetação, o que não ocorre neste caso. Embora tenha sido abordado, o estímulo a outras atividades sustentáveis e à pesquisa científica em meio ambiente não foram pautados devidamente, tampouco o aproveitamento sustentável de recursos naturais, como por exemplo, o incentivo ao plantio de árvores na cidade faltando integrar elementos naturais e culturais, o que vai ao encontro boas práticas da AAE, as quais, segundo Partidário (2012), tratam de questões ambientais, políticas, econômicas e sociais para o desenvolvimento sustentável, e não apenas efeitos ambientais.

O tema Habitação apresenta aspectos voltados ao atendimento das demandas habitacionais; no entanto, não condizem totalmente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU, que recomenda a inclusão e foco em grupos vulneráveis, tornando os assentamentos seguros, resilientes e sustentáveis (ONU, 2015). A norma NBR 9284/86 (ABNT, 1986) estabelece o suporte que este tipo de moradia deve ter, sendo fundamental a existência de equipamentos urbanos e infraestrutura e aponta para a insuficiente abordagem em relação a eles nos programas de unidades habitacionais. Moraes et al. (2008) e a ABNT (1986) ressaltam que atender as demandas habitacionais é focar na morfologia

da cidade considerando a inserção de tais habitações, que devem ser amparadas por equipamentos urbanos comunitários e adequada infraestrutura. Silva e Vargas (2010) também mencionam sobre as favelas não estarem inseridas legalmente na cidade, ficando sem auxílio técnico e jurídico e investimentos urbanísticos, contrariando os três R urbanísticos da cidade-jardim citados por Fernandes (2007) - redução do espaço urbanizável, reciclagem da cidade e reutilização das heranças naturais, sendo as habitações um excelente fator para se colocar em prática este conceito ao escolher suas localizações na morfologia urbana. Sobre isso, a AAE se posiciona em suas boas práticas como alternativa para processos de decisão mais democráticas (BROWN e THERRIVEL, 2012), podendo prevenir desocupações forçadas e sendo hábil na adequação das políticas habitacionais ao contexto em que se inserem, por ser, segundo esses autores, uma ferramenta criativa de formulação e reformulação de PPPs.

O tema Sociedade é deficiente no PDMA 2014 quanto a motivação e participação social sem distinção nas tomadas de decisão, transferindo parte do poder decisório ao público e tornando o planejamento urbano democrático, assim como se posiciona a AAE, conforme Partidário (2012). Santos (1999) afirma que é crucial para uma cidade saudável que a sociedade se reconheça como parte da identidade dela, ampliando o sentimento de zelo e minimizando a insegurança. Esses aspectos foram parcialmente abordados pelo PDMA, devido a relação que um tema possui com outro; por exemplo, se o tema Habitação se encontra prejudicado, como consequência o tema Sociedade carecerá de motivação e coesão

social.

No tema Economia, a deficiente abordagem no PDMA é quanto ao estímulo da variedade de atividades no tecido urbano, o que, segundo Kanashiro (2004), proporciona um envolvimento real e desenha a cidade para todos. Em contrapartida, o crescimento horizontal de empreendimentos que não são contidos causa segregação social, desestruturando a identidade da cidade através de um cenário de contraste hostil. Silva e Vargas (2010) reportam sobre este cenário do mercado imobiliário, onde são impostos lugares carentes de infraestrutura para parcela da população, privando-as de equipamentos que garantem uma melhor qualidade de vida. Em Araraquara, o crescimento da quantidade de imóveis e grande número de lotes produzidos trouxe uma alta concentração de áreas novas loteadas distantes do centro urbano, implicando diretamente na economia da cidade e resultando em desequilíbrio econômico e custos elevados de infraestrutura (GONÇALVES e CARVALHO, 2020). A AAE pode contribuir no tocante à economia, pois fomenta, de acordo com Sánchez (2008) e Partidário (2012), a cooperação institucional e diálogos que evitam conflitos, influenciando na formulação e reformulação de PPPs, quando necessário. A boa abordagem do PDMA 2014 neste tema se deve a proposições de ações de cooperativismo e de pesquisas e métodos que fortaleçam o desenvolvimento em diversos setores da economia e barateiem materiais e obras públicas.

Políticas e Ações é um tema que, em linhas gerais, abordou

adequadamente seus respectivos aspectos, mas falha quanto a estruturá-los estrategicamente, a fim de correlacioná-los e integrá-los e promovendo, conseqüentemente, a correlação e a integração também dos diversos temas. São estabelecidas no PDMA políticas e ações de cunho ambiental, fato essencial, segundo Willeman (2007), como um direito de terceira geração. Outras deficiências de abordagem do Plano são a não consideração de sua própria AAE e a ausência de previsão de ações de governança para algumas das questões e ações ambientais e de monitoramento e avaliação das mesmas. O desconhecimento e a falta de informação do que consiste uma AAE e do seu potencial em planejamento urbano (MULLER et al., 2015), afetam sua integração aos PDMs, fato explicado ou agravado por ela não se encontrar ainda regulamentada no Brasil.

Em suma, a revisão de 2014 do PDMA excluiu uma parcela de tópicos relevantes que norteavam o Plano Diretor no sentido do desenvolvimento sustentável. De acordo com Gonçalves e Carvalho (2020), as alterações sofridas no PDMA tiveram o intuito de alterar o zoneamento urbano a fim de favorecer a especulação imobiliária, determinando um processo de produção espacial segregativo e negativo à população e ao meio ambiente.

## **5. BASES PARA A AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE ARARAQUARA E DE PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS**

A seguir, são apresentadas as bases recomendadas para a AAE, tanto

para a revisão do PDMA quanto para PDMs em geral quanto ao uso e ocupação do solo, com subsídios e atividades definidos em função dos resultados anteriores. Recomenda-se, portanto:

- No tocante ao uso e ocupação do solo do PDM, contar políticas e planos correlatos, bem como embasamento legal, posturas e regulamentos;
- Considerar Zoneamento Ambiental ou Zoneamento Econômico-Ecológico, estudos de biodiversidade, hidrológicos, sociais etc., como bases de referência;
- Gestão e condições do Saneamento no município, como abastecimento, uso racional e reaproveitamento da água, drenagem urbana, tratamento de esgotos e resíduos sólidos;
- Habitações acessíveis e supridas as demandas, de suporte técnico jurídico para autoconstruções e de viés sustentável;
- Inibição de especulação imobiliária com regulação e mecanismos;
- Inclusão das habitações de interesse social no desenho urbano e apoio aos grupos vulneráveis;
- Mobilidade urbana incentivada pelos transportes alternativos, sustentáveis, com adoção de tecnologias limpas e sistemas operacionais inovadores, bem como vias peatonais com tratamento adequado;
- Participação social e inclusão de todas as classes facilitada por mecanismos de representação;
- Revitalização e inovação da cidade, redescobrimdo o centro e suprimdo a demanda dos equipamentos comunitários;
- Patrimônio cultural valorizado sem perder a modernidade da cidade, reabilitando áreas degradadas e incentivando uso dos vazios urbanos;
- Verificação quanto a abordagem da sustentabilidade nos PDMS objeto

de AAE, no tocante ao uso e ocupação do solo, adicionalmente a avaliação de impactos.

## 6. CONCLUSÕES

Por se tratar de um estudo de caso que foi utilizado como exemplo para a aplicação da AAE em PDMs, pode-se dividir as conclusões sob dois pontos de vista – geral e pontual.

Do ponto de vista geral, conclui-se que a metodologia utilizada é adequada para aplicação em PDMs, sendo possível a utilização dos temas tratados neste trabalho para a AAE de PPPs e impactos relacionados ao uso e ocupação do solo. Infere-se também que por a AAE atuar de forma ampla, não se atendo em questões pontuais, mas sim de forma mais abrangente, como em PPPs, a qualidade de vida, a sustentabilidade e o embasamento legal são aspectos que perpassam todos os temas objeto de AAE, devendo ser tratados de forma sistêmica e integrada aos demais aspectos.

Pontualmente, é constatado que o PDMA de 2005 seguia para um processo de urbanização mais sustentável e que a exclusão no PDMA de 2014 de parcela de aspectos ambientais importantes, faz com que os aspectos mantidos percam força em razão da falta de conexão com aqueles excluídos, reduzindo a visão da cidade como um organismo, que atua de modo orgânico e fluído. Para o PDMA, bem como para todos os PDMs que forem objeto de AAE, é necessário que haja um monitoramento dos mesmos, a fim de atingir os objetivos e metas intencionados e permitir a correção de rotas na condução dos Planos. Para os PDMs já estabelecidos, o de Araraquara, a AAE tem a função

de nortear o processo decisório futuro, sendo hábil em apontar as oportunidades e riscos ambientais, proporcionando um arcabouço de alternativas para o desenvolvimento urbano sustentável.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9284: **Equipamento urbano**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ACSELRAD, H. Discursos da sustentabilidade urbana. **Estudos Urbanos e Regionais**, nº.1, maio, 1999.

ARARAQUARA. **Plano Diretor do Município de Araraquara**: Lei Complementar nº 350 de 27 de dezembro de 2005. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara. Disponível em: <https://www.legislacaodigital.com.br/Araraquara-SP/LeisComplementares/350>. Acesso em: 09 dez. 2018.

ARARAQUARA. **Plano Diretor do Município de Araraquara**: Lei Complementar nº 850, de 11 de fevereiro de 2014. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara. Disponível em: <http://www.araraquara.sp.gov.br/governo/secretarias/desenvolvimento-urbano/paginas-desenvolvimento-urbano/plano-diretor>. Acesso em: 09 dez. 2018.

BARREIROS, M. A. F.; ABIKO, A. K. **Reflexões sobre o parcelamento do solo urbano**. Boletim Técnico, USP. São Paulo, 1998. Disponível em: [http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT\\_00201.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00201.pdf). Acesso em: 17 jul. 2019.

BRASIL. **Lei Federal nº 6.766/79**, de 19 de dezembro de 1979: Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm)> Acesso em 19.nov.2018.

BRASIL. **Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**: Dispõe sobre a da Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm)> Acesso em 18.nov.2018.

BRASIL. **Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001**: Estatuto da Cidade. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm)> Acesso em 19.jan.2019.

BROWN, A. L. e THERIVEL, R. Principles to guide the development of strategic environmental assessment methodology. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 18, n. 3, p. 183-189, 2012.

CORDEIRO, C. B. **Habitação popular sustentável**: estratégias para concepção de empreendimentos habitacionais de interesse popular que atendam critérios das categorias Eficiência Energética e Projeto e Conforto do Selo Casa Azul CAIXA. Brasília: Centro Universitário de Brasília – UNICEUB, 2018.

COSTA, C. W. et al. Monitoramento da expansão urbana, cenários futuros de crescimento populacional e o consumo de recursos hídricos no município de São Carlos, SP. **Geociências**, UNESP. v. 32, n. 01, 2013.

CORREIA, M.M. **Avaliação ambiental estratégica**: aplicação aos planos municipais de ordenamento do

- território (Dissertação de Mestrado em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental). Universidade Nova Lisboa, Lisboa, 2009.
- CULLEN, G. **Paisagem Urbana**. Lisboa: Edições 70, Ed. 1, jan. 2008.
- DU PLESSIS, C. **Agenda 21 for sustainable construction in developing countries**. CSIR, Pretoria and CIB, Rotterdam, 2002.
- EGLER, P. C. G.; Perspectivas de uso no Brasil do processo de avaliação ambiental estratégica. **Revista Parcerias Estratégicas**, vol. 6, nº. 11, 2001.
- FALCOSKI, L. A. N. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Araraquara: Instrumentos urbanísticos inovadores e agenda para uma cidade sustentável**. In: BUENO, L. M. M.; CYMBALISTA, R. (Org). **Planos Diretores Municipais: Novos conceitos de planejamentos territoriais**. 1ª. ed., Annablume, 2007, p. 125-127.
- FERNANDES, J. A. R. Urbanismo sustentável: redução, reciclagem e reutilização da cidade. **Revista da Faculdade de Letras – Geografia**, Universidade do Porto. II série, vol. I, 2007, p. 163-178.
- GONÇALVES, L. M.; CARVALHO, C. D. G. **O desenvolvimento urbano de Araraquara - SP: a relação entre a produção do espaço urbano e a segregação sócio-espacial**. In: XVI Fórum Ambiental da Alta Paulista, 2020, Tupã- SP. Anais do Fórum Ambiental da Alta Paulista. Tupã- SP: ANAP, 2020. v. 1. p. 2170-2186.
- GROSTEIN, M. D.; METRÓPOLE E EXPANSÃO URBANA: a persistência de processos “insustentáveis” **Revista São Paulo em Perspectiva**, 15(1), 2001.
- HARVEY, D. **Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural**. São Paulo: Loyola, 2000.
- HOWARD, E. **Cidades-Jardins de amanhã**. Tradução de Marco Aurélio Lagonegro. 2ª.ed. Editora Hucitec Ltda. 2002.
- KANASHIRO, M. Da antiga à Nova Carta de Atenas – em busca de um paradigma espacial de sustentabilidade. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, nº. 9, p. 33-37, Editora UFPR, jan./jun. 2004.
- LE CORBUSIER. **A carta de Atenas**. (Tradução de Rebeca Scherer. São Paulo: EDUSP, 1993) Paris, 1957.
- LOAYZA, F. **Guidance notes for pollution management: strategic environmental assessment**. In: World Bank Group. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/en/topic/environment/brief/strategic-environmental-assessment>>, 2013. Acesso em: 08.fev.2019.
- MENZORI, I. V.; GONÇALVES, L. M.; KELLNER, E. **Configurações urbanas e função socioambiental da cidade: análises sintéticas em Araraquara-SP**. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEORB, 2019, São Paulo. Anais. Porto Alegre: ANTAC, 2019.
- MORAES, A. F. et al. Reflexões sobre a cidade, seus equipamentos urbanos e a influência destes na qualidade de vida da população. **Revista InterThesis**, vol. 5, nº. 2, p. 93-

103, UFSC, Santa Catarina, 2008.

MULLER, H. et al. **Guide to strategic environmental assessment in urban planning**. Belgrado: AMBERO Consulting, 2015.

OLMEDO, J. P. Subsídios à avaliação ambiental estratégica de planos diretores municipais: o caso do Plano Diretor de Araraquara-SP (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, Universidade de Araraquara, Araraquara, 2020.

ONU. **Declaração da conferência da ONU no ambiente humano**: Capítulo II, princípio 1. Estocolmo, 1972. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/\\_arquivos/estocolmo](http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/estocolmo)>. Acesso em: 20 jun. 2019.

ONU. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. 2015. Disponível em < <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>> Acesso em 28.ago.2019.

ONU. **Nova agenda urbana, habitação e desenvolvimento sustentável – Habitat III**. Quito, 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-habitat-lanca-versao-em-portugues-da-nova-agenda-urbana/>. Acesso em: 23 mai. 2019.

OPPERMANN, P. **Estudo da Avaliação Ambiental Estratégica no Brasil em perspectiva comparada** – Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo – São Carlos, 2012.

PARLAMENTO EUROPEU. **Diretiva 85/337/CEE**, de 27 de junho de 1985, relativa à avaliação dos efeitos de determinados projetos públicos e privados no ambiente. Disponível em: < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A31985L0337>> Acesso em 05.09.2019.

PARTIDÁRIO, M. R. **Guia de melhores práticas para Avaliação Ambiental Estratégica**: orientações metodológicas para um pensamento estratégico em AAE. Lisboa, 2012. Disponível em: [https://apambiente.pt/\\_zdata/AAE/Boas%20Praticas/GuiamelhoresAAE](https://apambiente.pt/_zdata/AAE/Boas%20Praticas/GuiamelhoresAAE). Acesso em: 12 ago. 2018.

RIOS, L.; FERREIRA, M. F. M. **Using GIS techniques to map environmental zones in fragile mountain areas**: a case study of the cuestas landforms of Brazil. In: International Cartography Congress, La Coruña, Spain, 2005, p 1-9.

SÁNCHEZ, L. E.; **Avaliação ambiental estratégica e sua aplicação no Brasil**. Debate rumos da avaliação ambiental estratégica no Brasil, UNESP, São Paulo, 2008.

SANTOS JUNIOR, O. A e MONTANDON, D. T. (Org.). **Planos diretores municipais pós estatuto da cidade**: balanço crítico e perspectivas. Rio de Janeiro: Letra Capital, Observatório das Cidades, IPPUR/UFRJ, 2011.

SANTOS, N. N. P. A sociedade de consumo e os espaços vividos pelas famílias: a dualidade dos espaços, a "turbulência" dos percursos e a identidade social (Tese de Doutorado em Geografia). Universidade de Coimbra, Coimbra, 1999.

- SAULE JUNIOR, N.; O Direito à Cidade e a Revisão da Lei de Parcelamento do Solo Urbano. In: SAULE JUNIOR, N. (Org.). **A perspectiva do direito à cidade e da reforma urbana na revisão da Lei do Parcelamento do Solo**. São Paulo: Instituto Pólis, 2008.
- SILVA, G. J. A. e ROMERO, M. A. B. **Novos paradigmas do urbanismo sustentável no Brasil: a revisão de conceitos urbanos para o século XXI**. In: Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável, 4. Universidade do Algarve, Faro, Portugal, 2010.
- SILVA, C. F. R e VARGAS, M. A. M. Sustentabilidade urbana: raízes, conceitos e representações. **Revista Scientia Plena**, vol. 6, nº. 3, Universidade Federal de Sergipe, 2010.
- VASQUES, A. C. **Sustentabilidade no planejamento urbano**. In: PAGANI, E. A. (Org.). Urbanismo, planejamento urbano e direito urbanístico: caminhos legais para cidades sustentáveis. Uberaba: Ed. Gráfica Cenecista José Ferreira, 2015.
- WILLEMANN, C. S. A. Estudo de Impacto de Vizinhança: um instrumento para efetivação do direito fundamental ao meio equilibrado. **Revista da Faculdade de Direito de Campos**, Ano VIII, nº. 10, jun. 2007.

# Terra, moradia e alimento: O assentamento humano contemporâneo e a produção biodinâmica de alimentos como agentes transubstanciados da paisagem.

*Land, housing and food: The contemporary human settlement and the biodynamic production of food as transubstantiated agents of the landscape.*

*Tierra, vivienda y alimentación: El asentamiento humano contemporáneo y la producción biodinámica de alimentos como agentes transubstanciados del paisaje.*

## **Kelly Cristina Magalhães**

Professora Doutora, UNESP,  
Brasil  
kelly.magalhaes@unesp.br

## **Cristina G. Mendes Brasileira**

itacgm@yahoo.com.br

## **RESUMO**

Atualmente, as pessoas em todo o mundo se organizam em cidades. Hoje, passamos de seis milhões para seis bilhões de exploradores de uma biosfera cuja resiliência da paisagem não pode mais ser presumida. É preciso, então, nas cidades, tentar satisfazer os múltiplos interesses humanos das mais variadas formas. Como uma das questões indutoras da investigação, delimitamos premissas para o projeto da paisagem, partindo da discussão sobre a polêmica da ausência de políticas públicas inclusivas de acesso à moradia. Efeito dessa escassez está o afastamento do Estado, e o consequente fortalecimento de movimentos sociais de luta por moradia transforma o cenário de pequenas no interior do país, como o caso de Bauru-SP. Temos como exemplo o Movimento Social de Luta dos Trabalhadores (MSLT), que defende o direito à moradia para famílias de baixa renda e busca promover o direito ao acesso à terra para a população mais vulnerável no município em questão, bem como em localidades vizinhas. Analisam-se, fundamentalmente, três aspectos, quando possível:

1. O acesso à terra como dimensão da noção de território, premissa que possibilitou uma investigação sobre as condições de acesso à moradia como espaço para a produção de alimento a partir da aproximação com assentamentos dos movimentos sociais, 2. Na mesma escala crescente é a demanda de literaturas referente a produção de alimentos associada a nutrição para o desenvolvimento humano, 3. Em última instância a aproximação dos entes cidade e floresta para compreensão dos problemas em torno da imersão da cidade na mata de cerrado e tirar alimento.

**PALAVRAS CHAVE:** 1. Terra pública, 2. Movimentos sociais, 3. Produção de alimento, 4. Projeto da Paisagem.

## **RESUMEN**

Hoy en día, la gente de todo el mundo se organiza en ciudades. Hoy, hemos pasado de seis millones a seis mil millones de exploradores en una biosfera cuya resiliencia del paisaje ya no se puede asumir. Es necesario, entonces, en las ciudades, tratar de satisfacer los múltiples intereses humanos de las más variadas formas. Como una de las preguntas que condujeron a la investigación, definimos premisas para el proyecto de paisaje, a partir de la discusión sobre la polémica sobre la ausencia de políticas públicas inclusivas en el acceso a la vivienda. El efecto de esta escasez es la destitución del Estado, y el consiguiente fortalecimiento de los movimientos sociales que luchan por la vivienda transforma el escenario de los niños pequeños en el interior del país, como es el caso de Bauru-SP. Tenemos como ejemplo al Movimiento Social por la Lucha de los Trabajadores (MSLT), que defiende el derecho a la vivienda de las familias de escasos recursos y busca promover el derecho al acceso a la tierra de la población más vulnerable del municipio en cuestión, así como en localidades aledañas.

Fundamentalmente, se analizan tres aspectos, cuando es posible:

1. El acceso a la tierra como dimensión de la noción de territorio, premisa que permitió investigar las condiciones de acceso a la vivienda como espacio para la producción de alimentos desde el abordaje de asentamientos de los movimientos sociales, 2. En la misma escala creciente se encuentra el demanda de literatura referida a la producción de alimentos asociada a la nutrición para el desarrollo humano, 3. En definitiva, reunir a las entidades de la ciudad y el bosque para comprender los problemas que rodean la inmersión de la ciudad en el bosque de sabana y la toma de alimentos.

**PALABRAS CLAVES:** 1. Territorio público, 2. Movimientos sociales, 3. Producción alimentaria,

#### 4. Proyecto de paisaje.

### RESUME

Today, people around the world organize themselves into cities. Today, we have grown from six million to six billion explorers in a biosphere whose resilience of the landscape can no longer be assumed. It is necessary, then, in cities, to try to satisfy the multiple human interests in the most varied ways. As one of the questions that led to the investigation, we defined premises for the landscape project, starting from the discussion about the controversy regarding the absence of inclusive public policies on access to housing. The effect of this scarcity is the removal of the State, and the consequent strengthening of social movements fighting for housing transforms the scenario of small children in the interior of the country, as in the case of Bauru-SP. We have as an example the Social Movement for the Struggle of Workers (MSLT), which defends the right to housing for low-income families and seeks to promote the right to access to land for the most vulnerable population in the municipality in question, as well as in neighboring locations. Fundamentally, three aspects are analyzed, when possible:

1. Access to land as a dimension of the notion of territory, a premise that enabled an investigation into the conditions of access to housing as a space for the production of food from the approach to settlements of social movements, 2. On the same growing scale is the demand for literature referring to food production associated with nutrition for human development, 3. Ultimately, bringing together city and forest entities to understand the problems surrounding the immersion of the city in the savannah forest and taking food.

**KEYWORDS:** 1. Public land, 2. Social movements, 3. Food production, 4. Landscape project.

### 1. INTRODUÇÃO

A cidade contemporânea brasileira, na perspectiva do novo ordenamento democrático colocado pelo Estatuto da Cidade (Lei 10.257, de 21 de dezembro de 2001), passa pela necessidade da discussão da destinação de terras urbanas até o momento sem uso. Como se sabe, o Estatuto incide diretamente sobre terras particulares fazendo com que essas exerçam a sua função social, preconizada pelo movimento de Reforma Urbana dos anos 1970 e 1980. As terras públicas formam um acervo de áreas que estão sob a tutela da Secretaria de Patrimônio da União- SPU e outros órgãos federais, sendo estes órgãos responsáveis pela administração de terrenos e bens imóveis, sem, contudo responsabilizar se pelo destino dessas áreas. Por ser pública, a propriedade tem na sua essência a função social e assim, a função social não precisa ser reafirmada. Deste ponto, coloca-se como objetivo

deste artigo apresentar elementos para dar complexidade ao projeto da paisagem, no âmbito do exercício de disciplina do Curso de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, articulando a urgência da destinação de terras públicas, a partir da definição de parâmetros projetuais.

Ante a esse debate, tomamos o termo paisagem como base teórica para delimitação dos temas de projeto considerando que paisagem é o termo polissêmico que congrega as ferramentas necessárias para uma nova práxis urbana no âmbito do caráter planificador do pensar a cidade. Apoiar-se no estudo da paisagem implica considerar que os objetos sobre o meio físico estão em constante transformação. Assim, a partir de um novo olhar sobre o par cidade-natureza poderá render às ciências urbanas uma nova ética e uma nova maneira de se pensar a paisagem primando por sua resiliência (MAGALHÃES, 2016, p. 34).

Conceber um projeto da paisagem implica em considerar que está em transformação a postura do principal mediador, portanto a revisão das formas de conceber esse projeto também devem ser alterados. No primeiro momento, o mediador é o Observador, considerado como um expectador, mas imprescindível para ser detectada a paisagem como objeto de estudos. Posteriormente, o mediador assume a postura do transformador, porque passa a dotar-se de meios e modos de transformá-la constantemente. Com a emergência das inovações das técnicas de transformação, exige-se uma espécie de Jardineiro, apto à transformação dessa paisagem, é aquele que detém conhecimento para modificar de maneira, cada vez mais veloz, esse jardim. A cidade moderna, sua forma e seu conteúdo, é resultante deste estágio de concepção da paisagem. A velocidade de transformação é requisito fundamental para entendermos como esse conhecimento acelera e oferece elementos para o Gestor da paisagem tomar medidas fundamentais para o projeto da cidade na contemporaneidade

Neste sentido, a emergência de uma nova concepção da cidade. Porém, uma cidade não mais apta a constantes renovações, mais espalhada no território, e inerte pelas aporias aos modelos ecológicos, tem a paisagem como a novidade, e torná-la como ferramenta no modo novo de pensar/organizar/gerir a cidade é objeto de interesse para um projeto da paisagem.

A paisagem torna-se o instrumento através do qual podemos abordar a complexidade da cidade contemporânea, encontrando em categorias aparentemente obsoletas,

novas formas de legitimidade da ação. Para Sampieri (2008), "a força da paisagem é a capacidade de gerenciar a heterogeneidade através uma espécie de nebulosa envolvente, capaz de tornar inofensiva a pluralidade, para expurgar o conflito. "Dentro da paisagem cada um encontra o seu lugar" (SAMPIERI, 2008, p. 58).

Em outra escala, opta-se pela análise da sobreposição e justaposição dos elementos morfotipológicos da cidade e da sua relação com os elementos constituintes das áreas protegidas localizadas nas imediações do núcleo urbano. De certa forma, invoca-se uma pauta para protocolar o assentamento humano, na escala da comunidade e de uma freguesia sustentável. Como ordem geral, incubar um modelo de residência artística-bioeconomia, uma casa auto suficiente e que produz monetização. Promover a aproximação da realidade do assentamento com Política Públicas de quintais verdes, como programa renda mínima, a partir da apresentação de uma área urbana de 12 m<sup>2</sup>.

A paisagem é, em última instância, a forma que melhor responde a interpretação das constantes mudanças do espaço social construído e edificado. Assim entende-se que ela pode ser pensada e organizada para que tais forças se equilibrem no sentido de melhor extrair do espaço natural formas de vida. E para isto deve ser projetada. Que projeto da paisagem queremos? Como é possível associar terra, moradia e produção biodinâmica de alimentos em assentamentos humanos na cidade contemporânea?

## **2. TERRA E TERRITÓRIO: MOVIMENTOS SOCIAIS DE LUTA POR MORADIA NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

### **2.1 LUTAS POR TERRA E LUTAS POR TERRITÓRIO**

Na atualidade, em resposta ao processo de consolidação de políticas públicas que exclui as classes mais baixas do acesso à políticas de habitação, os movimentos sociais de luta por moradia se espalharam pelo Brasil, em consonância com os movimentos de luta pela terra. Dentre esses movimentos, podemos citar o MST (Movimento dos Trabalhadores Sem Terra) que enfrenta um embate para o acesso à terra pela Reforma Agrária, ao mesmo tempo que movimentos sociais propagados em meados do século XX, assumiram a pauta nas cidades. Atuando no interior do Estado de São Paulo, mais especificamente na cidade de Bauru, o MSLT (Movimento Social de Luta dos trabalhadores Campo e Cidade) tornou-se elo entre os excluídos dos sistemas de habitação de interesse social e a vida urbana.

O modus operandi do MSLT tem sido através de ocupações de terras públicas, a fim de possibilitar a imediata regularização de uso e ocupação dessas áreas. Nestes casos, a viabilidade de sua Regularização Fundiária, bem como a permanência dessas famílias nas áreas ocupadas, é facilitada e se torna um estímulo à ocupação.

A implantação se deu em área já parcelada aproximadamente nos

anos 1980. O parcelamento feito nesta época era feito com o desbaste excessivo de áreas vegetadas. A lógica de oferta desses lotes é a disponibilidade dessas terras para famílias de baixíssima renda e em lugares muito distantes da área central da cidade, bem como da oferta de bens e serviços. Os lotes têm facilidade de acesso pelo baixo custo e ficam à espera das benfeitorias.

No caso da ocupação do assentamento Nova Canaã, que teve seu início no ano de 2013 com a chegada de cerca de 300 famílias, em sua maioria desempregados ou trabalhadores do mercado informal e permaneceu nas terras até janeiro de 2019.

A ocupação foi paulatina e, ao final de 2018, o acampamento contava com 670 famílias. O número de acampados e as condições precárias do acampamento forçaram o Ministério Público a elaborar um Termo de ajuste de conduta (TAC), que permitiria a permanência destas famílias por até três anos. O período do acordo refere-se ao tempo necessário, que o município considerou suficiente, para produzir programas de moradia e finalmente atender às demandas da população de baixa renda, contados da data de assinatura do documento. Nele constavam as obrigações da prefeitura para com as famílias, tais como fornecimento de caminhões pipa com 5000 litros de água, transporte das crianças até as escolas, transporte público até o acampamento. Antes de uma decisão judicial, as famílias não poderiam construir casas de alvenaria, pois a permanência não estava certa.

Figura 1: Casas construídas em madeira para abrigar famílias no Nova Canaã.



Fonte: os autores, julho de 2018.

Deste momento, iniciou-se uma luta para dar visibilidade à situação enfrentada por essas famílias e a Universidade Estadual Paulista (UNESP) – se envolveu de diversas formas através dos cursos de Jornalismo, Educação física e a Arquitetura.

No caso do curso de Arquitetura, urbanismo e Paisagismo que tinha como objetivo desenvolver uma proposta projetual, em nível de extensão universitária para prestar atendimento à uma comunidade em situação de risco. Coloca-se assim, uma alternativa do projeto aos processos convencionais da lógica de produção do espaço urbano e da moradia, que historicamente se fundamenta na especulação imobiliária, na degradação ambiental e exclusão sócio territorial, presente nas cidades brasileiras (Increase, 2019).

Com o intuito de garantir uma devolutiva, mediante a entrega dos projetos ao líder do movimento, pois entendemos que o projeto assume o status de instrumento de politização, para que através dele a comunidade possa exigir melhorias no seu ambiente, isto acarreta a maior proximidade com os atores

que se quer alcançar: a comunidade de habitantes do assentamento, as lideranças, a comunidade em a comunidade de habitantes do assentamento geral e uma equipe de proponentes, alunos e professores.

A junção das pautas terra, moradia uniram desde o ano de 2017 lideranças e famílias pertencentes aos movimentos sociais e o poder público, àquela época disposto a estabelecer níveis de negociação de regularização fundiária de inúmeras famílias em busca de moradia

A terra pública, aquela que não foi incorporada a esse processo de urbanização, pode ser entendida como o acervo de patrimônio público que facilmente dará condições de famílias, que hoje não tem onde morar, se instalarem. Assim como seu destino, em razão da ineficiência gerada pelo mau uso, por suas dimensões e pelas oportunidades que oferecem para a consecução de objetivos específicos, podem ser aferidos e melhor geridos. Sendo assim, é fundamental para garantir o acesso à terra e o desenvolvimento de grandes projetos de urbanização, apreender os seguintes aspectos: Como se dão as reservas de terra para o uso público e se informam sobre

o uso da paisagem? De que forma ocorre a oferta do verde nesse espaço? Quais os elementos mais marcantes e suas formas espaciais, bem como a diversidade desses componentes estruturantes da paisagem? Quais as dinâmicas entre esses elementos e as continuidades possíveis de serem apreendidas entre eles no espaço? Como as dinâmicas estabelecem a mecânica da preservação e proteção dos recursos naturais e como consideram a sustentabilidade da sócio biodiversidade e a cultura da autonomia permanente?

## **2.2 NOVO DESENHO DAS LUTAS SOCIAIS E A QUESTÃO DA DISPONIBILIDADE DE TERRAS PARA PRODUÇÃO DE ALIMENTO**

De ordem das diretivas de entidades que regulam a profissão do Arquiteto Urbanista, cria-se assim uma plataforma de interlocução da população com os técnicos, no âmbito da formação do curso de arquitetura e urbanismo, ao tomarmos a terra pública como importante meio de debate urbano e de acesso à moradia. Tais discussões são alicerçadas pelas ações em ATHIS- Assistência Técnica em habitação de Interesse Social, previstas na Lei 11.888 de 24 de novembro de 2008, que em seu artigo 1º “assegura o direito das famílias de baixa renda à assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social, como parte integrante do direito social à moradia previsto nº6 da Constituição Federal”.

Quanto à orientações de abordagem da Lei de Regularização fundiária, toma-se os ditames da Lei 13.465, de 11 de julho de 2017 que “dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana” e “sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados

da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal” bem como “institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União; e dá outras providências”.

Assim também, vale a pena mencionar o acervo imobiliário do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), que detém inúmeros imóveis em meio ao ambiente urbano em várias regiões do país, concentra terras oriundas dos terrenos. Como afirma Maricato (2008) Essa concentração fundiária é catalisadora de processos que desencadeiam o verdadeiro abismo, de renda e desigualdade, existente entre ricos e pobres; é também um dos obstáculos para a reforma urbana e para a implementação de uma política inclusiva de acesso à terra “seja no campo ou na cidade, a propriedade da terra continua a ser um nó na sociedade brasileira”. Vale ressaltar que a concentração da propriedade privada da terra no Brasil se situa no centro do conflito social, alimenta processos de desigualdade entre ricos e pobres e a tradicional relação entre propriedade, poder político e poder econômico.

A notícia é alarmante e dá destaque à região de Bauru como “o novo Pontal do Paranapanema” em 2017, “denominação que foi dada por conta da dimensão de áreas improdutivas e devolutas e pelo fato de a região ser considerada o principal foco de conflitos de posses em todo o Estado” (JCNET, acesso 15/10/2019), e que possibilitou inserção destas terras na agenda de debates sobre a disponibilidade de terras para o assentamento de populações e fortalecimento dos movimentos de luta por moradia.

A cidade de Bauru está localizada na franja de conquista do oeste do Estado de São Paulo, ocupação que se deu tardiamente em meados do século XIX. Por um longo período, a região ficou conhecida como Sertão de Bauru, onde pioneiros mineiros, desinteressados de participar da Guerra do Paraguai, se embrenhavam na conquista de terras, porém os habitantes indígenas da região eram temidos e isto dificultou o acesso de exploradores.

Logo, a questão do crescimento urbano poderá ser compreendida pelo crescimento do interesse em parcelar terras e inseri-las no mercado imobiliário, bem como o meio legal estabelecido por bases políticas para implementação de instrumentos e técnicas de controle do uso do solo urbano. Tais formas de controle, em geral, tratavam-se ditames estaduais ou federais, que pouco compreendem características locais e possíveis parâmetros para o desenho urbano. Assim, as formas tradicionais de incorporação de novas áreas às áreas urbanizadas foram sempre acompanhadas por um conjunto de regras sem qualquer indicativo de se discutir qualidade espacial e estética, questões ambientais, melhora adequação das áreas livres de edificação, entre outros aspectos.

Embora não haja, entre os milhares de municípios brasileiros, um cenário único quanto à gestão das terras públicas municipais, destacam-se algumas características comuns. As terras públicas municipais foram originadas, principalmente, por terras devolutas existentes nas áreas urbanas e pela doação de áreas públicas por ocasião do parcelamento do solo para fins urbanos.

Entendendo que a agricultura determina a organização dos recursos naturais, a começar pela fronteira dos recursos hídricos e a ocupação do solo, estes por sua vez determinam a construção e gestão da paisagem. O avassalador crescimento da demanda por alimento estabeleceu "a questão das relações entre os indivíduos, as sociedades e os meios ecológicos". Naturalmente confronta a cultura da chamada "psicologia bandeirante" com a cultura natural da organização social da paisagem. E não menos adiante, esse sistema agrícola projetado para sustentar as fronteiras, frutos de tal "psicologia", contém o risco (in)sustentável para a permanência da vida entre os reinos. Dissociando o sentido da sócio biodiversidade funcional da base da sustentabilidade e do progresso, rompendo com os sentidos da educação, da produção de alimentos, nutrição e da moradia. Da ecologia do assentamento humano associada a transubstanciação da paisagem construída. Cultura do progresso pautada na produção da indústria da desnutrição. A doença como mecânica da sobrevivência. As fronteiras estabelecidas nutrindo a cultura à miséria, do saneamento. O agronegócio e a crise da soberania alimentar, a monetização perante a cultura de desproteção da natureza, através dos programas políticos para alteração das Leis de preservação, em detrimento da qualidade de vida e hábitos sociais. A saúde e a alimentação. A paisagem associada a sócio biodiversidade, a cultura de proteção à natureza. A saúde pública embasando a gestão sistêmica de resíduos, a preservação dos corpos hídricos, a ocupação e uso do solo. A política de resíduos como base para a irrigação, nutrição e a monetização. A vertigem democrática da ganância verticalizada.

### 2.3 O QUINTAL COMO ATRIBUTO DO TERRITÓRIO PARA O PROJETO DA PAISAGEM

A partir da observação analítica e propositiva, coloca-se a hipótese de projeto para a criação de células agroecológicas urbanas, os “quintais verdes”. Pensar o Quintal como unidade mínima de recuperação das características do bioma, associado ao uso do espaço da cidade. Os quintais verdes podem ser considerados como a menor parte da presença de uma Reserva de natureza na cidade, atribuindo novos valores à esta unidade e esta por sua vez construindo a paisagem, pode-se favorecer a observação dos fenômenos naturais e também os sociais, fomentando novos impulsos de organização e entretencimento da trama social e ambiental, contribuindo na construção de uma paisagem onde o ser humano e a natureza atuam associadamente. Edificando a ecologia da sustentabilidade e da preservação aos recursos naturais.

Apresenta-se aqui uma sequência de ações, como estratégias, combinando a produção de alimentos à áreas de moradia, ativando a cultura agrícola urbana relacionada com a dinâmica doméstica – daí a ideia defendida de “quintais verdes” ou, em outras palavras, da conversão desse espaço tão enraizado na cultura brasileira em uma célula produtiva, adotando princípios agroecológicos como eficaz produção e recuperação de solos poluídos e esgotados em meio ao ambiente urbano.

Representar uma possibilidade para erradicação da fome oculta, ou seja, cada quintal permitir o abastecimento dos nutrientes funcionais - uma das faces da fome atual, não em função da ausência do alimento, mas em

função do seu envenenamento por meio de agrotóxicos e de adubação balanceada em três elementos, a saber, Nitrogênio, Fósforo e Potássio (NPK). Daí a declaração que aponta para uma forma de agricultura que não envenena a Terra e seus frutos e que pode se associar ao saneamento das águas (wetlands construídas) e a recuperação de áreas degradadas, bem como gerir a produção de insumos e resíduos.

A agroecologia pode erradicar a fome oculta no sentido de que traz uma produção de alimento norteada por um plano de manejo que considera a nutrição e o desenvolvimento humano para balancear a fertilidade do solo. Além disso, o sistema é pautado pela preservação do patrimônio natural, favorecendo a natureza regenerativa da terra, especialmente no tocante ao solo e à água (ALTIERI, 1989, pág. 240; CAPORAL, F.R., COSTABEBER, J. A., PAULUS, G., 2006).

O manejo agroecológico, além de significar o fortalecimento do trabalhador do campo, é o que podemos nos referir como sendo uma salvação para a lavoura, e abre a perspectiva da cultura dos quintais verdes, quando estes espaços domésticos, rurais ou urbanos, sejam recompostos como células biodinâmicas produtoras de alimentos, áreas de refúgios e zonas de conforto térmico e estético. Um equipamento da paisagem organizada.

Nessa revisão conceitual, o habitat humano urbano pode se tornar o centro responsável pela nutrição familiar, fomentando saúde, bem-estar e qualidade de vida em função desse uso combinado da moradia.

Sendo a moradia a célula que compõe

a cidade, entendemos que é possível, a partir de sua gestão renovada, avançar para uma governança no sentido de erradicar a fome oculta e uma de suas consequências - a miséria, permitindo que se descortine um sistema economicamente viável, social e justo.

### **3. CULTURA DOS QUINTAIS, RUAS, BAIROS, CIDADES E VERDES**

O organismo urbano faz da cidade um ser doente, ou em estado constante de constipação, dependente de insumos externos como água, energia, alimento, materiais para a construção civil e manutenção, estruturas para possibilitar o saneamento básico, num ciclo de dependência que gera mais dependência. Observando de forma atenta, percebe-se que, para construir a morada contemporânea lida com a terra através de uma cultura de degradação, à custas de imensos prejuízos não incluídos no cômputo econômico e debitados a posteriori (futuro das gerações), provocando um ciclo de erosões em série, afetando o solo, a água e a biodiversidade.

Esse modelo já explorou os recursos naturais de tal forma que colocou em risco sua matriz energética – propiciando uma erosão genética em larga escala e por consequência desfavorecendo a diversidade dos alimentos, além disso, esgotando suas bases, conduzindo-as para um ponto de saturação e levando um grupo de especialistas e governos, representantes de 193 nações, a propor uma agenda global, assentada em princípios sustentáveis - documento esse chamado de Agenda 21. O que deve entrar em jogo é uma matriz enérgica que inverte esse processo de degradação e assente a humanidade de maneira sustentável.

Defender a cultura dos quintais verdes é contribuir para a promoção da paisagem produtiva, uma inversão na jornada de produzir alimentos. A partir de saberes ancestrais, propor a recriação do desenho do assentamento humano, numa linguagem bio arquitetônica, que propõe no centro da morada a produção de alimentos. Essa linguagem fomenta o cultivo dos quintais freguesias, produzindo e criando um lastro para nutrir uma feira agroecológica de economia solidária.

### **4. CONCLUSÕES**

Aqui propõem-se uma intensa reflexão sobre o uso da terra pública para fins de habitação e melhoria na qualidade de vida em acampamentos de uma população a margem das políticas de acesso a moradia. Nesta atividade, a proposta dedica-se a pensar ecologicamente o desenho do bairro, de maneira que possibilite um entrelaçamento da estrutura construída com os elementos da natureza. A aproximação dos entes cidade e floresta para compreensão dos problemas em torno da imersão da cidade na mata de cerrado e a relação das populações com os fragmentos remanescentes da vegetação predominante no sítio onde se instalou a cidade de Bauru.

A cultura de agrofloresta urbana através dos quintais verdes possibilita produção de alimentos e a gestão sistêmica de resíduos; o manejo agroecológico biodinâmico favorece a sustentabilidade e a qualidade de vida, a partir do costume de aplicação dos preparados, incorporando as estruturas de vivificação permanente.

Espaços públicos da cidade poderão passar por uma revisão conceitual e

serem entendidos como lugares de produção de alimentos e energia, de tratamento de águas e apropriação de recursos, de reciclagem e de ossatura da cultura de reapropriação contínua e permanente e de manutenção da vida saudável, garantindo um uso social da terra pública e dos quintais.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB´SABER, Aziz Nacib. In: RETTO JUNIOR, Adalberto et al. Workshop Internacional. Conhecimento Histórico-Ambiental - 2004, São Paulo: Editora Unesp, 2006.

AB´SABER, Aziz Nacib. O Relevo Brasileiro e seus Problemas, em Brasil, a terra e o homem, v. 1, cap. III, p. 135-251. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1964.

AB´SABER, Aziz Nacib. Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas. São Paulo: Atelier Editorial, 2003.

ACSELRAD, H. (2009) A duração das Cidades. Sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. RJ: Lamparino.

BERTRAND, G. Paisage y Geografia Física Global. In MENDOZA, J.G.; JIMINES, J.M. y CANTERO, N. O. (Orgs) El pensamiento geográfico. Estudio interpretativo y antologia de textos (de Humboldt a las tendencias radicales). Madrid: Alianza Editorial, 1982

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra, n. 13, p. 1-27, 1971.

BESSE, Jean-Marc. As cinco portas da paisagem. Congresso Paisagem e Planeamento, Barcelona, 2006.

BESSE, Jean-Marc. Ver a Terra: Seis ensaios sobre a paisagem e a geografia. São Paulo: Editora Perspectiva, 2004.

BOUCINHAS, Caio; LIMA, Catharina Pinheiro C. S. Parque Pinheirinho d'Água: a luta por reconhecimento e visibilidade. In: Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP, v. 20, número 33. São Paulo, 2013. p. 11-34.

CAMPOS, Gonzaga de. Mappa Florestal do Brasil. Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio Typ. do Serviço de Informações. Rio de Janeiro, 1926.

CARVALHO, E.T., "Erosão nos Meios Urbanos: Prevenção e Controle". In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 5a edição, Bauru/SP, 1995. Anais.

CAVASSAN, Osmar Bauru: Terra De Cerrado Ou Floresta ? Ciência Geográfica - Bauru - XVII - Vol. XVII - (1): Janeiro/Dezembro - 2013

CHOAY, Françoise. O urbanismo. Utopias e realidades. Uma antologia. São Paulo. Editora Perspectiva (7a. edição), 2013.

CORBOZ, Le Territoire comme palimpseste et autres essais, Les éditions de l'imprimeur, 2001.

CORGHI, F. N et. al. PROCESSOS EROSIVOS NA ÁREA URBANA DE BAURU-SP

COSTA, G.M.; Costa, H.S. De Moura; Monte-Mor, R. L. De Melo. (2015) (Orgs.) Teorias e Práticas Urbanas. Condições para a Sociedade Urbana. C/Arte: Belo Horizonte.

- FRANCISCO, José. Da Paisagem Natural à Paisagem Transformada – o conceito da desconstrução para uma interpretação da produção do espaço. Vivência. UFRN/CCHLA. n. 33, p. 169-186, 2008.
- LEITE, Maria Angela Faggin Pereira. Destruição ou desconstrução? - questões da paisagem tendência de regionalização. São Paulo: Editora HUCITEC, 1994.
- MAGALHÃES, K.C. Altinópolis: Por um projeto da paisagem. Tese de doutorado apresentada ao PPGEU-Programa de Pós graduação em Engenharia Urbana, UFSCar-Universidade Federal de São Carlos. 26 de agosto de 2016.
- MAGALHÃES, K.C., CASTRO, C.M. P. Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo: Contexto Contemporâneo e Desafios: Políticas Públicas. Novos Usos na Cidade Contemporânea: Inventário da Terra Pública e a destinação dos Remanescentes do Patrimônio Ferroviário no Estado de São Paulo. ISBN: 978-85-7983-990-0.
- MAGALHÃES, Manuela. Arquitectura Paisagística. Morfologia e Complexidade. Lisboa: Editorial Estampa, 2001
- MANTZIARAS, Panos. Ville-Paysage. Rudolf Schwarz e la dissolution des villes. Metis pressis. , 2008.
- MARTIN, André Roberto. Fronteiras e Nações. In: Repensando a Geografia. São Paulo: Editora Contexto, 1997.
- McHARG, Ian. Poyetar Con la Naturaleza. Barcelona: Gustavo Gilli, 2002.
- MONBEIG, Pierre. Pioneiros e Fazendeiros de São Paulo. São Paulo: Hucitec-Polis, 1984.
- MORETTI, J. A. et al. A exclusão no acesso à terra pública no estado de São Paulo. Fórum de Direito Urbano e Ambiental - FDU, Belo Horizonte, ano 9, n. 53, p. 56-68, set./out. 2010.
- OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos. FUNDAMENTOS DA HISTÓRIA AMBIENTAL DO PLANALTO OCIDENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO.
- RAFFESTIN, Claude. Por uma Geografia do Poder, 1974. Disponível em: <[http://www.univale.br/cursos/tipos/posgraduacao\\_strictu\\_sensu/mestrado\\_em\\_gestao\\_integrada\\_do\\_territorio/\\_downloads/por\\_uma\\_geografia\\_do\\_poder-claude\\_raffestin.pdf](http://www.univale.br/cursos/tipos/posgraduacao_strictu_sensu/mestrado_em_gestao_integrada_do_territorio/_downloads/por_uma_geografia_do_poder-claude_raffestin.pdf)>. Acesso em: 26 de fev. 2016
- SAMPIERI, Angelo. Nel Paesaggio. Il progetto per la città negli ultimi vent'anni, 2008.
- SANTOS, Milton. A Natureza do Espaço: Técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1997.
- SANTOS, Milton. Técnica Espaço Tempo: Globalização e meio técnico-científico informacional. São Paulo: Hucitec, 1994.
- SECCHI, Prima Lezione di Urbanística. Roma Bari: Gius. Laterza & Figli S.p.a, 2000.
- SILVA, Manuel Joaquim Duarte da; BARBIERI, Antonio Carlos. A urbanização desordenada de Bauru e os problemas decorrentes dos processos erosivos, XI SIMPEP – Bauru, SP, Brasil, 08 a 10 de novembro de 2004.

- SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. Instituto de Geografia. USP, São Paulo: Ed. Lunar, 1977.
- SOUZA, C. R. de G., "A Importância da Geomorfologia no Estudo da Gênese de processos erosivos". In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 5a edição, Bauru/SP, 1995. Anais.
- THIOLLENT, Michel. Pesquisa-ação nas organizações. São Paulo: Atlas, 1997.
- TSIOMIS, Yannis. Matières de Ville: projet urbain et enseignement. Paris: Edition de La Villete, 2008.
- DOCUMENTOS:
- Plano de Manejo da Mata Atlântica e e Cerrado de Bauru, Prefeitura Municipal, Bauru -SP, 1998
- OUTROS SITES:
- <http://www.car.gov.br/#/sobre>
- <http://iflorestal.sp.gov.br/institutoflorestal/files/2013/03/%C3%81reas-Protegidas-IF.pdf>
- <http://www.mst.org.br/2017/10/30/regiao-de-bauru-e-o-novo-pontal-revela-incra-em-audiencia-organizada-pela-cut-e-movimentos-sociais.html> (ACESSO: 15/10/2019)

# ESTUDOS DE TRÁFEGO PARA TOMADA DE DECISÃO REFERENTES À IMPLANTAÇÃO DE UM NOVO POLO GERADOR DE VIAGEM - PGV EM SÃO JOÃO DA BOA VISTA-SP

*STUDY OF TRAFFIC FOR DECISION MAKING REGARD THE IMPLEMENTATION OF A TRIP GENERATION CENTER IN SÃO JOÃO DA BOA VISTA-SP*

*ESTUDIOS DE TRÁNSITO PARA LA DECISIÓN DE IMPLANTACIÓN DE UM NUEVO POLO GENERADOR DE VIAJE - PGV EN SÃO JOÃO DA BOA VISTA-SP*

## **Geisa Aparecida da Silva Gontijo**

Geógrafa, Mestre em Transportes, Dra Engenharia Urbana  
geisaapgontijo@gmail.com

## **Raphael Bassi Filho**

Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia urbana,  
raphaelbassi@uol.com.br

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta um estudo de impacto de trânsito relacionado à implantação de um novo Polo Gerador de Viagem – PGV - Supermercado, em São João da Boa Vista – SP, Brasil. Seu principal objetivo é realizar uma análise baseada em simulações de tráfego, geração de viagens e variáveis socioespaciais, com a finalidade de subsidiar decisões de gerenciamento viário referentes à instalação desse novo PGV. A metodologia adotada foi baseada na análise do Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV, na caracterização do projeto arquitetônico, nas análises das características físico-operacionais e socioeconômicas da área de influência, na caracterização das condições físico-operacionais do sistema viário, na análise dos serviços de transporte, na geração de viagens e nas simulações de tráfego. Como resultados, obtiveram-se as análises das simulações de tráfego e as sugestões de melhorias. Dessa forma, em outra etapa, por meio de reuniões, uma junta profissional da prefeitura analisou todas as propostas sugeridas pela consultoria e tomaram as decisões mais condizentes ao local. Nesse sentido, concluiu-se que, este trabalho facilitou a tomada de decisão relacionada às melhorias viárias, tais como, a sinalização horizontal e vertical, a geometria viária e ao fluxo de veículos no local da implantação.

## **ABSTRACT**

This work presents a traffic impact study related to the implementation of a Supermarket as a Trip Generation Center – TGC in the city of São João da Boa Vista – Brazil. It's main goal is to make na analysis based on traffic simulation, trip generation and socio-spatial variables with the purpose of assist on the decisions of road manegement regarding the implementation of this new TGC. The adopted methodology was based on the analysis of the Neighborhood Impact Study, on the architectural project, on the physical-operational and the socioeconomic characteristics of the area of interest, on the physical-operational characteristics of the road system, on the analysis of the public transportation services, on the trip generation and on the traffic simulations. The results obtained from the study was the traffic simulation analysis and the improvement suggestions of the project. Thus, in other stage, through reunions, a group of professionals of the city hall analyzed all the options suggested on the study and make the decisions that would better fit in the local. Therefore, it was concluded that this work made the decision-making about road system improvements easier, such as the horizontal and vertical signalization, as the road geometry and as the vehicle flow on the supermarket implementation site.

## **RESUMEN**

Este trabajo está relacionado con la implementación de un nuevo Polo Generador de Viajes - PGV - Supermercado, en São João da Boa Vista – SP, Brasil. Teniendo como principal objetivo realizar estudios de generación de viajes, mediante simulaciones de tránsito, con el objetivo de auxiliar las decisiones técnicas de la implantación de la nueva instalación. La metodología incluye el análisis de Estudios de Impactos, la caracterización del proyecto arquitectónico de la instalación, los análisis de las características físico-operacionales y socioeconómicas del area de influencia, la caracterización de las condiciones físico-operacionales de la red vial, el análisis de los servicios de transportes, la generación de viajes y las simulaciones de tránsito. Como resultado se obtuvieron relatorios de simulaciones de tránsito y sugeriones de mejora. Así, en

otra etapa, a través de una reunión, los profesionales del Ayuntamiento analizaron todas las propuestas y tomaron las decisiones que mejor se adecuaban a la zona estudiada. Se concluyó que este trabajo facilitó la toma de decisiones relacionadas con los adelantos viales, como la señalización horizontal y vertical, la geometría vial y el flujo de vehículos en el sitio de la implantación.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estudos e simulações de tráfego, geração de viagens e tomadas de decisão

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as cidades brasileiras vêm passando por mudanças acentuadas em seus perfis socioespaciais e de infraestrutura urbana. Gontijo (2012) expõe que, devido às dinâmicas intraurbanas - a modernização dos sistemas produtivos, os progressos tecnológicos e as facilidades de transportes, as cidades passam por intensos problemas, entre eles, acidentes de trânsito e congestionamentos. Assim, estudos como este, são cada vez mais comuns e necessários para contribuir com o planejamento urbano.

Nesse sentido, este trabalho trata-se de um estudo de tráfego relacionado com a instalação de um novo Polo Gerador de Viagem - PGV - Supermercado em São João da Boa Vista-SP, com objetivo principal de desenvolver um estudo baseado em simulações de tráfego, geração de viagens e variáveis socioespaciais para auxiliar os processos de decisão referente ao funcionamento do futuro PGV.

Segundo Portugal e Goldner (2003) os PGVs são edificações que exercem grande atratividade sobre a população, mediante a oferta de bens ou serviços, gerando um elevado número de viagens, sendo os exemplos mais comuns os *shopping centers*, supermercados, universidades, hospitais e escolas.

Esses empreendimentos vêm sendo estudados desde os anos de 1950, porém, de forma mais sistemática por

meio de trabalhos técnicos, somente a partir de 1970, e sua principal referência são os estudos realizados pelo *Institute of Transportation Engineers -ITE* nos EUA. Portugal (2012) complementa esse histórico destacando que anteriormente os PGVs eram chamados de PGTs, como por exemplo, os estudos realizados em CET-SP (1983) e DENATRAN (2001).

Nesses trabalhos as análises sobre os PGTs consideravam apenas os impactos mais diretos e visíveis associados à circulação e estacionamentos de veículos. Porém, à medida que passou a integrar outros modos de transportes, tais como, o transporte coletivo, o transporte de cargas e descargas e os pedestres, a nomenclatura passou a ser considerada como PGVs, incluindo assim, as questões ambientais, de sustentabilidade e de qualidade de vida.

Dessa forma, este trabalho insere-se nesse contexto, pois ele analisa diversas variáveis socioespaciais, de transportes e de fluxo de tráfego, subsidiando assim as decisões a serem tomadas frente à instalação de um novo empreendimento considerado como Polo Gerador de Viagem - PGV na cidade de São João da Boa Vista-SP.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo baseado em simulações de tráfego, geração de viagens e variáveis socioespaciais, com a

finalidade de oferecer subsídios ao processo de decisão referente à implantação de um novo PGV-supermercado em São João da Boa Vista-SP.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada por este trabalho baseou-se em, inicialmente, nas análises do Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV, na caracterização da cidade e do projeto arquitetônico, nas análises das características físico-operacionais e socioespaciais da área de influência, nas condições físico-operacionais do sistema viário e dos serviços de transporte do entorno e, finalmente, nas análises da geração de viagens, nas simulações de tráfego e nos processos de decisão.

#### **3.1. Caracterização da cidade e do empreendimento futuro**

De acordo com dados apresentados em IBGE-cidades (2020), São João da Boa Vista -SP possui uma população estimada de 91.211 pessoas e uma frota total de 66.496 veículos, com uma taxa de motorização de aproximadamente 1,37 pessoas por veículos. São João da Boa Vista, apesar de ser considerada uma cidade de pequeno porte, já apresenta diversos problemas de trânsito semelhantes às cidades médio a grande porte. As diretrizes viárias da cidade, segundo descreve Gimenez e Ferraz (2014) apresentam vários pontos de entaves no trânsito.

O PGV a ser implantado trata-se de um Supermercado de porte médio que será inserido na Zona de Chácaras (Jd. Santarém) em São João da Boa Vista- SP, com Área Total Construída de 12.378,93 m<sup>2</sup>. O local é cercado por vários bairros residenciais, classificados,

segundo o Plano Diretor (2019) como ZR3 – lotes estritamente residenciais, considerados como zona exclusivamente residencial de baixa densidade.

De acordo com Souza (2019) o empreendimento projetado se caracteriza por ser um multiuso comercial com o funcionamento de um supermercado e lojas diversas. IBGE (2002) traz a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE, sendo uma forma de padronizar, em todo o território nacional, os códigos de atividades econômicas do Brasil. Dessa forma, as atividades previstas para o empreendimento em questão enquadram-se nas seguintes especificações: a) Comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios - hipermercados e supermercado (código 47.11-3) e b) Lojas de variedades, exceto lojas de departamentos ou magazines (código 4713-0/02). Além dessas especificidades, tem-se como dado importante o funcionamento do supermercado, que de acordo com Souza (2019), dar-se-á da seguinte maneira: a) Segunda a Sábado das 8:00 às 22:00 horas, b) Domingos das 8:00 às 21:00 horas, c) Feriados das 8:00 às 20:00 horas.

#### **3.2. Delimitação e análise da área de influência**

A análise da área de influência é importante para delimitar e quantificar os possíveis impactos de tráfego decorrentes da implantação de um novo PGV. Diante disso, Silva (2006) expõe que essa área pode ser dividida em três partes - primária, secundária e terciária. Segundo o autor a área de influência primária é a região mais próxima ao empreendimento, onde se concentra

a maioria da sua demanda, cerca de 55%. A área de influência secundária é uma região onde a população possui mais opções de viagem, pois recebe a atração do empreendimento estudado e de outros empreendimentos e representa 20% da demanda. A área de influência terciária já é uma região em que não sofre grande atração pelo empreendimento estudado com 15% da demanda. Outra maneira de análise de área de influência é entendê-la como sendo a extensão geográfica a ser direta e indiretamente afetada pelos impactos gerados durante as fases de planejamento, implantação e funcionamento da nova instalação, podendo ser categorizada em: a) Área Diretamente Afetada (ADA) como sendo a área que sofrerá a ação direta da operação e implantação do empreendimento; b) Área de Influência Direta (AID) como a área que sofrerá os impactos diretos da operação e implantação

do empreendimento; e c) Área de Influência Indireta (AII) que corresponde a área potencialmente sujeita aos impactos indiretos da implantação do empreendimento.

Verifica-se que a área de influência pode variar dependendo das características do local, do número de concorrentes próximos, da área total construída etc. Nesse sentido, para a delimitar da área de influência do empreendimento estudado, foram utilizados os modelos matemáticos desenvolvidos em Freitas e Raia Jr (2011) e Silva (2006), conforme a Tabela 1. E, ao comparar a área do PGV estudado com as áreas dos PGVs desses modelos, foi observado que os modelos 03, 04 e 05 têm áreas mais parecidas ao do PGV estudado, por isso, esses modelos foram os escolhidos para a delimitação das áreas de influência do presente estudo.

Tabela 1: Modelos para delimitar a área de influência de supermercados

	Modelos Área de Inf.	R <sup>2</sup>	Fórmulas	Diâmetro	Raio
01	Freitas&Raia (I1)	0,974	$Y1 = 295 + 0,42 * AV + 169 * N$	1935	967,5
02	Freitas&Raia (I2)	0,904	$Y2 = 515 + 0,64 * AV - 323 * N$	1853	926,5
03	Freitas&Raia (I3)	0,899	$Y3 = 1000 + 0,75 * AV - 400 * N$	2525	1262,5
04	Silva (2006) (I1)	0,919	$Y1 = 1,414 + 1,989e^{-4} * AV - 0,446 * N$	1138,59	569,3
05	Silva (2006) (I2)	0,816	$Y2 = 2,197 + 2,423e^{-4} * ATC - 0,777 * N$	3642,41	1821,2
06	Silva (2006) (I3)	0,7429	$Y3 = 2,159 + 0,0003 * ATC$	5872,68	2936,3

I1 – Isócosta 1, I2 - Isócosta 1,I3 - Isócosta 1, ATC = Área Total Construída, AV = Área de Vendas, N = Número de concorrentes num raio de 1000 metros. Y1, Y2 e Y3 = Raio da Área de influência

Assim, para delimitar a área de influência foram consideradas as variáveis Área de Vendas (AV) de 3100 m<sup>2</sup>, Área Total Construída – ATC de 12.378,93 m e o número de concorrentes num raio de 1000 m de

2 supermercados.

### 3.2.1. Caracterização socioeconômica da área de influência (AI)

Entender os aspectos socioeconômicos da área de influência (AI) do empreendimento é importante para estimar e analisar a demanda futura, porque ela pode influenciar o padrão das viagens no local. Diante disso, este estudo buscou traçar o perfil socioeconômico da região por meio de dados e informações apresentados no Atlas de Desenvolvimento Humano - ADH (2013), considerando as variáveis: Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, trabalho e renda, demografia e educação.

De acordo com os estudos realizados em ADH (2013) São João da Boa Vista - SP apresenta um IDH de 0,797, que é um índice composto por renda, educação e longevidade. Desde 1991 a cidade vem apresentando uma melhora em relação a esse índice, e isso é expresso nas características sociais da cidade. O IDH passou de 0,722 em 2000 para 0,797 em 2010, com uma taxa de crescimento de 10,39%. Em relação à variável trabalho e renda o estudo ADH (2013) aponta que a desigualdade social em São João da Boa Vista vem diminuindo, pois em 1991 havia 2,32 % de extremamente pobres e já em 2010 esse dado caiu para 0,32%. Por outro lado, o coeficiente de Gini que mede a concentração de renda teve um leve aumento no ano de 2000 e voltou com o mesmo valor de 1991 no ano de 2010, isso quer dizer que a concentração de renda não teve muitas mudanças ao longo desse período.

Segundo destaca o ADH (2013) 67,4% da população economicamente ativa está ocupada contra 5,2% de desocupados. A população inativa, ou seja, aquela que não estão trabalhando por serem crianças, idosos e aposentados,

tem um percentual de 27,4%. Isso mostra que a maioria da população economicamente ativa da cidade está trabalhando, portanto, possui rendas. Esse, também é um fator importante para a implantação de um supermercado, pois a sua demanda depende do poder de compra da população da sua Área de Influência (AI).

Diante do exposto, pode-se traçar um perfil socioeconômico da população dentro da área de influência do empreendimento. Começando pelo IDH, podemos inferir que a população mais próxima ao empreendimento tem um IDH de 0,797. Em relação a renda per capita verifica-se um aumento desde o ano de 1991 de 596,99 para 998,31 em 2010. Porém, sabe-se que o local em que o empreendimento será implantado essa renda é bem maior do que o valor de 998,31, é só observar o padrão das residências próximas. Além disso, considerando esse padrão e a renda per capita elevada, pode-se deduzir que, a maioria das famílias da região, possui no mínimo 2 carros. Esses aspectos são de extrema importância nos estudos de geração de viagens, pois as características socioeconômicas da população podem determinar, significativamente, o padrão de viagens. Considerando que, nas classes altas, o uso do veículo particular é maior, a região estudada apresenta forte tendência ao uso desse modo. No entanto, se houver a promoção da acessibilidade, da infraestrutura para o transporte coletivo e para o ciclismo na região, é provável que esse padrão mude, pois assim, mais pessoas poderiam acessar o empreendimento a pé, por ônibus ou por bicicletas.

Outro aspecto importante nessa

análise é a densidade demográfica, que é a número de habitantes por área. Segundo exposto em Plano Diretor (2019), a densidade demográfica de São João da Boa Vista é de 24, 71 hab/ha e a densidade na região estudada (Jd Santarém) é de 14, 2 hab/ha. Observa-se que o local apresenta uma baixa densidade, coincidindo com o zoneamento urbano para o local, com terrenos grandes e casas térreas.

Em relação aos dados de educação, segundo o estudo de ADH (2013) tem-se no município, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola é de 97,32%, em 2010. No mesmo ano, a proporção de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental é de 94,47%, a proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo é de 80,40% e a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo é de 56,03%. Isso indica que a cidade possui bons índices educacionais ao ser comparado com outras cidades brasileiras.

### **3.3. Caracterização das condições físico-operacionais do sistema viário**

As vias principais que fazem parte do local de implantação do PGV são: a Avenida Dr. Durval Nicolau e a Rua Noêmia Quaresma. Segundo o Plano Diretor (2019) a primeira se classificada como Via Arterial (VA) e a segunda como via local (VL). A avenida Dr. Durval Nicolau liga dois principais pontos da cidade, a rotatória do Supermercado FortMix de um lado e o Bairro Alegre no outro extremo. Ela mede cerca de 25 metros de largura, com 5 metros é de canteiro central. O canteiro é arborizado,

com parte a central destinada a uma pista para caminhada. A Avenida possui tráfego intenso ao longo da semana, especialmente, por ligar as duas regiões mencionadas acima e possuir vários PGVs ao longo de sua extensão. Identifica-se também uma ciclofaixa junto ao canteiro central, que funciona somente aos domingos/feriados e no decorrer da semana, os poucos ciclistas que passam pela avenida, utilizam a faixa comum.

As calçadas nas proximidades do local são descontínuas, com pavimentos irregulares e ausência de calçamento. Praticamente em toda a extensão do Clube Mantiqueira, que fica em frente a obra, não possui nenhum tipo de calçamento.

#### **3.3.2. Caracterização da sinalização viária**

Os principais cruzamentos em estudo - a Avenida Dr. Durval Nicolau com Rua Noêmia Quaresma e a mesma Avenida com Rua Orlando Fracari, operam com ordem de prioridade e sua sinalização viária é composta, basicamente, por sinalização vertical indicativa e de advertência (R1 e A18) e sinalização horizontal (Legenda Pare e ciclofaixa). A avenida principal Dr. Durval Nicolau possui mão dupla com a presença de canteiro central e as ruas Noêmia Quaresma e Orlando Fracari são constituídas também por mão dupla, porém sem a presença de canteiro central e faixa divisória de fluxo. Em relação aos movimentos permitidos e pontos de conflitos no local foi elaborado um estudo com o objetivo de quantificá-los e analisá-los, conforme podem ser visualizados na Figura 1.

Figura 1: Possibilidades de fluxos no local



Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2020

### 3.3.3. Sistema viário e fluxo de tráfego

Para as análises do fluxo de tráfego foram utilizadas as contagens volumétricas realizadas em Souza (2019) durante a elaboração do Estudo de Impacto de Vizinhança - EIV, especialmente, porque em 2020, época da realização do presente trabalho, o Brasil passa por uma grande pandemia (Covid-19) e a realização de uma nova contagem volumétrica seria inviável.

O autor realizou uma contagem volumétrica por 7 dias da semana, compreendendo de domingo, dia 30/06/2019 até na segunda-feira, dia 01/07/2019. O levantamento ocorreu das 8:00 à 22:00 horas em frente ao local de implantação do empreendimento nos dois sentidos (bairro/centro e centro/bairro). Com os dados do EIV em mãos, eles foram organizados uma tabela

resumo (Tabela 2), a fim facilitar o entendimento das informações e seu aproveitamento no processo de simulação de tráfego, com destaque para as variáveis Volume Diário (VD), Volume Hora-pico (VHP) e densidade média da via por sentido.

Por meio dessa Tabela verifica-se que o maior fluxo diário ocorre na quarta-feira nos dois sentidos, sendo 6.558 veículos no sentido bairro e 6653 veículos no sentido centro, incluindo carros motos, ônibus, caminhão e utilitários, todos convertidos em Unidades de Carros de Passeio - UCP. Observou-se ainda que a terça-feira apresentou um volume bastante considerável no sentido centro de 872 ucps/hora dentro do intervalo de 17:00 às 18:00 horas. Por esse motivo optou-se por esse dia e horário para a realização dos estudos de geração de viagens, de capacidade e de simulação de tráfego apresentados posteriormente.

Tabela 2: Fluxo de veículos de domingo a segunda Sentido Bairro

Dia/horários	Horário	Fluxo Hora pico	Fluxo diário	Horário	Fluxo	Fluxo diário
		Sentido Bairro	Sentido Bairro		Hora pico	Sentido Centro
Segunda	17:00 -18:00	653	5297	17:00 -18:00	547	5460
Terça	17:00 - 18:00	626	5390	17:00 - 18:00	872	6507
Quarta	17:00 - 18:00	649	6558	17:00 - 18:00	601	6653
Quinta	17:00 -18:00	588	5867	17:00 -18:00	572	6059
Sexta	17:00 -18:00	587	5867	17:00 -18:00	544	6520
Sábado	11:00 -12:00	364	6032	11:00 -12:00	548	4884
Domingo	11:00 -12:00	411	4749	11:00 -12:00	272	3554

Ucp/h = Unidade de carros de passeio

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2020

**3.4.4. Definição da geometria viária e condições de tráfego existentes** da via e do tráfego foram analisadas seguindo os parâmetros apresentados no Quadro 1.

As condições físicas e operacionais

Quadro 1: Condições físico-operacionais via

Parâmetros	Condições da via em estudo
Quantidade de faixas de fluxo por sentido	2 faixas
Largura das faixas	Aproximadamente 5 metros
Presença de canteiro central	Sim
Condições do pavimento	O pavimento apresenta algumas irregularidades
Velocidade permitida e largura das faixas	40 km/h; 25 metros, variando em determinados pontos.
Presença de ciclofaixas	Sim, porém pouco utilizada com essa função.
Presença de pontos de parada – transporte coletivo	Sim

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2020

No Quadro 1 verifica-se alguns dados sobre as características geométricas da via, a quantidade de faixas de fluxo, a largura das faixas, a largura da via e as condições de pavimentação.

Em relação às condições de tráfego, os parâmetros foram analisados a partir de dois grupos, sendo eles, as condições de operação (condições do fluxo, modos de transportes) e as condições ambientais (condições do

tempo e de visibilidade e localização urbana). No decorrer das análises in loco verificou-se que, apesar de não se permitir estacionamento no local, havendo presença constante de veículos estacionados interferindo no fluxo da via principal. Em relação à classificação geométrica do cruzamento, ele se classifica como interseção em T.

### 3.4.5. Análise de capacidade da interseção

Segundo Silva e Gasparini (2001) a capacidade viária é a máxima taxa de fluxo permitida em uma seção de via durante um período de tempo, sob condições prevalentes da via, do tráfego e do controle de tráfego. Além disso, é necessário considerar as condições de operação da via e, para medir essas condições, desenvolveu-se o conceito de nível de serviço, que é uma medida qualitativa que expressa as condições de uma corrente de tráfego e o modo como são percebidos pelo usuário. Nesse contexto, de acordo com TRB (2000) os níveis de serviço são categorizados para as condições operacionais de uma via de fluxo ininterrupto. É incluído na análise a velocidade e o tempo de viagem, segundo os seguintes fatores: interrupções do tráfego, liberdade de manobra, conforto e conveniência do motorista, segurança e custos operacionais.

O nível de serviço pode ser aplicado para trechos de vias ou interseções e são classificados em 6 níveis,

sendo eles, A, B, C, D, E, F. Assim, os níveis de serviços verificados para a Av. Dr. Durval Nicolau ficaram entre os níveis A e C, com fluxo estável, porém com velocidade de operação começando a ser restringidas pelas condições de tráfego, condutores possuem razoáveis condições de liberdade para escolher a velocidade e faixa para circulação.

Em relação à classificação dos fluxos, de acordo com os conceitos apresentados em DER (2000), os fluxos de 1º ordem é o fluxo principal, abrangendo o fluxo em frente e à direita. Os fluxos de 2º ordem são os fluxos que viram à esquerda na via principal e curvas a direita na via secundária. Os fluxos de 3º ordem são os fluxos que cruzam a via principal e os fluxos de 4º ordem são os fluxos da via secundária que viram à esquerda. Assim, a partir dessa descrição, organizaram-se os fluxos de 1º ordem até a 4º ordem em relação ao cruzamento estudado, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3: Volumes em unidades de carros de passeio/hora (ucp/h).

Ordem	Movimentos	Cálculos	Fluxos ucp/h
1º	2	626*0,95	594
1º	3	626* 0,05	31
3º	4	626*0,05	31
2º	6	626* 0,05	31
2º	7	872*0,05	43
1º	8	872 *0,95	828

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2020

Os fluxos mostrados na Tabela 3 foram calculados com base nos dados de 626 veículos/hora sentido bairro e 872 veículos/hora sentido centro. Assim, os fluxos dessa Tabela considerados no estudo de geração de viagens, de capacidade e nas simulações de tráfego foram estimados a partir do trabalho de

Souza (2019), pois esse estudo não abarcava o fluxo de todos esses movimentos.

Assim, segundo a Tabela 3 os fluxos de 1º ordem são os movimentos 2, 3, 8 (Fluxo da Av. Dr. Durval Nicolau sentidos bairro/bairro/centro e saída à direita da Av. Dr.

Durval Nicolau para a Rua Noêmia Quaresma), os fluxos de 2º ordem são os movimentos 7, 6 (Fluxo de saída à esquerda da Av. Dr. Durval Nicolau para rua Noêmia Quaresma e Entrada à direita da Rua Noêmia Quaresma para Av. Dr. Durval Nicolau e os fluxos de 3º ordem é o movimento 4 (Entrada à esquerda da Rua Noêmia Quaresma para Av. Dr. Durval Nicolau).

O método utilizado para análise da capacidade deste trabalho foi baseado em três etapas, segundo descreve DER (2000), sendo elas, a) A verificação da Capacidade Básica (Gi) que resulta na quantidade máxima de veículos nos fluxos secundários que poderão realizar suas manobras na interseção; b) As reais Capacidades Máximas (Li) que consideram que fluxos subordinados somente poderão realizar suas manobras quando nos fluxos preferenciais obrigados a dar a preferência não existir represamento e c) A Capacidade Prática (Pi) que garantirá a manutenção de uma Reserva de Capacidade Ri e, com isto, a manutenção de uma determinada qualidade do desenrolar do tráfego. Dessa forma, a capacidade da interseção somente será garantida quando em todos os fluxos secundários i e a intensidade existente de tráfego qi (fluxos subordinados) não forem maiores do que a capacidade prática Pi. Assim, a partir desses conceitos e dos cálculos de capacidade aplicados neste estudo, verificou-se que o cruzamento da Av. Dr. Durval Nicolau e Rua Noêmia Quaresma, opera atualmente dentro da sua capacidade prática (Pi).

### **3.4. Caracterização das condições físico-operacionais do sistema de transporte**

De acordo com o previsto no Plano Diretor (2019) o transporte de passageiros em São João da Boa Vista é dividido em duas modalidades básicas, o transporte público coletivo e o transporte público individual. A primeira modalidade é de responsabilidade da empresa concessionária Rápido Sumaré Ltda, cuja operacionalização, é realizada por órgão municipal, que define os itinerários, as paradas em locais predeterminados, com frequência definida em função da demanda. A segunda modalidade é operada por veículos de aluguel, que realizam viagens individualizadas, por rotas variáveis de acordo com a solicitação do passageiro.

Segundo as análises contidas nesse Plano, a baixa densidade dos novos bairros e a concentração de emprego na área central e distrito industrial, condicionam um desenho de itinerários deficitário, atendendo poucos usuários do transporte coletivo. No local de implantação do novo PGV identificaram-se poucas linhas de transportes coletivo, sendo apenas duas linhas que atendem a Avenida Dr. Durval Nicolau próximo ao empreendimento, a Linha 09-0 – Bairro Alegre / Sto. André / Terminal e a Linha 07-0 – Sto. André / Terminal. Verifica-se assim que, na região estudada possui poucas linhas de transporte coletivo, sendo a principal modalidade, o transporte individual.

### **3.5. Estudo de Geração de viagens**

A análise de geração de viagem baseou-se na aplicação dos modelos matemáticos vistos na Tabela 4 para o caso do Supermercado em questão. No processo de escolha desses modelos foram consideradas variáveis, tais como, a quantidade de casos verificados, a variação

temporal, o fator de ajuste e o país onde esses modelos foram elaborados.

Percebe-se que os resultados dessas aplicações variaram muito de um modelo para o outro (ver Tabela 4). Assim, para efeito dos estudos de

geração de viagens e de simulações de tráfego deste estudo, optou-se pelo modelo CET (1983), resultando em 184 viagens hora-pico atraídos pelo empreendimento. As variáveis usadas foram a Área Total Construída – ATC e Área de Venda – AV, conforme Tabela 4.

Tabela 4: Modelos matemáticos utilizados para a previsão de viagens

		Modelos G. V.	R <sup>2</sup>	Fórmulas	Unidades	Viagens
Sem desconto	01	ITE (dia útil)	0,54	$\ln(Y)=1,35\ln(ATC)+2,11$	ATC [1000pes <sup>2</sup> ]	6082
	02	ITE (Sábado)	0,55	$\ln(Y)=1,45\ln(ATC)+1,74$	ATC [1000pes <sup>2</sup> ]	6851
	03	ITE (Domingo)	0,63	$\ln(Y)=1,74\ln(ATC)+0,09$	ATC [1000pes <sup>2</sup> ]	5435
	04	ITE (Tarde d. útil)	0,52	$\ln(Y)=0,61\ln(ATC)+3,95$	ATC [1000pes <sup>2</sup> ]	1026
	05	CET (Hora-Pico)	-	$Vv=(0,4*ACo+600)*Ph$	AV [m <sup>2</sup> ]	221
	06	Freitas&Raia (dia útil)	0,859	$Y=0,632ATC-1635$	ATC [m <sup>2</sup> ]	6188
	07	Freitas&Raia (dia útil)	0,958	$Y=0,364X+49,4DM-1658$	ATC[m <sup>2</sup> ] e DM[hab/ha]	6867
	08	ITE (Tarde Sábado)	0,56	$Y=6,91*X+295,03$	ATC [1000pes <sup>2</sup> ]	1215
C. Desconto.	09	Galarraga (H.Pico dia.útil)	0,71	$\ln(Y)=1,0681\ln(AV)-3,001$	AV [m <sup>2</sup> ]	267
	10	Galarraga (H.Pico Sab.)	0,71	$\ln(Y)=1,0799\ln(AV)-2,75$	AV [m <sup>2</sup> ]	377
	11	ITE (Tarde d. útil)	0,93	$\ln(Y)=0,90\ln(ATC)+2,59$	ATC [1000pes <sup>2</sup> ]	1088
	12	CET (Hora-Pico)	-	$Vv=(0,4*ACo+600)*Ph$	AV [m <sup>2</sup> ]	184

ITE = Intitute of Transportation Enginners/CET= Companhia de engenharia de Tráfego/DM= Densidade demográfica dentro da área de influência primária (hab/ha)/Vv= Estimação da quantidade média de veículos atraídos pelo PGV na hora-pico/Ph = coeficiente de porcentagem correspondente à hora de pico (tabela CET)/Foram usados dois índices 0,12 e 0,10. ATC=Área total construída

Fonte: ORGANIZADO PELO AUTOR, 2020

Ainda no processo de estudo de geração de viagem foi organizada uma matriz de Origem e Destino (O/D), com base nos estudos de Souza (2019), para visualizar de onde os fluxos partiam e para onde eles iam (De/Para) e, dessa forma, dar subsídios à etapa posterior, as simulações de tráfego.

### 3.6. Simulações de tráfego

Para a realização das simulações de tráfego utilizou-se o *software* SUMO (2020) - *Simulation of urban*

*Mobility*, que é um *software* gratuito usado para simular e testar uma modificação viária antes dela ser implantada. Ele se constitui de um conjunto de simulação de tráfego disponível desde 2001, que permite modelagem de sistemas de tráfego intermodal, incluindo veículos rodoviários, transportes públicos e pedestres. Como todo *software* de simulação, há necessidade que ele seja alimentado corretamente para garantir bons resultados.

Assim, durante as simulações de

tráfego, foram utilizados alguns parâmetros básicos para alimentação do programa, entre eles, o tempo de permanência no estacionamento, visto em Portugal e Goldner (2003) e o número de viagens atraídas na hora-pico, de acordo com os modelos apresentados em CET (1983) de 184 viagens hora-pico, conforme mostrado anteriormente. Embora, tenha sido utilizado outros índices mais recentes nas simulações, optou-se por considerar somente esse índice, por ser considerado um número mais apropriado ao porte da cidade e do empreendimento considerados neste estudo.

#### 4. ANÁLISES E RESULTADOS

Este tópico contempla os resultados das simulações de tráfego referentes à fase de operação do empreendimento, considerando a geração de viagens, o trânsito e os transportes. Neste estudo, considerou-se que os outros impactos referentes à fase de implantação, sendo eles, os ambientais, morfológicos e de infraestrutura, já foram considerados e mitigados no EIV realizado por Souza (2019).

Para a simulação ser condizente com a realidade, necessitou-se do fluxo de dois períodos antes do horário de pico, sendo das 15:00 às 16:00 e das 16:00 às 17:00. Assim, por meio de um cálculo de proporção relativo à contagem volumétrica e os 184 veículos como sendo as viagens geradas pelo supermercado, resultaram-se nos fluxos proporcionais para os dois horários anteriores. Assim, como resultados deste trabalho, apresenta-se neste tópico, as simulações de tráfego, suas análises e as possíveis medidas de melhorias a serem adotadas na minimização

dos possíveis impactos de trânsito. Essas simulações foram organizadas em diversos cenários, sendo que, no primeiro cenário, realizou-se uma simulação da situação atual da via, com a finalidade de verificar sua operacionalização atual e, assim, calibrar o sistema. Posteriormente, foram elaborados os outros cenários contendo as melhorias sugeridas, conforme abaixo:

**a) Cenário 1 – Via atual:** Por meio das análises da simulação da via atual, verificou-se que há certa fluidez no trânsito, coincidindo com os parâmetros de nível de serviço apresentados anteriormente. Essa simulação pode ser visualizada em: <https://youtu.be/2q7M0LmTITs>.

**b) Cenário 2 – Mão inglesa e mão dupla na Rua Noêmia Quaresma:** As principais sugestões desse cenário foram, o fechamento do canteiro central em frente ao clube da Mantiqueira, com o intuito de diminuir os pontos de conflitos, a implantação de mão inglesa nos cruzamentos da Av. Durval Nicolau com rua José Martins Amorin e com Antônio C. Farnetani. Essa simulação pode ser visualizada no link: ([https://www.youtube.com/watch?v=5x8vNV511\\_8](https://www.youtube.com/watch?v=5x8vNV511_8)).

**c) Cenário 3 - Mão inglesa e mão única na Rua Noêmia Quaresma:** Nessa simulação optou-se por colocar mão única na Rua Noêmia Quaresma com a finalidade de observar o comportamento do tráfego. Assim, diante da impossibilidade de manter a Rua Noêmia Quaresma com Mão dupla, tem-se essa opção de melhoria. No entanto, por meio das simulações, observou-se que o fato inverter a mão dessa rua, não traz grandes benefícios ao tráfego local, portanto, recomenda-se deixá-la com mão dupla, conforme ela é operada atualmente. Essa simulação

pode ser vista em: (<https://youtu.be/ILXKgITKLI8>).

#### **d) Cenário 4 – Sem mão inglesa e mão dupla na Rua Noêmia Quaresma:**

Essa simulação foi realizada, porque, caso não haja possibilidade de implantar mão inglesa, principalmente, por causa dos raios de giro, tem-se essa opção de melhoria. Essa simulação é a mesma da anterior, exceto, no que diz respeito à mão inglesa. Observou-se que sem a presença da mão inglesa, o trânsito torna-se mais lento e congestionado. Mas, ainda assim, não se observa grandes formações de filas, pois o fato de fechar o canteiro central em frente ao empreendimento, já garante uma boa redução dos conflitos. Para visualização desta simulação basta clicar no link: (<https://youtu.be/537XAA2a8c4>).

#### **4.1. Possíveis medidas a serem adotadas**

Após as análises das simulações mostradas na etapa anterior, foram propostas as seguintes sugestões de melhorias:

- 1-Mudança do canteiro central do cruzamento da Av. Dr. Durval Nicolau com a rua Antônio C. Farnetani para facilitar a conversão na mão inglesa;
- 2-Proibição do retorno da Av. Dr. Durval Nicolau na altura do cruzamento da Av. Dr. Durval Nicolau e Rua Olando Fracari;
- 3-Deslocamento do redutor de velocidade em frente ao clube para antes do cruzamento da Av. Durval Nicolau e Rua Olando Fracari;
- 4-Fechamento do canteiro central em frente ao clube da Mantiqueira;
- 5- Implantar ponto de ônibus com abrigo próximo ao empreendimento no terreno vizinho do lado direito do empreendimento;

6- Implantar uma faixa elevada e três faixas de pedestre nas proximidades do empreendimento para facilitar a acessibilidade;

7- Replanejar a sinalização vertical e horizontal na área em função das novas melhorias;

8-Fazer uma melhoria com o aproveitamento do canteiro que há em frente ao empreendimento;

9-Implantar mão inglesa (em dois cruzamentos), sendo eles, os cruzamentos da Av. Dr. Durval Nicolau com Rua Antônio C. Farnetani e com rua José Martins Amorin para diminuir os pontos de conflitos.

#### **4.2. Tomadas de decisões**

De acordo com a análise das simulações de tráfego, do relatório contendo as sugestões de melhorias, de reuniões com os membros da Comissão Técnica de Planejamento Urbano e Ambiental – CTPUrbam de São João da Boa Vista, tomaram-se as seguintes decisões em relação à implantação do empreendimento em questão:

- 1 -Faixa de pedestre proposta de frente ao empreendimento deve ser relocada para próximo ao cruzamento da Av. Durval com a Rua Orlando Fracari;
- 2- Para que seja adotada a mão inglesa conforme propostas nas simulações do Estudo devem ser adequados os canteiros centrais da Av. Dr. Durval Nicolau;
- 3- Na Rua Noêmia Quaresma deve ser mantida a mão dupla;
- d) As mudanças no canteiro central nas proximidades da Entrada do Clube Mantiqueira devem seguir o proposto no estudo (fechar o canteiro);
- 4- Os veículos que estão saindo do empreendimento devem ser direcionados para o próximo retorno

na Av. Durval, evitando o conflito no entroncamento com a Rua Orlando Fracari;

5- A proposta de instalar redutor de velocidade na Av. Durval Nicolau na faixa sentido Bairro-Centro antes da Rua Orlando Fracari foi aprovada, essa deve ser executada em formato de lombo-faixa considerando o grande fluxo de pedestre nessa região;

6- Ponto de ônibus coberto deve ser instalado na Avenida Durval Nicolau, quadra antes do empreendimento;

7- Os caminhões para carga e descarga deverão ter comprimento máximo de 14 metros e capacidade máxima de carga de 14 toneladas (Caminhão Truck), sendo vedada a circulação de veículos maiores, dadas as características residenciais do entorno;

8- Os retornos da Avenida Dr. Durval Nicolau próximos a Rua Antônio C. Farnetani e Rua José Martins Amorin devem ser realocados, com novos traçados e geometrias para atender a proposta de retorno em mão inglesa;

9- Todas as adequações devem ser executadas pelo empreendedor com garantia de qualidade dos serviços conforme padrões adotados pelo Departamento de Gestão e Planejamento - DGP.

## 5. CONCLUSÕES

Este trabalho, por meio de sua proposta, conseguiu entregar um estudo baseado em simulações de tráfego, em análises de geração de viagens e em variáveis socioespaciais, dando subsídios ao processo de tomada de decisão e ao gerenciamento de tráfego, relacionados com a implantação de um novo PGV em São João da Boa Vista-SP, Brasil. Por meio deste relatório, foi possível decidir

a respeito das obras de melhorias viárias necessárias para minimização dos impactos de trânsito futuros. A implantação de um novo PGV pode gerar impactos negativos no trânsito, trazendo conflitos no sistema viário no qual ele se localiza. Por isso, estudo como este, pode auxiliar o planejador tomar decisões mais apropriadas e mais econômicas para cada situação.

Dessa forma, este trabalho conclui-se que, para que ocorra um melhor gerenciamento dos impactos de tráfego, devidos à implantação de novos PGVs, é importante que as análises de tráfego, ocorram conjuntamente com as decisões a respeito do projeto arquitetônico e os Estudos de Impacto de Vizinhança - EIVs, facilitando, os processos decisórios e o gerenciamento do tráfego futuro. No entanto, mesmo que este estudo tenha sido solicitado após a aprovação do projeto arquitetônico e o andamento do EIV, ele foi de extrema importância para os gerenciadores avaliarem os impactos futuros relativos ao trânsito e transportes, colaborando assim, com a tomada de decisão relacionada ao Supermercado Consentine de São J. da B. Vista.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os envolvidos neste trabalho, em especial, a Comissão Técnica de Planejamento Urbano e Ambiental – CTPURBAM da Prefeitura Municipal de São João da Boa Vista-SP.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADH-ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/>. Acessado em 28 de abril de 2020.

- CET - COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO DE SÃO PAULO (1983) Polos Geradores de Tráfego. Boletim Técnico no 32. Prefeitura de São Paulo.
- DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito (2001) Manual de procedimentos para o tratamento de polos geradores de tráfego. Brasília: DENATRAN/FGV.
- DER - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DE SANTA CATARINA DIRETORIA DE ESTUDOS E PROJETOS. Manual para Cálculo da Capacidade de Interseções sem Semáforo. Santa Catarina. 2000. 37 pg.
- FREITAS, G, RAIJA JR, A. A. Metodologia de delimitação de área de influência para supermercados com uso de geoprocessamento. In: ANPET – Congresso de pesquisa e ensino em transportes – Belo Horizonte – MG, 2011.
- GALARRAGA, J.; HERZ, M; ALBRIEU, L.; DEPIANTE, V, E; PASTOR, G. Características de los Viajes en Hipermercados de la Ciudad de Córdoba – Argentina. XIV CLATPU Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbanismo. Rio de Janeiro, 2007.
- GONTIJO, G. A. DA S. Modelos e taxas de atração de viagens para PGVs - Hospitais públicos localizados em cidades de médio porte do interior do estado de São Paulo. 2012. 220 f. Tese (Dout. em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Classificação Nacional das Atividades Econômicas, 2002. Disponível em <<https://concla.ibge.gov.br/classificacoes/por-tema/atividades-economicas/classificacao-nacional-de-atividades-economicas.html>>. Acessado em 28 de abril de 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. IBGE- cidades. Panorama do Município de SBV. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-joao-da-boa-vista/panorama>>. Acessado em 28 de abril de 2020.
- PORTUGAL, L. da. S., GOLDNER. L. G. **Estudo de Polos Geradores de Tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes.** Ed. Edgard Blucher: São Paulo, Ltda. 1º edição, 2003.
- PORTUGAL, **Polos Geradores de Viagens orientados à qualidade de vida e ambiental: modelo e taxas de geração de viagens.** Org. Licínio da Silva Portugal. Rio de Janeiro: interciência, 2012.
- PM-SJBV. Lei complementar nº 4.516, de 20 de agosto de 2.019. Plano Diretor, SJBV, SP. 2019.
- SILVA, L. R. Metodologia de delimitação da área de influência dos pólos geradores de viagens para estudos de Geração de Viagens – Um estudo de caso nos Supermercados e Hipermercados. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, DF, 171 p, 2006.
- SOUZA, L.A.de. Estudo de impacto de vizinhança - EIV - Supermercado. São João da Boa Vista-SP, 2019. Disponível em <<https://saojoao.sp.gov.br/departamentos/gestao-e-planejamento-urbano/estudo-e-relatorio-de-impacto-de-vizinhanca>>. Acessado em 28 de

abril de 2020.

SUMO. Simulation of Urban Mobility. Disponível em < <http://sumo.dlr.de/index.html>>. Acesso em 20 de abril

de 2020.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD – TRB. Highway Capacity Manual. TRB, National, Research Council, Washington, D.C., 2000.

# SUSTENTÁVEL, DIGITAL OU INTELIGENTE: PARADOXO E PARADIGMA DAS TECNOLOGIAS NA MOBILIDADE URBANA

*SUSTAINABLE, DIGITAL OR SMART: PARADOX AND PARADIGM OF TECHNOLOGIES IN URBAN MOBILITY*

*SOSTENIBLE, DIGITAL O INTELIGENTE: PARADOJA Y PARADIGMA DE LAS TECNOLOGÍAS EN LA MOVILIDAD URBANA*

## **Ivan Damasco Menzori**

Discente de Pós-Graduação,  
UFSCar, Brasil  
menzori@ufscar.br

## **Luciana Márcia Gonçalves**

Professora Doutora, UFSCar,  
Brasil  
lucianamg@ufscar.br

## **RESUMO**

As abordagens que antes remetiam à noção de mobilidade sustentável têm, cada vez mais, expandido seus conceitos para a mobilidade inteligente, que incorpora, também, as possibilidades da era digital, das Geotecnologias e Tecnologias da Informação e Comunicação. Nesta temática e contexto, objetiva-se ponderar sobre qual o panorama em que as tecnologias estão inseridas no âmbito da mobilidade inteligente, e se representam benefícios em prol da mobilidade urbana sustentável, ou apenas limitam-se a um viés tecnocentrista. Na atual era das tecnologias, são notórios os exemplos em que interesses econômicos da indústria tecnológica e as necessidades de transporte apresentam-se justapostos, colaborando ou competindo para cenários de acessibilidade como produto, ao invés de um direito fundamental. A partir das análises apresentadas, é possível considerar que a inserção da componente tecnológica na mobilidade urbana sustentável, no âmbito da mobilidade inteligente, está atrelada à uma articulação equilibrada entre componentes relacionadas a infraestruturas e serviços de transporte (dimensão física), assim como desenhos urbanos e usos mais inteligentes que favoreçam uma mudança cultural (dimensão social) com relação ao modos de transporte.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mobilidade inteligente. Mobilidade sustentável. Tecnologias.

## **ABSTRACT**

Approaches that previously referred to the notion of sustainable mobility have increasingly expanded their concepts towards smart mobility, which also incorporates the possibilities of the digital era, Geotechnologies, and Information and Communication Technologies. In this context, we consider the panorama in which technologies are inserted in the scope of smart mobility, and whether they represent benefits in favor of sustainable urban mobility, or only limit themselves to a technocentric bias. In today's age of technology, there are notorious examples in which economic interests of the technology industry and transportation needs are juxtaposed, collaborating or competing for urban mobility scenarios as a product, rather than a fundamental right. From the analyses presented, it is possible to consider that the insertion of the technological component in sustainable urban mobility, in the context of smart mobility, is linked to a balanced articulation between components related to transport infrastructure and services (physical dimension), as well as urban designs and smarter land-uses that favor a cultural change (social dimension) concerning modes of transport.

**KEYWORDS:** Smart mobility. Sustainable mobility. Technologies.

## **RESUMEN**

Los enfoques que antes se referían a la noción de movilidad sostenible han ampliado cada vez más sus conceptos a la movilidad inteligente, que también incorpora las posibilidades de la era digital, de las Geotecnologías y las Tecnologías de la Información y la Comunicación. En esta temática y contexto, el objetivo es reflexionar sobre el panorama en que las tecnologías se insertan en el ámbito de la movilidad inteligente, y si representan beneficios a favor de la movilidad urbana sostenible, o se limitan a un sesgo tecnocéntrico. En la actual era de las tecnologías, hay ejemplos notables en que los intereses económicos de la industria tecnológica y las necesidades de transporte se juxtaponen, colaborando o compitiendo por escenarios de movilidad urbana como un producto, en lugar de un derecho fundamental. A partir de los

análisis presentados, se puede considerar que la inserción del componente tecnológico en la movilidad urbana sostenible, en el ámbito de la movilidad inteligente, está vinculada a una articulación equilibrada entre componentes relacionados con la infraestructura y los servicios de transporte (dimensión física), así como los diseños urbanos. y usos más inteligentes que favorezcan un cambio cultural (dimensión social) en relación a los modos de transporte.

**PALAVRAS CLAVE:** Movilidad inteligente. Movilidad sostenible. Tecnologías.

## 1. INTRODUÇÃO

A consolidação de uma população mundial predominantemente urbanizada representa demandas por recursos naturais sem precedentes, e um enorme impasse para o planejamento urbano (THAKURIAH, TILAHUN e ZELLNER, 2015). Nesse contexto, o conceito de desenvolvimento urbano sustentável (JABAREEN, 2008; FIORETTI et al., 2020) está estreitamente relacionado à consolidação da compactidade e maior densidade urbana (LEHMANN, 2016), com redução das distâncias, necessidades e tempos de deslocamento (CALTHORPE, 1993), por meio da inovação e adaptação dos instrumentos de planejamento urbano nas cidades (ONU, 2012; 2017).

Não obstante, o rápido crescimento populacional nas últimas três décadas evidenciou um declínio global nas densidades urbanas (ONU, 2012), em que a expansão territorial das áreas urbanas superou o crescimento populacional no mundo inteiro (SETO et al., 2012). Mas essa relação foi mais evidente em cidades de países menos desenvolvidos, em que a população urbana dobrou entre 1990 e 2015, e suas áreas urbanas se expandiram na proporção de 3,5 vezes (ANGEL et al., 2016).

Isso corresponde a um enorme desafio em termos de concentração demográfica associada aos fluxos de recursos (naturais, humanos, econômicos, etc.) necessários para sustentação do desenvolvimento

econômico e do bem-estar social, sem desatentar aos impactos ambientais (LYONS, 2018), principalmente aqueles decorrentes da degradação das funções ecossistêmicas (JAEGER et al., 2010; JIA et al., 2020).

A conversão de áreas naturais ou aráveis em novas áreas urbanas agrava processos de poluição e contaminação do solo, eleva o consumo de combustíveis fósseis, a poluição atmosférica e a emissão de gases de efeito estufa (EWIG, 2008), exercendo significativa influência nas mudanças climáticas (OKE, 1989; ROCKSTRÖM et al., 2009; GUNAWARDENA et al., 2017). Além disso, existem evidências que relacionam processos de expansão urbana e mudanças no uso do solo com a ocorrência de doenças infecciosas (PATZ et al., 2004), inclusive as de caráter zoonótico (JONES et al., 2008).

Nesta temática e contexto, a mobilidade urbana – especialmente relacionada aos deslocamentos de pessoas –, tem papel de destaque neste processo, com enormes implicações no consumo energético e nas emissões atmosféricas. E as abordagens de planejadores e técnicos de transporte, que antes recorriam ao conceito de “mobilidade sustentável” – com forte apelo a desenhos urbanos e usos do solo que favorecessem os modos ativos e reduzissem a dependência dos modos motorizados de transporte –, expandiram essa noção para “mobilidade inteligente”, que incorpora, também, as possibilidades

da era digital, das Geotecnologias e Tecnologias da Informação e Comunicação – TICs (LYONS, 2018) na infraestrutura e planejamento urbanos.

Assim sendo, objetiva-se ponderar sobre qual o panorama em que as tecnologias estão inseridas no âmbito da mobilidade inteligente, e se estas tecnologias representam benefícios em prol da mobilidade urbana sustentável, ou apenas limitam-se a um viés tecnocentrista.

## 2. ANÁLISE E SÍNTESE DOS CONCEITOS

A ideia de uma cidade inteligente (Smart City) foi inicialmente proposta em 1987 pela *World Health Organization* (WHO), no âmbito de um programa denominado *Healthy Cities* (SHEN et al., 2018). Com o avanço das TICs, o conceito de *Smart Cities* incorpora definições cada vez mais abrangentes. Comunidades inteligentes, tráfego inteligente, energia inteligente, casas inteligentes, entre outros, são exemplos de funções de uma *Smart City* com forte amparo não apenas nas TICs, mas também nas Geotecnologias.

### 2.1. Geotecnologias

Representadas pelos 3S (*Remote Sensing – RS*, *Geographic Information System – GIS*, e *Global Positioning System – GPS*), as Geotecnologias, assim como as TICs, sofreram grandes avanços desde a primeira concepção de Smart City.

Até meados dos anos 1990, a determinação de coordenadas georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) era realizada por métodos “clássicos”

com orientações em azimutes astronômicos. Concomitantemente, operações de rastreamento de satélites artificiais estavam em desenvolvimento pela Marinha dos Estados Unidos da América (EUA) desde a década de 1960, por meio do Sistema *Navy Navigation Satellite System* (NNSS), também conhecido como TRANSIT (IBGE, 2018).

Em 1978, o Departamento de Defesa Americano iniciou o projeto NAVSTAR, que deu origem ao GPS. Até o início dos anos 2000, o sinal da constelação GPS era condicionado à “disponibilidade seletiva” – uma degradação intencional do sinal público (Código CA) – mas este erro não é mais induzido no sinal da constelação GPS<sup>1</sup>, e a precisão em posicionamentos absolutos para uso civil pode ser estimada em 10 metros, aproximadamente (ALBUQUERQUE e SANTOS, 2003).

Dentre as diversas finalidades proporcionadas pelos sistemas de posicionamento e navegação, estão incluídos os Sistemas de Informações Geográficas (*Geographic Information System – GIS*), e também as técnicas Sensoriamento Remoto (*Remote Sensing – RS*) – integrantes, também, da estrutura de uma *Smart City*.

Assim como o GPS, as tecnologias de RS e GIS evoluíram consideravelmente, e foram incorporadas tanto para fins técnicos de planejamento urbano (cadastros técnicos multifinalitários, cartas topográficas, mapas estratégicos para planejamento, etc.), quanto em atividades do cotidiano. Bases espaciais GIS como *Google Maps*, *Strava*, *Waze*, *Open Street Maps* (OSM), etc., estão amplamente popularizadas, contemplando

1 Ainda há possibilidade de reintrodução da disponibilidade seletiva no sinal GPS público, preservando o sinal protegido (Código P) para fins militares do Departamento de Defesa Americano. Entretanto, além do GPS, atualmente existem sistemas alternativos de posicionamento que compõem o Global Navigation Satellite System (GNSS), alguns mais consolidados como Galileo (União Europeia) e Glonass (Rússia), outros bem recentes que buscam espaço, como BeiDou (China), e outros regionais como QZSS (Japão) e IRNSS (Índia).

milhões de usuários atualmente.

E com a popularização dos smartphones, estas bases vêm sendo cada vez mais aplicadas nos detalhes e orientações de rotas, e incorporadas no cotidiano da mobilidade urbana dos cidadãos – à exemplo dos sistemas inteligentes de transportes (*Intelligent Transportation Systems – ITS*), e redes de transporte por aplicativo (*Transportation Network Companies – TNC*) (SHEN et al., 2018).

## 2.2. Sustentável, Inteligente ou Digital: Paradoxo e Paradigma da Mobilidade Urbana

Dentre as diversas definições de “cidades inteligentes”, desde os anos 2000 até 2014, Lyons (2018) observa que as interpretações mais contemporâneas excedem o enfoque exclusivo nas TICs (tecnocentrismo), passando a considerar as necessidades sociais e comunitárias e, comumente, referindo-se à sustentabilidade como componente intrínseca.

No que tange à mobilidade inteligente, um relatório do *Office of Science and Technology* de Londres (OST, 2006), apresentou diretrizes para sua implementação no contexto urbano, representadas por quatro níveis, sendo:

1) **Design inteligente:** minimizar as necessidades de deslocamentos por meio do desenho urbano. Integração e gerenciamento eficientes dos transportes públicos, estimulando provisões de produtos e serviços ao nível local (descentralizados);

2) **Sistemas inteligentes:** que provêm, por meio de sensores e data mining, informações para embasar

decisões dos cidadãos, planejadores e prestadores de serviços de transporte;

3) **Infraestrutura inteligente:** capaz de processar vastas gamas de informações coletadas por múltiplos sensores, adaptando as dinâmicas das redes de transporte, em tempo real, para proporcionar serviços mais eficientes; e

4) **Uso inteligente da infraestrutura:** que contribui em mudanças de posturas e comportamentos quanto à mobilidade, por parte da população, em prol de cenários mais sustentáveis de mobilidade urbana.

E a partir de análises mais recentes, Lyons (2018, p.7, tradução) sumariza a mobilidade inteligente em três aspectos principais:

1) Uso da tecnologia para gerar e **compartilhar dados, informações e conhecimento** que influenciam nas tomadas de decisão;

2) Uso da tecnologia para **aprimorar veículos, infraestruturas e serviços;** e

3) Obter **melhorias para operadores e usuários** dos sistemas de transporte.

É perceptível a grande importância das TICs e Geotecnologias no que diz respeito à mobilidade inteligente, todavia, destaca-se que digital não é sinônimo de inteligente. O cerne da mobilidade inteligente está intrinsecamente relacionado ao conceito da mobilidade sustentável, no âmbito do design e uso do solo via planejamento urbano, e das mudanças culturais da população quanto aos modos de transporte (OST, 2006).

Banister (2005, 2006 apud BANISTER, 2008), sintetiza que cenários

de mobilidade sustentável são proeminentemente representados por cidades com mais de 25 mil habitantes (preferencialmente acima de 50 mil), de médias densidades (acima de 40 hab./ha), com multiplicidade de usos do solo, e primazia do desenvolvimento urbano junto a corredores de transporte, e próximo de estações de integração do transporte público – desenvolvimento orientado ao transporte (CALTHORPE, 1993).

Isso representa desenhos urbanos e usos do solo que favoreçam modos ativos e coletivos de transporte, por meio do encurtamento de distâncias, redução das necessidades de deslocamento e promoção da multiplicidade de usos do solo e demais aspectos da dimensão física da cidade (forma urbana e fluxos), equilibrados pela dimensão social da cidade (pessoas e proximidade) (BANISTER, 2008), conforme ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1: Abordagens contrastantes no planejamento de transporte

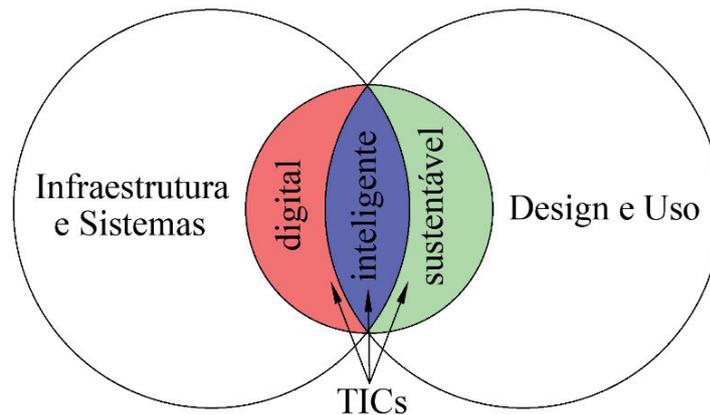
<b>Abordagem convencional (planejamento de transporte)</b>	<b>Abordagem alternativa (mobilidade sustentável)</b>
<b>Dimensão física</b>	<b>Dimensão social</b>
Mobilidade	Acessibilidade
Orientado ao tráfego, em especial no automóvel	Orientado às pessoas, tanto em veículos quanto a pé
Ampla escala	Escala local
Rua como Estrada	Rua como Espaço Público
Transporte motorizado	Todos os modos de transportes em hierarquia (pedestres e ciclistas no topo, automóveis na base da pirâmide)
Previsão de congestionamentos	Visão holística da cidade
Viagem como derivada de demanda	Viagem como atividade valorizada e derivada de demanda
Baseada em demanda	Baseada em gestão
Aumento das velocidades	Redução das velocidades
Minimização dos tempos de deslocamento	Tempos de deslocamento razoáveis e confiabilidade de itinerários
Segregação de pessoas e tráfego	Integração entre pessoas e tráfego

Fonte: Adaptado de Banister (2008, p.75)

Logo, é possível deduzir que o viés da mobilidade urbana pode ser inteligente, sustentável ou simplesmente digital, dependendo não apenas da consideração da

dimensão social da cidade, mas também do panorama em que as TICs estão inseridas em sua dimensão física, como mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Diagrama de Venn da mobilidade urbana



Fonte: Elaboração própria.

De modo sumário, subentende-se que a aplicação de TICs estritamente direcionadas para infraestruturas e sistemas de transporte (GPS, ITS) é definida como mobilidade digital, mas não necessariamente inteligente. Já a aplicação de tecnologias (RS, GIS) em prol do aprimoramento do design e mix de usos do solo via planejamento e projetos urbanos, não necessariamente caracteriza uma mobilidade inteligente, mas apresenta grande aporte e potencial em prol da mobilidade sustentável.

Um cenário ideal pode ser considerado como a conjunção entre os três quesitos, caracterizando a mobilidade urbana inteligente, que contempla as TICs como aporte para tomadas de decisão de planejamento, visando minimizar as necessidades de deslocamentos, assim como proporcionar infraestruturas e sistemas eficientes, inteligentes e conectados que estimulam o uso do transporte público e dos modos ativos de transporte.

Não obstante, o cerne da mobilidade inteligente permanece representado pela mobilidade sustentável, que contempla estratégias para reduzir

necessidades de viagens utilitárias, reduzir distâncias entre os atrativos da cidade e estimular os transportes ativos, e que pode ser aprimorado com a aplicação das TICs para otimização das infraestruturas e sistemas de transporte.

Todavia, a pragmática das cidades inteligentes revela uma certa disposição por cenários menos ideais, estritamente tecnocentristas, atrelados a interesses econômicos de grandes corporações de tecnologia que "seduzem" gestores urbanos que buscam deixar sua marca no mapa das *smart cities* (LYONS, 2018).

Esta perspectiva de mobilidade inteligente dissociada da sustentabilidade, atrelada às influências corporativas e interesses comerciais, sem considerar o desenvolvimento urbano socialmente inclusivo, revelam a primazia deste tecnocentrismo em detrimento das questões sociais, ambientais e de políticas públicas.

Por outro lado, mesmo soluções inteligentes que não são explicitamente atreladas ao tecnocentrismo corporativo, podem

representar, simultaneamente, paradigmas e paradoxos no âmbito da mobilidade urbana.

### **3. EXEMPLOS DE SOLUÇÕES INTELIGENTES E SEUS RESULTADOS**

#### **3.1. *Transportation Network Companies***

Fonzone, Saleh e Rye (2018) dissertam que, atualmente, a proposta mais proeminente e evidente na mobilidade urbana inteligente é representada por *Transportation Network Companies* (TNCs) – opções de viagens compartilhadas por aplicativos. Estas surgiram com propostas simples e muito atrativas: serviço de transporte particular, parecido com táxi, com preços atrativos e acessível a um toque no *smartphone* – também conhecidas como *e-hailing*.

À primeira vista, pode parecer uma solução de mobilidade urbana sustentável. Entretanto, a comodidade dos TNCs não apenas continua introduzindo viagens individuais motorizadas nas cidades (que, por sua vez, demandam investimentos públicos cada vez maiores para manutenção do sistema viário), como também contribuem ainda mais para a precarização dos sistemas de transporte público.

O relatório *The New Automobility: Lyft, Uber and the Future of American Cities* (SCHALLER CONSULTING, 2018), por exemplo, evidenciou que, nas cidades americanas estudadas, houve um crescimento acentuado no uso das TNCs em função da absorção de passageiros de outros modos de transporte. Mais do que isso, 60% dos usuários, que fizeram viagens utilizando TNCs, afirmaram que teriam utilizado transporte coletivo,

caminhado, utilizado bicicleta ou sequer teriam se deslocado, se não fosse a praticidade proporcionada por estes serviços.

Esta absorção de passageiros de outros meios de transporte, assim como os deslocamentos realizados sem passageiros, foram responsáveis por um aumento de 180% nas viagens por automóvel nas cidades.

#### **3.2. *Intelligent Transportation Systems***

Os transportes públicos são serviços essenciais na mobilidade urbana. Entretanto, são recorrentes os cenários de ineficiência dos serviços, em que a irregularidade de horários, elevadas tarifas e reduzida prioridade na hierarquia da mobilidade urbana, estimulam a (e são decorrentes da) habitual primazia dos modos individuais motorizados de transporte.

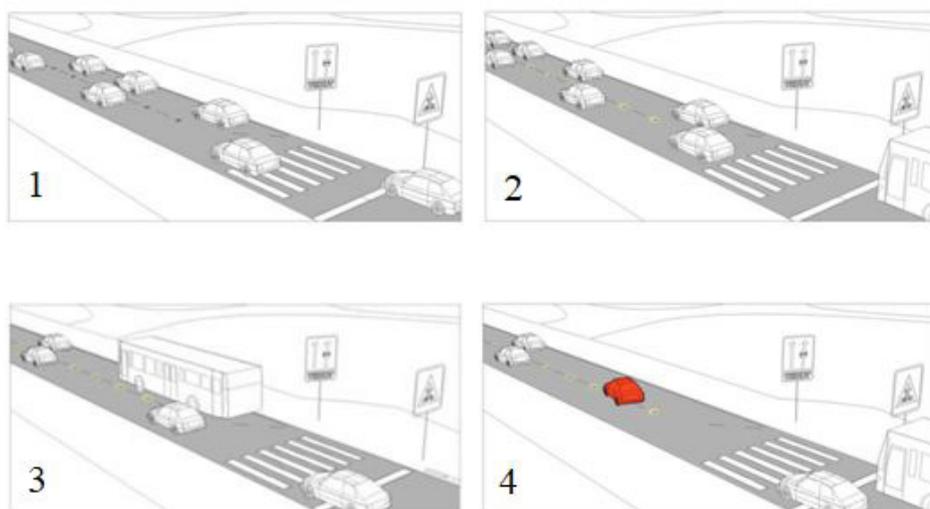
Assim, a democratização dos sistemas viários, na qualidade de espaços públicos, é primordial para alcançar maior eficiência e sustentabilidade na mobilidade urbana, e é nesse contexto que os ITS contribuem para uma melhor eficiência da infraestrutura urbana. Neste sistema inteligente de transporte público, por ônibus por exemplo, a organização das TICs proporciona a interação entre os veículos e o sistema viário, e relaciona-se com as TICs de outros modos de transporte (como metrô, bicicletas compartilhadas, etc.) (APTA, 2010), de modo a organizar faixas preferenciais intermitentes para o transporte público, aproveitando faixa(s) de rolamento existente(s).

A Figura 2 exemplifica a aplicação de TICs para esta destinação de faixas

para ônibus. Na **ilustração 1** não há aproximação de ônibus, a iluminação longitudinal permanece desligada, então os veículos podem circular na faixa da direita; na **ilustração 2** há uma aproximação do ônibus detectada por sensores localizados junto à via, a iluminação longitudinal começa a piscar indicando que os veículos em

geral não podem adentrar à faixa; a **ilustração 3** mostra o ônibus circulando e a iluminação piscando; e a **ilustração 4** representa a invasão da faixa por um automóvel durante a aproximação do ônibus, com as luzes piscando indicando a postura incorreta do motorista.

Figura 2: TICs em faixas dinâmicas e intermitentes para ônibus



Fonte: APTA (2010, p.12)

Exemplos deste sistema são encontrados na Dynamic Fairway, em Melbourne na Austrália, e em um projeto experimental em Lisboa, Portugal, como mostrado na Figura 3.

Figura 3: Fotos do Corredor Bus Intermitente em Lisboa, Portugal



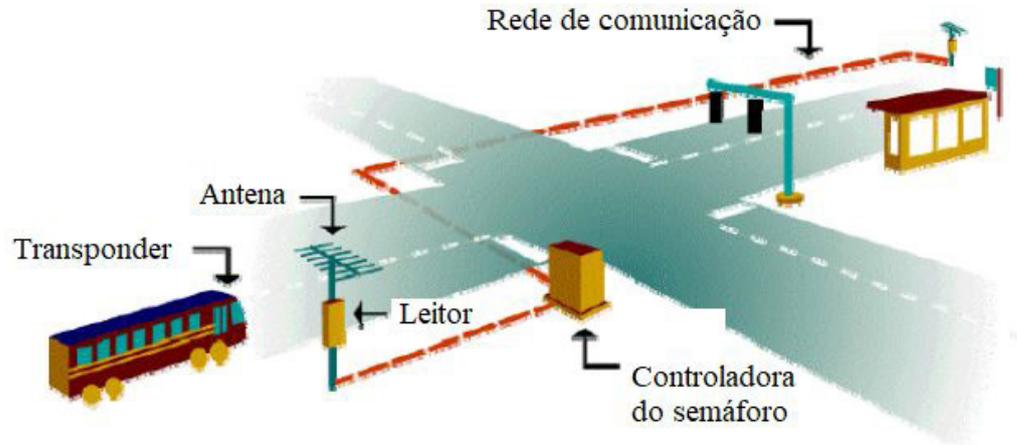
Fonte: Viegas et al. (2006, p.244)

A Figura 4 representa um sistema inteligente de priorização do transporte coletivo nas interseções com semáforos. Denominada Transit Signal Priority (TSP), esta tecnologia

utiliza comunicação entre o ônibus e as cabines controladoras dos semáforos, em que a prioridade pode ser implementada dentre dois tipos: condicional e incondicional.

A prioridade incondicional implica a priorização do deslocamento do ônibus em todas as oportunidades. Já a prioridade condicional fará o mesmo, desde que certas condições de tráfego e congestionamento sejam atendidas.

Figura 4: TICs na priorização do ônibus nas fases dos semáforos



Fonte: APTA (2010, p.12)

Os benefícios das TICs nas componentes supracitadas foram evidentes, principalmente na redução dos tempos de deslocamento (de até 18% nas durações e eliminando até 80% dos atrasos, em cidades da Europa e América do Norte), dos custos operacionais (com uma economia estimada em \$ 3,3 milhões por ano na cidade de Los Angeles) e melhoria da confiabilidade dos serviços de transporte público (reduzindo em até 40% as variações de tempo de deslocamento nas cidades de Seattle e Vancouver), segundo APTA (2010).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aprimorar a mobilidade urbana, seja ela inteligente ou sustentável, inevitavelmente, estimulará novas demandas por deslocamentos. E na atual era das TICs, são notórios os exemplos em que interesses

econômicos da indústria tecnológica e as necessidades de transporte apresentam-se justapostos, colaborando ou competindo para cenários de acessibilidade como produto – ao invés de um direito fundamental.

Sem dúvida, a consideração das dimensões física e social, juntamente com o aporte das tecnologias, é preceito fundamental para a concepção de mobilidade urbana sustentável e inteligente. Entretanto, as inúmeras possibilidades proporcionadas pelo conceito smart, se dominadas por interesses estritamente comerciais, podem representar um tecnocentrismo alinhado exclusivamente a interesses econômicos.

A interpretação de mobilidade inteligente, a partir das análises apresentadas, está atrelada

à uma articulação equilibrada entre componentes relacionadas à infraestruturas e serviços de transporte, assim como desenhos urbanos e usos mais inteligentes – pois de nada adianta aprimorar o sistema viário e de transporte com tecnologias inteligentes, se o uso deste não for inteligente.

Por meio de tecnologias que auxiliam na interação entre usuários, infraestrutura e frota (componentes humana, de veículos e operacional), a exemplo dos ITS, são perceptíveis as potenciais aplicações para mobilidade inteligente. Entretanto, se consideradas isoladamente, a exemplo das TNCs, não necessariamente são abordagens sustentáveis, mas apresentam um viés tecnocêntrico de mobilidade digital.

Isso porque a aceção de mobilidade inteligente deve incluir propostas de desenvolvimento urbano junto à eixos de transporte, descentralização das funções da cidade, uso e ocupação do solo mais eficientes e consequente redução de distâncias dos deslocamentos cotidianos – aspectos relacionados à mobilidade sustentável e amplamente consolidados na literatura.

No entanto, ambas as frentes de experiência, se direcionadas para ofertas atrativas e acessíveis dos modos ativos de transporte – em conjunto com estratégias de integração entre os diversos modos de transporte (ITS e até mesmo TNCs), com funções de interação entre os meios social, operacional e ambiental urbanos –, podem ser consideradas como paradigmas da mobilidade inteligente.

Se por um lado a disseminação

das TICs na mobilidade urbana apresenta um grande potencial de contribuição para a mobilidade sustentável, por outro, um enfoque estritamente tecnocêntrica, pode desprezar componentes essenciais para implementação de cidades inteligentes e inclusivas, que proporcionem infraestruturas intermodais conectadas em prol de deslocamentos eficientes, acessíveis, atrativos e sustentáveis.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, P. C. G.; SANTOS, C. C. dos. **GPS para iniciantes**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Mini Curso - XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento: Belo Horizonte, 05 a 09 de abril de 2003.

ANGEL et al. **Atlas of Urban Expansion—2016 Edition, Volume 1: Areas and Densities**. New York: New York University, Nairobi: UN-Habitat, and Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2016.

APTA – American Public Transportation Association. **Implementing BRT Intelligent Transportation Systems**. APTA Standards Development Program. October, 2010. Disponível em: <https://www.apta.com/resources/standards/Documents/APTA-BTS-BRT-RP-005-10.pdf>. Acesso em: 17/12/2018.

BANISTER, D. **Unsustainable Transport: City Transport in the New Century**. Routledge, London, 2005.

BANISTER, D. **Transport, urban form and economic growth**. Paper presented at the ECMT Regional Round Table 137, 2006, Berkeley.

- BANISTER, D. **The sustainable mobility paradigm.** *Transport Policy* 15 (2008) 73–80
- CALTHORPE, P., **The next American metropolis: ecology, community and the American dream.** New York: Princeton Architectural Press, 1993.
- EWING, R. H. Characteristics, causes, and effects of sprawl: a literature review. In: Marzluff, J., Shulenberger, E., Endlicher, W., Alberti, M., Bradley, G., Ryan, C., ZumBrunnen, C., Simon, U. (Eds.), **Urban Ecology.** Berlin: Springer, 2008, 519–535.
- FLAMM, M. **Ride-sharing causes far more city traffic than it prevents: report.** Disponível em: <https://www.crainsnewyork.com/article/20180725/TRANSPORTATION/180729944/ride-sharing-causes-far-more-city-traffic-than-it-prevents-report>. Acesso em: 08/11/2018.
- FIORETTI, C., PERTOLDI, M., BUSTI, M., VAN HEERDEN, S., 2020. **Handbook of Sustainable Urban Development Strategies,** EUR 29990 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020.
- FONZONE, A; SALEH, W; RYE, T. **Smart urban mobility – Escaping the technological sirens.** *Transportation Research Part A* 115,2018, 1-3.
- GUNAWARDENA, K. R., WELLS, M. J., KERSHAW, T. Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. **Science of The Total Environment,** 584-585, 2017, 1040-1055.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Noções básicas de Cartografia.** Disponível em: [https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual\\_nocoos/introducao.html](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/introducao.html). Acesso em: 20/11/2018
- JABAREEN, Y. R. A new conceptual framework for sustainable development. **Environment, Development and Sustainability,** 10, 2008, 179–192.
- JAEGER, J. A. G., Bertiller, R., Schwick, C., Kienast, F., 2010. Suitability criteria for measures of urban sprawl. **Ecological Indicators,** 10, 397–406.
- JIA, M., LIU, Y., LIESKE, S. N., CHEN, T. Public policy change and its impact on urban expansion: An evaluation of 265 cities in China. **Land Use Policy,** 97, 2020, 1-14
- JONES, K. E., PATEL, N. G., LEVY, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L., Daszak, P., 2008. Global trends in emerging infectious diseases. **Nature,** 451, 990–993.
- LEHMANN, S. Sustainable urbanism: towards a framework for quality and optimal density?. **Future Cities and Environment,** vol. 2, 2016, p. 8.
- LYONS, G. **Getting smart about urban mobility – Aligning the paradigms of smart and sustainable.** *Transportation Research Part A: Policy and Practice.* Volume 115, September 2018, Pages 4-14.
- OKE, T. R. The micrometeorology of the urban forest. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences,** 324(1223), 1989. 335–349.

- ONU – Organização das Nações Unidas, 2012. **Urban Patterns for a Green Economy: Leveraging density.** 2012. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.
- ONU – Organização das Nações Unidas. **Conference on Housing and Sustainable Urban Development, Habitat III Issue Papers.** 2017. Available at: <http://habitat3.org/documents-and-archive/preparatory-documents/issue-papers/>
- OST-OfficeOfScienceAndTechnology. **Intelligent Infrastructure Futures: Project Overview.** Foresight Programme, Office of Science and Technology, Department of Trade and Industry, London, 2006. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/intelligent-infrastructure-futures>. Acesso em: 11/11/2018.
- PATZ, J. A. et al. Unhealthy landscapes: Policy recommendations on land use change and infectious disease emergence. **Environmental Health Perspectives**, 112, 2004. 1092–1098.
- ROCKSTRÖM, J., STEFFEN, W., NOONE, K. ET AL. A safe operating space for humanity. **Nature**, 461, 2009. 472–475.
- SCHALLER CONSULTING. **The New Automobility: Lyft, Uber And the Future of American Cities: Report.** 2018. Disponível em: <http://www.schallerconsult.com/rideservices/automobility.pdf>. Acesso em: 11/11/2018.
- SETO, K. C., GUNERALP, B., HUTYRA, L. R. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 109(40), 2012. 16083–16088.
- SHEN, S.; WEI, Z. Q.; SUN, L. J.; SU, Y. Q.; WANG, R. C.; JIANG, H. M. The **Shared Bicycle and Its Network—Internet of Shared Bicycle (IoSB): A Review and Survey.** *Sensors* (Basel). Aug; 18(8): 2581. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6111972/> . Acesso em: 20/11/2018.
- THAKURIAH, P., N. Tilahun and M. Zellner. Big Data and Urban Informatics: **Innovations and Challenges to Urban Planning and Knowledge Discovery.** In Proc. of NSF Workshop on Big Data and Urban Informatics, 2015. pp. 4-32.

# Aplicação dos conceitos e ferramentas de IoT à gestão da Fração Orgânica de Resíduos Sólidos Urbanos: uma exploração inicial

*Application of IoT concepts and tools for managing the organic fraction of Municipal Solid Waste: an initial exploration*

*Aplicación de los conceptos e herramientas de IoT a la gestión de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos: una investigación inicial*

## **Marco Aurélio Soares de Castro**

Professor Doutor, UNICAMP, Brasil  
marcocastro@ft.unicamp.br

## **Jacqueline Mazini Lafratta**

Mestranda, UNICAMP, Brasil.  
J044150@dac.unicamp.br

## **RESUMO**

Em virtude de maciços processos urbanizatórios, prevê-se a maioria absoluta da população mundial residirá em cidades até o ano de 2050. Em face das mudanças no ambiente urbano, impõe-se o desafio de não apenas manter como ampliar e aperfeiçoar os serviços prestados à população como um todo, o que levou à definição do conceito de resiliência urbana. O uso de Tecnologias de Informação e Comunicação tem sido investigado como uma possibilidade de atender a esse desafio, notadamente no contexto das cidades inteligentes, que preveem uso maciço da chamada Internet das Coisas (Internet of Things – IoT). Este trabalho visa identificar as possibilidades de aplicação do conceito e de ferramentas de IoT para aperfeiçoar processos e estratégias de gestão de resíduos sólidos urbanos, sobretudo de suas frações orgânicas. Após uma revisão de literatura inicial, uma pesquisa em bases digitais revelou artigos focados na aplicação de IoT no desenvolvimento de lixeiras inteligentes, na otimização de rotas de coleta de resíduos urbanos e no monitoramento de alguns parâmetros de processos de compostagem. A quantidade de trabalhos identificados sinaliza um amplo campo de pesquisas sobre tecnologias aplicadas à gestão de resíduos e outros serviços de saneamento, todos eles fundamentais para garantir qualidade de vida às pessoas residentes no ambiente urbano, cada vez mais povoado e populoso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos Urbanos. Compostagem. IoT.

## **ABSTRACT**

Due to massive urbanization processes, it is expected that the majority of the world's population will be living in cities by 2050. In face of these changes in urban areas, the challenge will not only be maintaining but also expanding and improving urban services provided to the population, which has given rise to the concept of urban resilience. The use of communication and information technologies has been presented as a possibility for achieving these challenges, particularly in the context of smart cities, which predicts a heavily use of the so called Internet of Things or IoT. Thus, this study aimed to identify the possibilities of IoT applications for improving municipal solid waste management processes and strategies with a focus on its organic fractions. A preliminary literature review revealed that current publications have focused on IoT applications for integrated waste collection systems using smart bins and vehicle route optimization and for monitoring a few parameters on composting processes. Overall, the number of studies identified by the present study shows that a broad field of research still needs to be explored on applied technologies for waste management and other sanitation services. Such technologies will be crucial to ensure quality of life for city dwellers living in an increasingly inhabited and crowded world.

**KEYWORDS:** Solid Waste. Composting. IoT

## **RESUMEN**

Debido a los procesos de urbanización masiva, se espera que la mayoría de la población mundial viva en ciudades para 2050. Frente a estos cambios en las zonas urbanas, el reto no sólo será mantener, sino también ampliar y mejorar los servicios urbanos que se prestan a la población, lo que ha dado lugar al concepto de resiliencia urbana. La utilización de las tecnologías de la comunicación y la información se ha presentado como una posibilidad para lograr esos retos, en particular en el contexto de las ciudades inteligentes, que prevén un uso intensivo del llamado Internet de las cosas (Internet of Things – IoT) . Así pues, este estudio tenía por objetivo determinar las posibilidades de las aplicaciones de IoT para mejorar los procesos y estrategias

de gestión de los desechos sólidos municipales, centrándose en sus fracciones orgánicas. Un examen preliminar de la bibliografía reveló que las publicaciones actuales se han centrado en las aplicaciones de IoT para los sistemas integrados de recogida de desechos mediante la optimización de las rutas de los vehículos y la vigilancia de sólo unos pocos parámetros de los procesos de compostaje. En general, el escaso número de estudios identificados por el presente estudio muestra que aún queda por explorar un amplio campo de investigación sobre las tecnologías aplicadas a la gestión de desechos y otros servicios de saneamiento. Esas tecnologías serán cruciales para garantizar la calidad de vida de los habitantes de las ciudades que viven en un mundo cada vez más poblado.

**PALABRAS CLAVE:** Residuos sólidos. Compostaje. IoT

## 1 INTRODUÇÃO

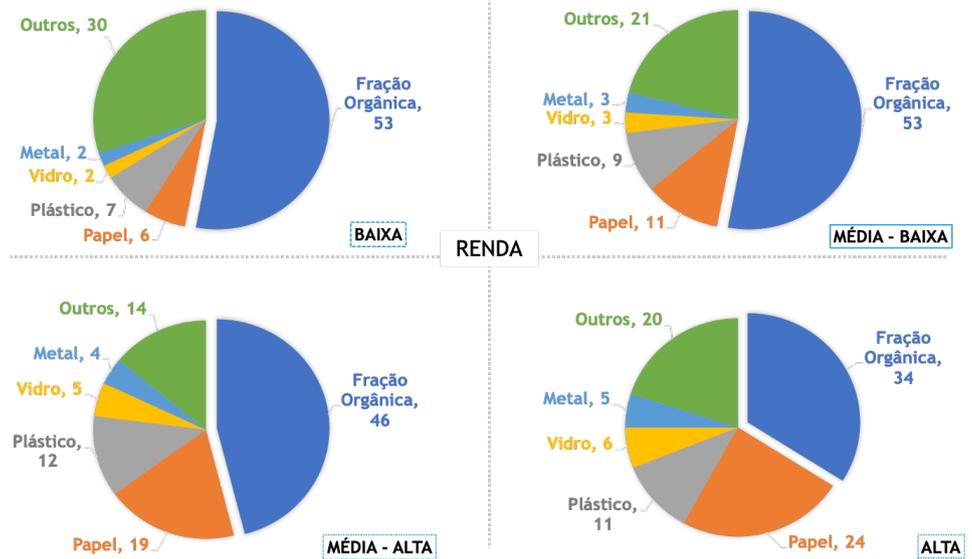
### 1.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O desenvolvimento econômico, o crescimento populacional, que deve aumentar em 2 bilhões de pessoas até 2050 (WILSON et al., 2015), aliados ao aumento de até 70% na taxa de urbanização nos próximos 30 anos (RICCI-JÜRGENSEN; GILBERT; RAMOLA, 2020), implicarão no aumento do consumo de recursos naturais e, conseqüentemente, na geração de resíduos, tornando ainda mais complexo todo planejamento e implantação de um sistema de gestão de resíduos ambientalmente adequado, o que por sua vez, pode trazer grandes impactos econômicos, sociais e ambientais (KAZA et al., 2018). Desta forma, garantir a correta caracterização, segregação e tratamento adequado de resíduos sólidos urbanos (RSU) permanece um grande desafio para qualquer país ou cidade pelo mundo. A geração de resíduos cresce em uma velocidade que o mundo ainda não está preparado para lidar adequadamente com o problema. A população mundial gera anualmente mais de dois bilhões de toneladas de RSU, com previsão de aumento de 70% (ou seja, 3,4 bilhões de toneladas) em 30 anos. Os países de renda baixa e média contribuirão com 40% ou mais da geração de RSU prevista

(WILSON et al., 2015; KAZA et al., 2018) . Em uma visão mais ampla, a geração de resíduos, incluindo resíduos industriais, comerciais, de demolição e construção civil pode chegar a 10 bilhões de toneladas por ano (WILSON et al., 2015)

Um sistema de gestão e gerenciamento de RSU devidamente fundamentado é essencial para o tratamento e disposição ambientalmente adequada dos mesmos, porém, este paradigma está muito longe da realidade vivida em muitos países, principalmente, os de baixa renda. As taxas de coleta de RSU variam muito de um país para outro. Enquanto, os países desenvolvidos atingem níveis de coleta de mais de 90%, os países de renda baixa coletam em torno de 48% dos resíduos que geram (KAZA et al., 2018). Outros pontos preocupantes entre os países em desenvolvimento são as taxas de tratamento e disposição dos RSU. Cerca de 33% dos rejeitos gerados são descartados em áreas a céu aberto sem tratamento algum, e quase 40% são dispostos em alguma forma de aterro, sem a garantia de qualquer atendimento as normas ambientais existentes (KAZA et al., 2018). A realidade de países desenvolvidos e países em desenvolvimento diferem também quanto aos tipos e volumes de RSU gerados (Figura 1).

Figura 1: Variação da Composição dos RSU por nível de renda do país



Fonte: WILSON et al (2015), adapt.

## 1.2 FRAÇÃO ORGÂNICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (FORSU)

Os países subdesenvolvidos e emergentes geram uma significativa fração de resíduos sólidos orgânicos devido a fatores culturais, nível de desenvolvimento econômico e hábitos de consumo. Em países de maior renda, 30% em média dos RSU gerados corresponde à fração orgânica, enquanto os países mais pobres são responsáveis por uma fração maior, entre 50% a 70%. Portanto, quanto maior o nível econômico do país, menor é a fração orgânica gerada (WILSON et al., 2015; KAZA et al., 2018). A porcentagem de geração de resíduos sólidos orgânicos anual no mundo está entre 44 a 46% do total de RSU gerado (RICCI-JÜRGENSEN; GILBERT; RAMOLA, 2020).

Outro fator de diferença entre os países é a origem desses resíduos sólidos orgânicos (RSO). Países desenvolvidos tendem a desperdiçar alimentos que ainda poderiam ser

utilizados, ao passo que os países subdesenvolvidos e emergentes tendem a descartar alimentos que não podem mais ser ingeridos, aqueles que sobram depois do preparo de uma refeição (WILSON et al., 2015). Além disso, nos países mais ricos a perda ocorre nos níveis de varejo e consumo. Já nos países emergentes e subdesenvolvidos, a perda acontece nos níveis de pós-colheita e de processamento (GUSTAVSSON et al., 2011).

### 1.2.1 COMPOSTAGEM: ALTERNATIVA PARA O TRATAMENTO DA FORSU

Os resíduos sólidos orgânicos são constituídos por quaisquer materiais orgânicos de origem vegetal ou animal como restos de alimentos e resíduos de limpeza de áreas verdes como folhas e podas de jardim (LIM; LEE; WU, 2016). Portanto, o tratamento e aproveitamento da fração orgânica dos resíduos através do processo de compostagem é uma alternativa plausível para reduzir significativamente a fração

de resíduos orgânicos dispostos em aterros ou mesmo de forma inadequada; própria Lei Federal 12305/10, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, preconiza a não geração; na impossibilidade desta, porém, os resíduos gerados devem ser alvo de medidas de redução, reutilização, reciclagem e tratamento, antes de se cogitar a disposição ambientalmente adequada em aterros sanitários (BRASIL, 2010).

A compostagem consiste na decomposição da matéria orgânica por diferentes microrganismos que convertem o resíduo em um composto estável, livre de patógenos que pode ser utilizado como adubo para plantas (HAUG, 1993). O processo também pode gerar um líquido biofertilizante, a partir da umidade natural dos resíduos compostados, e ao mesmo tempo tem potencial para reduzir significativamente o envio de resíduos para aterros sanitários, dadas as significativas frações orgânicas mencionadas no item anterior.

Três etapas de decomposição são identificadas no processo: mesofílica, termofílica e de maturação (humificação):

- Fase mesofílica: Fase curta de crescimento de microrganismos, principalmente de bactérias, que irão metabolizar as moléculas mais simples da matéria orgânica durante aproximadamente 15 dias. A temperatura pode chegar até 40 °C.

- Fase termofílica: Fase mais longa, com duração de pelo menos dois meses. O material orgânico é submetido aos microrganismos termófilos, que sobrevivem a temperatura de até 70°C; ocorre a

eliminação da maioria dos patógenos.

- Fase de maturação: Fase caracterizada pela queda da atividade microbiana, declínio da temperatura entre 25-30°C e estabilização do composto, que pode então ser utilizado (DIAZ et al., 2007; CASAS et al., 2014).

Os parâmetros que influenciam no controle do processo de compostagem são: temperatura, teor de umidade, pH, aeração, relação C / N e tamanho de partícula (DIAZ et al., 2002) e, devem portanto, ser monitorados:

- Aeração: sendo a compostagem um processo aeróbio, a aeração é necessária para suprir a demanda de oxigênio exigida pela atividade microbiana, além de atuar no controle de temperatura; A ausência de oxigênio pode levar à morte dos organismos aeróbios e à proliferação de organismos anaeróbios, causando maus odores, e retardar o processo de decomposição e maturação da matéria orgânica.

- Temperatura: o aquecimento das pilhas de compostagem ocorre naturalmente devido ao metabolismo exotérmico dos microrganismos. Baixa temperatura inibi o crescimento de microrganismo termofílicos que são responsáveis pela segunda etapa de decomposição da matéria orgânica. Além disso, a alta temperatura ajuda na eliminação de patógenos. Temperatura muito alta pode eliminar toda a flora mesófila prejudicando a fase de maturação e, conseqüentemente, a estabilidade do substrato.

- Umidade: o teor de umidade deve ficar em torno de 40-60% para que não interfira na oxigenação do processo, e nem retarde o tempo

de compostagem. Umidade em excesso causa o preenchimento dos espaços vazios do substrato, reduzindo o fornecimento de oxigênio para os microrganismos, que por consequência, acabam morrendo. Baixa umidade prejudica a atividade microbiana, pois a falta de água prejudica a absorção dos nutrientes pelos microrganismos através de suas paredes celulares (SOUZA et al., 2020).

- Dimensões da partícula: devem variar entre 1 a 5 cm; abaixo dessa faixa, podem causar a compactação do material; acima, fazem com que a decomposição seja mais lenta;

- Relação C/N: o carbono e o nitrogênio são elementos essenciais para o crescimento e a divisão das células dos micro-organismos. O Carbono é fonte de energia, enquanto o nitrogênio é essencial para a síntese de proteínas. Portanto, a relação ideal de C/N para a metabolização da matéria orgânica está na proporção 30:1(SOUZA et al., 2020)

- pH: a compostagem ocorre na faixa de pH entre 4,5 e 9,5; O pH do composto já estabilizado deve ser maior de 7,8. O pH elevado reduz a atividade microbiana, retardando o tempo de reação de início do processo de compostagem. pH abaixo do desejado impede o crescimento microbiano do organismos termófilos, tornando o aumento de temperatura mais vagarosa (SOUZA et al., 2020).

Portanto, é fundamental o monitoramento sistemático do processo, o que convencionalmente ocorre com a atuação presencial frequente de uma ou mais pessoas, munidas de equipamentos de medições manuais e capacidade técnica para intervir no processo, se

necessário.

### **1.3. CIDADES INTELIGENTES (*SMART CITIES*) E INTERNET DAS COISAS (*INTERNET OF THINGS*)**

O uso do termo *smart* começou na década de 1990 como uma maneira de apresentar as infraestruturas necessárias para suportar a tecnologia da informação e comunicação necessárias no meio urbano e que estavam surgindo nas cidades. A partir de 2008, a cidade passa a ser considerada como um ecossistema de prestação de serviços para sua população, que espera melhorias nos serviços prestados; a tecnologia ainda é vista como um dos meios para se alcançar a eficiência e não como o "ponto chave" (ALBINO et al., 2015).

No ano de 2010 percebe-se um enfoque na otimização no consumo de recursos como água e energia para reduzir e evitar o desperdício. A cidade é percebida como uma conexão entre infraestruturas (meio físico), população (meio social) e negócios e serviços (meio econômico). Em 2011 iniciativas buscam atingir a qualidade de vida plena nas cidades, mantendo um ambiente saudável, inclusivo e competitivo, inclusive por meio de políticas públicas para garantir o desenvolvimento urbano sustentável para a população como um todo (ALBINO et al., 2015).

Em 2013, Albino et al. (2015) identificaram iniciativas pioneiras no monitoramento de aspectos de sustentabilidade, qualidade de vida, índices de felicidade da população, crescimento econômico, entre outros, chegando-se ao conceito de cidades inteligentes que buscam a melhoria contínua do desempenho urbano através da utilização de

dados e tecnologias da informação, para prestar serviços de maior qualidade e eficiência, otimizar infraestrutura, incentivar modelos de negócios inovadores no setor público ou privado.

No mundo todo, mais de cinquenta conceitos diferentes são aceitos para o termo *Cidade Inteligente*. Por exemplo, para Lazaroiu e Roscia (2012), *Smart City* consiste em “uma nova forma de viver e considerar a cidade, apoiada em TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) que podem ser integradas em soluções para gestão da energia, água, segurança pública, mobilidade e gestão de resíduos”. Já segundo o Consórcio Ambiente *Smart City* (2017), Cidade Inteligente é

*“aquela que, por meio da absorção de soluções inovadoras, especialmente ligadas às TICs, ao movimento da Internet das Coisas (..) [e] otimiza o atendimento às suas demandas públicas (as quais variam de acordo com a Cidade em estudo), aproximando-se, tanto quanto possível, do estágio tecnológico vigente da humanidade. (CONSÓRCIO AMBIENTE SMART CITY, 2017)*

As diferentes abordagens demonstram que não há uma unanimidade a respeito da definição de cidades inteligentes, ainda mais quando elas são observadas sob diferentes domínios do conhecimento (MEIJER e BOLÍVAR, 2016). Porém, há um ponto em comum entre todas as definições: o uso das TICs, com a

adesão ao conceito de Internet das Coisas.

O conceito básico da Internet das coisas ou *Internet of Things* (IoT) é conectar quaisquer dispositivos/objetos entre si (coisa-coisa) ou ao usuário (humano-coisa), através da internet, para que seja possível a interação e comunicação entre eles (EUROPEAN TECHNOLOGY PLATFORM ON SMART SYSTEMS INTEGRATION, 2008), em qualquer parte do mundo à qualquer hora (DINIZ, 2006). Portanto, qualquer equipamento utilizado no cotidiano das pessoas desenvolvido com o conceito IoT é capaz de monitorar, controlar e trocar informação remotamente (SURESH et al., 2014), isto é, são dispositivos desenvolvidos para que atuem de forma autônoma (KEVIN, 2010), ou com o mínimo de intervenção humana, possibilitando assim tomadas de decisão mais rápidas e inteligentes, proporcionando comodidade e maior eficiência nas atividades humanas.

O termo “IoT” foi primeiramente empregado em 1999, ao relacionar identificação por radiofrequência (RFID) em rede, tecnologia de sensores e internet (KEVIN, 2010). Porém, o conceito, do que mais tarde viria a ser conhecido como IoT, já tinha sido apresentado por Mark Weiser alguns anos antes, quando descreveu o conceito de computação obíqua. O Quadro 1 apresenta os principais fatos históricos no desenvolvimento do termo “Internet das coisas”.

Quadro 1: Histórico de desenvolvimento da Internet das coisas (IoT)

Ano	Fatos
1991	Mark Weiser publica o artigo "The Computer for the 21st Century", que descreve a computação obíqua, dando início, ao que mais tarde se tornaria o conceito da IoT.
1999	Kevin Aston pela primeira vez emprega o termo IoT, ao relacionar RFID em rede, tecnologia de sensores e internet.
2003	Lançamento da EPC - <i>Network Electronic Product code</i> (código eletrônico do produto) pela Auto - ID Center.
2005	Exigências do uso de etiquetas RFID pelos fornecedores da cadeia de suprimentos do Wall Mart e do Departamento de Defesa Americano. Este ano é o marco inicial da IoT devido à utilização em massa do sistema RFID na cadeia de abastecimento.
2008/2009	Cisco IBSG (Internet Business Solutions Group) informa que o número de dispositivos conectados à internet ultrapassou o número de pessoas no mundo. Ano de nascimento da IoT.

Fonte: FREITAS DIAS (2016), adapt.

Atualmente, a IoT já pode ser compreendida como uma rede composta por três principais componentes: *hardware* (sensores, atuadores e chips), *software* (armazenamento e análise de dados), e rede de comunicação, sobretudo, sem fio (*bluetooth*, *wi-fi* e infravermelho) (GUBBI et al., 2013); (KNUD e LUETH, 2015); (ALBERTIN e ALBERTIN, 2017). McEwen e Cassimally (2014) resumem o conceito de IoT em uma equação simplificada:

$$\text{objeto físico} + (\text{sensores, atuadores e controladores}) + \text{internet} = \text{IoT}$$

Assim sendo, ao proporcionar acesso e interconexões inteligentes entre uma diversidade de dispositivos (KHARE; KHARE, 2018), a IoT tem permitido vislumbrar e desenvolver inúmeros tipos de aplicações e serviços no campo social, ambiental (GUBBI et al., 2013), industrial, agrícola, transporte e da saúde (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010).

Com a expansão de *hardwares* e *softwares* conectados através de redes de transmissão, a IoT tem

se incorporado aos hábitos das pessoas sem que muitas percebam seu rápido crescimento. Para se ter uma ideia da velocidade de expansão e adoção do conceito, em 2003 havia 500 milhões de dispositivos conectados no mundo todo. Ou seja, a população estimada para aquele ano era de aproximadamente 6,5 bilhões de pessoas sendo menos de um dispositivo conectado à internet por pessoa no mundo. Já em 2020 a quantidade de dispositivos conectados à internet é de 50 bilhões, 100 vezes maior em menos de 20 anos; contabilizando mais de 6,5 dispositivos conectados à internet por pessoa (IBSG; DAVE EVANS, 2011). Portanto, o mercado de IoT continuará a crescer a medida suas oportunidades são reconhecidas e absorvidas pelos setores econômicos universais (MEHMOOD et al., 2017).

Neste ponto, cabe citar De Jong et al (2015), que apontam que termos como 'sustentável', 'inteligente' e 'resiliente' muitas vezes chegam a ser usados como sinônimos por ocasião do planejamento e da tomada de decisões referentes às cidades; o termo 'inteligentes', em especial, tem predominado na área de

modernização urbana. Para Meerow et al (2016), ainda que resiliência possa ser definida como a capacidade de, após uma perturbação, retornar a um estado inicial – e que este não seja o mais desejável –, admite-se frequentemente o conceito como positivo, identificando-se uma ênfase crescente na valorização da resiliência das cidades diante da urbanização e das alterações climáticas sem precedentes na história humana.

Destaca-se que a presente pesquisa, sem pretender esgotar a discussão, visa destacar a contribuição de tecnologias de informação e comunicação – elemento marcante do conceito de cidades inteligentes – no aperfeiçoamento de serviços urbanos básicos, entre os quais a gestão de resíduos sólidos urbanos deve ter papel de destaque.

## **2 OBJETIVOS**

Este trabalho teve como objetivo principal apresentar uma análise preliminar das possibilidades de aplicação do conceito de IoT à gestão de resíduos sólidos urbanos, sobretudo de sua fração orgânica.

## **3 METODOLOGIA**

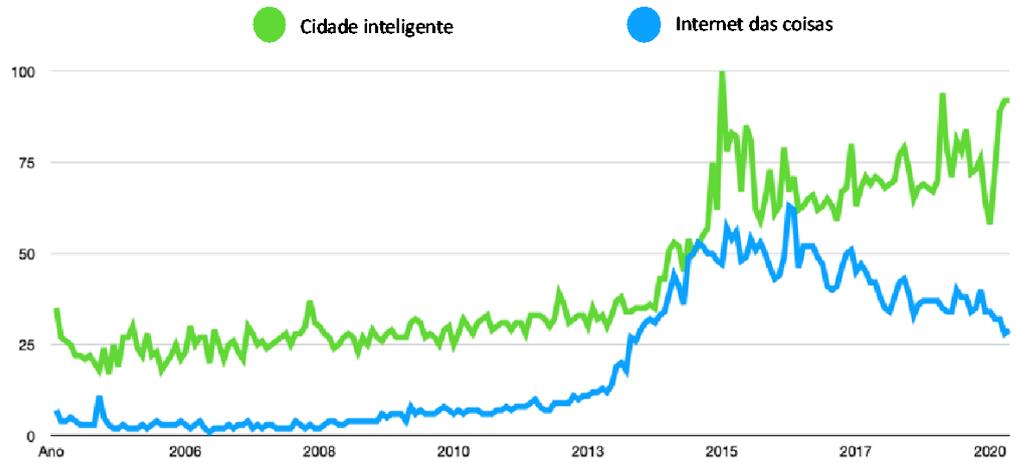
Inicialmente, para contextualizar o assunto e identificar a evolução no interesse pelo tema, uma análise (via Google Trends) verificou a quantidade de buscas pelos termos “IoT” e “Smart Cities”. Além disso, uma busca em artigos científicos apontou os diferentes campos de aplicação da IoT na condição

de cidade inteligente. A seguir, a metodologia compreendeu a pesquisa e leitura de livros, relatórios e outros documentos sobre os temas IoT e gestão de resíduos sólidos orgânicos. Por fim, realizou-se uma revisão em artigos especificamente voltados para aplicações de princípios de IoT à gestão deste tipo de resíduo; foram consultadas as bases de dados digitais *Science Direct*, *Web of Science (WOS)*, *Scopus*, *Google Scholar* e portal dos periódicos CAPES utilizando-se as palavras-chaves *IoT*, *composting*, *compost monitoring*, *food waste*, *waste management*, *restaurant food waste*, *biowaste* e *organic waste*. Os artigos obtidos foram analisados, destacando-se as informações relativas ao ano de publicação, local de realização e objetivo da pesquisa, tipo de instalação estudada, resíduo analisado, e os dispositivos e estrutura utilizados.

## **4 RESULTADOS**

Da análise realizada via Google Trends (Figura 1), observou-se que o interesse pelos temas “IoT” e “smart cities” evoluiu de forma similar no mesmo período de tempo analisado, crescendo de forma mais significativa a partir de 2013. Exatamente no ano em que Albino et al (2015) identificaram iniciativas pioneiras no monitoramento de aspectos de sustentabilidade, qualidade de vida, índices de felicidade da população, crescimento econômico, entre outros, através da utilização de dados e tecnologias da informação.

Figura 1: Pesquisas pelos termos "IoT" (Internet das Coisas) e "Smart City" (Cidade Inteligente)



FONTE: Adaptado do Google Trends (2020)

Com efeito, são inúmeras as aplicações oferecidas pela IoT dentro do contexto de *Cidades Inteligentes*, nos campos social, ambiental (GUBBI et al., 2013), industrial, agrícola, transporte e da saúde (ATZORI et al., 2010) (Quadro 2).

Quadro 2: Exemplos de aplicações da IoT por campo de atuação

Campo	Função	Exemplos	Fonte
Social	Casas Inteligentes (smart homes)	Controle de travamento das portas, portões e janelas, climatização da casa, detectores de fumaça, etc.	Knud e Lueth (2015)
	Eletrônicos Inteligentes	Controle de equipamentos domésticos (refrigeradores, máquinas de lavar, TV, etc.)	Gubbi et al. (2013)
	Carros inteligentes (smart cars)	Direção autônoma ou apenas com auxílio do motorista; conectividade com outros carros, serviços de mapeamento ou controle de tráfego.	Knud e Lueth (2015)
	Cidades inteligentes (smart cities)	Monitoramento de vibrações e condições dos materiais em edifícios, pontes e monumentos; iluminação inteligente, adaptável conforme a necessidade; monitoramento de sinistros por vídeo digital, gerenciamento de controle de incêndio e eventos naturais; estradas inteligentes com alertas de acidentes ou engarrafamentos; monitoramento da ocupação de vagas em estacionamentos, possibilidade de reservar vagas disponíveis; detecção da ocupação das lixeiras para otimização da rota de coleta de resíduos.	Mancini (2017)

Ambiental	Recursos naturais	Detecção de níveis de poluição, vazamentos de água e consumo de energia; monitoramento de qualidade da água, ar e solo.	Gubbi et al. (2013); Suresh et al. (2014)
Industrial e varejista	Fábricas inteligentes	Monitoramento de condições ambientais e controle de processos de produção; economia de energia, segurança na manufatura, monitoramento do ciclo de vida dos produtos, rastreamento ao longo da cadeia de suprimento,	Mancini (2017)
	Varejo inteligente	Publicidade baseada em proximidade, medição do comportamento de compra na loja e soluções de pagamento inteligentes.	Knud e Lueth (2015)
	Rede inteligente (smart grid)	Monitoramento e gerenciamento do consumo de energia, distribuição automática de energia, medições remotas de relógios residenciais.	Suresh et al. (2014); Mancini (2017)
Agrícola	Agricultura inteligente	Segurança e rastreabilidade de produtos agrícolas, gerenciamento de qualidade, monitoramento ambiental para produção e cultivo, gerenciamento no processo de produção, utilização de recursos para a agricultura.	Mancini (2017)
	Irrigação seletiva	Otimização e redução no uso de recursos hídricos.	Suresh et al. (2014)
Transporte e logística	Meios de transportes mais eficientes e inteligentes	Monitoramento de tempos de viagem e engarrafamentos, análise da melhor rota, monitoramento de ruído e poluentes atmosféricos; monitoramento dos itens sendo transportados; rastreamento de frota.	Gubbi et al. (2013); Suresh et al. (2014)
Saúde	Dispositivos médicos inteligentes	Monitoramento e controle da frequência cardíaca durante exercícios; monitoramento das condições dos pacientes em hospitais e casas de idosos.	Knud e Lueth (2015); Mancini (2017)
Segurança alimentar	Identidades rastreáveis	Identificação da origem dos produtos e recolhimentos seletivos de itens infectados, garantindo a segurança alimentar e evitando o desperdício	European Technology Platform on Smart Systems Integration (2008)

O estudo mais antigo encontrado sobre monitoramento remoto foi Casas et al (2014). Os pesquisadores utilizaram sensores de temperatura e umidade encapsulados em um material inerte; cada um destes dispositivos, chamados *sensoballs*, foi projetado para funcionar de forma independente em vários pontos da pilha de compostagem, sem necessidade de uma fonte de alimentação externa. Os sensores apresentaram bom desempenho, porém, a densidade e composição do material sendo compostado possivelmente interferiu na

comunicação entre os sensores e o hub receptor; as baterias dos dispositivos também duraram menos que o esperado, aparentemente devido às temperaturas mais altas da pilha de composto.

O sistema de coleta baseado em IoT proposto e avaliado por Hong et al (2014) era composto de lixeiras inteligentes, roteadores e servidores. Cada uma das lixeiras usadas para coletar resíduos de alimentos era alimentada por baterias e conectada via rede sem fio a um servidor; este coletava e analisava a situação de todas as lixeiras e as informações dos moradores por meio de leitores RFID. Um sistema de cobrança calculava e realizava a cobrança de um valor baseado na quantidade de resíduo descartado na lixeira. Os coletores podiam verificar as quantidades coletadas, recebendo notificações sempre que uma lixeira atingia 90% de sua capacidade, o que ajudou a otimizar o processo de coleta. O sistema gerou dois benefícios: a política de cobrança por descarte motivou os moradores a reduzir a geração, tendo sido identificada uma redução de 33% na quantidade coletada de resíduos de alimentos; observou-se também uma eficiência maior na coleta de resíduos, tendo havido uma redução de 16% no consumo de energia. Dois problemas foram identificados: a necessidade de aumentar a vida útil das baterias e os custos mais altos de manutenção das lixeiras inteligentes; a geração fotovoltaica de energia e o uso de plásticos mais resistentes, respectivamente, estão sendo considerados para resolver estas questões.

Jordão et al (2017) desenvolveram um sistema automático de baixo custo para monitoramento remoto de

temperatura; a pesquisa foi realizada em uma pilha de compostagem com aeração passiva com capacidade para processar mensalmente 1 tonelada de resíduos de alimentos, aparas de madeira e de grama. Foi observado que a entrada em operação do sistema contribuiu para a redução de visitas do operador à instalação.

Finalmente, Wen et al (2018) discutiram o projeto, implementação e avaliação de uma rede IoT baseada em sensores para aperfeiçoar a gestão de resíduos de alimentos provenientes de restaurantes. O sistema desenvolvido abrangia as fases de geração, coleta, transporte e disposição final dos resíduos. Os dispositivos de coleta também contavam com etiquetas RFID para comunicar informações referentes à massa de resíduos de alimentos e ao restaurante de origem. Os caminhões de coleta e transporte de resíduos receberam sensores para acompanhar variações de peso, e informações de localização em tempo real eram coletadas via GPS, ajudando no monitoramento e ajuste das rotas de caminhões, permitindo otimizar a alocação da frota. Outros sensores também monitoraram as produções de biodiesel, biogás e fertilizante orgânico ocorrendo na instalação que recebia os resíduos. Toda a informação gerada ao longo das etapas era enviada para uma plataforma integrada de gestão para visualização do sistema tempo real, para monitoramento e identificação de possíveis gargalos. Os pesquisadores destacaram sobretudo a melhoria na supervisão e controle da geração de resíduos, coibindo-se práticas ilegais de transporte e descarte de resíduos. Os pontos a melhorar consistiram na dificuldade de remover das lixeiras as etiquetas RFID que eram danificadas e na necessidade de

melhorar a precisão dos sensores de peso utilizados nos caminhões. os tipos de resíduos, objeto de estudo e dispositivos dos sistemas, estão sintetizados no Quadro 3.

Alguns destes aspectos, bem como

Quadro 3: Artigos sobre IoT aplicada à gestão de resíduos sólidos orgânicos

Artigo	Local da pesquisa	Proposta / Instalação Estudada	Resíduo	Dispositivo/Estrutura	Funcionamento
Casas et al. (2014)	Holanda, Áustria e Espanha	Sistema remoto de controle e monitoramento de temperatura e umidade em processos de compostagem	Resíduos orgânicos	Sensor de temperatura; sensor de umidade; comunicação wireless	Testado em vários locais de compostagem na Holanda, Áustria e Espanha
Hong et al. (2014)	Coréia do sul	Sistema de lixeira inteligente baseado em IoT para reduzir o desperdício de alimentos na cidade de Seul	Resíduos orgânicos (descarte domiciliar)	Rede mesh (rede malha sem fio); bateria; identificação por radiofrequência; roteador; servidor; lixeiras inteligentes; comunicação wireless	Sistema instalado próximo a condomínios e casas residenciais. Moradores utilizam cartão de identificação para o descarte do resíduo. Valor pago por volume gerado.
Jordão et al. (2017)	Brasil	Sistema automático de baixo-custo de monitoramento de temperatura aplicado à compostagem	Resíduos orgânicos (restaurante, aparas de madeira e grama)	Placa arduíno; sensor de temperatura; bateria; data logger	O teste de campo consistiu em um sensor para monitorar a temperatura do ar externo e outros dois para monitorar a pilha.
Wen et al. (2018)	China	Sistema de gestão e gerenciamento de resíduos de alimentos baseado em IoT ( geração, coleta, transporte, e disposição final).	Resíduos orgânicos (restaurante)	Coletores com etiqueta RFID e sensor de peso; caminhão de coleta com leitor RFID, sensor de peso, GPS, GIS e câmera de vigilância; monitoramento automático da produção de biodiesel, biogás e fertilizantes orgânicos	Plataforma de gerenciamento de dados e estatísticas em tempo real, vigilância local e emissão de alertas do processo.

Observou-se assim que dois dos artigos são fruto de pesquisas visando sobretudo ao aperfeiçoamento de procedimentos de coleta e disposição final de resíduos orgânicos, enquanto que os outros dois analisam possibilidades de aperfeiçoar o monitoramento de parâmetros do processo de compostagem. Estes artigos relacionaram quatro principais vantagens da aplicação do conceito de IoT no processo de compostagem:

- geração de dados para auxiliar no controle e gerenciamento do processo;
- tempo de resposta mais rápida quando o sistema é monitorado em tempo real;

c. melhoria das condições de trabalho aos operadores, pela redução à exposição e contaminação por agentes patogênicos

d. otimização do desempenho do processo e das instalações como um todo.

## 5 CONCLUSÃO

O processo de urbanização crescente impõe a necessidade de repensar inúmeros aspectos do cotidiano, em destaque, na geração de resíduos sólidos urbanos e, conseqüentemente, na gestão desses resíduos. Além disso, a busca por cidades inteligentes pressiona o desenvolvimento e aprimoramento de várias atividades e serviços prestados à comunidade com a utilização das tecnologias de informação e comunicação disponíveis.

A análise inicial via Google Trends identificou que a evolução no interesse pelos temas "IoT" e "smart cities" foram similares no mesmo período de tempo analisado com crescimento mais significativo a partir de 2013. Já o conceito de IoT no contexto de cidades inteligentes se mostrou presente em diferentes campos de atuação: ambiental, social, industrial, agrícola, saúde, transporte e segurança alimentar.

A pesquisa principal identificou as iniciativas de aplicação do princípio e de ferramentas de IoT não apenas na otimização do processo de coleta e disposição final de resíduos sólidos orgânicos, mas também no aperfeiçoamento do monitoramento de parâmetros do processo de compostagem. As vantagens observadas foram na geração de dados para auxiliar no controle e gerenciamento do processo, no tempo

de resposta mais rápida quando o sistema é monitorado em tempo real, na melhoria das condições de trabalho aos operadores, e otimização do desempenho do processo e das

instalações como um todo.

Pesquisas mais aprofundadas sobre esta interface das Tecnologias de Informação e comunicação e gestão de resíduos são evidentemente necessárias, porém percebe-se que a melhoria e ampliação destes serviços, que consistem um dos chamados 'pilares do saneamento básico', é fundamental para que as cidades possam efetivamente serem capazes de se adaptar, transformar - e, caso necessário resistir - a determinadas mudanças, sempre de modo a garantir condições adequadas de vida para todas as pessoas que nelas habitem.

## 6 AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTIN, A. L.; ALBERTIN, R. M. D. M. A internet das coisas irá muito além as coisas. **GV-executivo**, v. 16, n. 2, p. 12, 19 maio 2017.

ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. M. Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. **Journal of Urban Technology**. Toronto, p. 4-21, 2015.

ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The Internet of Things: A survey.

- Computer Networks**, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, out. 2010.
- BRASIL. **Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 22 set. 2010
- CASAS, O. et al. Wireless sensor network for smart composting monitoring and control. **Measurement: Journal of the International Measurement Confederation**, v. 47, n. 1, p. 483–495, 2014.
- CONSÓRCIO AMBIENTE *SMART CITY*. **Documento de Referência: Ambiente de Demonstração de Tecnologias para Cidades Inteligentes**. 106p., 2017.
- DE JONG, M.; JOSS, S.; SCHRAVEN, D. ZHAN, C.; WEIJN, M. Sustainable-smart-resilient-low carbon-eco-knowledge cities; making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization. **Journal of Cleaner Production**, v. 109, December, p. 25-38, 2015.
- DIAZ, L. . et al. **Compost Science and Technology**. 8. ed. Holanda: Elsevier B.V., 2007
- DIAZ, M. J. et al. Optimization of the rate vinasse/grape marc for co-composting process. **Process Biochemistry**, v. 37, n. 10, p. 1143–1150, 2002.
- DINIZ, E. H. Internet das coisas. **GV-executivo**, v. 5, n. 1, p. 59, 3 out. 2006.
- EUROPEAN TECHNOLOGY PLATFORM ON SMART SYSTEMS INTEGRATION. Internet of Things in 2020. **Internet of Things in 2020**, p. 1–27, 2008.
- GUBBI, J. et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. **Future Generation Computer Systems**, v. 29, n. 7, p. 1645–1660, 2013.
- GUSTAVSSON, J. et al. **Global Food losses and food waste: extent, causes and prevention**. Rome: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/mb060e/mb060e.pdf>>.
- HAUG, R. T. **The Practical Handbook of Compost engineering**. Boca Raton, Florida USA: CRC Press LLC, 1993.
- HONG, I. et al. IoT-Based Smart Garbage System for Efficient Food Waste Management. **Scientific World Journal**, v. 2014, 2014.
- IBSG, C.; DAVE EVANS, A. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG) A Internet das Coisas Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo. 2011.
- JORDÃO, M. D. L. et al. Low-cost automatic station for compost temperature monitoring. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 11, p. 809–813, 1 nov. 2017.
- KAZA, S. et al. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. **What a Waste 2.0: A Global Snapshot**

- of Solid Waste Management to 2050**, 2018.
- KEVIN, A. That ' Internet of Things ' Thing. **RFiD Journal**, p. 4986, 2010.
- KHARE, P.; KHARE, A. **Internet of Things for Smart CitiesSmart Cities and Smart Spaces**, 2018.
- KNUD, A.; LUETH, L. IoT basics : Getting started with the Internet of Things. **IoT Analytics**, n. March, p. 0–9, 2015.
- LAZAROIU, G. C.; ROSCIA, M. Definition Methodology for the Smart Cities Model. **Energy**, v. 47, n. 1, 2012.
- LIM, S. L.; LEE, L. H.; WU, T. Y. **Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: Recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis**Journal of Cleaner ProductionElsevier Ltd, , 10 jan. 2016.
- MANCINI, M. Internet das Coisas: História, Conceitos, Aplicações e Desafios. n. June, 2017.
- MCEWEN, A. e CASSIMALLY, H. **Designing the internet of things**. Reino Unido: Wiley, 2014.
- MEEROW, S. NEWELL, J. P.; STULTS, M. Defining urban resilience: A review. **Landscape and Urban Planning**, v. 147, March, p. 38-49, 2016.
- MEHMOOD, Y. et al. Internet-of-Things-Based Smart Cities: Recent Advances and Challenges. **IEEE Communications Magazine**, v. 55, n. 9, p. 16–24, 2017.
- MEIJER, A. BOLÍVAR, M. P. R. Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance. **International Review of Administrative Sciences**, v. 82, n.2, p. 392–408, 2016.
- RICCI-JÜRGENSEN, M.; GILBERT, J.; RAMOLA, A. **Global assessment of municipal organic waste production and recycling**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.iswa.org/iswa/iswa-groups/working-groups/>>.
- SOUZA, L. A. DE et al. Análise dos principais parâmetros que influenciam a compostagem de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, p. 194–212, 2020.
- SURESH, P. et al. A state of the art review on the Internet of Things (IoT) history, technology and fields of deployment. **2014 International Conference on Science Engineering and Management Research, ICSEMR 2014**, 2014.
- WEISER, M. **The Computer for the 21st Century**. [s.l.] Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1995.
- WEN, Z. et al. Design, implementation, and evaluation of an Internet of Things (IoT) network system for restaurant food waste management. **Waste Management**, v. 73, p. 26–38, 1 mar. 2018.
- WILSON, D. . et al. **Global Waste Management OutlookGlobal Waste Management Outlook**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.unenvironment.org/resources/report/global-waste-management-outlook>>.

# Arborização urbana como um corredor ecológico

*Urban afforestation as an ecological corridor*

*La forestación urbana como corredor ecológico*

## **Antonio Carlos Pries Devide**

Pesquisador Doutor, APTA/  
SAA, Brasil  
antonio.devide@sp.gov.br

## **Frederico Lúcio de Almeida Gama**

Professor Mestre, Prefeitura de  
Pindamonhangaba, Brasil  
fredypinda@gmail.com

## **Renata Egydio de C. C. Manço**

Jornalista, Fundação de Apoio  
à Pesquisa Tecnológica da  
UNITAU, Brasil  
regydio.doc@gmail.com

## **RESUMO**

A arborização urbana beneficia o meio ambiente e promove o bem estar humano. As árvores abrigam e alimentam a fauna, que promovem o equilíbrio biológico e a polinização. Em termos ambientais, reduzem a temperatura do ar, os ruídos e os efeitos dos fortes ventos. Além disso, convertem energia luminosa em carbono, reduzindo os gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. As árvores interceptam a água da chuva e reforçam a recarga hídrica, combatem enchentes e fortalecem a produção de água subterrânea. Este trabalho registra a adequação da arborização urbana no bairro Residencial Dr. Lessa, em Pindamonhangaba (SP), Brasil. Inicialmente, caracterizou-se a situação em relação aos confrontantes, áreas de relevante interesse ecológico e levantamento quanti-qualitativo da arborização (fitossociologia) em uma área teste. Em seguida, realizou-se visita ao viveiro municipal e elaboração de memorial descritivo. Por último, a ação executiva de plantio. O bairro se localiza na fronteira agrícola, com nascente e ribeirão em seus limites e áreas verdes parcialmente arborizadas. Em uma área de 4mil m<sup>2</sup> de um canteiro central as falhas na arborização e a baixa conectividade, com predomínio de 65% de espécies exóticas, prejudicam a ligação entre corpos d'água. A ação executiva para adequação da arborização com fins ecológicos e paisagísticos consistiu de um plantio de espécies nativas floríferas perenifólias de médio porte em contorno do passeio e, na porção central, entre palmeiras de grande porte adultas, foram introduzidas mudas nativas de frutíferas e madeiras de grande porte. Esta adequação da arborização serve de experiência para novas intervenções.

**PALAVRAS-CHAVE:** Paisagismo ecológico. Agrofloresta urbana. Myrtaceae.

## **ABSTRACT**

Urban afforestation benefits the environment and promotes human well-being. The trees shelter and feed fauna, which favors biological balance and pollination. In environmental terms, they reduce air temperature, noise and the effects of strong winds. In addition, they convert light energy into carbon, reducing greenhouse gases (GHG) in the atmosphere. The trees intercept rainwater and reinforce water recharge, fight floods, and strengthen groundwater production. This work records the adequacy of urban afforestation in the Dr. Lessa Residential neighborhood, in Pindamonhangaba (SP), Brazil. Initially, the situation was characterized in relation to the confrontations, areas of relevant ecological interest and quantitative-qualitative survey of afforestation (phytosociology) in a test area. Then, a visit to the municipal nursery was made and a descriptive memorial was drawn up. Finally, the executive planting action. The neighborhood is located on the agricultural frontier, with a spring and stream in its limits and partially wooded green areas. In an area of 4,000 m<sup>2</sup> of central garden, failures in afforestation and low connectivity, with a 65% predominance of exotic species, impair the connection between small streams. The executive action to adapt afforestation for ecological and landscaping purposes consisted of planting medium-sized perennial native flowering species around the sidewalk and, in the central portion, between large adult palm trees, native fruits and wood seedlings were introduced. great bearing. This adaptation of the afforestation serves as an experience for new interventions.

**KEYWORDS:** Ecological landscaping. Urban agroforestry. Myrtaceae.

## RESUMEN

La forestación urbana beneficia al medio ambiente y promueve el bienestar humano. Los árboles cobijan y alimentan a la fauna, lo que favorece el equilibrio biológico y la polinización. En términos medioambientales, reducen la temperatura del aire, el ruido y los efectos de los fuertes vientos. Además, convierten la energía luminosa en carbono, reduciendo los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. Los árboles interceptan el agua de lluvia y refuerzan la recarga de agua, combaten las inundaciones y fortalecen la producción de agua subterránea. Este trabajo registra la adecuación de la forestación urbana en el Barrio Residencial Dr. Lessa, en Pindamonhangaba (SP), Brasil. Inicialmente, la situación se caracterizó en relación a los enfrentamientos, áreas de interés ecológico relevante y levantamiento cuantitativo-cualitativo de forestación (fitosociología) en un área de prueba. Luego, se realizó una visita a la guardería municipal y la elaboración de un memorial descriptivo. Finalmente, la acción de plantación ejecutiva. El barrio está ubicado en la frontera agrícola, con un manantial y arroyo en sus límites y áreas verdes parcialmente arboladas. En un área de 4.000 m<sup>2</sup> de obra central, fallas en la forestación y baja conectividad, con predominio del 65% de especies exóticas, perjudican la conexión entre cuerpos de agua. La acción ejecutiva para adecuar la forestación con fines ecológicos y paisajísticos consistió en plantar especies de floración nativa perenne de tamaño mediano alrededor de la acera y, en la porción central, entre grandes palmeras adultas, se introdujeron frutos nativos y plántulas de madera. gran porte. Esta adecuación de la forestación sirve como experiencia para nuevas intervenciones.

**PALABRAS CLAVE:** Paisajismo ecológico. Agroflorestra urbana. Myrtaceae.

## 1. INTRODUÇÃO

No mundo todo os centros urbanos concentram a maior parte da população (FAO, 2016) e no Brasil, na maioria das vezes, a expansão urbana é acompanhada da falta de planejamento no uso do solo, o que acarreta em déficit de áreas verdes e desequilíbrio ambiental com bolsões de calor em função de alterações térmicas (ESTÊVEZ; NUCCI, 2015).

Para mitigar os problemas ambientais na área urbana, é necessário promover uma agenda pública de gestão socioambiental (e cultural) para reduzir a vulnerabilidade de populações urbanas, principalmente, no advento das mudanças do clima.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) alerta que a destruição de habitats naturais fez emergir pandemias de doenças transmitidas de animais para humanos, como o COVID-19 (PNUMA, 2020). Essas doenças refletem os desequilíbrios ambientais gerados com a degradação da matriz florestal para o cultivo de monoculturas e

animais confinados em larga escala (ALTIERI; NICHOLLS, 2020).

No Vale do Paraíba, a ocupação urbana se concentra ao longo do eixo da Rodovia Presidente Dutra (BR-116) que liga os estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Este vale, que recebe o nome do principal rio da região Sudeste do Brasil, está compartimentalizado entre a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira, que **são duas importantes formações** de relevante interesse ecológico para a biogeografia e conservação de Mata Atlântica (DEVIDE et al., 2020).

Nas principais cidades do vale, as áreas de expansão urbana têm como confrontantes áreas industriais e a planície aluvial inundável, onde se cultiva o arroz e se pratica a mineração de areia.

Realizar o planejamento da arborização urbana de áreas verdes e praças deve levar em consideração a importância ecológica de conectar esses espaços com o meio urbano, seja na formação de ilhas (trampolins ecológicos), adequado

para espécies que são capazes de fazer movimentos curtos, através de ambientes perturbados; na proteção e reforço de fragmentos de mata e na formação de conexões contínuas em corredores ecológicos, que pode acontecer através da vegetação ao longo de rios ou por meio de processos antrópicos, como o plantio ou replantio em forma de quebra-ventos, que são bastante recorrentes no desenvolvimento de determinadas culturas agrícolas ou por meio de mosaicos (contorno e ampliação de fragmentos em mosaico) (PEREIRA; CESTARO, 2016).

A arborização modifica a paisagem urbana e contribui na conservação da biodiversidade ao abrigar e alimentar a fauna (aves, morcegos, animais herbívoros e polinizadores), melhora o conforto térmico ao tornar o ar mais úmido o que reduz a necessidade de climatização artificial no ambiente, combate à poluição do ar e reduz o ruído em áreas urbanas (DUARTE et al. 2018).

O inventário da arborização urbana é uma medida importante para promover a readequação da arborização de áreas de lazer, de ruas e avenidas, para promover o bem estar da população residente e fornecer serviços ecossistêmicos (SILVA; SOUZA, 2020).

O objetivo deste estudo foi promover o planejamento ambiental como subsídio às medidas executivas, partindo da caracterização da situação atual para um cenário de readequação da arborização de um trecho do bairro residencial Lessa em Pindamonhangaba (SP).

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local do estudo**

O estudo foi realizado no bairro Residencial Dr. Lessa (22°56'32.23"S 45°28'51.75"O, 540 m), município de Pindamonhangaba (SP) no Vale do Paraíba, região Sudeste do Brasil.

A caracterização do perímetro da área dos bairros que apresentam conexões com as áreas verdes do Lessa foi realizada a partir de imagem Google Earth Pro. Em visitas nas áreas limítrofes e internas do bairro, com interface com a natureza, realizou-se a análise descritiva das condições dos corpos d'água, das matas ciliares, da arborização de praças e áreas verdes.

Em subsídio ao projeto de arborização urbana com fins ecológicos em fase de elaboração, realizou-se o estudo fitossociológico dos componentes arbóreos de uma área verde de um canteiro central ('Quadra1') com 4.400 m<sup>2</sup> (20 x 220 m), situado entre as ruas mais importantes do bairro para a conservação da biodiversidade. Identificou-se, ao nível de gênero, família botânica, se nativos ou exóticos, todas as árvores com mais de 5,0 cm de diâmetro basal e altura acima de 1,0 m. A posição de cada indivíduo arbóreo foi indicada na imagem de satélite.

A seleção das espécies levou em consideração as características de cada local – em alinhamento paralelo ao passeio e ao centro do canteiro – e as mudas disponíveis no viveiro municipal. Em subsídio à ação executiva de plantio a ser realizado por empresa contratada (MetaFlora) pela Prefeitura, elaborou-se um memorial descritivo com a indicação da espécie e o local de plantio. Novas vistorias foram realizadas para verificar se as recomendações estavam sendo atendidas.

Para obter apoio dos moradores, realizou-se a sensibilização por meio de aplicativo de celular. A percepção sobre a importância das áreas verdes para a conservação da biodiversidade foi analisada a partir dos relatos que fizeram de imagens de animais silvestres fotografados em trabalho de campo e postadas em rede social de amigos do bairro. Em resposta aos comentários e relatos de animais silvestres em áreas particulares feitos pelos próprios moradores, foi apresentada a proposta de plantio de espécies nativas para o adensamento e readequação da arborização com fins paisagísticos e ecológicos. Assim, um conjunto de cinco canteiros centrais do bairro seria utilizado para formar um corredor ecológico conectando a nascente situada ao final do bairro com o **córrego** no lado oposto. Essa via de comunicação em tempos de pandemia de Covid-19 possibilitou sensibilizar os moradores

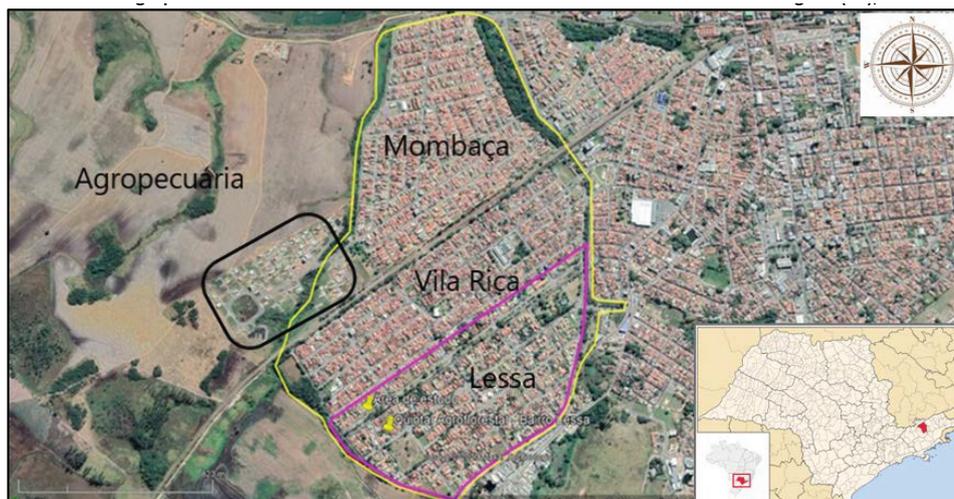
e obter o apoio ao projeto.

### 3. RESULTADOS

#### Situação das áreas verdes

O bairro Lessa se conecta aos bairros Vila Rica e Mombaça por meio de áreas sensíveis que deveriam ser protegidas para cumprir funções ecológicas e trazer benefícios à sociedade. Na figura 1, se observa os limites desses bairros na mancha urbana, uma área de expansão contornada em preto redefini o uso do solo na área de atividade agropecuária tradicional. Nota-se o déficit de vegetação, tanto na área urbana quanto na área rural. À espera de valorização, as terras aptas à expansão urbana na área agropecuária sofrem ações que descaracterizam a cobertura florestal nas áreas ciliares vizinhas ou internas da área rural.

Figura 1: Perímetro em amarelo dos bairros Lessa (rosa), Vila Rica e Mombaça, área de expansão urbana (preto), fronteira agropecuária e marcadores do local desse estudo e nascente em Pindamonhangaba (SP), Brasil.



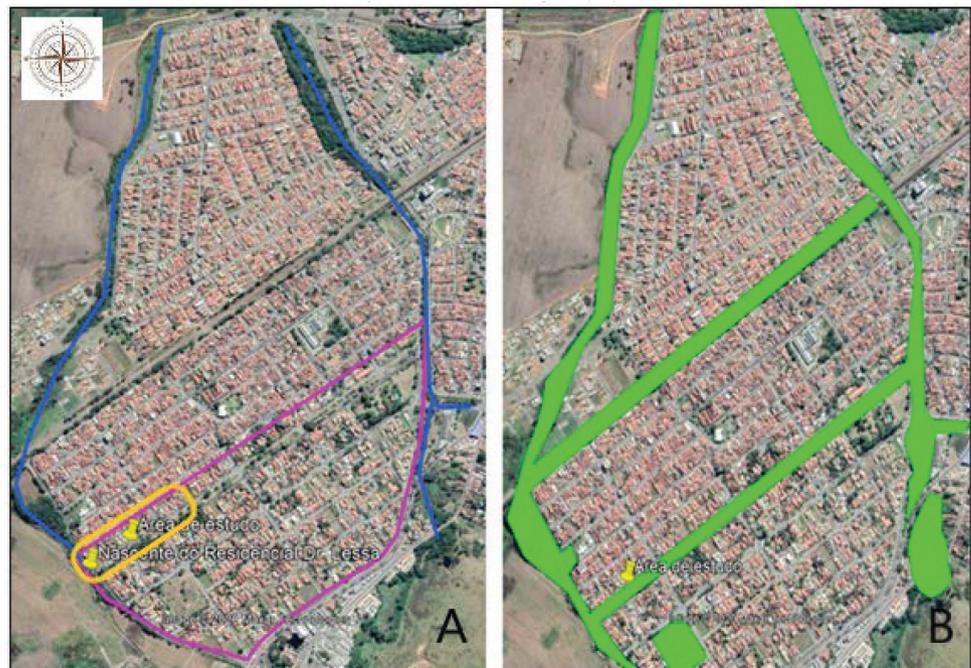
Fonte Google Earth (Abril, 2020).

O bairro Lessa difere dos demais por constituir de terrenos com área superior a 650 m<sup>2</sup> e áreas arborizáveis de relevante importância ecológica. Na figura 1, na área do bairro Lessa em rosa, a indicação da nascente no limite da mancha urbana e início fronteira agropecuária indica a necessidade de ações na proteção da vegetação ciliar remanescente e no plantio de recomposição.

A figura 2A destaca em azul os recursos hídricos e a figura 2B, em verde, áreas com potencial contribuição como corredor ecológico

a ser criado por meio de projeto de paisagismo ecológico. A área focal deste estudo se situa no corredor central do canteiro contornado em amarelo. O contínuo de canteiros centrais (são cinco ao todo) compõe uma área importante de lazer e praticantes de esporte. Um projeto de adequação da arborização se justifica na necessidade de conexão de áreas verdes, no reforço da vegetação que protege os mananciais hídricos (áreas de proteção permanente) e como meio de educação ambiental para a população.

Figura 2: Recursos hídricos em azul (A) e corredores ecológicos em verde (B) nos bairros Lessa (rosa), Vila Rica e Mombuca em Pindamonhangaba (SP), Brasil.



Fonte Google Earth (Abril, 2020).

### Arborização urbana no Residencial Lessa

A arborização na Quadra1 do bairro Lessa (Figura 3) tem como elemento

central do paisagismo o cultivo de palmeiras-imperial (*Roystonea oleracea*), que são exóticas e de grande porte, alinhadas no canteiro

central. Posterior ao plantio, os moradores iniciaram a ocupação dos espaços vazios com o plantio de certa diversidade de árvores com diferentes características, a maioria recuada a 2,5 m da guia, mas, em muitos casos, espécies de grande porte foram plantadas a menos de 0,5 m da guia.

No local, foram avaliados 72 vegetais; 45 exóticos e apenas 27 espécies nativas. Sem um projeto de arborização, o plantio resultou em falhas, baixa conectividade nas associações de espécies (Figura 3) e o predomínio de **árvores** exóticas (63%) (Tabela 1). As famílias mais representativas foram Fabaceae (cinco espécies), Myrtaceae (três) e Bignoniaceae (duas). Os ipês (Bignoniaceae) foram agrupados por gênero, devido à ausência de folhas (árvores caducifólias), que dificultou a caracterização ao nível de espécie. Dentre as exóticas abundantes, a palmeira-imperial representa 26% e o plátano 14%, perfazendo 40%

do total de todos os indivíduos amostrados. A *International Society of Arboriculture* (2015) sugere como adequado a homogeneidade máxima de 15% em relação à abundância de cada espécie, pois, com a dominância de algumas espécies, esses vegetais se tornam mais vulneráveis ao ataque de pragas e doenças.

Das espécies inventariadas, oito apresentaram apenas um indivíduo cada (8% do total), os quais são plantios irregulares, possivelmente realizados pelos próprios moradores, nas proximidades de suas residências. Isso está de acordo com estudos de Damo et al. (2015), que também verificou dominância de exóticas na arborização urbana em Rio Grande – RS. Historicamente, a introdução de espécies exóticas promoveu alterações nas características paisagísticas locais, levando ao esquecimento da flora nativa (D'ELBOUX, 2006). Isto pode explicar os motivos da referência popular por espécies exóticas.

**Quadro 1: Total e percentual de espécies ocorrentes e proporção de exóticas e nativas da Mata Atlântica na quadra 1 do canteiro central do Residencial Lessa, Pindamonhangaba (SP), Brasil.**

Nome científico	Nome popular	Família	Total	Percentual	Habitat
<i>Roystonea oleracea</i> (N. J. Jacquin) O. F. Cook	palmeira-imperial	Arecaceae	19	26	E
<i>Handroanthus</i> sp.	ipê	Bignoniaceae	10	14	N
<i>Platanus x acerifolia</i> (Aiton) Willd.	plátano	Platanaceae	10	14	E
<i>Mangifera indica</i> L.	mangueira	Anacardiaceae	5	7	E
<i>Terminalia catappa</i> L.	chapeu de sol	Combretaceae	5	7	E
<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill	eucalipto	Myrtaceae	4	6	E
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafístula	Fabaceae	4	6	N
<i>Ceiba speciosa</i> (St. -Hill.) Ravenna	paineira	Bombacaceae	3	4	N
<i>Senna pendula</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H. S. Irwin & Barneby	pau cigarra	Fabaceae	2	3	N
<i>Jacaranda</i> sp.	jacarandá-mimoso	Bignoniaceae	2	3	N
<i>Paubrasilia echinata</i> Lam. — Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	pau brasil	Fabaceae	1	1	N
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	jambolão	Myrtaceae	1	1	E
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	Fabaceae	1	1	N
<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitangueira	Myrtaceae	1	1	N
<i>Morus nigra</i> L.	amoreira	Moraceae	1	1	E
<i>Schefflera</i> sp.	cheflera	Araliaceae	1	1	N
<i>Bauhinia</i> sp.	pata de vaca	Fabaceae	1	1	N
<i>Triplaris americana</i> L.	pau formiga	Polygonaceae	1	1	N
Total		12	72	100	-
Exóticas		-	45	63	-
Nativas		-	27	38	-

As palmeiras remetem à ideia de nobreza e classe e aproximação com a arquitetura neoclássica trazida pela Missão Francesa de 1816. A difusão de sua utilização como recurso paisagístico de espaços públicos, desde a Corte até a capital paulista no Segundo Império, é historicamente registrada em diversas cidades do Vale do Paraíba paulista, especialmente em Taubaté (1881) e Lorena (1884) (D'ELBOUX, 2006).

Já as árvores de plátano, foram plantadas muito próximas umas das outras e apesar de tolerar a poda, foram mantidas com livre crescimento. Registros indicam que essa espécie interfere nas instalações urbanas, principalmente no conflito com as calçadas, na forma de rupturas, elevações e deformações na pavimentação (DAMO et al., 2015). Porém, isso ainda não aconteceu no local. Apesar de plantadas próximas à guia, quando foi realizado o calçamento recente do passeio, em concreto, no entorno do canteiro central, havia mais de 15 anos do plantio dos plátanos. Enquanto o calçamento seguiu paralelo à pista de rolamento, nos casos em que as árvores de grande porte estavam plantadas, foi feito um recuo de 1,5 m de distância da guia, preservando os vegetais adultos em ilhas. Esse "arranjo" casual interrompeu a linearidade do calçamento e criou ambientes que integram o humano à natureza, considerando que

a caminhada nesses trechos é realizada não mais próximo da pista de rolamento, mas, entre renques de árvores e palmeiras. Em outro caso recente, foi necessária a supressão de uma árvore nativa de grande porte (orelha-de-nego - *Enterolobium contortisiliquum*), porque o sistema radicular superficial estava confinado, deformando o passeio e o pavimento, gerando medo aos moradores, pois, tratava-se de árvore emergente isolada suscetível à queda por fortes ventos.

### **Adequação da arborização urbana**

No Novo Manual de Arborização Urbana de São Paulo (município), que serve de referência para o serviço público de diversas prefeituras em todo o Brasil, recomenda-se plantar árvores nativas para aumentar a permeabilidade do solo e controlar a temperatura e a umidade do ar, interceptar a água da chuva e proporcionar sombra. Neste manual, a arborização de calçadas pode ser realizada com as espécies pata-de-vaca e quaresmeira e para áreas internas, a aroeira-rosa, para atrair a fauna além de diversas espécies frutíferas nativas (SÃO PAULO, 2005).

Na figura 3 são indicados em semicírculos em vermelho os locais para o plantio de árvores nativas. A tabela 1 contém a relação e a quantidade de espécies plantadas.

Figura 3: Arborização da quadra 1 do bairro Lessa com a indicação em vermelho dos locais para o plantio de árvores nativas, Pindamonhangaba (SP), Brasil.



Fonte: Google Earth Pro (Agosto, 2020).

As espécies frutíferas nativas e árvores de grande porte produtoras de madeira foram plantadas na porção central do canteiro, alinhadas e intercaladas com palmeiras (Figuras 3 e 4). Para recompor as falhas da arborização ao lado do passeio, utilizou-se espécies nativas de médio porte: pata-de-vaca, quaresmeira, aroeira pimenteira e pau-formiga (Figuras 3 e 4), plantadas alternadamente. A adequação da arborização buscou produzir um sentimento de segurança e bem estar nos moradores, reduzir o sentimento de vulnerabilidade aos problemas ambientais e atrair a fauna, como no caso da aroeira pimenteira.

Foram plantadas 42 árvores de 12 famílias botânicas; a mais frequente foi a quaresmeira e a família dominante Myrtaceae, contribuindo com seis espécies, seguida de Fabaceae com cinco espécies. Myrtaceae abrange um importante grupo ecológico de frutíferas nativas em situação vulnerável, ou seja, em risco de extinção conforme *International Union for Conservation of Nature Red List of Threatened Species* (IUCN). Assim, o pau-mulato, peroba-rosa dentre outras espécies se destacam por fortalecer a conservação da biodiversidade (Tabela 1).

**Tabela 1: Relação das espécies plantas no canteiro central do bairro Lessa em Pindamonhangaba (SP).**

Família	Nome popular	Nome científico	Quantidade
Fabaceae	aldrago	<i>Pterocarpus violaceus</i>	1
Anacardiaceae	aroeira pimenteira	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	4
Annonaceae	pinha	<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.)	2
Apocynaceae	peroba	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Muell. Arg	1
Fabaceae	guapuruvú	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	1
Fabaceae	ingá	<i>Inga vera</i> Willd	2
Fabaceae	jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L	2
Fabaceae	pau-brasil	<i>Paubrasilia echinata</i> Lam. — Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	1
Fabaceae	pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i> Link	4
Lauraceae	canela amarela	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	1
Lecythidaceae	jequitibá	<i>Cariniana legalis</i> Kuntze.	1
Melastomataceae	quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn	5
Meliaceae	mirindiba	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne.	1
Myrtaceae	araçá amarelo	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	2
Myrtaceae	cambucá	<i>Plinia edulis</i> (Vell.) Sobral	2
Myrtaceae	cambuci	<i>Campomanesia phaea</i> (O.Berg) Landrum	2
Myrtaceae	cereja do rio grande	<i>Eugenia involucrata</i> DC	1
Myrtaceae	gabirola	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	2
Myrtaceae	pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i> L.	2
Polygonaceae	pau-formiga	<i>Triplaris americana</i> L.	4
Rubiaceae	pau-mulato	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) K. Schum	1
<b>Total</b>			<b>42</b>

A seleção das espécies foi baseada no padrão das mudas disponíveis no viveiro municipal, com altura mínima de 2,0 m. Porém, no plantio, árvores como o cambucá e o pau-pólvera foram plantadas com mudas de 0,50 m de altura.

O alinhamento manteve distância de 1,5 m do passeio. Os berços foram abertos manualmente com cerca de 50 cm de largura por 60 cm de profundidade, o solo destorroado, adubado com formulação sintética N-P-K e hidrogel. Recomendou-se o uso de cobertura morta de resíduos de poda de árvores, a ser depositado no entorno das mudas, para evitar o ressecamento do solo e reduzir o crescimento de mato no colo. Mas, essa prática não faz parte da rotina de trabalho da equipe contratada. São necessários investimentos na requalificação dos recursos humanos

para atuar no plantio e conservação de áreas verdes urbanas (DUARTE et al., 2018). A adição de matéria orgânica no entorno das mudas evita a necessidade de roçadas e capinas, possibilitando banir o uso de roçadeira costal no entorno das árvores uma vez que a cobertura morta, além de manter o solo úmido e vivo, reduz a infestação de plantas indesejáveis, como as braquiárias, no colo das árvores. O tutoramento das mudas com bambu e amarração com fitilho em oito (ao menos duas amarrações, terço médio e alto) evita com que as plantas se quebrem. Mas, não foi realizado e algumas arbóreas alongadas penderam a parte aérea e encurvaram o caule. O pegamento das árvores foi de 96%, apenas dois ingazeiros declinaram e serão repostos.



Os moradores do Lessa registraram a ocorrência de aves raras, tais como jacus, papagaios, tucanos, as tradicionais maritacas, corujas buraqueiras, mamíferos marsupiais (gambás) e outros. Isso fez com que mais moradores se sensibilizassem e apoiassem o projeto paisagístico ecológico de recomposição e adensamento da arborização urbana. A ocorrência desses animais silvestres no bairro pode estar relacionada à proximidade da área agrícola vizinha, à redução de áreas de refúgio e alimento para a fauna em decorrência dos incêndios que deterioram progressivamente a vegetação arbórea remanescente nesta área vizinha; à presença de vegetação arbórea, ainda que fragmentada, nas áreas de nascente e cursos d'água que serve para abrigo, alimento e dessedentação dos animais e à boa quantidade de árvores frutíferas em áreas particulares do Lessa, o que é favorecido pelo bom tamanho dos terrenos. Esses relatos reforçam a importância de um projeto de arborização com fins ecológicos que reforce a proteção das matas ciliares.

Em um levantamento quantitativo em uma área ciliar urbana de Sorocaba (SP), foram registradas 65 espécies de aves, com a categoria trófica mais representativa os insetívoros, piscívoros e onívoros (CRUZ; PIRATELLI, 2011), o que denota importante contribuição das aves para o controle de 'pragas urbanas', dentre elas, o mosquito da dengue. Para estes autores, a presença humana implica em ruídos acentuados com o trânsito de veículos e pessoas, o que resulta na presença de espécies de aves mais generalistas e menos exigentes quanto à oferta de recursos. Assim, o aumento da complexidade estrutural e funcional da vegetação da arborização com fins

ecológicos deve criar um ambiente mais adequado para espécies que demandam mais recursos para fins de forrageio e nidificação.

#### **4. CONCLUSÕES**

O levantamento fitossociológico é um valioso subsídio ao planejamento da arborização urbana.

O domínio de espécies exóticas, a fragmentação da arborização, a baixa conectividade entre áreas de relevante interesse ecológico, são problemas que podem ser revertidos com um projeto de arborização paisagístico ecológico.

A execução do projeto com apoio dos moradores trouxe benefícios para a conservação da biodiversidade por meio do plantio de diversidade de espécies frutíferas e madeiras nativas raras ameaçadas de extinção.

Para melhorar a qualidade do trabalho, é desejável que as mudas obtidas pelo viveiro municipal e disponibilizadas para o plantio sejam nativas da Floresta Estacional Semidecidual, que representa a formação dominante nas terras baixas do Vale do Paraíba.

#### **AGRADECIMENTO**

Aos administradores da Associação Amigos do Lessa, aos profissionais do Viveiro Municipal da Secretaria de Meio Ambiente de Pindamonhangaba e funcionários da empresa MetaFlora pelo apoio ao projeto de plantio de mudas nativas.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALTIERI, Miguel Angel, NICHOLLS, Clara Inés. A agroecologia em tempos de Covid-19. Centro Latinoamericano

- de Investigaciones Agroecológicas: **Associação Brasileira de Agroecologia**. 2020. Disponível em < <https://aba-agroecologia.org.br/agroecologia-em-tempos-de-covid-19/> >. Acesso em: 23 Jul 2020.
- CRUZ, B.B.; PIRATELLI, A.J. Avifauna associada a um trecho urbano do Rio Sorocaba, Sudeste do Brasil. **Biota Neotrop.**, vol. 11, no. 4. 2011.
- DAMO, A.; HEFLER, S. M.; JACOBI, U. S. Diagnóstico da arborização em vias públicas dos bairros Cidade Nova e Centro da Cidade de Rio Grande – RS. **REVSBAU**, v.10, n.1, p. 43-60, 2015.
- D'ELBOUX, Roseli Maria Martins. Uma promenade nos trópicos: os barões do café sob as palmeiras-imperiais, entre o Rio de Janeiro e São Paulo. **An. mus. paul.**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 193-250, 2006 .
- ESTÊVEZ, L.F.; NUCCI, J.C. A questão ecológica urbana e a qualidade ambiental urbana. *Rev Geografar*, v.10, n.1: p.26-49, 2015.
- DEVIDE, Antonio Carlos Pries *et al.* Conexões que transformam a sociedade e o ambiente: ações da Rede Agroflorestal do Vale do Paraíba no Assentamento Nova Esperança I de São José dos Campos – SP, Brasil. *In: Anais...* Simpósio Brasileiro de Biogeografia, 1ed., ANAP, UNESP – Programa de Pós Graduação Recursos Hídricos e Meio Ambiente – FCT/UNESP, v.1, n.1, p. 458-479, 2020.
- DUARTE, Taíse Ernestina Prestes Nogueira *et al.* Reflexões sobre arborização urbana: desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. **Rev. Agro. Amb.** v. 11, n. 1: p. 327-341, 2018.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Building greener cities: nine benefits of urban trees.** 2016.
- INTERNATIONAL SOCIETY OF ARBORICULTURE. Disponível em: <http://www.isaarbor.com/>
- PEREIRA, V. H. C.; CESTARO, L. A. Corredores Ecológicos no Brasil: avaliação sobre os principais critérios para definição de áreas potenciais. **Caminhos da Geografia**, v.17, n.58: p. 16-33, 2016.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **Coronavirus outbreak highlights need to address threats to ecosystems and wildlife.** 03 Mar 2020. Disponível em: <<https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/coronavirus-outbreak-highlights-need-address-threats-ecosystems-and-wildlife>> Acesso em: 01 mai. 2020.
- SÃO PAULO (município), Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. 2005. **Novo Manual de Arborização Urbana.** 124p.
- SILVA, Pedro Henrique Souza; SOUZA, Danilo Diego de. Diagnóstico quantitativo da vegetação arbóreo-arbustiva de duas praças localizadas no bairro José e Maria no município de Petrolina-PE. **REVSBAU**, Curitiba –PR, v.15, n.3, p.70-81, 2020.

# A regularização dos assentamentos informais como produto da modificação da paisagem urbana na cidade em isolamento social

*The regularization of informal settlements as a product of the modification of the urban landscape in the city in social isolation*

*La regularización de los asentamientos informales como producto de la modificación del paisaje urbano en la ciudad en aislamiento social*

## Taisa Cintra Dosso

Doutoranda, PUCampinas,  
Brasil  
taisacintradossoo@gmail.com

## Jonathas Magalhães Pereira da Silva

Professor Doutor,  
PUCampinas, Brasil  
jonathas.silva@puc-campinas.  
edu.br

## RESUMO

O presente trabalho contribui para o debate referente à regularização dos assentamentos informais como produto da modificação da paisagem urbana na cidade em isolamento social. A paisagem, como produto e processo de ocupação do território, revela os conflitos sociais do espaço. O objetivo do trabalho é verificar, através da análise da situação, como as consequências advindas da pandemia deflagrada pela COVID-19 contribuí para a modificação da paisagem urbana nos assentamentos informais, através de políticas de regularização fundiária e urbanística. A pesquisa realizada pode ser caracterizada como interdisciplinar e sociojurídica. O método de abordagem utilizado é indutivo, uma vez que a partir de premissas discutidas, se busca uma conclusão que acrescentará às premissas analisadas, qual seja, a modificação da paisagem urbana na cidade em isolamento social, a qual, em decorrência da pandemia desnuda a fragilidade sanitária dos assentamentos informais, caracterizados por uma densidade pouco sustentável e desprovida de infraestrutura e saneamento satisfatórios às exigências médicas determinadas. Ficou evidenciado que é preciso melhorar o acesso à moradia e ao espaço público, como a qualificação de assentamentos informais. É importante considerar que os impactos da pandemia causada pela COVID-19 no urbanismo e na informalidade urbana tornam a vulnerabilidade habitacional mais aparente e colocam, no centro das discussões, as políticas públicas de reurbanização e regularização fundiária e urbanística, os vazios urbanos e a sua destinação à moradia social. Os assentamentos regularizados são refletidos na paisagem em mutação, na paisagem transformada pelo processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Paisagem. Isolamento. Moradia

## ABSTRACT

The present work contributes to the debate regarding the regularization of informal settlements as a product of the modification of the urban landscape in the city in social isolation. The landscape, as a product and process of occupation of the territory, reveals the social conflicts of the space. The objective of the work is to verify, through the analysis of the situation, how the consequences arising from the pandemic triggered by COVID-19 contribute to the modification of the urban landscape in informal settlements, through land and urban regularization policies. The research carried out can be characterized as interdisciplinary and socio-legal. The approach method used is inductive, since based on the premises discussed, a conclusion is sought that will add to the premises analyzed, that is, the modification of the urban landscape in the city in social isolation, which, due to the pandemic strips the health fragility of informal settlements, characterized by an unsustainable density and lacking infrastructure and sanitation satisfactory to the determined medical requirements. It became evident that it is necessary to improve access to housing and public space, such as the qualification of informal settlements. It is important to consider that the impacts of the pandemic caused by COVID-19 on urbanism and urban informality make housing vulnerability more apparent and place, at the center of the discussions, public policies for land and urban redevelopment and regularization, urban voids and their destination for social housing. Regularized settlements are reflected in the changing landscape, in the landscape transformed by the process.

**KEY WORDS:** Landscape. Isolation. Home

## RESUMEN

El presente trabajo contribuye al debate sobre la regularización de los asentamientos informales como producto de la modificación del paisaje urbano en la ciudad en aislamiento social. El paisaje, como producto y proceso de ocupación del territorio, revela los conflictos sociales del espacio. El objetivo del trabajo es verificar, a través del análisis de la situación, cómo las consecuencias derivadas de la pandemia desencadenada por COVID-19 contribuyen a la modificación del paisaje urbano en asentamientos informales, a través de políticas de regularización territorial y urbanística. La investigación realizada se puede caracterizar como interdisciplinar y sociojurídica. El método de abordaje utilizado es inductivo, ya que a partir de las premisas comentadas se busca una conclusión que se suma a las premisas analizadas, es decir, la modificación del paisaje urbano en la ciudad en aislamiento social, que, debido a la pandemia, despoja al fragilidad sanitaria de los asentamientos informales, caracterizados por una densidad insostenible y carentes de infraestructura y saneamiento satisfactorio a los requerimientos médicos determinados. Se hizo evidente que es necesario mejorar el acceso a la vivienda y al espacio público, como la calificación de los asentamientos informales. Es importante considerar que los impactos de la pandemia provocada por el COVID-19 sobre el urbanismo y la informalidad urbana hacen más evidente la vulnerabilidad habitacional y sitúan en el centro de las discusiones las políticas públicas de ordenamiento y reurbanización territorial y urbana, los vacíos urbanos y sus consecuencias. Destino de vivienda social. Los asentamientos regularizados se reflejan en el paisaje cambiante, en el paisaje transformado por el proceso.

**PALABRAS CLAVE:** Paisaje. Aislamiento. Hogar.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho busca contribuir para o debate referente à regularização dos assentamentos informais como produto da modificação da paisagem urbana na cidade em isolamento social. A paisagem, como produto e processo de ocupação do território, revela os conflitos sociais do espaço. O isolamento social em decorrência da pandemia da COVID-19 desnuda a fragilidade sanitária dos assentamentos informais, caracterizados por uma densidade pouco sustentável e desprovida de infraestrutura e saneamento satisfatórios às exigências médicas determinadas. Políticas de regularização fundiária e urbanística desses espaços ganham força, e a paisagem reflete essa nova forma de ocupação do território, transformando-se em seus aspectos morfológicos.

O conceito de paisagem foi mudando ao longo do tempo. Jean-Marc Besse (2014), em seu livro "**Ver a terra:** seis ensaios sobre a paisagem e a

geografia", busca contribuir para essa perspectiva de transformação da paisagem.

Através da análise de textos que compreendem a paisagem desde a experiência de Petrarca de sua ascensão ao monte Ventoux, ou seja, a paisagem como algo que conduz, antes de tudo, à experiência de uma alteridade interior (BESSE, 2014, p. 6), passando pela paisagem italiana na viagem de Goethe, que ao contrário, entende que a harmonia do mundo como paisagem desperta no sujeito a harmonia de suas faculdades internas (BESSE, 2014, p. 47), além de outras experiências como Brueghel, Alexander Von Humboldt, La Blache, Éric Dardel e Péguy, o livro evidencia a mutação conceitual de paisagem no tempo.

Um aspecto que merece ser destacado refere-se à concepção de paisagem segundo a geografia fenomenológica de Eric Dardel. A partir de Dardel, Besse aponta que a paisagem é expressão, e, mais precisamente,

expressão da existência, ela é o mundo humano (BESSE, 2014, p. 92). E sendo a ética uma maneira de tornar o mundo habitável, a geografia fenomenológica, segundo Dardel, que se coloca nesta perspectiva da "habitabilidade" do mundo, contribui para esta destinação ética do agir humano sobre a Terra" (BESSE, 2014, p. 95).

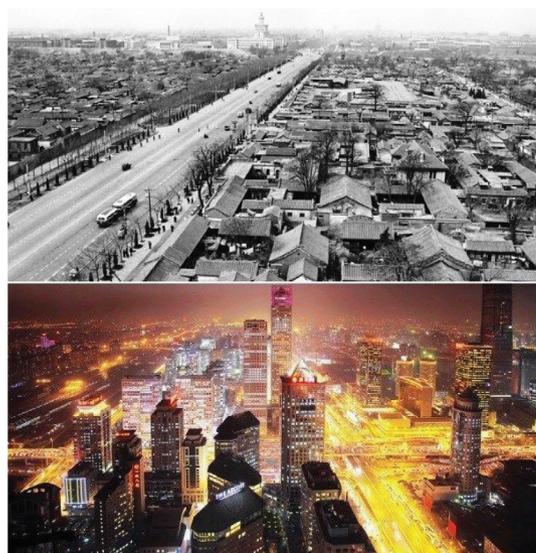
É nesse contexto de Dardel que a concepção atual de paisagem repousa. Ou seja, a paisagem é a manifestação dinâmica dos processos sociais do lugar. Vai além da simples representação, externando um produto decorrente de um processo. A paisagem é produto e processo de ocupação do território. Nos assentamentos informais, como no restante da cidade, a paisagem é resultante de um pacto.

Tomando a paisagem como resultante de pactos sociais, visando enfrentamentos contraditórios de diferentes grupos sociais, a paisagem é entendida como processo e produto de interação entre a sociedade e o

suporte físico ambiental e, portanto, não se trata de algo estático (SILVA, 2015, p. 53). Entende-se, pois, que a paisagem está em constante transformação. Embora as ações antrópicas tenham um enorme poder em alterá-la, é necessário compreender que essa atuação sobre a paisagem não recebe forças consensuais; ela resulta de interesses e esforços bastante contraditórios e, além disso, não é apenas a sociedade humana que atua nessa transformação (SILVA, 2015, p. 53).

A paisagem da cidade retrata, pois a interação da sociedade e o suporte físico ambiental, o espaço urbano, estando, portanto, em constante transformação. Sobre a relação espaço-tempo, Ana Fani Alessandri Carlos (2004, p. 62) em "O espaço urbano" leciona que a mudança nas relações espaço-tempo revela a profunda mudança nos costumes e hábitos sem que as pessoas parecem se dar conta, pois as inovações são aceitas de modo gradual, quase despercebidas embrulhadas pela ideologia que aponta a degradação do cotidiano.

Figura 1: Pequim – China – transformação da paisagem



A transformação da paisagem na cidade revela a profunda mudança nos costumes e hábitos nas relações espaço-tempo. Com o esvaziamento das ruas das cidades em plena pandemia de Covid-19, as cidades brasileiras ganharam nova feição. Nos últimos meses, surgem novas reflexões acerca do modo de viver e produzir. Dados da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) mostram redução de 50% de monóxido de carbono e óxidos de nitrogênio durante a quarentena na capital paulista (PAULO, 2020). Pesquisadores da Universidade da Columbia revelaram a BBC dados que demonstram que, à medida que a pandemia tem se espalhado, o ar tem se tornado menos poluído, e há menor emissão de CO<sub>2</sub> (McGRATH, 2020)

Menos carros nas ruas também resultam na diminuição de ruídos e acidentes. Pesquisadores da Bélgica indicaram que o isolamento social vem reduzindo os tremores sísmicos provocados pela circulação de pessoas e veículos na crosta terrestre entre 30% e 50%. Além dos benefícios para a saúde humana de cidades mais silenciosas, os sismólogos estão conseguindo detectar pequenos terremotos até então imperceptíveis (PAULO, 2020).

A Agência Estadual do Meio Ambiente de Pernambuco também compilou registros de capivaras e pássaros encontrados no ambiente urbano, demonstrando transformações na natureza e na percepção do homem sobre ela (AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE, [2020]).

Figura 2: ruas vazias durante a quarentena



Fonte: Mundo Conectado, 2020.

A pandemia em decorrência da Covid-19 colocou em questão e ressaltou a importância das áreas verdes e dos espaços públicos urbanos, fazendo necessário buscar ampliar as oportunidades de acesso a áreas verdes para todos os segmentos sociais. Gehl (2013) resalta a importância do planejamento urbano e o resgate da dimensão humana das cidades para acomodar as pessoas em espaços públicos suficientes e projetados na escala do homem, de forma agradável e segura, sustentável e saudável.

A falta de acesso a serviços essenciais, como água, habitação e saúde exacerbou o desafio de responder efetivamente à velocidade da transmissão na carga viral em muitas cidades. O acesso deficiente impossibilitou o cumprimento de pedidos de bloqueio em alguns lugares. A redução dessa desigualdade no acesso a serviços e infraestruturas urbanas deve ser uma prioridade para as cidades no futuro.

Cumprido acrescentar que, com a crise sanitária causada pela pandemia da COVID-19, a preocupação com a moradia da população em situação de vulnerabilidade social restou acentuada, como se observa na Recomendação da Federação Nacional dos Arquitetos e Urbanistas (FNA) e do Instituto Brasileiro de Direito Urbanístico (IBDU), às autoridades judiciárias, para que suspendam todo e qualquer conflito fundiário que culmine na retomada

compulsória de imóveis, regulares ou não, utilizados para a moradia de pessoas de baixa renda no Brasil (INSTITUTO BRASILEIRO DE DIREITO URBANÍSTICO; FEDERAÇÃO NACIONAL DOS ARQUITETOS E URBANISTAS, 2020).

A reflexão sobre os ambientes trouxe para a discussão as questões de saúde e qualidade de vida. Ao entender a necessidade de atender as determinações solicitadas pelos especialistas da área da saúde pública de distanciamento social ou isolamento de uma pessoa que contraiu o vírus, percebe-se que as residências, principalmente as populares, não têm a devida estrutura para a demanda (MIRANDA; FARIAS, 2020, p. 288). Os tamanhos dos ambientes são inadequados para o conforto e no padrão atual de isolamento social por causa da COVID -19, essas habitações não atendem as necessidades das famílias, principalmente as com mais de 3 habitantes (MIRANDA; FARIAS, 2020, p. 290).

Ficou evidenciado que é preciso melhorar o acesso à moradia e ao espaço público, como a qualificação de assentamentos informais. É importante considerar que os impactos da pandemia da COVID-19 no urbanismo e na informalidade urbana tornam a vulnerabilidade habitacional mais aparente e colocam, no centro das discussões, as políticas públicas de reurbanização e regularização fundiária e urbanística, os vazios urbanos e a sua destinação à moradia social.

Figura 3: homem de máscara na favela da Rocinha-Rio de Janeiro



Fonte: Nexojornal, 2020.

Nessa perspectiva, a regularização fundiária e urbanística de interesse social é uma proposta que precisa ser incluída nas agendas políticas, como forma de se garantir o direito fundamental à moradia, previsto na Constituição Federal, em seu artigo 6º.

Ao reconhecer a sua concepção pluridimensional e a sua incidência sobre o problema da segregação, Betânia de Moraes Alfonsin (2007) traz um conceito consagrado na doutrina sobre essa política pública:

*Regularização fundiária é um processo conduzido em parceria pelo Poder Público e população beneficiária, envolvendo as dimensões jurídica, urbanística e social de uma intervenção*

*que, prioritariamente, objetiva legalizar a permanência de moradores de áreas urbanas ocupadas irregularmente para fim de moradia e, acessoriamente, promove melhorias no ambiente urbano e na qualidade de vida do assentamento, bem como incentiva o pleno exercício da cidadania pela comunidade sujeito do projeto (ALFONSIN, 2007, p. 79).*

É cediço, pois, que a regularização fundiária e urbanística é um instrumento complexo e multidisciplinar, que exige, de todos os envolvidos, além do conhecimento técnico, sensibilidade e senso estratégico para que o seu processo seja exitoso. A crise sanitária evidenciou que a crise de moradia no Brasil seja efetivamente pensada,

de forma a mitigar a vulnerabilidade social da população de baixa renda. E, nessa esteira, regularizar os assentamentos informais é uma política pública que se faz cada vez mais necessária e fundamental nas cidades.

Nesse contexto, na cidade em isolamento social, a paisagem urbana é transformada pelo processo resultado do fenômeno pandêmico, em que a fragilidade não apenas social, mas sanitária também dos assentamentos informais, caracterizados por uma densidade pouco sustentável e desprovidos de infraestrutura e saneamento satisfatórios às exigências médicas determinadas, é regularizado sob o aspecto urbanístico e jurídico.

### **Objetivos**

O presente trabalho busca contribuir para o debate referente à regularização dos assentamentos informais como produto da modificação da paisagem urbana na cidade em isolamento social. A paisagem, como produto e processo de ocupação do território, revela os conflitos sociais do espaço. O isolamento social em decorrência da pandemia da COVID-19 desnuda a fragilidade sanitária dos assentamentos informais, caracterizados por uma densidade pouco sustentável e desprovida de infraestrutura e saneamento satisfatórios às exigências médicas determinadas.

O objetivo do trabalho é verificar, portanto, como as consequências advindas da pandemia deflagrada pela COVID-19 contribui para a modificação da paisagem urbana nos assentamentos informais, através de políticas de regularização fundiária e urbanística. O estudo se propõe a

destacar elementos e discussões que coloquem no centro dos debates a necessidade de atenção à moradia da população de baixa renda, mais vulnerável aos efeitos sanitários e sociais decorrentes da pandemia.

## **2. METODOLOGIA / MÉTODO DE ANÁLISE**

A pesquisa realizada pode ser caracterizada como interdisciplinar e sociojurídica. O ponto de vista adotado distancia-se do discurso fechado, almejando-se um diálogo entre os campos do saber, com o intuito de realizar uma abordagem interdisciplinar entre o Urbanismo e o Direito.

O método de abordagem utilizado é indutivo, uma vez que a partir de premissas discutidas como a modificação da paisagem e as consequências advindas de uma sociedade em isolamento social, se buscará uma conclusão que acrescentará às premissas analisadas, qual seja, a regularização fundiária e urbanística dos assentamentos informais como produto da modificação da paisagem urbana na cidade em isolamento social.

A pesquisa é qualitativa, pois se investigará o uno, a unidade representada pelos desdobramentos da transformação da paisagem urbana nos assentamentos informais, a partir dos reflexos advindos da sociedade em isolamento social em decorrência da pandemia deflagrada pela COVID-19.

### **Resultados e Conclusão**

A conceituação a respeito da paisagem se alterou ao longo dos séculos, mudando a forma de se ver a terra. Os assentamentos informais, num

espectro menor de tempo, também passam por uma ressignificação e consequentemente por necessitar de um novo olhar onde a regularização urbanística cumpre um papel nessa transformação.

A pandemia em decorrência da Covid-19 ressaltou que falta de acesso a serviços essenciais, como água, habitação e saúde exacerbou o desafio de responder efetivamente à velocidade da transmissão na carga viral em muitas cidades. O acesso deficiente impossibilitou o cumprimento de pedidos de bloqueio em alguns lugares. A redução dessa desigualdade no acesso a serviços e infraestruturas urbanas deve ser uma prioridade para as cidades no

futuro. Ficou evidenciado que é preciso melhorar o acesso à moradia e ao espaço público, como a qualificação de assentamentos informais. É importante considerar que os impactos da pandemia da COVID-19 no urbanismo e na informalidade urbana tornam a vulnerabilidade habitacional mais aparente e colocam, no centro das discussões, as políticas públicas de reurbanização e regularização fundiária e urbanística, os vazios urbanos e a sua destinação à moradia social. Os assentamentos regularizados são refletidos na paisagem em mutação, na paisagem transformada pelo processo.

Figura 4: Urbanização de favelas no Rio de Janeiro



Fonte: Culturalrio, 2013.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Vidas que se revelam durante a pandemia. **Governo do Estado de Pernambuco**, [2020?]. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/ome/43955;33948;10;4353;38976.asp>. Acesso em: 27 de julho de 2020.

ALFONSIN, Betânia de Moraes. O significado do Estatuto da Cidade para os processos de regularização fundiária no Brasil. In: MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Regularização fundiária plena**: referenciais conceituais. Brasília: Ministério Das Cidades, 2007. p. 79.

BESSE, Jean-Marc. **Ver a terra**: seis ensaios sobre a paisagem e a geografia. Trad. Vladimir Bartalini. São Paulo: Perspectiva, 2014.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. **O espaço urbano**: novos escritos sobre a cidade. São Paulo: Contexto, 2004.

GEHL Jan. **Cidade para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DIREITO URBANÍSTICO; FEDERAÇÃO NACIONAL DOS ARQUITETOS E URBANISTAS. **Conflitos fundiários**: recomendações em defesa do direito à moradia da população de baixa renda durante a pandemia do novo coronavírus. Brasília, DF: IBDU; FNA, abr. 2020. Disponível em: [http://wp.ibdu.org.br/wpcontent/uploads/2020/04/](http://wp.ibdu.org.br/wpcontent/uploads/2020/04/Recomenda%C3%A7%C3%A3o-conjunta-IBDU-e-FNA-Suspens%C3%A3o-de-remo%C3%A7%C3%B5es.pdf)

[Recomenda%C3%A7%C3%A3o-conjunta-IBDU-e-FNA-Suspens%C3%A3o-de-remo%C3%A7%C3%B5es.pdf](http://wp.ibdu.org.br/wpcontent/uploads/2020/04/Recomenda%C3%A7%C3%A3o-conjunta-IBDU-e-FNA-Suspens%C3%A3o-de-remo%C3%A7%C3%B5es.pdf). Acesso em: 10 julho de 2020.

McGRATH, Matt. Coronavirus: air pollution and CO2 fall rapidly as virus spreads. **BBC News**, 19 mar. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/science-environment-51944780>. Acesso em: 2 de agosto de 2020.

MIRANDA, Maria Geralda de; FARIAS, Bruno Matos. Moradia popular e pandemia do Covid-19: reflexões sobre as dificuldades de isolamento social. **Confluências| Revista Interdisciplinar de Sociologia e Direito**, Niterói, v. 22, n. 2, p. 279-291, 2020.

PAULO, Vitoria. Pandemia muda paisagem das cidades e incita reflexões sobre poluição e mobilidade. **Federação Nacional dos Arquitetos e Urbanistas**, 28 abr. 2020. Disponível em: <http://www.fna.org.br/2020/04/28/pandemia-muda-paisagem-das-cidades-e-incita-reflexoes-sobre-poluicao-e-mobilidade/>. Acesso em: 10 de agosto de 2020.

SILVA, Jonathas Magalhães Pereira da. Premissas e critérios para a transformação da paisagem. In: BATISTA, Marcia Nogueira et al. (Orgs.). **A vegetação nativa no planejamento e no projeto paisagístico**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2015. p. 53-65.

## Comissão Editorial

### **Saneamento:**

Prof. Dr. Ademir Paceli Barbassa  
Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira  
Profª Drª Cali Laguna Achon  
Prof. Dr. Daniel Jadyr Leite Costa  
Prof. Dr. Erich Kellner  
Profª Drª Katia Sakihama Ventura

### **Urbanismo:**

Profª Drª Carolina Maria Pozzi de Castro  
Profª Drª Cristiane Bueno  
Profª Dra Elza Luli Miyasaka  
Prof. Dr. Érico Masiero  
Profª Drª Luciana Márcia Gonçalves  
Prof. Dr. Luiz Antonio Nigro Falcoski  
Prof. Dr. Ricardo Augusto Souza Fernandes

### **Geotecnia e Geoprocessamento:**

Profª Drª Denise Balestrero Menezes  
Prof. Dr. Edson Augusto Melanda  
Prof. Dr. José Augusto de Lollo  
Profª Drª Marcilene Dantas Ferreira  
Prof. Dr. Reinaldo Lorandi  
Prof. Dr. Fábio Noel Stanganini

### **Transportes:**

Prof. Dr. Archimedes Azevedo Raia Junior  
Prof. Dr. Marcos Antonio Garcia Ferreira  
Profª Drª Rochele Amorim Ribeiro  
Profª Drª Suely da Penha Sanches  
Profª Drª Thais de Cassia Martinelli Guerreiro