

2020.2

v1n

Cidades + Resilientes

Eng

Urb

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.2 (2020). São Carlos: 2020.

v.1, n.2 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

Ciência, Sociedade e Engenharia Urbana.....9
 Érico Masiero

Direitos humanos à água e ao saneamento e suas conexões com a saúde pública.....11
 Edson Aparecido da Silva, Ricardo de Sousa Moretti

Serviços ecossistêmicos no planejamento urbano: contribuições da literatura para indicadores de cidades resilientes.....27
 Maria Luiza Petroni, Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo

Investigação de processos erosivos na bacia do ribeirão do meio, são pedro (sp): evolução entre 1960 e 2019..... 48
 Monique de Paula Neves, Ana Flavia de Rolland Padilha, José Augusto Di Lollo, Gerson Salviano de Almeida Filho, Caio Pompeu Cavalhieri

Tecnologia Aplicada em Processos de Verificação de Requisitos Técnicos para Licenciamento de Empreendimentos Habitacionais66
 Luccas Zambon Maselli, Érico Masiero

Uso de aplicativos móveis para a análise da infraestrutura cicloviária de Araraquara.....77
 Camilo Andrés Mora Olmos, Thais Cassia de Martinelli Guerreiro, Thais Helena Prado Correa, Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira

Avaliação da Resiliência Hídrica Urbana em Planos de Drenagem de 11 Municípios do Estado de São Paulo.....91
 Thais Helena Prado Corre, Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira

Avaliação das condições de saneamento básico em áreas de interesse social do município de Ouro Preto.....	103
Ranan Vitor Oliveira de Sá, Paulo de Castro Vieira	
Espacialização de Serviços Ecológicos em uma bacia peri-urbana no município de São Carlos (SP).....	122
Edimilson Rodrigues dos Santos Junior, Marcelo Montañó	
Estratégias de Mobilidade Urbana para promoção de saúde nas cidades.....	137
Ana Carla Fernandes Gasques, Marcelo Montañó	
O Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV no município de Franca – SP como instrumento de auxílio ao licenciamento urbanístico: os empreendimentos analisados entre os anos 2017 e 2019.....	152
Roberlei César Dal Sasso, Eduardo Meireles	
Análise da Geração Potencial de Resíduos Sólidos Recicláveis no Município de Rio Claro/SP: Medidas Necessárias à Eficiência no Processo de Coleta Seletiva.....	166
Valdemir dos Santos de Lima, João Sergio Cordeiro	
Resiliência Sistêmica sob a Perspectiva do Metabolismo e a Dinâmica de Sistemas como Ferramenta.....	178
Sidnei Pereira da Silva, Frederico Yuri Hanai	
Gestão de resíduos da construção civil: Soluções para municípios de pequeno porte.....	199
José da Costa Marques Neto, Gustavo Henrique Vital Gonçalves, Rodrigo Eduardo Córdoba	
Estudo das práticas de empreendedorismo social em cidades brasileiras.....	209
Ana Carolina Barreto da Silva Couto, Elaine Garrido Vazquez, Roberto Machado Corrêa	
Da conceituação de mobilidade urbana ao desenvolvimento de modelo de análise e avaliação para a aplicação em cidades médias brasileiras....	224
Lara Reis Rodrigues, Lucas Antônio de Araújo, Maximiliano Engler Lemos	
Mobilidade Urbana: a importância de instrumentos urbanísticos para transportes mais inclusivos e	



A Engenharia Urbana em Debate é registrada no Creative Commons

O conteúdo dos artigos é de inteira responsabilidade dos autores.

sustentáveis	237
Cláudio José Franzolin, Bruna Carpentieri Moreira	
A Importância do Instrumento Jurídico de Zona Especial de Interesse Social e das Habitações de Interesse Social para a concretização da função Social da propriedade privada urbana: uma análise a partir da ocupação do Parque Oziel na cidade de Campinas.....	247
Caio Mendonça Lari Nóbrega, Claudio José Franzolin	
Biossecagem de lodo de esgoto usando reatores em escala laboratorial: comparação de ensaios realizados e literatura.....	258
Juliana da Silva Oliveira, Cali Laguna Achon, Renan Felicio dos Reis	
Instrumentos Urbanísticos na Região Administrativa Central do Estado de São Paulo.....	274
Sandra Batista Medeiros, Luciana Márcia Gonçalves	
Comissão Editorial.....	287

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/>

Após o lançamento do E-book **25 anos Programa de Pós-Graduação Engenharia em Urbana**, o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) realizou o **I Simpósio Brasileiro Cidades + Resilientes**, em 2020.

Afim de garantir a integração entre linhas de pesquisa áreas, o PPGEU lançou o periódico **Engenharia Urbana em Debate**, com acesso livre e gratuito. O número 1 tratou do Isolamento Social pela Covid-19.

O **2º número** aborda o tema **Cidades + Resilientes** e demonstra o comprometimento e consolidação do grupo PPGEU no debate de temas vinculados à Engenharia Urbana.

Lançar dois números da revista recém-estruturada, em dezembro de 2020, foi um desafio que o corpo editorial se propôs e cumpriu com êxito e muita qualificação, devido à seriedade, comprometimento e interesse em contribuir com a expansão do PPGEU.

E não é um ano qualquer, trata-se do ano de 2020, o qual surpreendeu a todos com a disseminação do vírus SARs-CoV 2 que ocasiona a doença Covid-19 e que, conseqüentemente, trouxe inúmeros obstáculos à saúde pública e ao desenvolvimento socioeconômico do Brasil e do mundo, especialmente nos ambientes urbanos.

Neste contexto, reforça-se a importância de preparar as cidades para que se tornem mais resilientes, tendo em vista todos os problemas que os ambientes urbanizados enfrentaram e a necessidade da resiliência ser foco primordial nas discussões sobre cidades sustentáveis e inovadoras.

O PPGEU/UFSCar foi vanguarda em vários temas contemporâneos de gestão em cidades e, nesta oportunidade, lança mais um número de sua revista eletrônica com investigações e debates de diversas naturezas entre os eixos temáticos do Programa: urbanismo, saneamento, geotecnia/geoprocessamento e transportes e mobilidade.

Cabe lembrar que os textos de diferentes autores aqui reproduzidos tiveram origem, em sua maioria, na oportunidade do evento: I Simpósio Brasileiro Cidades + Resilientes, realizado em outubro de 2020. Foi o 1º evento na modalidade *on-line* organizado pelo Programa, visando superar o momento difícil em que o país se encontra, especialmente quando a produção científica é afligida por muitas barreiras para seu desenvolvimento.

Os artigos publicados no número 2 trazem, principalmente, os temas abordados nos seguintes eixos temáticos do evento *on-line*: Cidades Inovadoras, Mobilidade Urbana Sustentável, Geotecnologias e Investigação Geotécnica das Cidades e Gestão e Tecnologias Aplicadas aos Sistemas de Saneamento.

O século XXI apresenta-se com grandes desafios para a população mundial, especialmente para os que vivem nas cidades. Tais desafios são decorrentes de diferentes fatores: Sociais, Econômicos, Ambientais e de Governança. Diante da vulnerabilidade de territórios e populações, surge a necessidade de ser resiliente e criar um território sustentável. O tema Cidades + resilientes remete à importância do enfrentamento da resistência, compensação e mitigação dos impactos para alcançar o desenvolvimento sustentável, trazendo estudos e propostas no âmbito da governança, de cidades, no desenvolvimento socioeconômico e muito especialmente no campo de ação do ambiente urbano construído e natural.

Este número contou com a participação de 12 instituições, das quais destacam-se instituto de pesquisa, universidades públicas e instituições privadas de ensino. Tais instituições localizam-se nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

As abordagens em sua maioria remetem às questões urbanas de cidades de pequeno porte como o estudo de caso em Orlandia (SP) e, majoritariamente, trata de pesquisas em cidades de porte médio do interior paulista, como Araraquara, Rio Claro, São Carlos e Franca. Estudo realizado em Campinas (SP) e até mesmo em outros estados como Ouro Preto (MG) também tiveram destaque, com a perspectiva do planejamento e da gestão dos serviços urbanos e de infraestrutura.

Os artigos do número 2 – Cidades + Resilientes exploraram questões como licenciamento de empreendimentos habitacionais, aplicativos móveis e infraestrutura cicloviária, secagem de lodo de esgoto, resiliência hídrica

e plano de drenagem, saneamento básico e interesse social, geoprocessamento e serviços ecossistêmicos, mobilidade urbana e saúde pública, estudo de impacto de vizinhança, coleta seletiva e reciclagem, dinâmica de sistemas e resiliência urbana, resíduos construção civil, empreendedorismo social, qualidade da mobilidade urbana, instrumento jurídico e interesse social, bem como instrumentos urbanísticos e sustentabilidade. O uso de sistemas de informação geográfico aparece transversalmente em várias abordagens e temáticas.

Desta forma, como já foi destacado anteriormente, o compromisso do periódico Engenharia em Debate se mantém com a divulgação e discussão sobre os temas de investigações científicas qualificadas e avaliadas por pares, buscando difundir pesquisas de excelência no campo de conhecimento da Engenharia Urbana. O fluxo de recebimento dos artigos é contínuo.

Para próximas edições, buscam-se novas parcerias com instituições nacionais e estrangeiras para pesquisas com temas aqui destacados, como partes indissociáveis da Engenharia Urbana e suas áreas afins.

O universo de pesquisas aqui tratados não visa somente o âmbito acadêmico, pois os artigos reproduzidos retratam materiais produzidos por docentes e seus grupos de pesquisas, bem como propõe-se colaborar com empresas públicas, autarquias, concessionárias e muitas empresas que trabalham com e para os serviços urbanos.

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

Ciência, Sociedade e Engenharia Urbana

Érico Masiero

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

A *Revista Engenharia Urbana em Debate* é uma grande conquista do Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU da Universidade Federal de São Carlos. Este periódico, fruto da interação entre diversos pesquisadores das áreas de Urbanismo, Saneamento, Geotecnia/Geoprocessamento e Transporte/Mobilidade urbana procura dar visibilidade às principais ações de inovação no campo da gestão urbana e áreas afins.

O I Simpósio Brasileiro CIDADES + RESILIENTES, o qual foi realizado em 2020 em meio à pandemia da COVID-19, assim como as edições do I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana – SINGEORB – em 2017 e do I Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – SIMPGEU – realizado em 2006, demonstram o caráter pioneiro do PPGEU sobre as questões urbanas. Tais eventos, assim como a expertise adquirida ao longo de 26 anos de história e suas 421 dissertações e 44 teses defendidas até o ano de 2020, são os principais agentes motivadores para a criação deste periódico científico.

É inegável a influência exercida pelas condições atuais de isolamento social impostas pela pandemia na concepção deste periódico de divulgação científica, tendo em vista a necessidade urgente em debater a qualidade de vida nas cidades. Tais condições do habitat humano nos impõem a responsabilidade, como programa de pós graduação de iluminar os mais arrojados conceitos relacionados às transformações e processos de adaptação das cidades, frente aos desafios impostos pela desigualdade social e pela deficiência da gestão em lidar com abruptas mudanças de paradigmas, sobretudo, pelos impactos das novas tecnologias nos sistemas urbanos, na infraestrutura e na paisagem urbana.

Sabemos que o planejamento urbano, de maneira geral, sofre diversas alterações devido às imprevisibilidades em âmbito político, social, econômico, ambiental e/ou cultural, sendo que, muitas vezes a sociedade deve fazer escolhas e se ajustar às novas realidades. Consideramos que estamos

vivendo um momento histórico de transformações, no qual precisamos estar conscientes e comprometidos com decisões que poderão afetar as futuras gerações.

Pretendemos, com este periódico, lidar criticamente com os novos rumos do planejamento urbano, despertando na sociedade a necessidade em se antecipar aos problemas, incorporando tanto a cultura da resiliência urbana quanto da sustentabilidade como práticas de gestão.

Portanto, a *Revista Engenharia Urbana em Debate* é mais um, entre os diversos esforços em sintonia com as prerrogativas propostas pela comunidade acadêmica nacional, aos quais estão focados no fortalecimento cada vez mais intenso das relações entre a ciência e a sociedade.

Agradeço o apoio das instituições envolvidas, dos colegas, dos parceiros, dos estudantes e, sobretudo, pela oportunidade em expressar minha satisfação em contribuir com um grupo tão diverso e dedicado.

Desejo sucesso e vida longa à *Revista Engenharia Urbana em Debate*. Espero que seu conteúdo possa despertar para decisões mais responsáveis sobre às cidades.

Direitos humanos à água e ao saneamento e suas conexões com a saúde pública

Human rights to water and sanitation and connections to public health

Derechos humanos al agua y al saneamiento y sus conexiones con la salud pública

Edson Aparecido da Silva

Sociólogo, Mestre em Planejamento e Gestão do Território pela UFABC, Secretário Executivo do Observatório Nacional do Direitos Humanos à Água e ao Saneamento - ONDAS

Ricardo de Sousa Moretti

Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia de Solos e Doutor em Engenharia de Construção Civil e Urbana pela Universidade de São Paulo. Professor do Programa de Planejamento e Gestão do Território da Universidade Federal do ABC.

Resumo

O artigo apresenta os conceitos de universalização dos serviços de saneamento na perspectiva dos direitos humanos à água e ao saneamento, em contraponto à abordagem usualmente utilizada da universalização como extensão das redes de infraestrutura para atendimento das diferentes economias e domicílios e atendimento da demanda solvável para estes serviços. Apresenta-se o caráter histórico da conexão do saneamento como iniciativa voltada para a saúde pública. Analisam-se os problemas associados ao gradativo entendimento deste serviço público como negócio, como obra de infraestrutura, deixando-se para segundo plano o papel do saneamento como componente estrutural da proteção contra as epidemias e de salvaguarda da saúde pública. A hipótese deste artigo é que essa gradativa desconexão se apresenta hoje como um dos obstáculos centrais para a produção de cidades mais resilientes e preparadas para o enfrentamento dos desafios que agora se apresentam, face às novas doenças epidêmicas.

Palavras-chave: Direitos Humanos; Saúde; Saneamento básico, Acessibilidade; Universalização.

Abstract

The article presents the concepts of universalization of sanitation services from the perspective of human rights to water and sanitation, in contrast to the usual approach of universalization as an extension of infrastructure networks to serve the different economies and households and meet the solvable demand for these services. The historical character of sanitation services connected toward public health is presented. The gradual understanding of this public service as a business, as an infrastructure project is analyzed, as well as the consequences associated to the fact that sanitation as a structural component of protection against epidemics and safeguarding public health has been neglected. The hypothesis of this article is that this gradual disconnection is one of the central obstacles to the production of cities that are more resilient and prepared to face the challenges that are now presented, face to new epidemic diseases.

Keywords: Human rights; Health, Sanitation; Accessibility, Universalization

Resumen

El artículo presenta los conceptos de universalización de los servicios de saneamiento desde la perspectiva de los derechos humano al agua y el saneamiento, en contraposición al enfoque habitual de la universalización como una extensión de las redes de infraestructura para atender a diferentes economías y hogares y satisfacer la demanda solucionable de estos servicios. Se presenta el carácter histórico de los servicios de saneamiento vinculados a la salud pública y se analiza la progresiva comprensión de este servicio público como negocio, como proyecto de infraestructura, así como las consecuencias asociadas al hecho de que el saneamiento como componente estructural de protección frente a epidemias y salvaguarda de la salud pública haya sido olvidado. La hipótesis de este artículo es que esta desconexión paulatina es uno de los obstáculos centrales para la producción de ciudades más resilientes y preparadas para afrontar los retos que ahora surgen, ante nuevas enfermedades epidémicas.

Palabras-clave: Derechos humanos; Salud; Saneamiento básico; Accesibilidad; Universalización

1. OBJETIVOS E MÉTODOS

Tem-se como objetivo analisar a conceituação atribuída pela ONU ao direito humano à água e ao saneamento e relacioná-la à abordagem histórica de surgimento do serviço público de saneamento, voltado para o enfrentamento das epidemias e para a qualificação da saúde. Busca-se questionar a abordagem que vem sendo dada ao saneamento, de obra de infraestrutura a ser oferecida a quem pode pagar pelo serviço, desatrelando-se do seu papel de elemento estruturador de uma política pública de proteção da saúde.

Como método, apresenta-se inicialmente o contexto histórico do crescimento dos serviços públicos de saneamento no Brasil, diretamente relacionado ao enfrentamento dos problemas de saúde pública da época e uma breve análise do caráter atual desses serviços. A apresentação dos conceitos da ONU para os direitos humanos à água e ao saneamento é feita para embasar a discussão das dificuldades que estão sendo enfrentadas para fazer valer esses direitos hoje no Brasil e para iluminar a importância do entendimento do saneamento como serviço público e componente estrutural de uma política que visa proteger a saúde da população do quadro de problemas epidêmicos, que se enfrenta no momento. A partir do contexto histórico, da análise das transformações ocorridas no setor do saneamento e dos conceitos apresentados pela ONU procura-se demonstrar a hipótese de que é fundamental resgatar o caráter do saneamento como serviço público, aplicando-se uma lógica de universalização abrangente, baseada nos conceitos que já são referendados pela ONU e tendo como

baluarte a melhoria da saúde de toda a população.

2. SANEAMENTO COMO PARTE DAS INICIATIVAS DA SAÚDE PÚBLICA E SUA GRADATIVA TRANSFORMAÇÃO EM OBRA DE INFRAESTRUTURA

As grandes epidemias que assolaram as cidades brasileiras no final do século XIX e início do século XX foram determinantes para a estruturação da regulamentação urbanística, traçando as bases para uma nova abordagem da presença do poder público na organização das cidades e também para uma ampliação radical dos serviços de saneamento na proteção da saúde pública. Pode-se dizer, de forma abrangente, que tanto o urbanismo quanto o saneamento no Brasil se estruturam de maneira fortemente articulada com as preocupações com a saúde pública.

No caso do Estado de São Paulo, por exemplo, o Código Sanitário de 1894 (Decreto 233), traz em seu artigo primeiro, a indicação da largura mínima de ruas e calçadas, e pode ser entendido como um dos percussores dos critérios urbanísticos legais (MORETTI, 1993). É emblemática a localização da Faculdade de Saúde Pública de São Paulo, que se situa na esquina da Rua Teodoro Sampaio com a Av. Doutor Arnaldo. Teodoro Sampaio é um engenheiro, filho de escrava com padre, nascido em 1855 e que, surpreendentemente, já em 1898 é nomeado engenheiro chefe da Repartição de Águas e Esgotos de São Paulo (SAMPAIO, 2002). Este engenheiro vai ter um papel decisivo também na criação da Escola Politécnica da USP, assim como Doutor Arnaldo será um dos responsáveis pela criação da Faculdade de Medicina da USP. Na

época, em que se consolidava o entendimento do papel dos micro-organismos na transmissão das doenças, as obras de saneamento eram consideradas uma intervenção estrutural para proteção da saúde. As ações de gestão das águas que são conduzidas por Saturnino de Brito em dezenas de cidades brasileiras ilustram essa preocupação integrada de sanear a cidade como forma de melhorar a condição de saúde de toda a gente.

E de fato, as cidades brasileiras enfrentavam fortes problemas epidêmicos no início do século XX. Em São Paulo, em 1918, em apenas 45 dias foram registrados 8 mil óbitos pela epidemia de febre espanhola, aproximadamente 1,5% do total da população da cidade na época (MORETTI, 1993). A febre amarela, transmitida pelo *Aedes Egypt*, ainda hoje objeto de tanta preocupação em nossas cidades, provocou em algumas cidades, como Campinas, um verdadeiro êxodo da população urbana para a área rural e para outros municípios. No Rio de Janeiro, a parcela mais privilegiada da população fugia para a serra, em direção à Petrópolis e Teresópolis, para se afastar das doenças que se multiplicavam na cidade. A revolta da vacina e o saldo de mortos da febre espanhola são indicativos da extensão dos problemas de saúde pública que enfrentavam as cidades brasileiras naquele período. A febre espanhola chegou a matar um presidente da república no Brasil, o presidente Rodrigues Alves, eleito para seu segundo mandato em março de 1918 e que não pode exercer o mandato, em decorrência da doença.

A preocupação em proteger a saúde se manifestava através da gradativa instalação dos serviços de

saneamento como serviço público, a princípio priorizando a oferta de água potável de qualidade e, de forma articulada, com o afastamento das águas servidas.

Os grandes avanços em termos de saúde oriundos da oferta de água potável fazem com que seja essa a prioridade de implantação do serviço público. Até hoje, observa-se essa prioridade ao se constatar que é muito maior o número de pessoas atendidas por sistemas públicos de abastecimento de água potável, do que de coleta de esgotos, mais ainda do que seu tratamento ou de gestão adequada das águas pluviais e resíduos, que compõem os quatro componentes enquadrados no que se considera saneamento básico no Brasil.

Gradativamente os serviços de saneamento vão se afastando de sua vinculação à saúde pública e vão assumindo um caráter de obra de infraestrutura básica. Conforme apontado por Sonaly Resende e Léo Heller: " ao longo da década de 1950, a política de saúde sofreu grandes modificações, havendo uma mudança no rumo das orientações para o setor, que passou a privilegiar crescentemente o modelo assistencialista e o caráter emergencial das ações, com enfoque que substituía a visão de prevenção pela intervenção no meio em favor da visão de cura das doenças....O setor de saneamento, por sua vez, assume um caráter cada vez mais independente do setor de saúde...." (RESENDE e HELLER, 2002, p.193 e 195). Essas mudanças se tornam mais acentuadas a partir das diretrizes criadas pelo governo autoritário militar, em 1964, em especial a partir de 1970 com as regras impostas pelo BNH e PLANASA,

com uma visão de auto-sustentação tarifária processada apenas a partir das companhias estaduais de água e esgoto, esvaziando o poder e a possibilidade dos municípios de captar recursos federais fora desse sistema. A sustentabilidade financeira dessas companhias, juntamente com a ampliação dos domicílios onde encontram-se disponíveis as redes de água potável e de coleta de esgotos passam a ser as metas centrais e paradigmáticas da sua ação, mesmo que sejam sofríveis os resultados em termos de qualificação do ambiente e da condição da saúde efetivamente alcançados. Como se verá adiante, essa abordagem é claramente contrastante com aquela que passa a ser, posteriormente indicada pela ONU.

3. SANEAMENTO COMO DIREITO HUMANO E A REGULAMENTAÇÃO DA ONU

A abordagem de saneamento como direito humano tem um grande impulso em função da regulamentação trazida pela Organização das Nações Unidas (ONU) a partir da virada do século XXI. A partir do Comentário Geral nº 15, do Comitê das Nações Unidas para os Direitos Econômicos, Sociais e Culturais no ano de 2002 o tema ganha destaque e é com base nesse comentário que no ano de 2008 foi apreciada uma minuta de resolução sobre o direito humano à água, que foi rejeitada. No dia 18 de julho de 2010, a resolução foi reapresentada e no dia 28 do mesmo mês e ano a Assembleia Geral das Nações Unidas declara "que o acesso à água limpa e segura e ao saneamento básico são direitos humanos fundamentais" através da resolução A/RES/64/292. Essa resolução aponta a necessidade de garantir acesso aos serviços de abastecimento de água, ao

esgotamento sanitário e às instalações sanitárias e de higiene a toda a população com igualdade e sem discriminação, o que significa assumir que todas as pessoas, independentemente da capacidade de pagamento e das condições de moradia devam ter esses serviços garantidos.

A resolução da ONU é coerente com o fato do déficit de saneamento não acontecer de forma uniforme - as populações que mais carecem dos serviços são as que vivem em situação de maior vulnerabilidade, que habitam os assentamentos precários, as áreas rurais os locais de refúgio forçado, as que vivem em áreas de guerra, a população em situação de rua e as famílias que vivem em ocupações de áreas públicas e privadas sem posse legal da terra. A questão de gênero precisa ser observada de maneira especial pois a falta do acesso aos serviços impacta de forma diferenciada homens e mulheres. As mulheres, em razão da menstruação, necessitam maior higienização e uso mais frequente dos banheiros, além de maior privacidade. O professor brasileiro que atuou como Relator Especial sobre o direito humano à água potável e ao esgotamento sanitário, Léo Heller, aponta que as mulheres (Heller, 2019, p. 12), "gastam cerca de duas vezes mais tempo acessando banheiros públicos que os homens e acessam instalações sanitárias com mais frequência". Atenção especial deve ser dada às mulheres e meninas que devem ter condições adequadas para a prática da higiene nos períodos menstruais e orientações sobre a destinação adequada dos materiais usados na absorção do sangue menstrual, no manejo das fezes infantis e na higienização dos alimentos (HELLER,

2015). Em relação à desigualdade é preciso considerar, no planejamento do acesso à água, ao esgotamento sanitário, às instalações sanitárias e de higiene, as lésbicas, os gays, bissexuais, transexuais, intersexuais e pessoas não binárias.

Heller apresentou à Assembleia Geral da ONU em 2015, um relatório sobre o direito humano à água potável e ao esgotamento sanitário que contém uma visão geral do marco dos direitos humanos para a água, o esgotamento sanitário e a higiene. Nesse relatório são descritos os padrões e princípios relevantes de direitos humanos. Essa definição de padrões contribui para a avaliação dos diferentes níveis e tipos de serviço.¹ As garantias, para o esgotamento sanitário, água e higiene pressupõem: disponibilidade, acessibilidade física, qualidade, acessibilidade econômica e aceitabilidade. Para o caso específico do esgotamento sanitário e higiene, faz-se necessário considerar também a privacidade, dignidade e segurança. Heller (2015, par.5) afirma que se espera que “estejam disponíveis, sejam seguros, aceitáveis e física e economicamente acessíveis”. Albuquerque (2009) diz em seu relatório A/HRC/12/24 de 1º de julho de 2009, que “Os Estados devem garantir, sem discriminação, que todos tenham acesso físico e econômico ao esgotamento sanitário, em todos os aspectos, que seja seguro, higiênico, confiável, social e culturalmente aceitável, proporcione privacidade e assegure a dignidade”.

As instalações sanitárias devem estar disponíveis e em número suficiente de modo a atender a demanda necessária constatada pelo poder público e pelos agentes privados a partir de estudos, pesquisas entre usuários e amplo

e detalhado planejamento. Devem ser acessíveis fisicamente no local de moradia ou próximo a ela (neste caso, como alternativa de curto prazo), nas instituições de saúde, nas instituições de ensino ou de trabalho. Todas as instalações devem estar adaptadas para receber idosos, crianças e pessoas com deficiência. Quando as instalações sanitárias não forem nos domicílios, os cuidados com a segurança entre os trajetos do local de moradia e os equipamentos sanitários, devem ser observados, sobretudo para mulheres e crianças, seja durante o dia ou a noite.

As instalações sanitárias devem ser seguras para o uso e serem desenvolvidas e construídas de forma que sua manutenção e limpeza sejam facilitadas. Seguras implica que humanos e animais (inclusive insetos) não podem ter contato com as fezes. Dessa forma evita-se a transmissão e disseminação de doenças. A limpeza das fossas, quando for o caso, devem ser feitas de forma mecanizada, como forma de diminuir ou impedir o contato de trabalhadores aos excrementos e evitar contaminação.

Um dos princípios da garantia dos direitos humanos à água e ao esgotamento sanitário relaciona-se à acessibilidade financeira. Como são diversas as formas para provisão de instalações sanitárias, os custos de construção e manutenção também sofrem variações. Quer o serviço seja provido através de rede de coleta e tratamento dos esgotos, quer através de sistema de fossas ou outras alternativas técnicas, em todos os casos, os custos da disponibilização e manutenção dos serviços, não devem afetar a garantia de outros direitos humanos como o acesso à alimentação, moradia

1 Relatório do Relator Especial “sobre o direito humano à água potável e ao esgotamento sanitário” - A/70/203 - 27 de julho de 2015 - português (tradução não oficial). Disponível em: <https://www.ohchr.org/EN/Issues/WaterAndSanitation/SRWater/Pages/AnnualReports.aspx>. Ano 2015. Acessado em 4 de setembro de 2020.

saúde e educação. Nos casos em que as pessoas não possam arcar com os custos o Estado deve alcançar formas de garantir a gratuidade para o acesso aos serviços (HELLER, 2015).

A aceitabilidade, privacidade e dignidade relaciona-se à necessidade de se considerar os aspectos culturais, fundamentalmente. A privacidade é requisito para a maioria das culturas e a aceitabilidade também deve ser destacada principalmente no que diz respeito a separação entre homens e mulheres em sanitários públicos e meninos e meninas nas escolas (HELLER, 2015).

A garantia dos direitos humanos à água pressupõe sua disponibilidade para uso pessoal e doméstico, como beber, preparar os alimentos, para limpeza da casa e para a higiene². Com relação à quantidade de água adequada, vários fatores devem ser considerados. A quantidade de água necessária para promover a saúde é apresentada em cenários desenvolvidos por Howard e Bartram (2003) onde consideram situações de pessoas sem acesso a água, com acesso básico, com acesso intermediário e com acesso ideal. Para definir os níveis adequados ou não de acesso à água são usados critérios como distância, tempo e quantidade de água obtida e as necessidades atendidas como lavagem das mãos, preparação de alimentos, lavagem de roupas e banhos. Classificam os níveis de preocupação com a saúde em muito alto, alto baixo e muito baixo dependendo das condições de acesso à água.

O Relatório do Desenvolvimento Humano de 2006³, publicado para o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) - "A

água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água" apresenta também a dificuldade de se estabelecer "uma relação entre o acesso à água e a pobreza por causa das variações relacionadas com o clima... e das características de cada família" (página 34). Porém, o relatório destaca que a Organização Mundial de Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF).

"sugerem um requisito mínimo de 20 litros por dia proveniente de uma fonte situada até 1 quilômetro do lar. Esta quantidade é considerada suficiente para beber e garantir a higiene pessoal da família. Abaixo deste nível, considera-se que as pessoas estão limitadas na sua capacidade de manter o bem-estar físico e a dignidade inerente à higiene tomar banho ou lavar a roupa, as necessidades fariam aumentar o requisito mínimo por pessoa para cerca de 50 litros diários" (página 35).

A acessibilidade física é outro fator que determina a garantia do acesso à água e, nesse sentido, os pontos de acesso ou coleta da água deve estar nas proximidades da casa, do trabalho, dos locais de atendimento de saúde e dos centros prisionais. A água deve estar disponível sem interrupções e sua qualidade deve ser garantida. O ideal é que todas as pessoas tenham água em casa e não necessitem armazenar, já que essa prática pode propiciar contaminações indesejáveis que afetam a saúde (HELLER, 2015).

A água fornecida deve ser aceita sem restrições pelos consumidores, isso implica em garantir que água não tenha cor, cheiro ou gosto que impeçam o consumo pelas

2 Substantive issues arising in the implementation of the international covenant on economic, social and cultural rights - General Comment No. 15 (2002). Disponível em: https://www2.ohchr.org/english/issues/water/docs/CESCR_GC_15.pdf. Acessado em 1de setembro de 2020

3 Relatório do Desenvolvimento Humano de 2006. Disponível em: <file:///C:/Users/Edson%20Aparecido/Downloads/PNUD%202006%20Relatorio%20do%20Desenvolvimento%20Humano%202006%20-%20PORTUGUESE.pdf>. Acessado em 7de setembro de 2020.

peças. A qualidade da água deve ser observada em todas as circunstâncias, o comprometimento da sua qualidade pode ser provocado pela utilização de agrotóxicos sem controle, que pode contaminar as águas superficiais e subterrâneas, pelo despejo de dejetos humanos e animais e pelos resíduos da produção industrial. É inadmissível que a água para consumo humano contenha agentes patogênicos ou níveis tóxicos e produtos químicos. Os planos de segurança da água (PSA) são instrumentos importantes na identificação dos riscos que podem comprometer a qualidade da água e das medidas e ações necessárias para a eliminação ou diminuição dos riscos buscando alcançar os parâmetros de qualidade aceitáveis definidos pelos órgãos de vigilância em saúde e os reguladores (BOS et al., 2017).

A acessibilidade econômica deve ser assegurada na perspectiva da garantia dos direitos humanos à água e ao saneamento. Nesse sentido os Estados nacionais e locais devem buscar todas as formas de proporcionar o acesso aos serviços a toda a população sobretudo àquela em situação de vulnerabilidade e que não tem condições de arcar com esses custos, mais ainda, deve desenvolver programas que possibilitem a viabilização de instalações internas para a conexão à rede pública de água e rede de coleta de esgotos. Considerando o acesso a água como estratégico para a garantia da saúde e bem estar das pessoas deve-se proibir o corte no fornecimento de água por inadimplência dos vulneráveis ou garantir o acesso a uma quantidade de água que lhe permita cozinhar, a lavagem de roupas, o banho e a limpeza doméstica.

4. OS DIREITOS HUMANOS À ÁGUA E AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM ESPAÇOS PÚBLICOS

O Relator Especial sobre os direitos humanos à água potável e ao esgotamento sanitário, Leo Heller, tratou desse tema no seu 9º Relatório, no ano de 2019: "Direitos humanos à água e ao esgotamento sanitário em esferas de vida além do domicílio com ênfase em espaços públicos"⁴. Se garantir acesso à água potável, ao esgotamento sanitário a banheiros e espaços adequados para higienização nas casas, se constitui um grande desafio, o que não dizer da garantia desses direitos em espaços públicos. É preciso considerar que grande parte das pessoas passa boa parte do seu tempo em espaços que não são suas casas e frequentam outros espaços que fazem parte do trabalho, de necessidades específicas, como ir ao médico ou as compras e de convivência social. Esses espaços são, os locais de culto, os terminais de transportes públicos, os espaços de compras como shoppings centers, lojas de rua, praças de alimentação e restaurantes, escolas, prisões, albergues, clínicas médicas, espaços de arte, cultura, lazer.

As instalações para higienização em espaços públicos também precisam considerar a aceitabilidade, privacidade e dignidade. Os aspectos culturais são altamente relevantes. A mesma alternativa pode não ser adequada para todos os países regiões ou comunidades. Esses espaços devem ser projetados para pessoas idosas, com deficiência, mulheres grávidas e crianças (HELLER, 2015). Por exemplo, a menstruação ainda é um tabu em muitas culturas, e tratada de forma diferenciada em vários países. Por isso deve se buscar, principalmente,

4 Relatório do Relator Especial "Direitos humanos à água e ao esgotamento sanitário em esferas de vida além do domicílio com ênfase em espaços públicos" - A/HRC/42/47- 10 de julho de 2019 - português (tradução não oficial). Disponível em: <https://www.ohchr.org/EN/Issues/WaterAndSanitation/SRWATER/Pages/AnnualReports.aspx>. Ano 2019. Acessado em 4 de setembro de 2020.

a garantia da privacidade para mulheres e meninas para que possam lidar com a menstruação, no que se relaciona a higiene corporal e o descarte do material absorvente do sangue menstrual. Deve ser responsabilidade dos Estados em todos os níveis campanhas educativas para esclarecimento das necessidades dos cuidados com a menstruação.

A qualidade e a segurança das instalações para higiene também devem ser observadas. O que significa dizer que todos os equipamentos devem ser de limpeza fácil, planejado e disposto de forma que se evite o contato com matérias descartáveis como fraldas e absorventes. Deve-se considerar a importância de

promoção de campanhas de incentivo a utilização desses equipamentos bem como o descarte adequada dos materiais de higiene. Também deve ser assegurado, de forma constante o acesso a papel toalha, papel higiênico e sabão para a adequada lavagem das mãos. A acessibilidade econômica deve ser observada de forma a garantir que todas as pessoas possam fazer uso dessas instalações, portanto, os preços não devem impedir o acesso a outros bens e serviços que se relacionam à garantia de outros direitos humanos como alimentação, saúde, educação e moradia. Para isso os Estados nacionais e locais devem buscar formas de permitir a utilização dos equipamentos gratuitamente para a população impedida de arcar com esses custos.



Autor: David McKelvey - Casa de banho pública de estilo japonês. Banheiro público em Jozankei Hot Springs, Hokkaido, Japão - 15 de junho de 2009 - Este é um arquivo do Wikimedia Commons. Commons é um repositório de arquivos de mídia livremente licenciado

Independentemente desses espaços serem de responsabilidade privada (locais de culto, shoppings centers) ou de governos nacionais ou locais (terminais de transportes públicos), todos eles se caracterizam

como espaços públicos. Nesse sentido o poder público deve ser o responsável pela garantia do acesso à água potável, ao esgotamento sanitário, a instalações sanitárias e espaços adequados para

higienização, diretamente (quando a responsabilidade for do agente público), ou através da definição de normas para padrões de atendimento adequado, regulação e fiscalização (quando a responsabilização for do agente privado). Essas normas e instrumentos de regulação e fiscalização também devem ser aplicadas ao agente público. Evidente que a necessidades e as formas de se garantir o acesso pleno à água e ao esgotamento sanitário e as instalações de higiene devem considerar as diversas necessidades e o público que se pretende atender.

As normas podem ser garantidas através de instrumentos frutos de legislação aprovada no âmbito dos poderes legislativos nacionais ou locais e/ou em cláusulas contratuais entre o poder público e o agente privado, por exemplo em casos de concessão para administrar parques públicos. Os órgãos de regulação e fiscalização devem exercer papel ativo para que se garanta as previsões contratuais. O Papel do órgão de regulação e fiscalização deve atingir também o poder público de forma que esse não se isente das suas responsabilidades.

5. OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E O ACESSO UNIVERSAL À ÁGUA E AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO⁵

Entre os “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS), 2030, o objetivo 6 “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos” se relaciona diretamente com a garantia do acesso à água, ao esgotamento sanitário e à higiene definidos pela ONU. A meta 6.1 define o prazo de 2030 para que se alcance “o acesso universal e equitativo à água potável

e segura para todos”. A meta 6.2 coloca como objetivo “alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade”.

A questão da destinação adequada dos esgotos aparece na meta 6.3 e traz a necessidade de preservação dos corpos hídricos, fontes de captação de água para consumo humano, após os devidos tratamentos de acordo com cada necessidade, que deve considerar a qualidade da água bruta.

A meta 6.4 pretende aumentar até 2030, “a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água” e a meta 6.5 quer a implementação, também até 2030, “da gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis”. Essas medidas buscam aprimorar a gestão das águas de forma a evitar desperdício por consumo excessivo e perdas de água nos sistemas de distribuição e avança na necessária integração das políticas de saneamento com a gestão dos recursos hídricos. A meta 6.b “apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento” potencializa a necessidade de se garantir protagonismo, desde a elaboração dos projetos e definição das necessidades, por aqueles que farão uso dos sistemas e equipamentos de abastecimentos de água, de esgotamento sanitário e de higiene.

Mas não é só o objetivo 6 e suas metas

⁵ Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://brasil.un.org/>. Acessado em 04/09/2020.

que se relacionam com os direitos humanos à água e ao esgotamento sanitário. A transversalidade desse direito humano faz com que perpassa por outros objetivos e metas. Por exemplo, o objetivo 1 “acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares, em sua meta 1.4 diz: “até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo micro finanças”. É de se supor que entre os “serviços básicos” incluam-se serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário e a garantia de instalações sanitárias adequadas, sem os quais não se garante os demais direitos inclusos na meta.

Para que se possa cumprir o objetivo 2 de “acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável” o acesso à água limpa em quantidade adequada é imprescindível.

No objetivo 3 estão incluídas metas relacionadas à redução da mortalidade infantil e a relação com o saneamento fica delineada quando consideramos que as doenças causadas por diarreia são a segunda causa de morte de crianças com menos de cinco anos. São cerca de 525.000 crianças mortas todos os anos⁶. As metas 3.3 e 3.9 também têm como objetivo, entre outros, acabar com doenças que são transmitidas pelo consumo de água de qualidade inadequada.

O objetivo 5 “alcançar a igualdade

de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas” passa, necessariamente, pela instalação adequada de equipamentos sanitários que respeitem as condicionantes de segurança, privacidade e considere às culturas de cada povo com relação a disponibilização desses serviços. Estudos demonstram que a falta ou higiene precária e a ausência de acesso à água e a sistemas adequados de saneamento afetam a saúde em geral e em particular das mulheres, fetos ou recém-nascidos (CAMPBELL et al., 2015). E o atendimento das metas do objetivo 8: “Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos” envolve a necessidade de assegurar condições de trabalho justas e favoráveis, que incluem condições de trabalho seguras e higiênicas. (Silva, 2018).

O objetivo 11 “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis” apresenta as metas 11.1 “até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas e a meta 11.3 diz: “até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países. A meta 11.7 pretende “até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência. O sucesso do alcance dessas metas vincula-se, necessariamente, a garantia de acesso à água e a equipamentos de higiene e instalações sanitárias adequadas.

6 Diarrhoeal disease – World Health Organization – 2 de maio de 2017. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>. Acessado em 05/09/2020.

Como é possível observar, a “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, em vários de seus pontos, depende, em grande medida, da observância do marco dos direitos humanos para água, esgotamento sanitário e higiene, para sua implementação e realização.

6. Análise e discussão dos resultados

Embora o saneamento básico inclua a água potável e esgotamento sanitário, mas também a limpeza urbana/coleta de resíduos e a gestão das águas pluviais, estes dois últimos serviços nem sempre são considerados com a devida importância nas políticas públicas de saneamento. Isto pode ser constatado inclusive na legislação que alterou o marco legal do saneamento, recentemente aprovada (Lei 14.026/2020), que tem a maior parte da regulamentação concentrada no abastecimento de água e esgotamento sanitário somente.

A abordagem de universalização que é utilizada no Brasil é bastante distinta dos conceitos utilizados e preconizados pela ONU. A universalização do saneamento é usualmente apresentada, entendida e avaliada no Brasil pela disponibilização de redes de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos. Os percentuais de domicílios onde as redes de água e de esgotos estão disponíveis e o percentual do esgoto coletado que é tratado são os indicadores hegemônicos, perseguidos pelas companhias de água e esgoto e pelas diretrizes da legislação e das políticas públicas. Ou seja, se a rede está disponível, a missão foi cumprida. A efetiva acessibilidade é relegada a segundo plano, e não são raros os casos em que, apesar da rede estar disponível,

ela não cumpre efetivamente sua função social, pois parte dos domicílios não consegue arcar com as despesas para fazer a ligação domiciliar, ou não pode arcar com os preços do serviço. Não raro, as companhias de água e esgoto praticam a interrupção total do fornecimento de água nos casos de inadimplência, sem fornecer alternativa de abastecimento mínimo (MORETTI, VARALLO e COMARU, 2013). Casos como a experiência da COPASA, em Belo Horizonte, de instalação do chamado hidrômetro social, que fornece quantidades mínimas diárias de água, em casos de não pagamento das contas de água, podem ser considerados exceções, pontos fora da curva.

No caso dos direitos humanos à água e ao esgotamento sanitário em espaços públicos, várias situações devem ser olhadas com lente de aumento. Um dos casos são os dos moradores em situação de rua que enfrentam constante violação dos direitos humanos à água e ao esgotamento sanitário e a higiene, além de outros direitos. Mas também há os trabalhadores e trabalhadoras que atuam na coleta do lixo, na varrição das ruas, nas tarefas de manutenção das vias públicas, os vendedores ambulantes e as pessoas que vão às compras, principalmente nos centros de venda populares. A higiene fora da residência constitui um verdadeiro desafio, como mostra a pesquisa conduzida por Rosália Yamamura (IAMAMURA, 2006) e são relegadas a segundo plano as iniciativas de instalação e manutenção de bebedouros e banheiros públicos, deixando em situação precária não somente aqueles que são levados à situação de rua, mas também aqueles que trabalham nas ruas em locais onde não há a disponibilização de instalações para

higiene, ou mesmo aqueles que estão na rua para alguma atividade esporádica. Os banheiros dos bares são a alternativa que resta e em muitos casos os estabelecimentos comerciais impedem ou dificultam o acesso aos sanitários por várias razões. No caso dos moradores em situação de rua, sua aparência física, no caso dos trabalhadores e trabalhadoras de limpeza e coleta de lixo em razão das condições de seus uniformes. Há casos em que os estabelecimentos cobram uma taxa para utilização desses equipamentos. Assistimos uma nítida violação dos direitos humanos ao acesso a água, às instalações sanitárias e de higiene. As estratégias de instalação e manutenção de bebedouros e banheiros públicos precisariam fazer parte dos planos para o saneamento, seguindo as diretrizes de uma universalização pautada pelos direitos humanos. Toda essa situação, que caracteriza violação clara dos direitos humanos à água e ao esgotamento sanitário, tão presente no País, evidenciou-se ainda mais a partir da pandemia da COVID-19.

Como forma de se evitar essa situação, os Estados em todos os níveis devem atuar para garantir equipamentos públicos para abastecimento de água, instalações sanitárias e de limpeza de forma a atender esse contingente de pessoas, que estão temporariamente fora de seus lares e não podem ser vistas como exceção no processo de garantia dos direitos humanos à água e ao esgotamento sanitário.

Os grandes déficits na oferta dos serviços de saneamento se dão em locais onde é pouco atrativa sua oferta, na estrita ótica financeira. O fato dos sistemas de abastecimento

de água e esgotamento sanitário serem financiados basicamente pelas tarifas juntamente com o fato das companhias de água e saneamento serem hegemonicamente avaliadas por sua sustentabilidade financeira, fez e faz com que os locais onde o serviço é pouco atrativo financeiramente sejam sempre prejudicados, não atendidos ou precariamente atendidos. As áreas rurais, os pequenos municípios, as aglomerações de baixa densidade e os setores mais precários dos assentamentos informais são exemplos neste sentido, e é onde se concentra o déficit. Não deixa de ser uma ironia que a privatização do saneamento, fortemente induzida pela Lei 14.026/2020, possa ser apresentada como estratégia para universalização do saneamento, uma vez que não há o menor interesse das empresas privadas em investir nos locais onde é oneroso o serviço e baixa a receita, ou seja onde é baixa a rentabilidade, que é justamente onde se concentraram os maiores déficits dos serviços de saneamento.

Da mesma forma, as empresas públicas presididas pela lógica da rentabilidade financeira, não priorizaram atividades que são pouco atrativas financeiramente. A proteção dos mananciais, a gestão de demanda de água, a interceptação das ligações cruzadas entre as redes de água e esgotos, ou até mesmo o simples tratamento de esgotos não são prioridades, pois não são estratégicos financeiramente. A proteção dos mananciais, apesar de proteger a matéria prima que as companhias comercializam, não gera receita imediata. A gestão de demanda de água, tão importante nas grandes metrópoles, significa redução de receita. O caso da companhia que, após redução de

consumo decorrente das campanhas desencadeadas em função de crise hídrica, iniciou campanha pela retomada do consumo, campanha esta que foi barrada pelo Ministério Público, é ilustrativo da lógica hegemônica (HENRIQUE, 2017). A situação da cidade de São Paulo, onde a quase totalidade dos cursos de água situados na área mais intensamente urbanizada estão contaminadas por esgoto não deixa de se relacionar com o fato do serviço de esgotos ser cobrado, independentemente do mesmo ser tratado ou não, ou seja, do fato de que é péssimo negócio, na ótica financeira, ampliar o tratamento de esgotos ou interceptar as ligações clandestinas.

Foi praticamente abandonada a conexão original entre a saúde pública e o urbanismo, entre a saúde pública e o saneamento. Este último passou a ser considerado obra de infraestrutura e passou a ser regido pela ótica dos negócios, onde garantir o equilíbrio econômico e financeiro é o que importa, mesmo que para isso sejam abandonadas ações que promovam a universalização do acesso. Outro exemplo dessa visão são empresas que negociam ações na Bolsa de Valores, e onde o Estado ainda é seu maior acionista e embolsa grande parte dos dividendos gerados pelas companhias, recursos esses, que não são reinvestidos em saneamento, ou seja, o Estado, em vez de “colocar” dinheiro no saneamento, retira.

Não se conseguiu dar ao saneamento o caráter que foi dado pelo Serviço Único de Saúde (SUS) ao tratamento de saúde, de caráter universal, mesmo que contando com um atendimento particular complementar. Não chegou a se constituir uma estratégia e política pública para assegurar os

serviços de saneamento para aqueles que têm dificuldade de pagar por ele. A lógica financeira que presidiu as empresas públicas de saneamento foi o determinante da existência destes déficits, que agora se pretende, contraditoriamente, equacionar com investimento privado.

7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pandemia da COVID-19 deixou clara a necessidade de uma abordagem abrangente de universalização do acesso ao saneamento, ou seja, de assegurar condições para toda a gente, pois não há divisórias entre quem está e quem não está em risco e a proteção propiciada por condições adequadas de saneamento interessa indistintamente a toda a gente. Porém, vale destacar que é a população, em processo de vulnerabilização, aquela que está mais suscetível a contrair a doença em razão das condições habitacionais e da falta de saneamento. Os Estados, em todos os níveis, devem ser os responsáveis pela busca da universalização do acesso ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e às instalações sanitárias de higienização. Torna-se necessário resgatar, assim, a vinculação do saneamento com a saúde pública e seu entendimento como obra pública a ser fornecida indistintamente a toda a gente. As estratégias adotadas para estruturação do SUS poderiam ser inspiradoras daquelas a serem adotadas em um sistema único de saneamento.

Independentemente das formas de prestação dos serviços, o planejamento, a regulação, fiscalização dos serviços e definição de tarifas não pode ser delegada a agentes privados. Portanto

precisa ser assegurada a qualidade da água disponibilizada para consumo humano, a quantidade, a acessibilidade, a garantia ao respeito à aspectos culturais e religiosos e a garantia de tarifas módicas que permitam que o acesso aos serviços de saneamento não prejudique o acesso aos outros serviços que se relacionam aos direitos humanos.

Em todo processo de desenvolvimento das políticas públicas relacionadas ao saneamento deve ser observada a participação ativa da sociedade, desde a concepção dos projetos até sua conclusão. Isso implica em garantir acesso às informações em locais físicos, com pessoas qualificadas para atender e prestar informações, ou via internet. Essas informações devem contemplar aspectos como itens contratuais, no caso de prestadores privados de serviços, como obrigações em relação ao atendimento dos usuários, horário de funcionamento, obrigações com relação a disponibilização de material de limpeza e higiene, garantia de equipamentos de acessibilidade e conservação e limpeza do local.

As ações públicas de saneamento precisam contemplar a necessidade de fornecimento de água e de equipamentos sanitários que viabilizem a higiene também fora dos domicílios e residências. A construção ou montagem desses equipamentos deve ser precedida da escuta daquelas pessoas ou comunidades que farão uso. Isso permite considerar as necessidades específicas, por exemplo das mulheres e meninas, da população que vive e trabalha nas ruas. Para Silva e Heller (2016) "Todos os indivíduos,

incluindo os mais vulneráveis, devem participar do processo de decisão, de forma livre, ativa e significativa. Para isso, transparência e acesso à informação são essenciais". Os órgãos reguladores e fiscalizadores devem atuar de forma a garantir os direitos das pessoas e devem fazer uso de linguagem que seja acessível ao conjunto da população de forma a assegurar sua participação.

Diversas podem ser as formas de se garantir o acesso a água e ao saneamento. Empresas públicas ou de economia mista ou de capital aberto podem prestar os serviços. Elas podem ser estaduais, regionais ou municipais. Lembramos que recentemente a Lei 14.026/2020, contrariando um preceito constitucional, impede a gestão associada de serviços públicos garantido no artigo 241 da Constituição Federal. Os serviços também podem ser prestados por consórcios públicos ou privados. Também podem ser prestados por empresas privadas que alienaram ou compraram empresas públicas estaduais ou municipais. Uma outra modalidade de prestação de serviços, que ocorre normalmente em áreas rurais ou pequenas localidades é a prestação comunitária, em que os integrantes da comunidade gerenciam os serviços definindo prioridades e política de tarifas. Destaque-se, porém, que em todos os casos a presença e a responsabilidade do Estado é imprescindível inclusive no processo de regulação, fiscalização e garantia da qualidade da água e dos serviços de saneamento de modo a se evitar a contaminação e a proliferação de doenças.

8. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Catarina. Promotion

- and Protection Of All Human Rights, Civil, Political, Economic, Social And Cultural Rights, Including The Right To Development. 2009. Office of The High Commissioner Human Rights – OHCHR - A/HRC/12/24 1 July 2009. Disponível em: <https://www.undocs.org/en/A/HRC/12/24>. Acesso em: 1 set. 2020.
- BOS, Robert et al. Manual sobre os Direitos Humanos à Água Potável e Saneamento para Profissionais. 2017. IWA Publishing Alliance House 12 Caxton Street London SW1H 0QS, Reino Unido. Disponível em: https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2017/12/9781780408750.full_.pdf. Acesso em: 30 ago. 2020.
- CAMPBELL, Oona M. R. et al. Getting the basics right—The role of water, sanitation and hygiene in maternal and reproductive health: A conceptual framework. 2015. Article in Tropical Medicine & International Health. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Lenka_Benova/publication/271388299_Getting_the_basics_right-The_role_of_water_sanitation_and_hygiene_in_maternal_and_reproductive_health_A_conceptual_framework/links/54ca43ce0cf2517b755ddaf8/Getting-the-basics-right-The-role-of-water-sanitation-and-hygiene-in-maternal-and-reproductive-health-A-conceptual-framework.pdf?origin=publication_detail. Acesso em: 1 set. 2020.
- HELLER, Léo. Human rights to water and sanitation in spheres of life beyond the household with an emphasis on public spaces. 2019. A/HRC/42/47. Office of The High Commissioner Human Rights – OHCHR - Human Rights Council Forty-second session 9–27 September 2019 Agenda item 3. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G19/212/92/PDF/G1921292.pdf?OpenElement>. Acesso em: 6 set. 2020.
- _____. Human right to safe drinking water and sanitation. 2015. A/70/203. Office of The High Commissioner Human Rights – OHCHR - Seventieth session Item 73 (b) of the provisional agenda. Disponível em: https://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/203. Acesso em: 3 set. 2020.
- Howard, Guy, Bartram, Jamie & World Health Organization. Água, Saneamento e Equipe de Saúde. (2003). Quantidade de água doméstica, nível de serviço e saúde / Guy Howard e Jamie Bartram. Organização Mundial de Saúde. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/67884>. Acesso em: 3 set. 2020.
- HENRIQUE, Sávio Mourão. A Precificação dos Serviços de Saneamento de Água e Esgoto e o Objetivo Social. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão do Território)- Universidade Federal do ABC, Santo André, 2017.
- IAMAMURA, Rosália. Higiene pessoal fora da residência: os banheiros públicos na região central da cidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado). Campinas: PUC Campinas, 2006.
- MORETTI, Ricardo; VARALLO, Leonardo e COMARU, Francisco. O direito à água potável e os riscos de desabastecimento: um estudo de caso no ABC Paulista. Revista UFMG. Belo Horizonte, v.20 n.2 p.290-305. 2013
- MORETTI, Ricardo de Sousa.

- Qualidade fora da Lei. Revista Técnica. N.3 p.24-27. São Paulo, 1993.
- RESENDE, Sonaly; HELLER, Léo. O saneamento no Brasil: políticas e interfaces. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.
- SAMPAIO, Teodoro. O rio São Francisco e a Chapada Diamantina. São Paulo, Companhia das Letras, 2002.
- SILVA, Edson Aparecido da. A Água e o Esgotamento Sanitário como Direitos Humanos Fundamentais. In: DIREITOS HUMANOS NO BRASIL 2018 (São Paulo). Rede Social de Justiça e Direitos Humanos (org.). Relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos. São Paulo: Outras Expressões, 2018. p. 233-241. Disponível em: http://www.social.org.br/files/pdf/relatorio_dh_2018.pdf. Acesso em: 25 ago. 2020.

Serviços ecossistêmicos no planejamento urbano: contribuições da literatura para indicadores de cidades resilientes.

Ecosystem services in urban planning: literature insights for indicators of resilient cities.

Servicios ecosistémicos en la planificación urbana: aportes de la literatura a los indicadores de ciudades resilientes.

Maria Luiza Petroni

Graduanda em Engenharia Ambiental
Escola Politécnica
Universidade de São Paulo
– USP

Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo

Professora Associada
Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – PHA
Escola Politécnica –
Universidade de São Paulo
Programa de Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis
Universidade Nove de Julho – Uninove

Resumo

Os serviços ecossistêmicos consiste em evidência em políticas públicas e relevante para ampliar a resiliência nas cidades. De modo a contribuir com esse debate, esse trabalho apresenta um panorama da literatura sobre abordagem dos serviços ecossistêmicos urbanos e seus indicadores no contexto do planejamento urbano. Para tanto, utilizou-se revisão bibliográfica sistemática em quatro etapas compreendendo seleção de artigos, coleta de dados, padronização das informações e análises numéricas. Os resultados são apresentados em termos de frequência e conteúdo sobre oferta e demanda de serviços ecossistêmicos urbanos, métodos de análise e de valoração desses serviços. Os achados revelam que o tema serviços ecossistêmicos em áreas urbanas vêm sendo explorado na pesquisa em vários locais do mundo, mas no Brasil ainda é restrito. Dos 18 serviços ecossistêmicos urbanos seis destacam-se como mais frequentes (acima de 30%). Seis métodos de quantificação dos serviços ecossistêmicos foram identificados, sendo os indicadores ambientais os mais utilizados. Os indicadores vêm sendo, principalmente, empregados na avaliação da oferta da recreação e saúde física e mental, moderação de eventos extremos, regulação local do clima, provisão de alimentos, regulação da qualidade do ar e sequestro e armazenamento de carbono. Conclui-se que esses indicadores buscam representar potenciais melhorias dos ecossistemas urbanos e redução das vulnerabilidades urbanas fornecendo subsídios técnicos para a promoção de cidades resilientes.

Palavras-Chave:

Abstract

Ecosystem services is an issue in public policy and for increasing resilience in cities. In this sense, this paper presents an literature overview on the approach to urban ecosystem services and their indicators in the context of urban planning. For that, a systematic bibliographic review in four stages was used, comprising article selection, data collection, standardization of information and numerical analyzes. The results are presented in terms of frequency and contents on the offer and demand of urban ecosystem services, methods of analysis and valuation of these services. The findings reveal that ecosystem services in urban areas has been explored in research around the world, but in Brazil it is still limited. Of the 18 urban ecosystem services, six stand out as the most frequent (above 30%). Six methods of quantifying ecosystem services were identified, with environmental indicators being the most used. The indicators have been mainly used in the evaluation of the offer of recreation and physical and mental health, moderation of extreme events, local regulation of the climate, provision of food, regulation of air quality and carbon sequestration and storage. We conclude that these indicators seek to represent the potential improvements in urban ecosystems and the reduction of urban vulnerabilities by providing technical subsidies for the promotion of resilient cities.

Keywords:

Resumen

Los servicios de los ecosistemas son un tema de política pública y son relevantes para aumentar la resiliencia en las ciudades. Para contribuir a este debate, este trabajo presenta una visión general de la literatura sobre el enfoque de los servicios ecossistémicos urbanos y sus indicadores en el contexto de la planificación urbana. Para tanto se utilizó una revisión bibliográfica sistemática en cuatro etapas, que comprende la selección de artículos, recolección de datos, estandarización de información y análisis numérico. Los resultados se presentan en

términos de frecuencia y contenido sobre la oferta y demanda de los servicios ecosistémicos urbanos, métodos de análisis y valoración de estos servicios. Los resultados revelan que el tema de los servicios ecosistémicos en áreas urbanas ha sido explorado en investigaciones en varios lugares del mundo, pero en Brasil todavía está restringido. De los 18 servicios ecosistémicos urbanos, seis se destacan como los más frecuentes (por encima del 30%). Se identificaron seis métodos para cuantificar los servicios de los ecosistemas, siendo los indicadores ambientales los más utilizados. Los indicadores se han utilizado principalmente en la evaluación de la oferta de recreación y salud física y mental, moderación de eventos extremos, regulación local del clima, provisión de alimentos, regulación de la calidad del aire y secuestro y almacenamiento de carbono. Se concluye que estos indicadores buscan representar mejoras potenciales en ecosistemas urbanos y reducción de vulnerabilidades urbanas al brindar subsidios técnicos para la promoción de ciudades resilientes.
Palabras-Clave:

1. Introdução

Cidades resilientes correspondem a um paradigma no contexto do desenvolvimento sustentável urbano. Desouza e Flanery (2013) argumentam que para as cidades – sistemas adaptativos complexos – serem resilientes, o projeto, o planejamento e a gestão dos sistemas urbanos devem contemplar a avaliação dos componentes vulneráveis das cidades. Cumming (2011) ainda agrega que a resiliência é função das relações entre esses componentes considerado o status do ecossistema e dos demais ambientes urbanos.

De acordo com Rolo et al. (2019), as cidades resilientes devem estar preparadas para se adaptar às vulnerabilidades, principalmente, aquelas associadas às mudanças climáticas. Genelleti e Zardo (2016) recomendam que o enfrentamento da questão climática deve valorizar a biodiversidade e conseqüentemente os serviços ecossistêmicos para adaptação da sociedade aos efeitos adversos das mudanças climáticas.

Os serviços ecossistêmicos representam os benefícios diretos ou indiretos gerados pelos ecossistemas e usufruídos pela sociedade (COSTANZA et al., 1997). Esses serviços são classificados,

de acordo com a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2005), em quatro categorias: a) serviços ecossistêmicos de provisão representados pelos produtos diretamente obtidos da natureza, como água, alimentos, fibra, madeira, recursos genéticos, entre outros; b) serviços ecossistêmicos de regulação que são benefícios obtidos através da regulação dos processos dos ecossistemas, como regulação climática, de doenças, da água, polinização, entre outros; c) serviços ecossistêmicos culturais que representam os benefícios não materiais obtidos pelos ecossistemas, como experiência espiritual e religiosa, recreação e ecoturismo, apreciação estética, educacional, inspiração, entre outros; e d) serviços ecossistêmicos de suporte que são aqueles imprescindíveis para a produção de todas as demais categorias de serviços ecossistêmicos, como formação do solo, ciclagem de nutrientes, produção primária, entre outros.

Demuzere et al. (2014) enfatizam a importância das áreas verdes urbanas na provisão dos serviços ecossistêmicos urbanos no contexto de cidades resilientes. Nesse contexto, a melhoria nos ecossistemas urbanos remete necessariamente ao planejamento e a recuperação de áreas verdes, principalmente

em países de economia emergente (MUNANG et al., 2013).

Como mais de metade da população mundial vivendo em áreas urbanas, alcançado até 90%, se considerada a população latino-americana, as paisagens naturais nos arredores urbanos estão continuamente submetidas à pressão humana, colocando em risco tanto a funcionalidade dos ecossistemas como o bem-estar humano (HAASE et al., 2014) e a possibilidade de incremento de resiliência no ambiente urbano.

Vem sendo crescente a discussão para integração dos serviços ecossistêmicos no planejamento urbano. Gómez-Baggethun e Barton (2012) destacam a importância na conservação e recuperação dos serviços ecossistêmicos urbanos na promoção de resiliência, saúde e qualidade de vida a partir da categorização dos principais serviços ecossistêmicos em áreas urbanas, dos métodos de avaliação desses serviços para capturar suas dimensões urbanas e dos desafios para sua valoração face à alta heterogeneidade e fragmentação dos ecossistemas urbanos.

Gaudereto et al. (2018) propuseram um índice para avaliação de serviços ecossistêmicos em áreas verdes urbanas considerando indicadores quantitativos selecionados na literatura e testados para dois parques paulistanos. De acordo

com Silva-Sánchez et al. (2020), o Plano Municipal de Conservação e Recuperação de Áreas Prestadoras de Serviços Ambientais - PMSA, concluído em 2019, e o Plano Municipal de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres - Planpavel, em elaboração, que são desdobramentos do Plano Diretor Estratégico (PDE 2014), possuem como premissa principal a abordagem dos serviços ecossistêmicos para subsidiar o planejamento das áreas verdes no município de São Paulo.

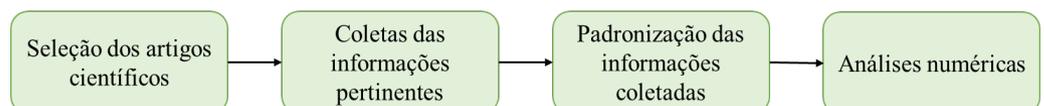
De modo a contribuir com o debate da promoção de cidades resilientes, esse trabalho apresenta um panorama da abordagem dos serviços ecossistêmicos urbanos na literatura com o objetivo de explorar os indicadores empregados para avaliar os serviços ecossistêmicos no contexto do planejamento urbano.

2. Métodos

A revisão bibliográfica sistemática é um método da pesquisa científica que visa identificar e analisar o conteúdo de artigos técnicos dentro de uma área do conhecimento técnico-científico. É uma técnica bastante empregada para pesquisas exploratórias e de caráter qualitativo, como a realizada nesse trabalho.

As atividades para revisão bibliográfica compreenderam quatro etapas, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Etapas empregadas no desenvolvimento da revisão bibliográfica.



A primeira etapa compreendeu a seleção dos artigos a partir da busca por palavras-chave e a definição do recorte espacial, temporal e de conteúdo da amostra a ser analisada. Optou-se por restringir a pesquisa a quatro periódicos de elevado fator de impacto, disponíveis através da plataforma Elsevier, que concentram um número expressivo de publicações sobre serviços ecossistêmicos no contexto urbano.

Assim, foram selecionados os seguintes periódicos: *Ecosystem Services* cuja linha editorial aborda ciência, política e experiências práticas sobre serviços ecossistêmicos; *Ecological Indicator* cujo objetivo é integrar o monitoramento e avaliação de indicadores ecológicos e ambientais, inclusive serviços ecossistêmicos, com práticas de gestão; *Landscape and Urban Planning* que tem como objetivo a promoção do conhecimento científico e aplicado da paisagem, a fim de promover soluções sustentáveis; e *Cities* que trata de políticas urbanas e questões de planejamento, incluindo a agenda dos serviços ecossistêmicos.

Uma vez selecionados os periódicos, o processo de procura pelos artigos de interesse foi iniciado considerando-

se as seguintes palavras-chaves: "Assesment of urban ecosystem services", "Urban ecosystem services" e "Urban ecosystem services indicators".

Após a busca por palavras-chave, foram aplicados ainda outros filtros para a seleção da amostra final dos artigos, de área e de método. Foram selecionados apenas os artigos nos quais a área de estudo estava inserida no contexto urbano e aqueles em que a quantificação e/ou a valoração dos serviços ecossistêmicos foram realizadas durante o desenvolvimento da pesquisa. Além disso, foram considerados os artigos publicados a partir de 2005, ano em que os relatórios da Avaliação Ecossistêmica do Milênio começaram a ser publicados.

A segunda etapa da pesquisa consistiu na coleta das informações relevantes apresentadas nos artigos utilizando-se como referencial os critérios de análise desenvolvidos por Haase et al. (2014), conforme apresentado no Quadro 1. O objetivo desta etapa foi uniformizar as informações que seriam coletadas em cada artigo. Essa análise foi tabulada por meio da utilização do software Excel 2016.

Quadro 1 – Sistematização das informações a serem coletadas nos artigos selecionados.

Perguntas	Possíveis respostas
Quais tipos de serviços ecossistêmicos foram considerados?	Provisão, regulação suporte e ou cultural
Quais serviços ecossistêmicos específicos estão sendo analisados?	Exemplo: provisão de água, alimentos, regulação local do clima...
Qual a área de estudo?	Respostas diversas
Qual foi o método de quantificação utilizado pelo artigo?	Modelos, indicadores, entrevistas, questionários ou workshops, geoprocessamento, sensoriamento remoto ou o valor do serviço ecossistêmico (Costanza et al.,1997)
Qual foi o método de valoração?	Monetária e/ou não monetária
O que está sendo analisado?	Oferta e/ou demanda
Caso um dos métodos de quantificação tenha sido o uso de indicadores, quais são eles?	Respostas diversas
Quais são os indicadores que quantificam a oferta?	Respostas diversas
Quais são os indicadores que quantificam a demanda?	Respostas diversas

Fonte: adaptado de Haase et al. (2014).

A terceira etapa da pesquisa referiu-se à padronização das informações coletadas. Esta fase foi essencial para possibilitar uma análise quantitativa dos artigos selecionados. Assim, os seguintes procedimentos foram realizados:

- a) tipo de área de estudo: escala maior (cidade/ parque/ rio), escala menor (país ou blocos econômicos políticos ou região);
- b) classes de serviços ecossistêmicos considerados (provisão, regulação, suporte e cultural);
- c) para uma parte das análises numéricas foram considerados apenas os serviços

ecossistêmicos relevantes para cidades, segundo TEEB (2011); d) os indicadores de oferta e c demanda deveriam estar separados por serviços ecossistêmicos.

Após a padronização dos dados iniciou-se a quarta etapa da pesquisa referente às análises numéricas e espaciais, realizadas com o suporte do software Excel 2016, quanto à distribuição:

- a) espacial dos artigos selecionados;
- b) dos tipos de serviços ecossistêmicos (provisão, regulação, suporte e cultural);
- c) dos tipos de método de

quantificação utilizados, segundo Defries et al. (2005);
 d) dos tipos de valoração utilizadas;
 e) do tipo de análise realizada pelo artigo (oferta e ou demanda);
 f) dos tipos específicos de serviços ecossistêmicos considerados (para esta análise foram considerados apenas os serviços ecossistêmicos considerados relevantes para as cidades de acordo com TEEB, 2011);
 g) dos serviços ecossistêmicos relevantes para as cidades e

os indicadores (de oferta ou de demanda) utilizados para quantificá-los.

3. Resultados e Discussão

Apresentam-se os resultados dos 73 artigos analisados, segundo os critérios adotados. O Quadro 2 apresenta a participação de cada um dos quatro periódicos na amostra de artigos selecionada. Assim, é possível observar que os periódicos *Ecosystem Services* e *Ecological Indicators* apresentam, dentro da amostra, uma maior participação.

Quadro 2 – Número de artigos selecionados em cada periódico.

Periódico	Número de artigos selecionados
Ecosystem Services	26
Ecological Indicators	27
Landscape and Urban Planning	15
Cities	5

A Figura 2 apresenta a distribuição espacial dos 73 artigos, objeto desta pesquisa.

Figura 2 - Distribuição espacial dos artigos selecionados.

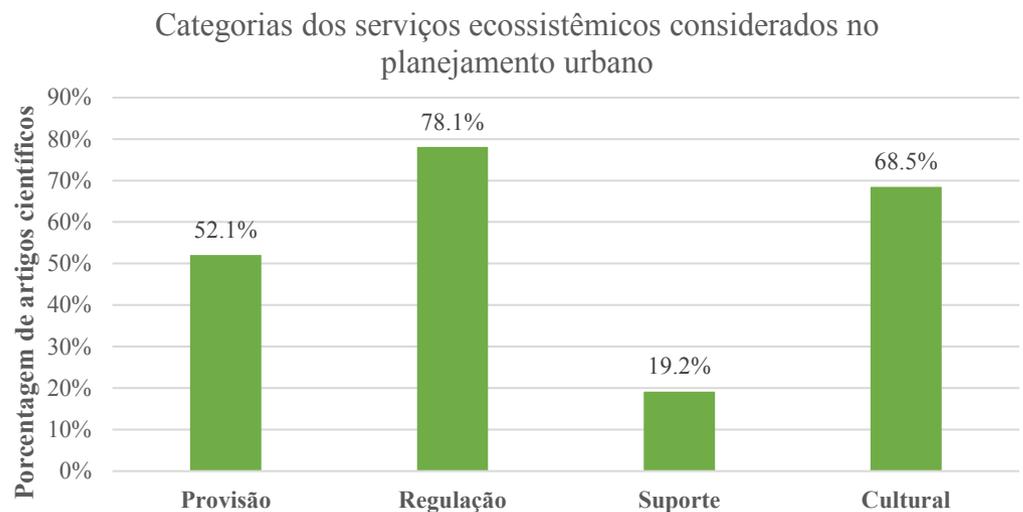


Pela análise da Figura 2, observa-se que a maior parte dos estudos foram realizados na China, América do Norte e Europa. Especificamente 17,8% dos artigos são provenientes da China, seguidos por 12,3% na Alemanha, 11% nos Estados Unidos

e na Espanha e 9,6% na Itália.

A Figura 3 apresenta os principais serviços ecossistêmicos considerados no planejamento urbano de acordo com os artigos analisados.

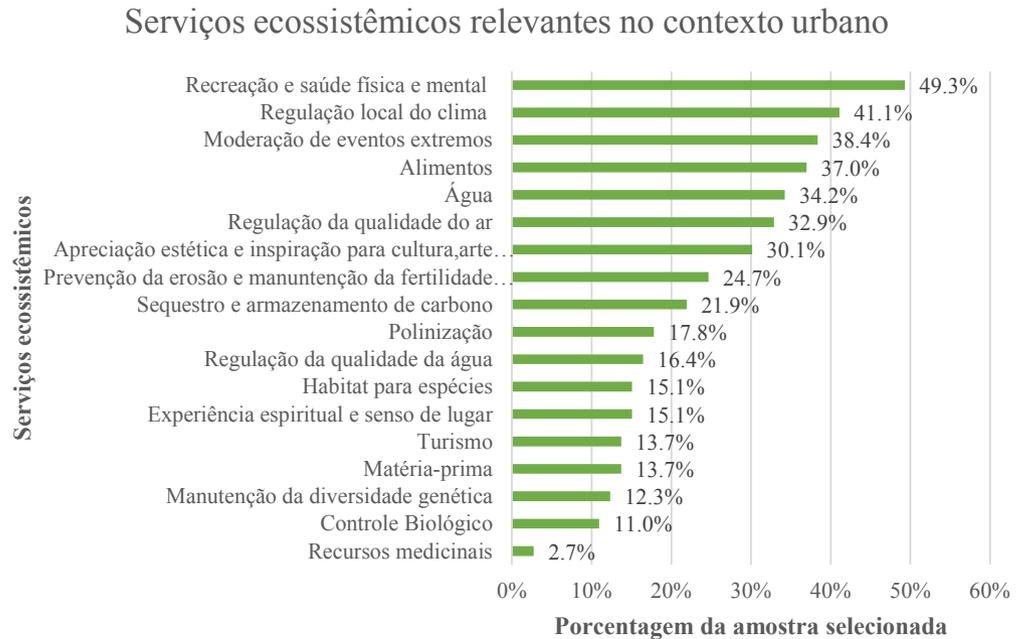
Figura 3 - Balanço numérico dos serviços ecossistêmicos considerados nos artigos selecionados.



Pela análise da Figura 3, observa-se que no contexto urbano prevalece a consideração dos serviços de regulação (78,1% dos artigos), seguidos pelos serviços culturais (68,5%), e que apenas 19,2% dos artigos selecionados trabalharam com serviços de suporte.

A Figura 4 discrimina os tipos de serviços ecossistêmicos relevantes para as cidades, conforme classificados em TEEB (2011) considerados nos artigos analisados.

Figura 4 – Balanço dos serviços ecossistêmicos relevantes para cidades.

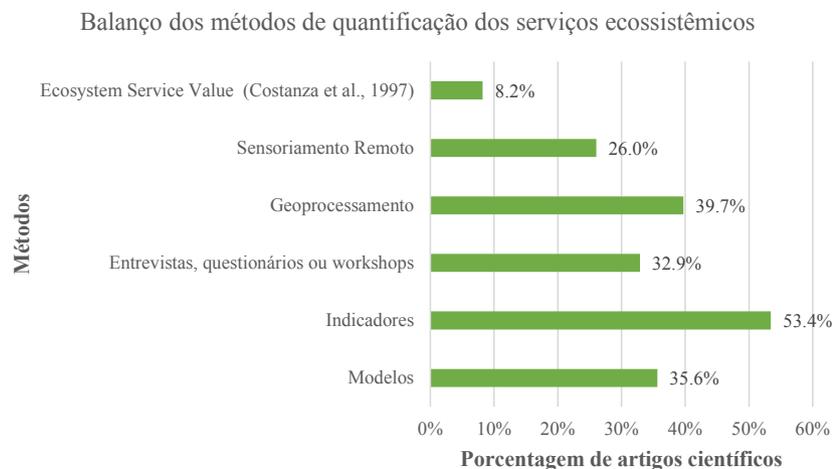


Os serviços ecossistêmicos relevantes para cidades que aparecem em um maior número de artigos são: "Recreação e saúde física e mental" (considerado 49,3% dos artigos analisados), "Regulação local do clima" (considerado em 41,1% dos artigos analisados), "Moderação de eventos extremos" (38,4%), "Alimentos" (37%) e "Água" (32,9%). O serviço menos considerado na

amostra de artigos selecionada foi o "Recursos Medicinais" (2,7%).

A Figura 5 apresenta os tipos de métodos de quantificação dos serviços ecossistêmicos e avaliação do estado dos ecossistemas apresentados nos artigos analisados, conforme as orientações de Defries et al. (2005).

Figura 5 - Balanço dos métodos de quantificação utilizados



Observa-se na Figura 5 que praticamente em metade dos artigos (53,4%) analisados os indicadores destacam-se como método de quantificação dos serviços ecossistêmicos, denotando a importância e a potencialidade dessa ferramenta, neste contexto. Ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto também têm sido muito utilizadas tanto na quantificação dos serviços ecossistêmicos como na quantificação de indicadores utilizados para a avaliação dos serviços.

A disponibilidade de dados e a aplicabilidade dos métodos variam de acordo com a região, ecossistema, e serviço que se está analisando. Os **métodos de quantificação** de serviços ecossistêmicos identificados nesta análise foram:

- a) Sistema de Informações Geográficas (SIG): permite que diferentes tipos de dados sejam analisados espacialmente (DEFRIES et al., 2005). O uso conjunto de sensoriamento remoto e geoprocessamento é uma ferramenta poderosa para se avaliar as condições e as tendências (análise de diferentes cenários) de um ecossistema. E permite produzir dados do uso e cobertura do solo e indicadores como o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Além disso, ferramentas de geoprocessamento podem ser utilizadas para mapear as percepções da população, utilizando o mapeamento de participação pública (PPGIS) por exemplo, visualizar espacialmente os dados gerados (modelo InVEST), entre outras aplicações.
- b) Entrevistas, questionários

e workshops: método muito utilizado para a avaliação tanto da oferta quanto da demanda por serviços ecossistêmicos. Por meio desse método são obtidos dados da percepção da população, dos tomadores de decisão e de peritos no tema.

c) Modelos de Simulação Numérica, neste contexto, podem ser definidos, como expressões matemáticas que representam processos da natureza (DEFRIES et al., 2005). No contexto dos serviços ecossistêmicos, os modelos são utilizados de forma a simplificar a complexidade das interações entre os processos naturais e o ser humano. A aplicação dessa metodologia possui diversas funções como compensar a falta de dados disponíveis, simular cenários futuros, analisar a sensibilidade de um ecossistema, entre outros (DEFRIES et al., 2005).

d) Indicadores podem ser definidos, de acordo com SANTOS (2004), como parâmetros que têm a capacidade de descrever o estado ou resposta de um fenômeno que ocorre em determinado meio. Além disso, os indicadores reduzem a dimensionalidade dos dados, simplificam as interpretações e facilitam a comunicação entre especialistas e não especialistas (SEGNESTAM, 2003). O uso desse método vem sendo reconhecido e adotado pelos tomadores de decisão como uma importante ferramenta de planejamento e gestão ambiental (ASLAKSEN et al., 2015). O uso de indicadores é de extrema relevância, porém deve ser usado com cautela.

Segundo DEFRIES et al. (2005), o excesso de confiança nas informações geradas pelos indicadores pode mascarar importantes variações nas condições dos ecossistemas. Ademais, quando se está avaliando múltiplos serviços ecossistêmicos a comparação entre os indicadores pode ser complexa devido às diferentes unidades utilizadas por cada um deles (LARONDELLE;

LAUF, 2016). Além disso eles podem simplificar de maneira exagerada as interações entre as escalas temporais e espaciais (DALE; BEYELER, 2001). Assim, para que avaliação dos serviços ecossistêmicos por meio de indicadores seja adequada, esses devem ser efetivos, conforme critérios definidos por DEFRIES et al., (2005) e *U.S National Research Council* (NRC 2000) apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Critérios para indicadores ecológicos efetivos segundo Defries et al. (2005) e NRC (2000).

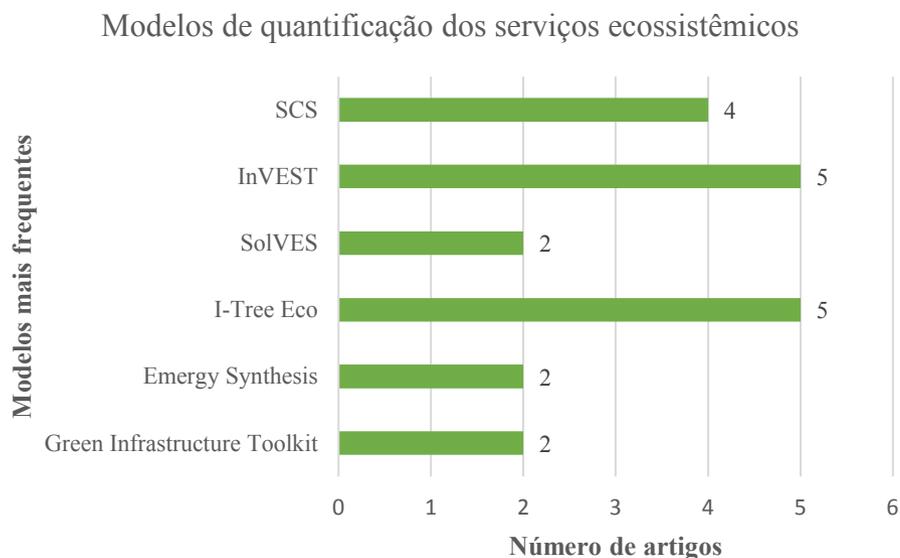
Critérios para indicadores ecológicos efetivos
O indicador informa sobre mudanças em processos importantes?
O indicador é sensível o bastante para detectar mudanças importantes, mas não tão sensível a ponto de sinais serem mascarados pela variabilidade natural?
O indicador pode detectar mudanças em uma escala temporal e espacial adequadas sem ser sobrecarregado pela variabilidade natural?
O indicador é baseado em modelos conceituais bem aceitos para o sistema em que está sendo aplicado?
Existem dados confiáveis disponíveis para a avaliação e a coleta de dados é um processo relativamente direto?
Existem sistemas de monitoramento para dar base aos dados necessários?
Os tomadores de decisão podem entender facilmente o indicador?

e) Valor dos serviços ecossistêmicos: refere-se a uma estimativa do valor global dos serviços ecossistêmicos expressos de forma monetária (COSTANZA et al., 1997). Foi incluído como um os métodos de quantificação pois muitos artigos analisados utilizam os coeficientes gerados

por este estudo como base para avaliação dos serviços ecossistêmicos.

A Figura 6 ilustra a frequência dos modelos de quantificação de serviços ecossistêmicos empregados nos artigos selecionados.

Figura 6 - Modelos de quantificação dos serviços ecossistêmicos.



De acordo com a Figura 6, os modelos mais utilizados para a quantificação dos serviços ecossistêmicos, dentro da amostra de artigos selecionada, referem-se a:

a) “*Soil Conservation Service*” (SCS): consiste em um modelo hidrológico utilizado para quantificar serviços relacionados com a água. Este modelo utiliza dados sobre os tipos de superfície do solo, precipitação diária e tipos de solo para estimar o escoamento direto (LIM et al., 2006). No trabalho desenvolvido por Yuan et al. (2018), este modelo foi utilizado para quantificar o armazenamento de água no solo. No trabalho desenvolvido por Shen et al. (2019), o modelo SCS foi utilizado para avaliar o serviço regulação de inundação.

b) “*Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs*” (InVEST):

consiste em software gratuito utilizado para modelar e quantificar os serviços e benefícios derivados da natureza (SHARP et al., 2020) de forma a descrever como as mudanças nos ecossistemas podem afetar os fluxos e valores dos serviços ecossistêmicos (POSNER et al., 2016) 363 times in 104 countries over a 25-month period. Models for regulating services were most commonly used. We analyzed relationships between country-level variables and use of models and found capacity (population, GDP, Internet and computer access, and InVEST trainings). O InVEST possui um grupo de modelos que utilizam dados de uso e cobertura do solo para avaliar e estimar valores para os serviços ecossistêmicos, conservação da biodiversidade e valores de mercados de commodities fornecidas pela paisagem (NELSON et al.,

2009)but quantifying the levels and values of these services has proven difficult. We use a spatially explicit modeling tool, Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST. O InVEST é uma iniciativa do *Natural Capital Project* e possui modelos para a avaliação de serviços como: armazenamento de carbono, produção de alimentos pela agricultura, pesca, qualidade do habitat, energia renováveis derivadas do vento e das ondas, recreação, mitigação do risco de alagamento urbano, retenção de sedimentos entre outros. Além disso existe um modelo em desenvolvimento "*Urban InVEST*" dedicado a avaliar serviços ecossistêmicos urbanos. No trabalho desenvolvido por Hu, Wu e Li (2019) o software InVEST foi utilizado para quantificar a provisão de água e o controle da erosão do solo. Rima et al. (2019) utilizou o InVEST para avaliar o armazenamento de carbono e a qualidade de habitats.

c) "Social Values for Ecosystem Services" (SolVES): representa um software utilizado para mapear, quantificar e avaliar os valores sociais dos serviços ecossistêmicos (SHERROUSE et al., 2017). O SolVES utiliza dados coletados através de questionários e entrevistas e possibilita a criação de mapas de valores sociais dos serviços ecossistêmicos em análise (BAGSTAD et al., 2013). Um exemplo de aplicação é o trabalho desenvolvido por Sherrouse et al. (2017) que utiliza o SolVES para avaliar os serviços ecossistêmicos

culturais de apreciação estética e recreação.

d) I-Tree Eco: é um software desenvolvido pela *USDA Forest Service* e originado do UFORE ("*Urban Forest Effects Model*"). Utilizado para analisar a floresta urbana e os benefícios que promove para a comunidade (GRAÇA et al., 2017). Este software estima a estrutura da floresta urbana, a redução da poluição, impactos na saúde pública, carbono armazenado e sequestrado, efeitos relacionados com o uso de energia, escoamento superficial evitado, estimativas e tendências para o futuro, entre outras. I-Tree Eco necessita de dados de campo, dados cronológicos sobre a poluição do ar e informações meteorológicas (GRAÇA et al., 2017). No trabalho desenvolvido por Graça et al. (2017), o I-Tree Eco foi utilizado para caracterizar a estrutura da floresta urbana do município de Porto (Portugal), estimar o sequestro de carbono, a remoção de poluentes atmosféricos, escoamento evitado, efeitos energéticos em edificações residenciais e emissão de composto orgânico voláteis por árvores e arbustos.

d) Síntese emergética ("*Emergy synthesis*"): é um método proposto por Odum (1996) que calcula valores biofísicos e os relaciona com fluxos monetários. Almeida et al. (2018) utilizou esse método para quantificar serviços ecossistêmicos de regulação e de suporte.

e) "Green Infrastructure Toolkit": é uma ferramenta desenvolvida pela GINW

("Green Infrastructure North-West) que tem como premissa o cálculo da área ecologicamente efetiva do local de análise (KRUUSE, 2011). A partir disso, pesos são atribuídos para cada tipo de cobertura do solo considerada, refletindo os diferentes níveis de vegetação

e permeabilidade (DENNIS; JAMES, 2016)

O Quadro 4 apresenta, de forma simplificada, o tipo de valoração monetária e não monetária adotado pelos trabalhos para valoração dos serviços ecossistêmicos.

Quadro 4 - Valoração dos serviços ecossistêmicos no planejamento urbano.

Tipo de Valoração		Porcentagem
Monetária	24	32,9%
Não monetária	56	76,7%

Pelo Quadro 4, verifica-se que grande parte dos artigos (76,7%) considera uma abordagem não monetária de valoração dos serviços ecossistêmicos e a minoria (32,9%) uma abordagem monetária. É importante notar que alguns artigos utilizaram ambas abordagens, dependendo do serviço que se estava analisando. Langemeyer et al. (2015) fez uso de ambas abordagens para a valoração de serviços ecossistêmicos culturais. Através de entrevistas com beneficiários do Parque Montjuïc em Barcelona, a valoração monetária foi conduzida pelo método de custo de viagem individual e a valoração não monetária foi baseada em métodos de classificação de preferência. No trabalho desenvolvido por Martín-Lopez et al. (2014), a valoração da oferta de serviços ecossistêmicos foi realizada pelo uso de indicadores biofísicos e da demanda baseada em valores monetários e socioculturais.

Existem diversos métodos para a valoração dos serviços ecossistêmicos utilizando uma abordagem monetária, como disposição a pagar

por determinado serviço (*willingness to pay*), avaliação contingente, método do custo da viagem, entre outros. A monetarização resolve um problema comum na análise dos serviços ecossistêmicos pois é um método de agregação e padronização das unidades, tornando mais simples e imediata a comparação entre os serviços considerados e a tomada de decisão (DE VALCK et al., 2019). Apesar disso, existem críticas à prática de monetarização dos serviços ecossistêmicos. Tais críticas fundamentam-se em argumentos que a conservação de um ecossistema pode não fornecer lucros econômicos imediatos, não é possível dar um valor econômico ao capital natural e nem todos os benefícios gerados são econômicos.

Pode-se ilustrar a limitação da abordagem monetária na valoração de serviços ecossistêmicos providos por corais. Uma característica dos corais é que eles concentram peixes em seu entorno. Logo, caso ocorra uma perda de qualidade ou quantidade desse ecossistema, a

pesca seria prejudicada. Assim, uma aproximação possível para o valor desse ecossistema pode ser obtida através da atividade pesqueira e seu valor econômico. Porém, esse valor só representaria a relação entre os corais e a pesca e não consideraria outros benefícios, como a recreação e apreciação estética (COSTANZA et al., 1997).

A abordagem não monetária, por sua vez, surge como uma alternativa principalmente para os

casos em que os benefícios gerados não são adequadamente medidos por valores econômicos, como apreciação estética, senso de lugar, educação, entre outros (ELMQVIST et al., 2015). Portanto, para uma valoração adequada dos serviços ecossistêmicos deve-se refletir sobre como a valoração será realizada e se os serviços ecossistêmicos serão mensurados de forma adequada.

O Quadro 5 apresenta o tipo de análise dos serviços ecossistêmicos.

Quadro 5 - Análise da frequência de artigos que analisam oferta e demanda de serviços ecossistêmicos.

Objeto da análise		Porcentagem
Oferta	71	97,3%
Demanda	17	23,3%

Pela análise do Quadro 5, observa-se que quase a totalidade dos artigos analisados consideram a oferta dos serviços ecossistêmicos e praticamente um terço consideram a demanda. Pode-se considerar que a oferta dos serviços ecossistêmicos e os meios de quantificação são bem explorados na literatura. Entretanto, a demanda e as ferramentas necessárias para a sua quantificação ainda se encontram pouco exploradas. Isso se justifica pelo fato que a avaliação da demanda deve considerar múltiplos aspectos e o desenvolvimento de métodos capazes de incluí-los ainda é um desafio (HAASE et al., 2014).

Segundo Burkhard et al. (2012), a oferta de serviços ecossistêmicos pode ser definida como a capacidade que uma determinada área possui em prover um conjunto de serviços ecossistêmicos específicos em um dado período. A demanda refere-se

à soma dos serviços ecossistêmicos consumidos, utilizados ou valorizados em uma área ou período. Um aspecto importante consiste no fato de que diferentes métodos são utilizados para se avaliar a oferta e a demanda.

Segundo Wolf, Schulp e Verburg (2015) e Wei et al. (2017), a oferta de serviços ecossistêmicos pode ser avaliada usando modelos biofísicos, questionários, pesquisas, consulta à especialistas na área, valoração monetária, e outras técnicas. Por sua vez, a demanda é avaliada por meio da utilização de critérios sociais, conhecimento proveniente da experiência, entre outros. Além disso, segundo Geijzendorffer, Martín-López e Roche (2015), muitos estudos avaliam, com o uso de diferentes métodos, possíveis diferenças entre a oferta e a demanda indicando se há um excesso ou deficiência na provisão de serviços ecossistêmicos, informação relevante para o

planejamento ambiental e urbano.

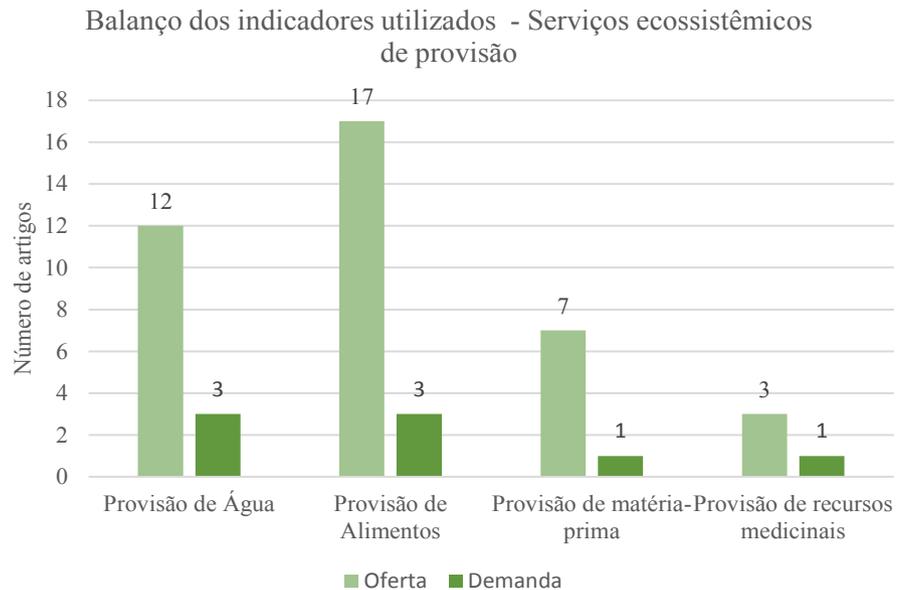
Segundo Martín-López et al. (2014) ainda é um desafio a identificação conjunta da capacidade de um ecossistema prover serviços ecossistêmicos e a demanda social por este benefício. Na amostra de artigos científicos selecionada, 15 artigos científicos (20,5%) consideram uma avaliação conjunta da demanda e da oferta de serviços ecossistêmicos (SALATA; RONCHI; ARCIDIACONO, 2017), (SHEN et al., 2019), (BUKVAREVA et al., 2017).

A análise dos indicadores utilizados para quantificar cada um dos

serviços ecossistêmicos relevantes para cidade, segundo TEEB (2011), é apresentada nas Figuras 7, 8 e 9, respectivamente, para os serviços de provisão, regulação, de suporte e culturais.

A Figura 7 apresenta a distribuição dos indicadores para os serviços ecossistêmicos de provisão. Seguindo a tendência destacada, o uso de indicadores que avaliam a oferta de serviços é mais difundido que aqueles que quantificam a demanda. Além disso, indicadores dos serviços de provisão de água e alimentos se mostraram mais recorrentes nos trabalhos analisados.

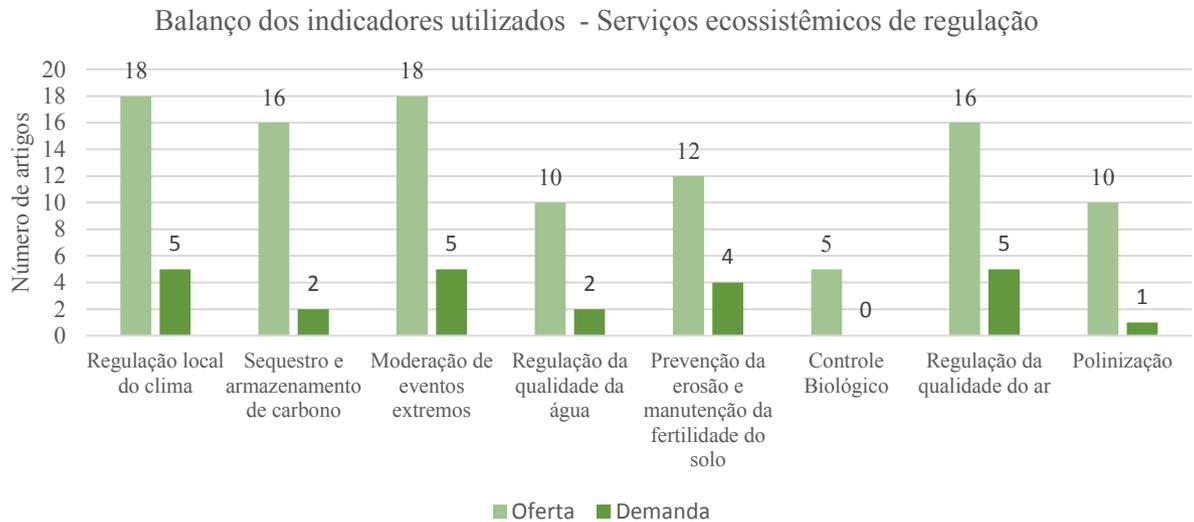
Figura 7 – Balanço numérico dos indicadores utilizados para avaliar os serviços de provisão.



Na Figura 8 é possível observar o balanço numérico para os serviços ecossistêmicos de regulação. Como os discutidos na Figura 7, o uso de indicadores que avaliam o lado da oferta de serviços é mais difundido nos artigos analisados. Indicadores que quantificam os serviços de regulação local do clima, sequestro

e armazenamento de carbono, moderação de eventos extremos e regulação da qualidade do ar se mostraram mais disseminados, dentro da amostra de artigos selecionada. Observa-se que o uso de indicadores para o serviço controle biológico é pouco frequente.

Figura 8 – Balanço numérico dos indicadores utilizados para avaliar os serviços de regulação.



Na Figura 9 encontra-se o balanço numérico para os serviços de suporte e culturais. Observa-se a mesma tendência comentada nos casos analisados na Figura 7 e Figura 8, o uso de indicadores para quantificar a oferta é mais recorrente que indicadores para avaliar a demanda. Além disso, nota-se uma expressiva aplicação de indicadores para quantificar o serviço ecossistêmico recreação e saúde física e mental. Observa-se que para os serviços de suporte não foram identificados indicadores que avaliassem o lado da demanda.

Figura 9 – Balanço numérico dos indicadores utilizados para avaliar os serviços de suporte e culturais.



O uso de indicadores de oferta dos serviços ecossistêmicos recreação e saúde física e mental (23), moderação de eventos extremos (18), regulação local do clima, provisão de alimentos (17), regulação da qualidade do ar (16) e sequestro e armazenamento de carbono (16) se mostrou mais recorrente nos trabalhos analisados. Para os serviços provisão de recursos medicinais (3), manutenção da diversidade genética (3) e controle biológico (5), o uso de indicadores se mostrou menos difundido.

Para a demanda de serviços ecossistêmicos, o uso de indicadores se mostrou mais difundido para os serviços regulação da qualidade do ar (5), moderação e eventos extremos (5) e regulação local do clima (5). Para os serviços controle biológico, habitat para espécies e manutenção da diversidade genética não foram identificados indicadores que os avaliassem na amostra de artigos científicos selecionada.

4. Conclusões

Os artigos analisados neste trabalho revelam que o tema serviços ecossistêmicos em áreas urbanas vêm sendo explorado na pesquisa em vários locais do mundo, mas ainda em termos incipientes no Brasil, com cerca de apenas 1,4% da amostra analisada. Desse modo, considerando-se o município de São Paulo, em que os planos urbanos, em especial os de áreas verdes, vêm demandando essa abordagem, os resultados dessa pesquisa ilustram a fundamentação teórica para subsidiar a aplicação prática.

O panorama da abordagem dos serviços ecossistêmicos na literatura especializada sobre o tema revela que os serviços ecossistêmicos

urbanos mais frequentes são, respectivamente, das categorias de regulação, culturais, provisão e suporte.

De acordo com a pesquisa, dos 18 serviços ecossistêmicos no contexto urbano que aparecem nos artigos com frequência superior a 30% são: Recreação e saúde física e mental, Regulação local do clima, Moderação de eventos extremos, Alimentos, Água, Regulação da qualidade do ar e apreciação estética e inspiração para cultura e arte. Esses serviços ecossistêmicos representam sua importância para a promoção de cidades resilientes quanto à manutenção de áreas verdes e o enfrentamento das vulnerabilidades urbanas para a adaptação a eventos extremos e a transformação de ambientes urbanos degradados.

Em relação a métodos de quantificação dos serviços ecossistêmicos, seis são identificados como os mais frequentes, mas os indicadores ambientais destacam-se como os mais utilizados. Quanto aos métodos empregados, observam-se desde ferramentas de análise espacial e modelos matemáticos até métodos das ciências socioambientais, como entrevistas e questionários. Da amostra analisada, 20 artigos apresentam seis métodos de quantificação de serviços ecossistêmicos, sendo os mais frequentes o InVEST e o I-Tree Eco.

Quanto aos métodos de valoração e o tipo de análise empregada, foi observado que a valoração não monetária e a avaliação da oferta de serviços ecossistêmicos são mais exploradas que a avaliação monetária e a avaliação da demanda por esses serviços.

A oferta e a demanda dos serviços ecossistêmicos no ambiente urbano foram objeto de investigação na pesquisa. Pode-se observar que os indicadores que avaliam a oferta de serviços ecossistêmicos são mais empregados e na grande maioria representam indicadores biofísicos. Os indicadores de demanda são menos empregados e frequentemente fazem referência a valores sociais, como disposição a pagar pelos serviços ecossistêmicos.

Considerando-se os serviços ecossistêmicos mais relevantes para as cidades, o uso de indicadores se mostrou mais difundido na avaliação da oferta da recreação e saúde física e mental, moderação de eventos extremos, regulação local do clima, provisão de alimentos, regulação da qualidade do ar e sequestro e armazenamento de carbono. Além do uso de indicadores, ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto também se mostraram muito relevante para a quantificação de certos indicadores, como tipos de cobertura e uso do solo e na própria quantificação de serviços ecossistêmicos.

Desse modo, a literatura demonstra o aporte da literatura quanto ao respaldo teórico na abordagem de serviços ecossistêmicos, desde aqueles mais representativos, aos métodos para obtê-los e mecanismos para valoração. A literatura reforça ainda a necessidade do planejamento urbano considerar não somente a oferta desses serviços ecossistêmicos, mas também sua demanda, como requisitos a serem internalizados na tomada de decisão para a promoção de cidades resilientes.

5. Agradecimentos

A primeira autora agradece ao CNPq pelo apoio à pesquisa PIBIC – Processo 145736/2019-9; e a segunda autora agradece ao CNPq Processo 309358/2017-5 e à Fapesp – Processo 2019/18988-9 pelo suporte ao desenvolvimento deste trabalho.

6. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, C. M. V. B. et al. Comparing costs and supply of supporting and regulating services provided by urban parks at different spatial scales. **Ecosystem Services**, v. 30, p. 236–247, 2018.

ASLAKSEN, I. et al. Biodiversity and ecosystem services: The Nature Index for Norway. **Ecosystem Services**, v. 12, p. 108–116, abr. 2015.

BAGSTAD, K. J. et al. A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. **Ecosystem Services**, v. 5, p. 27–39, 2013.

BUKVAREVA, E. et al. Supplied , demanded and consumed ecosystem services : Prospects for national assessment in Russia. **Ecological Indicators**, v. 78, p. 351–360, 2017.

BURKHARD, B. et al. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 17–29, 2012.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253–260, 1997.

CUMMING, G. S. Spatial resilience: Integrating landscape ecology, resilience, and sustainability.

- Landscape Ecology**, v. 26, n. 7, p. 899–909, 2011.
- DALE, V. H.; BEYELER, S. C. Challenges in the development and use of ecological indicators. v. 1, p. 3–10, 2001.
- DE VALCK, J. et al. Valuing urban ecosystem services in sustainable brownfield redevelopment. **Ecosystem Services**, v. 35, n. November 2018, p. 139–149, 2019.
- DEFRIES, R. et al. Analytical Approaches for Assessing Ecosystem Condition and Human Well-being. **Main**, v. 55, n. 7, p. 36–71, 2005.
- DEMUZERE, M.; ORRU, K.; HEIDRICH, O.; OLAZABAL, E.; GENELETTI, D.; ORRU, H.; *et al.* Mitigating and adapting to climate change: multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. **Journal of Environmental Management**, v. 146, p. 107–115, 2014.
- DENNIS, M.; JAMES, P. Considerations in the valuation of urban green space: Accounting for user participation. **Ecosystem Services**, v. 21, p. 120–129, 2016.
- DENNIS, M.; JAMES, P. Ecosystem services of collectively managed urban gardens: Exploring factors affecting synergies and trade-offs at the site level. **Ecosystem Services**, v. 26, p. 17–26, 2017.
- DESOUZA, K. C.; FLANERY, T. H. Designing, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework. **Cities**, v. 35, p. 89–99, 2013.
- ELMQVIST, T. et al. Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 14, p. 101–108, 2015.
- GAUDERETO, G. L. et al. AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NA GESTÃO DE ÁREAS VERDES URBANAS : v. 21, 2018.
- GENELETTI, D.; ZARDO, L. Ecosystem-based adaptation in cities: an analysis of European urban climate adaptation plans. **Land Use Policy**, v. 50, p. 38–47, 2016.
- GEIJZENDORFFER, I. R.; MARTÍN-LÓPEZ, B.; ROCHE, P. K. Improving the identification of mismatches in ecosystem services assessments. **Ecological Indicators**, v. 52, p. 320–331, 2015.
- GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; BARTON, D. N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. **Ecological economics**, v. 86, p. 235–245, 2012.
- GRAÇA, M. S. et al. Assessing mismatches in ecosystem services proficiency across the urban fabric of Porto (Portugal): The influence of structural and socioeconomic variables. **Ecosystem Services**, v. 23, n. November 2016, p. 82–93, 2017.
- HAASE, D. et al. A quantitative review of urban ecosystem service assessments: Concepts, models, and implementation. **Ambio**, v. 43, n. 4, p. 413–433, 2014.
- HU, T.; WU, J.; LI, W. Assessing relationships of ecosystem services on multi-scale : A case study of soil erosion control and water yield in the Pearl River Delta. **Ecological Indicators**, v. 99, n. March 2017, p. 193–202, 2019.

- KRUUSE, A. The Green Space Factor and the Green Points System. p. 12, 2011.
- LANGEMEYER, J. et al. Contrasting values of cultural ecosystem services in urban areas: The case of park Montjuïc in Barcelona. **Ecosystem Services**, v. 12, p. 178–186, 2015.
- LARONDELLE, N.; LAUF, S. Balancing demand and supply of multiple urban ecosystem services on different spatial scales. **Ecosystem Services**, v. 22, p. 18–31, 2016.
- LIM, K. J. et al. Effects of initial abstraction and urbanization on estimated runoff using CN technology. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 42, n. 3, p. 629–643, 2006.
- MARTÍN-LÓPEZ, B. et al. Trade-offs across value-domains in ecosystem services assessment. **Ecological Indicators**, v. 37, n. PART A, p. 220–228, 2014.
- MUNANG, R.; THIAW, I.; ALVERSON, K.; GOUMANDAKOYE, M.; MEBRATU, D.; LIU, J. Using ecosystem-based adaptation actions to tackle food insecurity. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 55, p. 29–35, 2013
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL et al. Ecological indicators for the nation. National Academies Press, 2000.
- NELSON, E. et al. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 7, n. 1, p. 4–11, 2009.
- POSNER, S. et al. Global use of ecosystem service models. **Ecosystem Services**, v. 17, p. 131–141, 2016.
- REID, Walter V. et al. Ecosystems and human well-being-Synthesis: A report of the Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, 2005.
- ROLO, D. A. M. et al. Adaptação baseada em ecossistemas para promover cidades resilientes e sustentáveis: análise de programas de revitalização de rios urbanos de São Paulo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 15, n. 5, 2019.
- SALATA, S.; RONCHI, S.; ARCIDIACONO, A. Mapping air filtering in urban areas . A Land Use Regression model for Ecosystem Services assessment in planning. **Ecosystem Services**, v. 28, p. 341–350, 2017.
- SANTOS, R.F. Planejamento Ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos. 2004.
- SEGNESTAM, Lisa et al. Indicators of environment and sustainable development: theories and practical experience. World Bank, Washington, DC (EUA), 2003.
- SILVA-SÁNCHEZ, S.S. ; GALLARDO, A. L. C. F. ; FERREIRA, M. L. ; PEREIRA, H.M.S.B. ; SINISGALI, P.A.A. . Indicadores de Serviços Ecosistêmicos para o planejamento de áreas verdes urbanas. **Diálogos Socioambientais na Macrometrópole Paulista**, v. 3, p. 16-19, 2020.
- SHEN, J. et al. Mapping the city-scale supply and demand of ecosystem food regulation services — A case study in Shanghai. **Ecological**

- Indicators**, v. 106, n. June, p. 105544, 2019.
- SHERROUSE, B. C. et al. Analyzing land-use change scenarios for trade-offs among cultural ecosystem services in the Southern Rocky Mountains. **Ecosystem Services**, v. 26, n. February, p. 431-444, 2017.
- SU, K.; WEI, D. ZHI; LIN, W. XIONG. Evaluation of ecosystem services value and its implications for policy making in China – A case study of Fujian province. **Ecological Indicators**, v. 108, n. September 2019, p. 105752, 2020.
- TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2011). TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. www.teebweb.org
- WEI, H. et al. Integrating supply and social demand in ecosystem services assessment : A review. **Ecosystem Services**, v. 25, p. 15-27, 2017.
- YUAN, Y. et al. Spatiotemporal interaction between ecosystem services and urbanization : Case study of Nanjing City , China. **Ecological Indicators**, v. 95, n. September, p. 917-929, 2018.

Investigação de Processos Erosivos na Bacia do Ribeirão do Meio, São Pedro (SP): Evolução entre 1960 E 2019

Investigation Of Erosive Processes In The Ribeirão Do Meio Watershed, São Pedro (Sp): Evolution Between 1960 And 2019

Investigación de procesos erosivos en la cuenca de ribeirão do meio, são pedro (sp): evolución entre 1960 y 2019

Monique de Paula Neves

Mestre, UFScar, Brasil
moniqueneves.ambiental@gmail.com

Ana Flavia de Rolland Padilha

Mestre, UFScar, Brasil
afrpadilha@gmail.com
afrpadilha@gmail.com

José Augusto Di Lollo

Professor Titular, UNESP, Brasil
jose.lollo@unesp.br

Gerson Salviano de Almeida Filho

Mestre, IPT, Brasil
gersaf@ipt.br

Caio Pompeu Cavaliheri

Mestre, IPT, Brasil
opc@ipt.br

RESUMO

A ocorrência de processos erosivos em áreas urbanas ocasiona a degradação do meio físico, e uma série de perdas econômicas e ambientais, por isso, é fundamental identificar os locais mais críticos, e propor ações de controle e prevenção. Na identificação dos processos erosivos utilizam-se cada vez mais produtos do sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica e imageamento com *drone*, que possibilitam a aquisição de dados cartográficos de maneira rápida e precisa. Nesse sentido, o presente artigo teve como objetivo desenvolver uma investigação utilizando mapas geológico-geotécnico, fotografias aéreas (1960, 1972, 1988, 2010 e 2019) e levantamento aerofotogramétrico com *drone* para compreender a dinâmica dos processos erosivos localizados em uma área urbana do município de São Pedro (SP). Os resultados mostraram que a interação entre as características do meio físico e o processo de ocupação urbana foram decisivos para a deflagração de erosões aceleradas, como as voçorocas. Pode-se concluir que o uso de geotecnologias, como SIG e *drone* possibilitam a realização de um diagnóstico com agilidade e praticidade, e por isso são ferramentas muito úteis para o desenvolvimento de análises ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: erosão, área urbana, fotografia aérea, drone.

ABSTRACT

Soil erosions in urban areas cause environmental degradation, and a series of economic and environmental losses, so it is essential to identify the critical areas and propose control measures. In the identification of soil erosion, remote sensing products, geographic information systems and drone are often used and enable faster and accurate acquisition of cartographic data. This paper aimed to develop an investigation using geological-geotechnical maps, aerial photographs (1960, 1972, 1988, 2010 and 2019) and drone to understand the dynamics of erosion processes located in an urban area of the municipality of São Pedro (SP). The results indicated that the interaction between the environmental conditions and the urban occupation were decisive for the triggering of accelerated erosions, such as gullies. Finally, the use of geotechnologies, such as GIS and drone makes it possible to carry out a diagnosis with agility and practicality, and that is why they are useful tools for the development of environmental studies.

KEYWORDS: soil erosion, urban area, aerial photography, drone.

RESUMEN

El desarrollo de procesos erosivos en áreas urbanas resulta en la degradación del medio físico y en una serie de pérdidas económicas y ambientales, por lo que es fundamental identificar los lugares más críticos para complementar las acciones de control y prevención. En la identificación de procesos erosivos son utilizados, cada vez más, productos de teledetección, sistemas de información geográfica e imágenes de drones, que permiten la adquisición de datos cartográficos de forma rápida y precisa. En este sentido, este artículo tuvo como objetivo desarrollar una investigación utilizando mapas geológico-geotécnicos, fotografías aéreas (1960, 1972, 1988, 2010 y 2019) e imágenes de drones para comprender la dinámica de los procesos de erosión ubicados en un área urbana del municipio de São Pedro (SP). Los resultados mostraron que la interacción entre las características del entorno físico y el proceso de ocupación urbana fue decisiva para el desencadenamiento de erosiones aceleradas, como las cárcavas. Se puede concluir que el uso de geotecnologías, como GIS y drones, permiten realizar un diagnóstico con agilidad y practicidad, por lo que son herramientas útiles para el desarrollo de análisis ambientales.

PALABRAS CLAVE: erosión, área urbana, fotografía aérea, drone.

1 INTRODUÇÃO

A ocorrência de erosão é bastante frequente no Brasil devido ao clima tropical. Especificamente no estado de São Paulo a presença de solos arenosos e profundos na maior parte dos municípios favoreceu o desenvolvimento de feições erosivas, tanto em áreas urbanas como rurais. O processo erosivo resultante da interação entre os fatores condicionantes naturais e a ação antrópica é denominado erosão acelerada (ROTTA; ZUQUETTE, 2015).

Este tipo de erosão ocasiona uma série de prejuízos econômicos e ambientais, e por isso a preocupação com esses processos vem sendo registrada em diversos municípios. Segundo o IPT (2012), antes da ocupação do território, a erosão no estado de São Paulo ocorria de forma atenuada devido principalmente à densa cobertura vegetal. O desmatamento e a ocupação urbana sem uma infraestrutura adequada constituíram um fator decisivo para a deflagração destes processos.

Segundo Guerra (1998), as erosões localizadas em áreas urbanas ocasionam graves consequências, como assoreamento de cursos d'água, danos às obras de infraestrutura como estradas e pontes, e ainda podem colocar em riscos moradias e obras públicas. Nesse sentido, a presença de processos erosivos acarreta tanto a perda dos recursos naturais quanto ônus para a sociedade, devido à necessidade de investimento em obras de infraestrutura.

Na região do município de São Pedro, localizado no interior paulista, os processos erosivos estão associados aos arenitos da Formação Pirambóia,

que originam solos de textura arenosa de baixa coesão, altamente susceptíveis à erosão (GOMES, 2002). Além das condições do meio físico, a ocupação urbana e a ausência de sistemas de drenagem condicionaram a ocorrência de processos erosivos acelerados. De acordo com o IPT (2012), as erosões localizadas na área urbana do município caracterizam-se por ravinas e voçorocas, com indícios de instabilidade, pontos de erosão interna (*piping*), lançamento concentrado de águas pluviais, e presença de resíduos sólidos no interior de algumas feições. Essas características evidenciam que o município apresenta alta criticidade à erosão, com risco de reativação e intensificação dos processos.

Uma das formas de identificar e prevenir o avanço das erosões é por meio do cadastramento sistemático e avaliação geológico-geotécnica, voltados ao diagnóstico e prevenção de riscos. Essas avaliações podem ser desenvolvidas com suporte de produtos do sensoriamento remoto, incluindo levantamentos aerofotogramétricos feitos por *drone*, e ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Segundo Gramani *et al.* (2018), o uso de geotecnologias, como *drones* multirrotores de pequeno porte, favorece a aquisição de produtos cartográficos e dados do meio físico de maneira rápida e precisa, auxiliando o diagnóstico em diferentes estudos de ordem geológico-geotécnica.

No âmbito dos processos erosivos, a elaboração de um diagnóstico consistente é a base para a implementação de medidas de recuperação ambiental (IPT, 2012). Essas ações poderão subsidiar o estabelecimento de diretrizes para o

planejamento urbano dos municípios, e a proposição de medidas de controle e recuperação.

Diante deste cenário, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver uma investigação em escala de detalhe (1:25.000) com o apoio de geotecnologias (fotografias aéreas, imagens de satélite e *drone*) para compreender os principais fatores relacionados com o desenvolvimento das erosões lineares numa bacia hidrográfica que abrange parte da área urbana de São Pedro (SP).

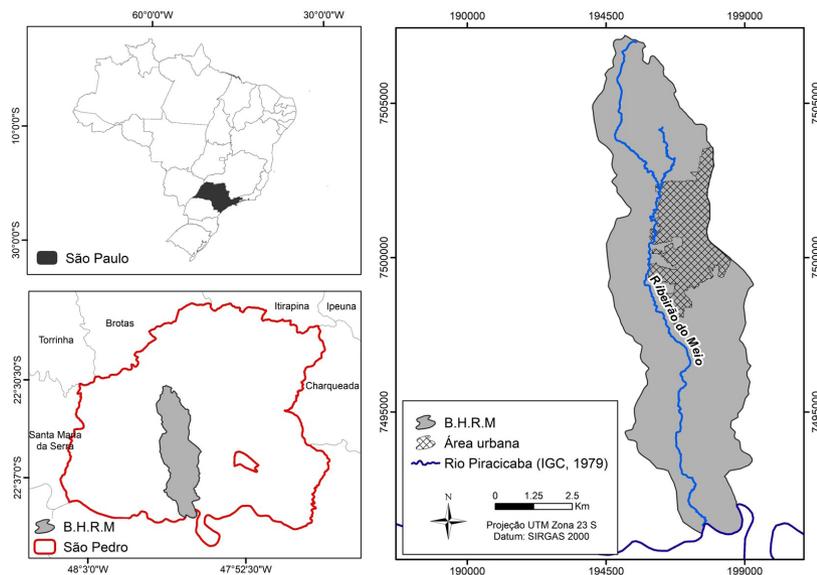
2 ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo compreende a Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Meio (BHRM), localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Piracicaba/Capivari/Jundiá (UGRHI 05), entre as coordenadas

UTM 194000 - 199000 E e 7507000 - 7491000 N, na zona 23 Sul (Figura 1). A BHRM possui uma área de 48,06 km², na qual 5 km² correspondem a uma porção da área urbana de São Pedro (SP).

O município de São Pedro possui uma área territorial de 611 km², população de 35.653 habitantes, e PIB *per capita* de 21.245,90 reais (IBGE, 2020). Localiza-se aproximadamente a 200 km de São Paulo, 120 km de Campinas e 40 km de Piracicaba, e tem como principais rodovias de acesso a SP-304 (Rodovia Geraldo de Barros) e SP-191 (Rodovia Irineu Penteado). Os municípios limítrofes à São Pedro são: ao norte Itirapina e Torrinha; ao sul Piracicaba; a leste Charqueada e oeste Santa Maria da Serra.

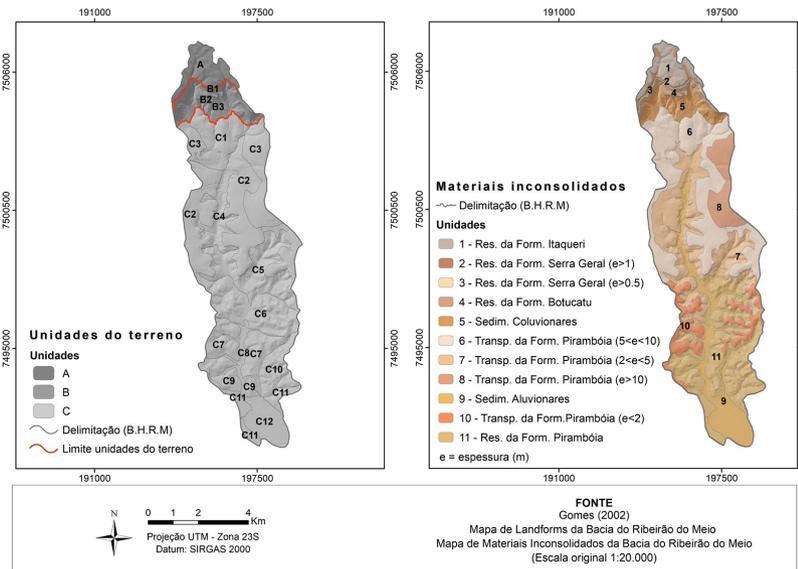
Figura 1: Mapa de localização



O clima de São Pedro de acordo com a classificação climática de Köppen é o *Cwa*, que se caracteriza como clima mesotérmico, com inverno seco e verão quente (ALVARES *et al.* 2014). As temperaturas médias mensais no período mais frio (abril a setembro) oscilam entre 16 e 19 °C, e no período mais quente (outubro a março) de 22 a 27 °C. A média pluviométrica mensal para o período de 1962 a 2000 foi de 183,7 mm nos meses mais chuvosos, e 54,7 mm nos meses mais secos (DAEE, 2020).

Em relação às unidades geológicas, na região ocorrem rochas sedimentares das Formações Itaqueri, Pirambóia e Botucatu, e rochas ígneas da Formação Serra Geral (PEJON, 1992). De acordo Gomes (2002), na área de estudo ocorrem sete tipos de materiais inconsolidados, classificados conforme suas características geotécnicas e espessuras (Figura 2). Entre estes, predomina os materiais transportados e residuais associados à Formação Pirambóia.

Figura 2: Mapa de unidades do terreno e materiais inconsolidados



Os materiais transportados associados à Formação Pirambóia ocorrem em quase toda a área de estudo (54,8%), possuem espessuras variando de 0,5 m a 10 m, e são arenosos de textura fina a média. Os residuais da Formação Pirambóia, ocorrem em 20,3% da área, caracterizam-se por materiais com diferentes níveis de alteração, e são classificados como residual jovem e residual maduro. O residual jovem é composto por materiais com textura arenosa fina, espessura

superior a 2 m, e o material residual maduro caracteriza-se por um material de textura areno-argilosa, espessura entre 0,5 a 2 m (GOMES, 2002).

Segundo Gomes (2002), na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Meio ocorrem três sistemas de terreno (A, B e C), compostos por 16 unidades (Tabela 1), que foram agrupadas conforme suas características morfométricas (Figura 2). A área de planaltos corresponde ao Sistema A;

a região de escarpas com declividades elevadas e sopé de talude compõe o Sistema B; e a área de depressão é representada pelo Sistema C.

Tabela 1: Descrição das unidades do terreno

Sistema	Unidades	Características
A	-	Planalto com encostas suavemente onduladas e extensas, de topos planos, associados a vales de pequena amplitude e expressão geográfica; drenagem de baixa densidade e sinuosidade mista.
B	B1	Encostas íngremes, convexas e retilíneas, associadas a topos irregulares e angulosos; vertentes com perfis retilíneos, e vales dissecados de pequenas amplitudes; baixa frequência de canais de drenagem e sinuosidade mista.
	B2	Encosta de sequência de escarpa, situada entre as unidades B1 e B3.
	B3	Encosta com declividade moderada a suave; moderada frequência de canais de drenagem.
C	C1	Unidade com baixa declividade, associada às encostas retilíneas e côncavo-convexas, e topo suavemente arredondado; moderada frequência de canais.
	C2	Colinas amplas, de topos suavemente ondulados; vertentes de perfis retilíneos a convexos; baixa densidade de canais de drenagem.
	C3	Colinas amplas de topos aplainados; vertentes com perfis retilíneos; declividade muito baixa e canais de drenagem praticamente ausentes.
	C4	Terrenos relativamente planos, situados as margens dos rios sujeitos a inundações periódicas.
	C5	Unidade com vales fechados; encostas retilíneas e convexas, associadas às planícies aluviais; média a alta densidade de canais de drenagem com sinuosidade mista.
	C6	Unidade formada por morrotes com vertentes convexas de topos arredondados a angulosos; declividade moderada; média a baixa densidade de canais de drenagem e sinuosidade mista.
	C7	Colinas pequenas associadas as encostas convexas de topos suavemente arredondados; densidade de drenagem média a alta, e sinuosidade mista.
	C8	Unidade de planície aluvial; canais de drenagem rasos e largos; densidade média e sinuosidade mista.
	C9	Superfície de relevo com feições marcadas pela baixa densidade de drenagem; sinuosidade mista.
	C10	Colinas pequenas de topos suavemente ondulados, associadas as vertentes côncavo-convexa com declividade moderada; moderada frequência de canais de drenagem com sinuosidade mista
	C11	Colinas com topos suavemente ondulados; vertentes com perfis retilíneos a convexos; declividade baixa, associada a vales fechados; frequência de canais quase ausente.
	C12	Unidade de planícies aluviais, com superfícies próximas as margens do Rio Piracicaba e sujeita a constantes inundações.

Fonte: Adaptado de Gomes (2002).

3 MÉTODOS

A sistemática metodológica adotada foi dividida em três etapas principais: inventário de processos erosivos por meio de fotografias aéreas e imagens de satélite; levantamento aerofotogramétrico com *drone* multirrotor de pequeno porte (modelo *Inspire 1 V2.0* da DJI) para aquisição de informações detalhadas das voçorocas; e processamento dos dados em SIG (*software* ArcGIS 10.5).

3.1 Inventário de processos erosivos

O inventário tem por objetivo delimitar e cadastrar as feições erosivas por meio de um levantamento detalhado. Segundo Rodrigues *et al.* (2015), os mapas de inventário auxiliam na compreensão do processo evolutivo das erosões e na avaliação da

magnitude da degradação ambiental. Para elaborar o inventário foram utilizadas as fotografias aéreas de 1960, 1972 e 1988, ortofotos de 2010 e imagens de satélite de 2019 (Tabela 2).

Após a preparação da base cartográfica procedeu-se a identificação do ponto de cabeceira e delimitação das feições. Para isto, foram utilizadas as ferramentas de edição (*Editor*) do ArcGIS, e para cada processo erosivo foram levantadas as seguintes características: localização (coordenadas UTM), área em km², unidade de material inconsolidados (GOMES, 2002), unidades do terreno (GOMES, 2002) e uso do solo predominante, definido com base na fotointerpretação das fotografias aéreas.

Tabela 2: Materiais utilizados no cadastro de erosões

Material	Ano	Fonte
Fotografias aéreas (1:25000)	1960	IAC/IPT
	1972	IBC/IPT
	1988	IGC
Ortofotos (1:25000)	2010	EMPLASA/DATAGEO
Imagens de satélite	2019	Google Earth (World View)

3.2 Levantamento aerofotogramétrico

O levantamento aerofotogramétrico foi realizado com *drone* modelo *Inspire 1 V2.0* da DJI com o apoio do Centro de Tecnologias Geoambientais do IPT (CTGeo). Essa etapa foi executada para ampliar o conhecimento acerca da situação atual dos processos

erosivos de grande porte localizado em uma sub-bacia hidrográfica da área em estudo.

O plano de voo foi realizado por meio do aplicativo *Precision Flight* e o processamento das imagens no *software* *Agisoft Photoscan*. Os produtos obtidos por meio do imageamento com *drone* foram fotos

oblíquas, ortofotos e o modelo digital de superfície (MDS).

3.3 Processamento de dados em SIG

Esta etapa também foi desenvolvida apenas para a sub-bacia na qual se localiza a voçoroca, próximo da área urbana de São Pedro. As análises foram realizadas para auxiliar a compreensão dos parâmetros morfométricos que contribuíram com a evolução do processo erosivo. Para isso, foram realizadas duas etapas principais, sendo a primeira a elaboração de mapas básicos e a segunda a análise dos perfis topográficos.

Inicialmente foi elaborado o Modelo Digital de Elevação (MDE) por meio da interpolação dos arquivos vetoriais derivados das cartas topográficas do IGC (Escala 1:10.000). A interpolação foi realizada com a ferramenta *Topo to Raster*, utilizando como dados de entrada as curvas de nível, pontos cotados e rede drenagem.

Posteriormente foram gerados os mapas de declividade e fluxo acumulado, utilizando as ferramentas *Slope* e *D-Infinity Contributing Area* (TauDEM), respectivamente. Para classificação do mapa de declividade, adotaram-se os critérios recomendados pelo IG (1993), que considera os efeitos do escoamento superficial. Por fim, foram gerados os perfis topográficos por meio das

ferramentas *Interpolate Surface* e *Profile Graph* do *3D Analyst Tools*, e realizadas as estimativas do comprimento, largura e profundidade da voçoroca.

4 RESULTADOS

4.1 Análise temporal dos processos erosivos

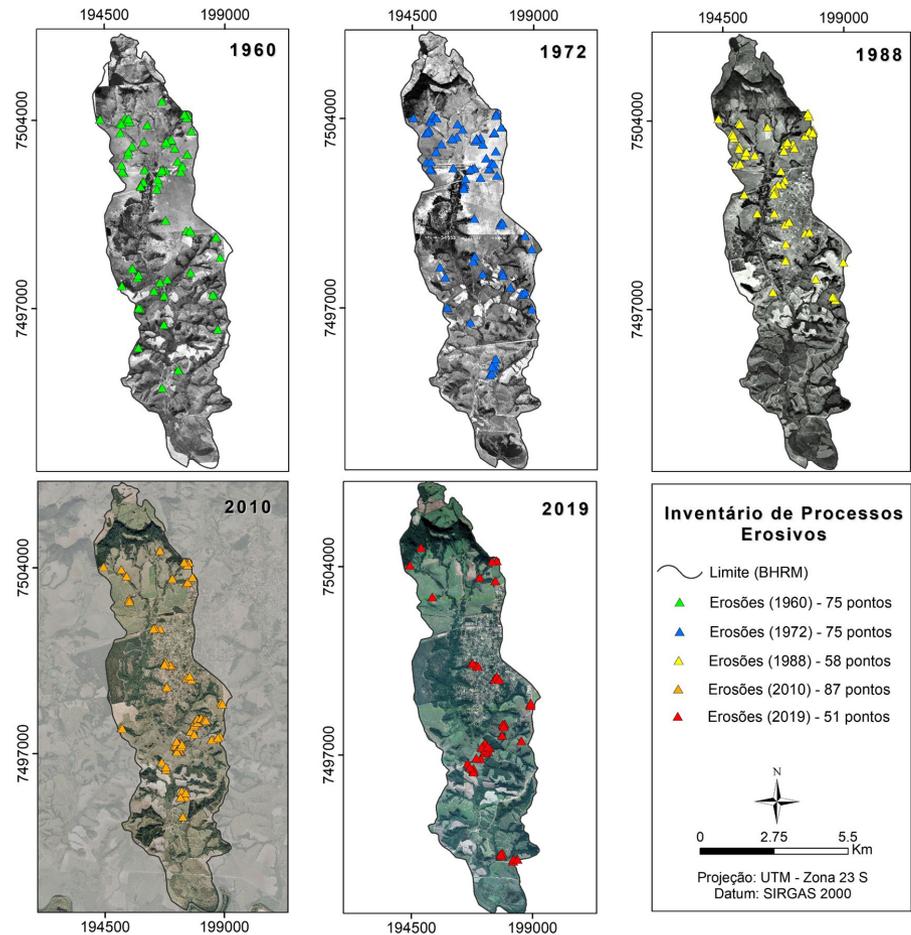
Na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Meio as feições erosivas ocorrem em diferentes níveis de profundidade, que vão desde sulcos a voçorocas. Nas fotografias aéreas analisadas foram identificadas a ocorrência de inúmeras feições, conforme mostra a Figura 3. Em 1960 e 1972 a maioria das feições concentrava-se na porção norte da área, sob a forma de sulcos e ravinas, enquanto em 1988, 2010 e 2019 foi observada a presença de sulcos, ravinas e voçorocas associadas à cabeceira de canais de drenagem.

O desenvolvimento de processos erosivos na região ocorreu devido principalmente às características geológico-geotécnicas dos materiais transportados da Formação Pirambóia (Tabela 3). Atualmente, verifica-se que o surgimento das feições de grande porte, como as voçorocas, foi resultado do intenso processo de ocupação urbana em uma área suscetível (GOMES, 2002). De acordo com o IPT (2012), essas ações foram decisivas no surgimento de erosões aceleradas.

Tabela 3: Percentual de ocorrência de uso do solo, materiais inconsolidados e unidades do terreno

Cadastro de processos erosivos						
Atributos (%)		1960	1972	1988	2010	2019
Uso do solo	Agrícola	6.67	5.33	34.48	6.90	-
	Pastagem	93.33	94.67	41.38	79.31	86.27
	Urbano	-	-	24.14	13.79	13.73
Materiais inconsolidados	Residual da Formação Pirambóia	4.00	5.33	-	25.29	43.14
	Transportado da Formação Pirambóia	89.33	93.33	96.55	70.11	47.06
	Sedimentos Coluvionares	5.33	1.34	3.45	4.60	7.84
	Sedimentos Aluvionares	1.34	-	-	-	1.96
Unidades do terreno	B3	5.33	1.33	3.45	3.45	5.88
	C1	17.33	18.67	10.34	4.60	-
	C2	37.33	30.67	43.10	45.98	23.53
	C3	18.67	29.33	37.93	9.20	11.77
	C5	9.33	9.33	3.45	1.15	33.33
	C6	6.67	2.67	1.73	26.44	13.73
	C7	4.00	8.00	-	3.45	-
	C9	1.34	-	-	5.75	-
	C10	-	-	-	-	5.88
	C11	-	-	-	-	5.88

Figura 3: Mapa de feições erosivas em 1960, 1972, 1988, 2010 e 2019



Em 1960 e 1972 as feições erosivas localizavam-se predominantemente em áreas de pastagem, na região dos materiais transportados da Formação Pirambóia, e em encostas de perfis retilíneos a convexos, com alta declividade (unidade do terreno C2). Segundo Gomes (2002), as características do relevo e a presença de materiais arenosos com espessura entre 5 e 10 m podem favorecer a progressão das ravinas para voçorocas. Além do mais, a retirada da cobertura vegetal para cultivo agrícola, associada às características dos materiais geológicos e do relevo, pode ter sido um dos fatores decisivos

no surgimento destes processos erosivos.

Na fotografia aérea de 1988 foi observada a presença de ocupação urbana na porção central da bacia, e conseqüentemente o surgimento de feições de grande porte, devido principalmente à construção de ruas não pavimentadas que condicionaram a concentração das águas pluviais para a cabeceira da erosão (Figura 4). As voçorocas identificadas neste cenário se localizavam na região dos materiais transportados arenosos com espessura entre 5 e 10 m, portanto, altamente suscetíveis à

erosão (GOMES, 2002).

Em relação ao processo de urbanização da região, Zuquette *et al.* (2007) e Daniel e Cunha (2009), relatam que o crescimento urbano de São Pedro ocorreu entre 1988 e 1995 com a implementação de loteamentos residenciais e chácaras. Tal fato pode ser observado nas fotografias aéreas de 1988 que mostram a presença de uma área de chácaras (Bairros: Chácaras ABC e Alpes das Águas).

As feições identificadas na fotografia aérea de 1988 localizavam-se predominantemente na unidade C2 (43,1%), entretanto observou-se um percentual significativo de sulcos e ravinas na unidade C3 (37,9%). Segundo Gomes (2002), essa unidade apresenta poucos canais de drenagem, portanto, menor chance de progressão das feições para voçorocas.

Em 2010 a distribuição espacial das erosões mudou, de modo que algumas feições localizadas na porção norte da bacia deixaram de existir devido principalmente à ocupação agrícola. Entretanto, novas erosões foram identificadas, do tipo sulcos e ravinas na porção central da bacia, e feições de grande porte no loteamento de chácaras de São Pedro. Desta forma, comparando esse cenário com o cenário inicial (1960), verificou-se uma evolução significativa das ravinas, que se desenvolveram formando voçorocas de grande porte.

Neste cenário, observou-se também um número expressivo de feições do tipo sulcos e ravinas na unidade C6 (26,4%), que se caracteriza por vertentes convexas de topos arredondados a angulosos e declividade moderada (GOMES,

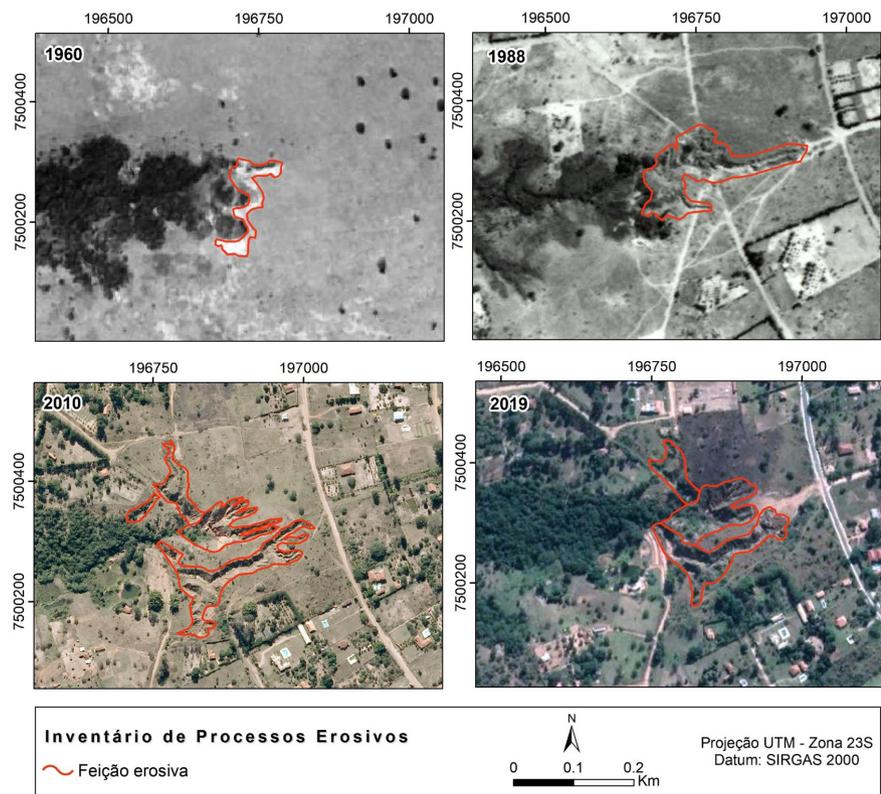
2002).

No cenário mais atual (2019) a maioria das feições erosivas localizavam-se em áreas de pastagem (86,2%), na região dos materiais residuais (43,1%) e transportados (47,1%) associados a Formação Pirambóia. Segundo Gomes (2002), os materiais residuais são mais erodíveis no topo das camadas, e por isso podem ter condicionado o surgimento de canais rasos, como sulcos e ravinas de pequeno porte. Observou-se ainda a ocorrência de erosões próximo aos canais de drenagem, na região dos sedimentos aluvionares, assim como em 1960.

Em relação ao relevo, as feições localizavam-se predominantemente nas unidades do terreno C5 (33,3%), diferente dos demais cenários, que a maior concentração ocorreu na unidade C2. A unidade C5 é composta por encostas retilíneas e convexas, e média a alta densidade de canais de drenagem. Gomes (2002) e Araujo (2011) identificaram a presença de sulcos e ravinas nessa unidade e, considerando a alta densidade de canais de drenagem e a presença de materiais transportados da Formação Pirambóia (espessura entre 2 e 5 m), pode-se inferir que estas feições estão sujeitas a evolução e, portanto, podem se desenvolver formando voçorocas.

As feições localizadas nas áreas de pastagem com baixa cobertura vegetal não apresentaram um processo evolutivo significativo, quando comparado com o cenário de 2010. Entretanto, algumas erosões localizadas em áreas urbanas foram aterradas completamente e outras parcialmente na porção superior, próximo à cabeceira, como mostra a Figura 4.

Figura 4: Feições erosivas em 1960, 1988, 2010 e 2019



O inventário de processos erosivos permitiu o cadastro de feições erosivas referentes aos anos de 1960, 1972, 1988, 2010 e 2019, a caracterização da posição geográfica das feições, a descrição quanto à unidade do terreno, materiais inconsolidados e uso do solo. A análise em conjunto das fotografias aéreas e mapas geológico-geotécnicos permitiu um bom entendimento dos principais fatores condicionantes.

De maneira geral, os processos erosivos de grande porte, como as voçorocas ocorrem na região dos materiais associado à Formação Pirambóia com espessura entre 5 e 10 m, próximo à rede de drenagem, em terrenos inclinados, com declividade superior a 5% (unidade do terreno C2), e estão associados

com o processo de ocupação urbana. Em relação à urbanização, deve-se destacar que nas imagens de satélite de 1988 foi possível observar a mudança do uso e ocupação (pastagem para área urbana). O aumento expressivo da área erodida pelas voçorocas (5.451 m² em 1960 para 17.676 m² em 1988) apresentada da Figura 5 evidencia a influência da ocupação urbana na evolução dos processos erosivos.

Os sulcos e ravinas estão associados com os materiais arenosos da Formação Pirambóia com espessuras menores que 5 m, e terrenos de declividade moderada (unidade do terreno C5). Essas feições localizavam-se principalmente em áreas rurais e estão diretamente

relacionadas com o desmatamento e manejo inadequado do solo.

Dessa forma, observa-se que a presença de materiais altamente suscetíveis à erosão condicionou o desencadeamento das erosões na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Meio, entretanto a ação antrópica atuou intensificando as feições erosivas. O processo de ocupação urbana e a ausência da rede de drenagem urbana contribuíram de maneira significativa com a evolução das erosões de 1988 a 2010, o que levou ao surgimento de voçorocas de grande porte com ramificações expressivas, que poderão passar por processos de reativação devido à ação das águas superficiais e subsuperficiais.

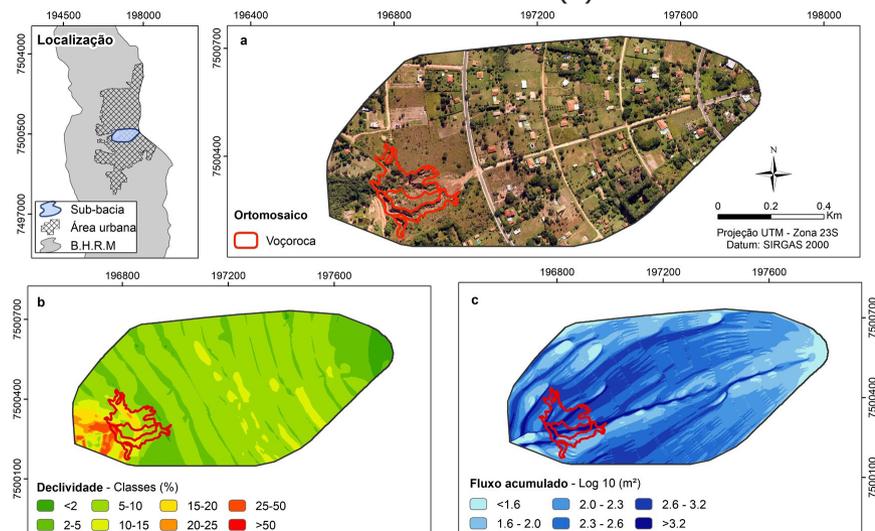
4.2 Investigação detalhada das voçorocas

Para compreender a situação das voçorocas realizou-se um mapeamento detalhado em nível de sub-bacia hidrográfica com auxílio de *drone*, como descrito no item 3.2. A Figura 5 apresenta a

ortofoto de 2019 da sub-bacia que a voçoroca está inserida. Por meio da imagem aérea com alta resolução foi possível observar a presença de área construída (Bairro Alpes das Águas) com ruas pavimentadas e não pavimentadas, e o aterramento parcial da feição. Comparando a ortofotos de 2010 e a imagem de satélite de 2019, observa-se que entre esses períodos ocorreu o depósito de material na cabeceira da erosão.

Para analisar o comportamento do escoamento superficial na sub-bacia foram elaborados os mapas de declividade e fluxo acumulado (Figura 5). A classe de declividade predominante na sub-bacia é 5-10% com percentual de ocorrência de 66% e se caracteriza por terrenos inclinados, com escoamento superficial médio e rápido (IG, 1993). Em relação ao fluxo acumulado, observa-se que as regiões com maior acúmulo de água ocorrem na mesma direção da cabeceira da erosão, e, portanto, podem ocasionar a reativação do processo.

Figura 5: Ortomosaico (a); mapas de declividade (b) e fluxo acumulado (c)



Analisando a ortofoto de 2019, observa-se a presença de uma rua não pavimentada direcionada para a cabeceira da voçoroca, no mesmo sentido da declividade do terreno. As características do relevo e a ausência de um sistema de drenagem permitem concluir que o aumento do volume do escoamento superficial sob uma área crítica, pode favorecer a reativação da feição, bem como a remoção e transporte dos materiais aterrados para o canal de drenagem. Destaca-se ainda a presença de outras regiões com acúmulo de água na porção norte da sub-bacia, onde se desenvolveram novas ramificações da voçoroca.

Por meio do MDE foi possível elaborar os perfis apresentados na Figura 6. Os perfis 1 e 2 indicam a largura da feição em diferentes regiões, e os perfis 3 e 4 o comprimento, da cabeceira até a base, próxima ao canal de drenagem. Os perfis também favorecem o entendimento da profundidade da voçoroca, que varia de 15 a 21m, nas direções N-S e O-L, respectivamente. Verifica-se também, paredes muito inclinadas em todos os perfis com diferentes graus de declividade, e uma região relativamente estável entre as ramificações. As irregularidades topográficas observadas nos perfis 3 e 4 são explicadas pela presença de vegetação no interior da feição.

Os valores máximos de área, comprimento, largura e profundidade são 19,5m², 193,9m, 222,4m e 21m, respectivamente. As dimensões e características topográficas evidenciam a complexidade desta voçoroca e, conseqüentemente, os

riscos associados para as moradias e obras públicas. Em função das dimensões, pode-se afirmar que uma grande quantidade de material foi erodida e transportada para os canais de drenagem ao longo dos anos, ocasionando o assoreamento e alterações hidrológicas na sub-bacia.

A Figura 7 apresenta uma fotografia oblíqua aérea da voçoroca, destacando a situação da degradação ambiental e os indícios de instabilidade geotécnica em 2019. Na cabeceira da voçoroca ocorre o depósito de resíduos sólidos (A e B). Não é possível definir o tipo de resíduo, entretanto nas visitas de campo observaram-se resíduos de poda e jardinagem (A) e da construção civil (B). Os taludes da voçoroca possuem declividade acentuada e estão sem proteção vegetal superficial, o que justifica os processos de instabilidade (C) e solapamento na base (E), que por sua vez condicionaram o transporte de sedimento no interior da feição (D).

Não foi possível observar em campo o lançamento concentrado de águas pluviais, como identificado em outras erosões urbanas no município (IPT, 2012). Entretanto o curso natural da topografia e o desenho da malha urbana indicam que o fluxo de água pluvial é direcionado para dentro da feição. Dessa forma, analisando as características naturais da sub-bacia, a ocupação urbana e os processos recentes de degradação e instabilidade, verifica-se que a voçoroca é um processo erosivo ativo, e está sujeito a reativação e evolução da cabeceira.

Figura 6: Ortomosaico e perfis topográficos

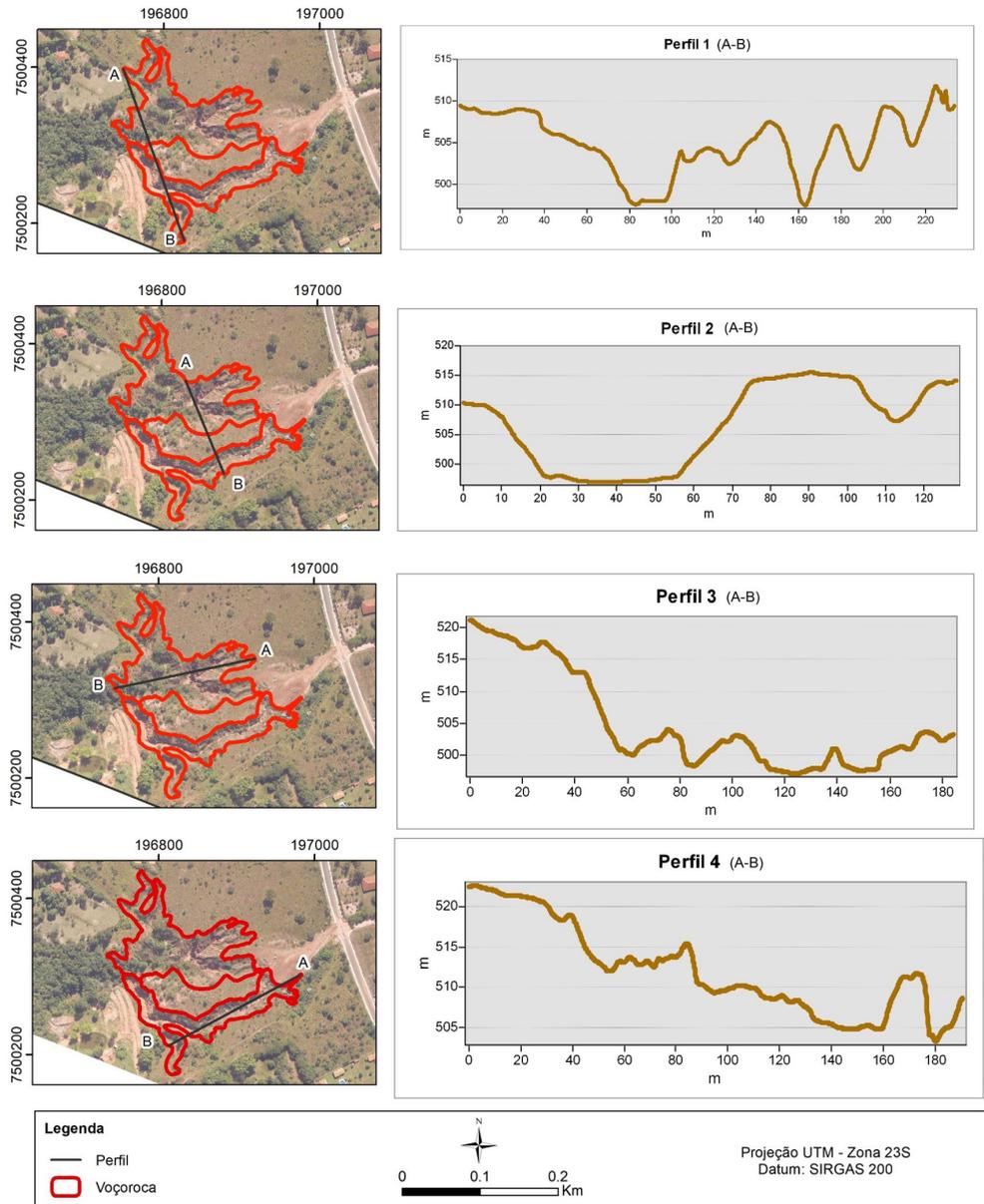
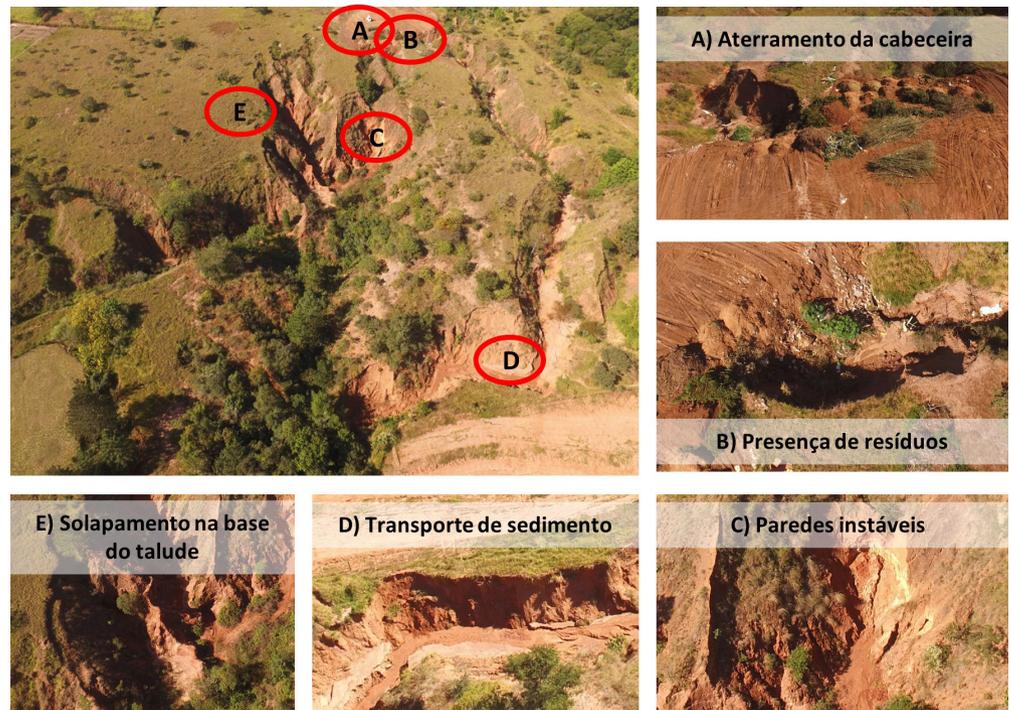


Figura 7: Características das voçorocas identificadas com fotos oblíquas de 2019



Analisando o inventário de processos erosivos e a situação atual da voçoroca, verifica-se que a degradação ambiental na sub-bacia hidrográfica resultou em sérios danos ambientais, causando o declínio de diversos componentes, como solo, água e relevo. A Tabela 4 apresenta os principais processos de degradação identificados na área, interpretados com base nos resultados obtidos e na proposta de Zuquette *et al.* (2013).

Tabela 4: Tipos de degradação e medidas de recuperação associadas

Tipos de degradação		Tipos de modificação	Exemplos de medidas de recuperação
Alteração do relevo	Retirada	- Concentração de água - Aumento da infiltração	- Nivelamento - Reflorestamento
Alteração dos canais de drenagem	Canal	Margens	Estruturas de proteção
Assoreamento	Canais	- Diminuição da vazão - Mudança na biodiversidade	- Dragagem - Barreiras
Erosão	Erodibilidade	Geração de sedimentos	Medidas para diminuição do escoamento superficial

Fonte: Adaptado de Zuquette *et al.* (2013).

Para desenvolver um projeto de recuperação é fundamental que sejam realizados estudos complementares sobre os métodos de prevenção e controle de áreas degradadas por processos erosivos. As ações devem ser realizadas de maneira pontual, por exemplo, medidas corretivas que visam o disciplinamento das águas superficiais e subterrâneas, redução da velocidade do escoamento superficial e estabilização dos taludes.

Diversos autores desenvolveram métodos de prevenção, controle e recuperação de áreas erodidas. É, por exemplo, o caso de Rotta e Zuquette (2012) que descrevem as técnicas mecânicas, ecológicas, estruturais, agrícolas e de bioengenharia mais comuns. Além disso, é primordial que sejam realizadas ações de planejamento e monitoramento, controlando o avanço do processo erosivo e evitando a ocupação urbana em áreas suscetíveis à erosão.

5 CONCLUSÕES

A sistemática de investigação espacial e temporal adotada permitiu compreender os principais fatores condicionantes e a dinâmica dos processos erosivos na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Meio. Os resultados obtidos com o inventário de 1960, 1972, 1988, 2010 e 2019 indicaram que os processos erosivos estão associados principalmente com os materiais arenosos da Formação Pirambóia, terrenos inclinados com declividade superior a 5%, área de pastagem e ocupação urbana.

A combinação das características do meio físico (material inconsolidado, declividade e regiões de acúmulo de água), o processo de ocupação urbana em áreas suscetíveis a

processos erosivos a ausência de um sistema de drenagem adequado propiciaram o desenvolvimento de feições do tipo sulcos, ravinas e voçorocas. O processo mais crítico fica localizado em uma sub-bacia hidrográfica urbanizada e devido aos processos de instabilidade está sujeito a reativação e evolução. Em muitos casos, a reativação de erosões de grande porte pode intensificar os danos ambientais e ainda ocasionar a perda de obras públicas.

O uso de imagens de satélite, fotografias aéreas e mapas geológico-geotécnico possibilitou a avaliação temporal das feições erosivas, a ampliação do entendimento acerca dos fatores condicionantes e a criação de um banco de dados com registros fotográficos. O uso do *drone* foi fundamental, pois favoreceu a aquisição de imagens com alta resolução e mostrou-se uma ótima ferramenta para estudos ambientais, proporcionando agilidade e praticidade na aquisição de dados.

Conclui-se que as investigações espaciais e temporais são fundamentais no planejamento do uso do solo, pois possibilitam a compreensão da dinâmica dos processos erosivos e das modificações ambientais, resultantes da degradação. A partir da identificação das áreas críticas pode-se evitar ou minimizar os danos oriundos da degradação ambiental e as perdas econômicas. Para a execução dos projetos de recuperação é fundamental que sejam realizados estudos complementares, como trabalhos de campo e outras avaliações geológico-geotécnica, a fim de garantir a eficácia das medidas aplicadas.

Por fim, deve-se destacar a

importância de compreender a interação entre o uso e ocupação do solo e as características do meio físico, especificamente dos fatores condicionantes, os quais analisados em conjunto auxiliarão a proposição de diretrizes para o planejamento urbano no município. A ausência de uma infraestrutura urbana eficiente pode condicionar a deflagração de novos processos erosivos, resultando em perdas ambientais, econômicas e sociais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e à sua fundação (FIPT) pelo apoio financeiro e institucional, por meio do Programa Novos Talentos; e ao Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) pelo envio das fotografias aéreas de 1988. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, Alcarde Clayton *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, n. 22, p. 711-728, 2014.

ARAUJO, Thiago Peixoto. **Estudo do desencadeamento das erosões lineares concentradas em uma área do município de São Pedro/SP**. 2011. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

DAEE. **Postos Pluviométricos UGRHI 5 - Piracicaba/Capivari/Jundiá**. Disponível em: > http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/CTH.Mapas/ugrhi_05/ugrhi_05_plu.html. Acesso em: jan. 2020.

DANIEL, Evandro; CUNHA, Cenira Maria Lupinacci. Avaliação das características do relevo da área urbana de São Pedro/SP e o diagnóstico dos processos erosivos e suas causas. In: **Encontro de Geógrafos da América Latina**. Montevideo: 2009.

GOMES, Dirlene Moreira. **Mapeamento geológico-geotécnico para análise de feições erosivas concentradas na Bacia do Córrego Ribeirão do Meio, região de São Pedro/SP, na escala 1:20.000**. 2002. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

GRAMANI, Marcelo Fischer *et al.* O uso de drone multirrotor de pequeno porte para diagnóstico e monitoramento de acidentes geológicos. In: **Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica**. Bahia: 2018.

RRA, Antônio José Teixeira. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA; Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

IBGE. **IBGE Cidade**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-pedro/panorama>. Acesso em: jan. 2020.

IG. **Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do município de Campinas (SP)**. Relatório de Integração. São Paulo: IG, 1993.

IPT. **Cadastramento de pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo**: Relatório Técnico

- 113.057 - 205. São Paulo: IPT, 2012.
- PEJON, Osni José. **Mapeamento geotécnico regional da folha de Piracicaba – SP (Escala 1:100.000: estudo de aspectos metodológicos, de caracterização e de apresentação de atributos.** 1992. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1992.
- RODRIGUES, Valéria Guimarães Silvestre *et al.* Estudos geológicos e geotécnicos de áreas degradadas por mineração e erosão. In: ZUQUETTE, Lazaro Valentin. **Geotecnia Ambiental.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- ROTTA, Claudia Marisse dos Santos; ZUQUETTE, Lazaro Valentin. Processos erosivos. In: ZUQUETTE, Lazaro Valentin. **Geotecnia ambiental.** Elsevier: Rio de Janeiro, 2015.
- ROTTA, Claudia Marisse dos Santos; ZUQUETTE, Lazaro Valentin. Estudo da recuperação de áreas degradadas por erosão no município de Franca, São Paulo, Brasil. **Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente**, n. 29, p. 41-58, 2012.
- ZUQUETTE, Lazaro Valentin *et al.* Feições erosivas na bacia do córrego Espraído, São Pedro (SP), seus tipos e evolução entre 1972-2002. **Revista Brasileira de Geociências**, n. 37, p. 414-425, 2007.
- ZUQUETTE, Lazaro Valentin *et al.* Recuperação de Áreas Degradadas. In: CALIJURI, Maria do Carmo; CUNHA, Davi Gasparini Fernandes. **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologias e gestão.** Elsevier: Rio de Janeiro, 2013.

Tecnologia Aplicada em Processos de Verificação de Requisitos Técnicos para Licenciamento de Empreendimentos Habitacionais

Applied Technology in Technical Compliance Checking Processes for Licensing Housing Projects

Tecnología Aplicada en Procesos de Verificación de Requisitos Técnicos para Licencias de Proyectos de Viviendas

Lucas Zambon Maselli

Mestrando, UFSCar, Brasil
masellilucas@gmail.com

Érico Masiero

Professor Doutor, UFSCar, Brasil.
ericomasiero@yahoo.com.br

RESUMO

O governo eletrônico (e-gov), o qual busca modernizar a administração pública e melhorar sua eficiência, possui aplicações voltadas ao planejamento urbano. Dentre tais aplicações, a verificação automatizada de requisitos técnicos de empreendimentos construtivos possui importância prática e científica, uma vez que se mostra capaz de tornar o processo de análise e licenciamento de projetos mais ágil, sustentável, eficaz e transparente. Neste contexto, a presente pesquisa busca apresentar e analisar os principais casos de aplicação e desenvolvimento de sistemas automatizados para verificação de requisitos técnicos, com foco nos processos de licenciamento de projetos de empreendimentos habitacionais por parte do poder público. Observou-se que a maioria dos casos utilizam a estrutura BIM e dados IFC em busca de interoperabilidade, porém tal fato pode representar um entrave em sua aplicação no poder público, uma vez que as propostas nem sempre acompanham os recursos humanos e tecnológico disponíveis nos órgãos de análise. Por fim, as melhorias constatadas na possível aplicação de sistemas de verificação no setor público foram: redução de erros; maior objetividade analítica; redução do tempo gasto na checagem de requisitos; e o auxílio no processo democrático de transparência da informação.

PALAVRAS-CHAVE: Governo eletrônico. Verificação automatizada de requisitos. BIM.

ABSTRACT

Electronic government (e-gov), which seeks to modernize public administration and improve its efficiency, has applications aimed at urban planning. Among such applications, the automated compliance checking of technical requirements for construction projects has practical and scientific importance, since it proves capable of making the process of analyzing and licensing projects more agile, sustainable, effective and transparent. In this context, this research seeks to present and analyze the main cases of application and development of automated compliance checking systems to verify technical requirements, focusing on the licensing processes of housing projects by the government. It was observed that most of the cases use the BIM structure and IFC data in search of interoperability, however, this fact may represent an obstacle in its application in public sector, since the proposals do not always follow the human and technological resources available in the agencies of analysis. Finally, the improvements noted in the possible application of verification systems in the public sector were: reduction of errors; greater analytical objectivity; reduction of time spent checking requirements; and aid in the democratic information transparency process.

KEYWORDS: Electronic Government. Automated Compliance Checking. BIM.

RESUMEN

El gobierno electrónico (e-gov), que busca modernizar la administración pública y mejorar su eficiencia, tiene aplicaciones orientadas al urbanismo. Entre esas aplicaciones, la verificación automatizada de requisitos técnicos para proyectos de construcción tiene importancia práctica y científica, ya que demuestra ser capaz de hacer el proceso de análisis y licenciamiento de proyectos más ágil, sostenible, eficaz y transparente. En este contexto, este estudio busca presentar y analizar los principales casos de aplicación y desarrollo de sistemas automatizados para verificación de requisitos técnicos, enfocándose en los procesos de licenciamiento de proyectos de viviendas por parte del gobierno. Se observó que la mayoría de los casos utilizan la estructura BIM y datos de IFC en busca de interoperabilidad, sin embargo, este hecho puede

representar un obstáculo en su aplicación en el poder público, ya que las propuestas no siempre siguen los recursos humanos y tecnológicos disponibles en las agencias de análisis. Finalmente, las mejoras observadas en la posible aplicación de sistemas de verificación en el sector público fueron: reducción de errores; mayor objetividad analítica; reducción del tiempo dedicado a verificar los requisitos; y ayuda en el proceso democrático de transparencia de la información.

PALABRAS CHAVE: Gobierno electrónico. Verificación automatizada de requisitos. BIM.

1 INTRODUÇÃO

Conforme descrito pelo Art. 37 da Constituição Federal brasileira, a eficiência é um dos princípios fundamentais da Administração Pública, ou seja, a ação administrativa deve ser orientada para a efetiva concretização das finalidades as quais se propõem. O conceito da Administração Pública Eletrônica, ou governo eletrônico (e-gov), pode ser um meio de aumentar a eficiência da administração pública.

Uma possível caracterização para governo eletrônico se trata do uso das Tecnologias da Informação nos procedimentos governamentais, englobando seus efeitos nos serviços públicos, na satisfação da sociedade, e no processo democrático (ARIAS *et al.*, 2019). Além disso, o e-gov é frequentemente associado ao uso da internet pelo setor público para a prestação de serviços online, auxiliando na democratização do acesso à informação (CUNHA; MIRANDA, 2013). Ainda, tal abordagem exerce um papel essencial no contexto das cidades inteligentes, ao permitir repensar modelos de governança e possibilitar o desenvolvimento de serviços públicos inteligentes (ANTHOPOULOS; REDDICK, 2016).

A integração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) com as atividades governamentais também possui uma função importante na participação efetiva da população nas decisões de ordem

pública, sendo capaz de aumentar a interação entre setor público e sociedade civil, ao permitir que a população exerça um papel de coprodutora de políticas públicas, e não apenas como objeto político (PEREIRA *et al.*, 2018). Desta forma, a colaboração dos cidadãos em decisões governamentais, promove um maior engajamento cívico, paralelamente à educação digital e conscientização política da própria população (GUIMARÃES; ARAUJO, 2018).

Ao se discutir o planejamento urbano nas cidades, o uso da tecnologia pelo setor público pode contribuir para o processo de urbanização, sendo capaz de atuar desde o controle do desenvolvimento de infraestrutura urbana até a implantação de políticas e estratégias de uso e ocupação do solo, a fim de garantir um desenvolvimento urbano sustentável (WILLIAMSON *et al.*, 2010).

Além disso, as TICs podem fornecer maior acesso à informação, sendo uma ferramenta pela qual o poder público se torna capaz de se comunicar com a sociedade civil. Desta forma, as TICs possuem potencial em melhorar o acesso à informação, a qualidade dos serviços públicos, e fornecer maior transparência e participação da sociedade civil. Tal transparência, por sua vez, permite e incentiva uma maior participação ativa da população em decisões de ordem governamental. Porém, a partir da perspectiva democrática, a disseminação da informação por

tais meios pode ser crítica diante diferentes grupos sociais (SANTOS, 2017). Desta forma, cabe às governanças medidas que visem maior integração dos grupos sociais com menor acesso à informação no processo participativo e democrático de decisões sobre a cidade.

Sendo assim, a adoção de ferramentas automatizadas voltadas para análise e licenciamento de projetos habitacionais pode tornar tal processo mais ágil e eficiente (İLAL; GÜNAYDIN, 2017). Segundo Narayanswamy, Liu e Al-Hussein (2019), a indústria da construção civil tem modernizado muitas de suas etapas, e na última década, em especial com a ascensão do *Bulding Information Model* (BIM), a verificação automatizada de requisitos vem sendo extensivamente pesquisada.

Neste contexto, a presente pesquisa tem por objetivo, baseada nos conceitos de governo eletrônico aplicados ao planejamento urbano e verificação de requisitos em projetos habitacionais, apresentar e analisar, a partir de uma revisão da literatura científica, os principais casos de aplicação e desenvolvimento de sistemas automatizados de verificação de requisitos técnicos, com foco nos processos de licenciamento de obras e empreendimentos habitacionais por parte do poder público.

2 VERIFICAÇÃO AUTOMATIZADA DE REQUISITOS

Uma maneira de aplicar conceitos tecnológicos, em especial as TICs, em processos de avaliação de projetos e de tomadas de decisão, sendo eles de ordem governamental ou não, é através de sistemas automatizados para verificação de requisitos. Segundo Borrmann e

Rank (2010), tais sistemas consistem em uma ferramenta computacional que processa uma série de regras e parâmetros de entrada (parâmetros de projeto), os quais são verificados e comparados com valores predefinidos (parâmetros legais e normativos). Tais sistemas, eficazes pelo fato de checarem a compatibilidade das características de um projeto frente a uma ampla gama de valores de referência, garantem qualidade, e redução nos custos e riscos de falha durante o processo (NAWARI, 2019).

A verificação de requisitos de projeto engloba procedimentos de avaliação de processos, ações, planejamentos, documentos, leis e regulamentos aplicáveis a determinado caso, de forma a garantir segurança, qualidade e sustentabilidade (SALAMA; EL-GOHARY, 2011). Tal processo, quando realizado manualmente, se mostra dependente do conhecimento prévio dos profissionais, podendo acarretar na falta de uniformidade e aumento na taxa de erros (ZHANG *et al.*, 2013). Portanto, segundo Mororó *et. al* (2016), a sistematização e automatização da verificação de requisitos de projetos auxilia nos procedimentos de tomadas de decisão.

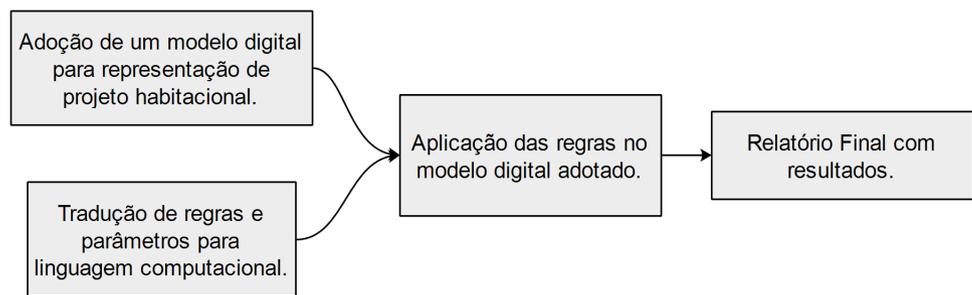
De acordo com a realidade de alguns países, o cumprimento da demanda por habitação é um dos principais desafios. Neste sentido, em busca da maior eficiência no licenciamento de empreendimentos habitacionais, o uso do BIM tem um papel importante na simplificação do processo de concepção habitacional (NAWARI; ALSAFFAR, 2017). Segundo o estudo desenvolvido por Fernandes, Formoso e Tzortzopoulos-Fazenda (2018), o uso de uma ferramenta computacional para avaliar empreendimentos habitacionais

apresenta uma significativa redução no tempo de verificação de requisitos, o qual pode compensar o tempo envolvido na modelagem da ferramenta utilizada.

Segundo Eastman *et al.*, 2009, a aplicação de um sistema de verificação automatizado (Figura 1) consiste na adoção prévia de um modelo para representar digitalmente o projeto

habitacional, e na tradução das regras e parâmetros aplicáveis para a linguagem computacional, os quais são confrontados através do sistema propriamente dito, que verifica a cumprimento das regras adotadas pelo modelo submetido à verificação, gerando um relatório responsável por apresentar a conformidade de tal projeto.

Figura 1: Elementos Básicos de um Sistema de Verificação Automático



Fonte: Eastman *et al.*, 2009.

3 METODOLOGIA

A metodologia da presente pesquisa foi baseada em uma revisão de literatura a partir da busca por termos associados à verificação automatizada de requisitos no licenciamento de projetos de empreendimentos habitacionais. As buscas foram conduzidas na base de dados Scopus e SciELO, onde os termos de busca foram determinados pela estruturação de sintaxes baseadas na combinação de palavras-chave acerca do assunto, a citar: *"automated code compliance checking"*; *"construction permit AND system"*; *"approval system" AND building*; *housing project approval system*, para a base Scopus, e, a fim de apresentar um exemplo de contexto nacional, foi realizada a busca por *verificação automatizada de requisitos* na base SciELO.

A partir dos resultados provenientes destas buscas, os mesmos foram avaliados qualitativamente, a fim de selecionar aqueles que apresentavam o desenvolvimento de novas propostas ou discussões associadas aos resultados da implantação de sistemas automatizados de verificação de requisitos pelo poder público, independentemente da ferramenta ou modelo adotado. Para isto, foram definidas regras de escolha, onde, primeiramente, foram analisados os títulos dos artigos, para descartar aqueles que não se enquadravam no objetivo da presente pesquisa. Em seguida, os resumos dos artigos que passaram pela etapa anterior foram avaliados, a fim de selecionar aqueles com novas propostas acerca do tema estudado. Por fim, o conteúdo de cada artigo selecionado na etapa anterior foi avaliado, buscando

escolher aqueles que pudessem melhor se encaixar no objetivo deste estudo, chegando finalmente nas produções apresentadas e discutidas na presente pesquisa.

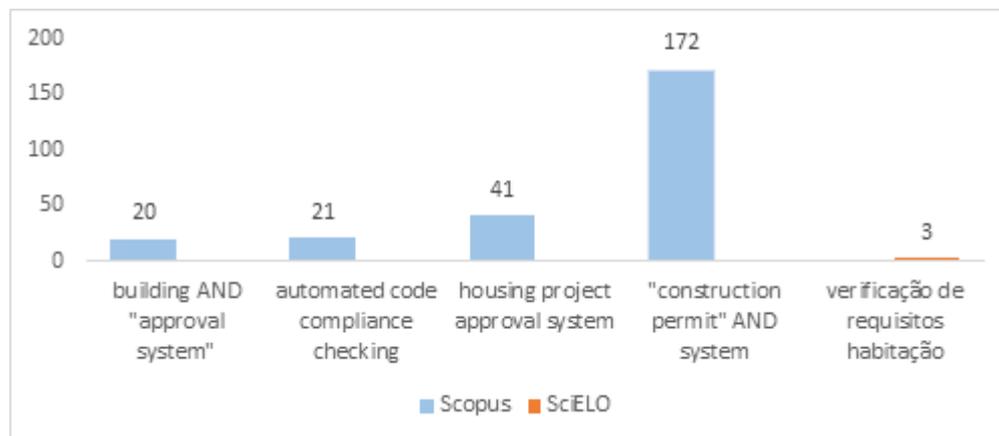
Desta forma, foram selecionados artigos que apresentavam dados e informações a respeito dos resultados e consequências decorrentes da suposta ou efetiva implantação de sistemas automatizados de verificação de conformidade em suas políticas de aprovação e licenciamento de obras e construções. Ainda, foram selecionados casos sobre diferentes países, a fim de apresentar resultados de acordo com diferentes contextos nacionais.

Desta forma, foi possível analisar e discutir os principais efeitos, positivos ou negativos, decorrentes da implantação de tais sistemas nos processos de análise e licenciamento de projetos habitacionais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com as buscas nas bases de dados, os resultados obtidos, de acordo com os principais termos de busca, dentre as duas bases de dados utilizadas, são ilustrados na Figura 2. A partir deste conjunto, os artigos encontrados foram filtrados de acordo com a metodologia descrita, possibilitando as discussões a seguir.

Figura 2: Resultados de busca de acordo com termos e base de dados



Fonte: Os autores.

Dentre os países nos quais seus respectivos governos implantaram ou fomentaram sistemas para licenciamento eletrônico de empreendimentos, um dos casos da aplicação efetiva, por meio do poder público, é o caso de Singapura. Tal sistema, denominado CORENET (*Construction and Real Estate*), é composto por subsistemas que visam o compartilhamento

de informações entre as partes envolvidas de um projeto construtivo (NARAYANSWAMY; LIU; AL-HUSSEIN, 2019). Singapura, a partir do CORENET e de seu primeiro sistema, voltado para apresentação de plantas bidimensionais para análise, foi capaz de reduzir o tempo de licenciamento de 102 dias para 38 dias. Em seguida, devido a seu sucesso, o sistema foi ampliado para

que suportasse projetos em formato digital (BIM), reduzindo para 25 dias o período de aprovação por parte das autoridades (novaCITYNETS, 2017 apud. SHAHI; McCABE; SHAHI, 2019).

O subsistema e-Plan Check do CORENET (EASTMAN *et al.*, 2009), é o responsável pela verificação automatizada de requisitos, com foco em legislações e normas nacionais (XU; SOLIHIN; HUANG, 2004). A biblioteca FORNAX, responsável pela verificação de conformidade a partir de modelos definidos em formato IFC (*Industry Foundation Class*), garante a interoperabilidade dos modelos entre as partes envolvidas. O CORENET, por ter sido um dos primeiros projetos e pela obtenção de bons resultados, foi utilizado como piloto para aplicação em outros locais, como Noruega e Nova Iorque, a partir de sua adaptação diante as diferenças de requisitos e normas (NARAYANSWAMY; LIU; AL-HUSSEIN, 2019).

Dentre os artigos que desenvolveram métodos para o uso da tecnologia no licenciamento de empreendimentos construtivos, Yaakup *et al.* (2007) foram um dos pioneiros ao desenvolver um sistema para aprovação do planejamento urbano local de Kuala Lumpur, na Malásia. A ferramenta foi desenvolvida seguindo os estágios identificados no processo local de aprovação de planejamento e projetos para edificações, onde, para cada estágio, existem subsistemas responsáveis pela execução de funções específicas e compartilhamento de dados entre os estágios identificados no processo. Neste estudo foi apontado que, além de aumentar a eficiência na avaliação de documentos, o sistema também apresentou facilidade operacional,

melhoria no monitoramento e acompanhamento dos projetos, acesso rápido e centralizado à dados e facilidade no uso informações geoespaciais, tornando as tomadas de decisões pelas autoridades governamentais mais objetivas.

Os autores Hussnain *et al.* (2016), a partir da identificação da demanda por habitação no Paquistão, da ocorrência de empreendimentos habitacionais privados irregulares e do longo prazo para licenciamento destas obras (em torno de 13 meses), propuseram um sistema de planejamento, que tinha por objetivo auxiliar autoridades paquistanesas no acompanhamento e análise de projetos de empreendimentos habitacionais de ordem privada. Os autores afirmaram que o processo, até então baseado em rotinas manuais e em documentações em papel, se mostrava subjetivo e não transparente. Desta forma, o sistema desenvolvido buscava reduzir tempo e o custo despendido na análise dos documentos atrelados ao processo de licenciamento de obras. Segundo os autores, a meta de tornar o processo de aprovação mais tecnológico pode ser obtido mais facilmente a partir de ferramentas *open source*, ou seja, de código aberto, as quais possibilitam adaptações, modificações e distribuição de forma gratuita. Sendo assim, a esfera pública passa a diminuir o tempo de aprovação e promove maior transparência e objetividade durante o licenciamento e aprovação de projetos habitacionais. No entanto, deve-se ressaltar a importância do capital humano adequado e da reconfiguração institucional, para que a implantação de sistemas automatizados se torne viável diante um processo geralmente bem estruturado, porém pouco eficaz.

Nawari e Alsaffar (2017), por sua vez, desenvolveram uma ferramenta para lidar com a alta demanda habitacional do Kuwait. No país em questão, todo processo de licenciamento por parte das autoridades é realizado manualmente, portanto os autores encontraram uma possível solução através da automatização do processo de auditoria dos requisitos de projeto. A proposta se trata da verificação automatizada de requisitos técnicos por meio de modelos BIM, ou seja, tal modelo, contendo todas as informações necessárias do projeto, deve ser submetido às autoridades governamentais e, a partir de rotinas definidas para verificação com base em normas e legislações locais, o método gera um relatório, o qual foi estruturado para que seja suficiente como insumo para tomada de decisão por parte do poder público, decidindo deferir ou não o licenciamento para tal projeto. Os pontos positivos desta proposta envolvem a diminuição de retrabalho por parte da esfera pública, economizando tempo e recursos, uma vez que evita a necessidade de revisão do processo e o torna mais objetivo. Ainda, a redução de tempo para aprovação e garantia de cumprimento de normas e leis no licenciamento pode fornecer uma maior disponibilidade habitacional regular.

Atualmente, no Brasil, sistemas de verificação automatizadas são desenvolvidos e estudados para aplicação em BIM, mas pouco é produzido ou pesquisado em relação a verificação legal de projetos. Fernandes, Formoso e Tzortzopoulos-Fazenda (2018) desenvolveram um método para verificação automatizada de requisitos legais em projetos de empreendimentos habitacionais de interesse social (EHIS) por meio de um modelo BIM. Tal verificação foi

baseada em 45 regras divididas em cinco categorias (quantidade mínima de móveis; circulação mínima; dimensões mínimas; portas; e janelas, acabamentos e materiais), identificadas no Anexo I da Portaria nº 168, de 12 de Abril de 2013, que dispõe sobre as diretrizes gerais para aquisição e alienação de imóveis por meio de transferência de recursos ao Fundo de Arrendamento Residencial no âmbito do Programa Nacional de Habitação Urbana, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV.

A partir da aplicação do método em dois empreendimentos selecionados do programa Minha Casa, Minha Vida, foi verificado uma redução no tempo de verificação de projeto, cuja economia poderia compensar o esforço utilizado para o desenvolvimento do modelo. Ainda, foi identificado um potencial de contribuição para o aumento da conformidade em relação aos requisitos legais e normativos, além de melhorar a qualidade da apresentação de projetos desenvolvidos pelo modelo BIM. Os autores ressaltaram a importância da interoperabilidade da ferramenta, mediante o grande número de agentes envolvidos em processos de licenciamento de EHIS, porém, um modelo IFC muitas vezes não garantem o detalhamento necessário para a aplicação do modelo proposto. Desta forma, o uso de um pacote de um mesmo fornecedor para todos os agentes envolvidos poderia resolver esta questão, no entanto, não faria jus ao princípio de isonomia da administração pública. Por fim, foi ressaltado a presença de requisitos não expressos por variáveis quantificáveis, o que poderia permitir uma análise subjetiva de parte do texto normativo.

Por fim, o Quadro 1 apresenta os estudos citados anteriormente, assim como suas principais características e aplicações.

Quadro 1: Sistemas abordados e suas descrições

Autor	Descrição
CORENET	Aplicado no governo de Singapura com o intuito da troca de informação e verificação de requisitos, onde obteve ao todo uma redução de 102 para 25 dias no tempo de aprovação.
Yaakup et al. (2007)	Desenvolvido para Kuala Lumpur (Malásia), transpassando por todas as etapas identificadas no processo de aprovação de planejamento e licenciamento de edificações, utilizando bases geoespaciais e centralização de informações.
Hussnain et al. (2016)	Motivado pela demanda habitacional, foi desenvolvido um sistema baseado em ferramentas open source com o intuito de diminuir tempo e custos associados ao licenciamento de empreendimentos habitacionais de ordem privada.
Nawari e Alsaffar (2017)	Motivado pela demanda habitacional, foi desenvolvido um sistema automatizado baseado em BIM para auditoria de requisitos para licenciamento no Kuwait.
Fernandes, Formoso e Tzortzopoulos-Fazenda (2018)	Proposição da verificação automatizada de requisitos legais para EHS no Brasil, baseado em modelo BIM.

Fonte: Os autores.

5 CONCLUSÕES

A presente pesquisa apresentou o conceito de verificação automatizada de requisitos voltado à projetos de empreendimentos de construção civil. Além disso, foram apresentados casos abordados na literatura científica, onde, além de possuírem a especificidade necessária perante a realidade de onde está sendo empregado ou proposto, também demonstram resultados positivos perante o poder público.

A automatização da verificação de conformidade de requisitos, ao passar pelas etapas apresentadas na Figura 1, apresenta um processo rigoroso desde a tradução da legislação para linguagem de máquina até o licenciamento ou não do projeto após sua verificação de conformidade. Tais etapas, ao serem cumpridas, garantem uma análise objetiva dos parâmetros aplicáveis,

evitando possíveis erros sistemáticos associados ao responsável no setor público por verificá-los manualmente. Ainda, tais sistemas automatizados de verificação e licenciamento podem servir como uma ferramenta que garanta transparência, ao disponibilizar tais dados de forma compreensível à população, cooperando, conseqüentemente, com o processo democrático de acesso e transparência da informação.

Nota-se que diversos casos na literatura abordam a verificação de requisitos através da modelagem BIM, o que pode representar um entrave ao ser aplicado no setor público, uma vez que a interoperabilidade exigida e o acesso às plataformas propostas nem sempre são viáveis para a esfera pública. Tal inviabilidade seria decorrente do não cumprimento da isonomia administrativa do poder público, onde não é permitido que

determinada licença ou ferramenta computacional, nestes casos, sejam adquiridas sem antes passar por um processo de licitação. Desta forma, evidencia-se a importância do desenvolvimento de ferramentas gratuitas e de código aberto, as quais dispensam a aquisição de licenças para seu uso, e permitem adaptações a partir de seu código fonte, disponibilizados para ferramentas *open source*.

Ainda, algumas das propostas foram motivadas a partir da demanda por habitação, como forma de garantir segurança, conforto e qualidade, porém pouco se aborda a respeito de requisitos legais para aprovação e licenciamento de loteamento, sendo uma etapa necessária antes de cumprir requisitos normativos associados à edificação.

Por fim, a presente pesquisa contribui para o conhecimento de uma técnica amplamente pesquisada e que chama atenção pelos bons resultados, apresentando diversos ganhos quando aplicadas ao planejamento urbano. Além disso, historicamente vêm apresentando grande evolução em relação à abrangência legal, geográfica e técnica. Porém, apesar de seu potencial, os sistemas automatizados de verificação nem sempre são aplicáveis ao setor público devido às suas complexidades técnicas, as quais muitas vezes não acompanham o nível tecnológico em que as autoridades governamentais se encontram.

A redução do tempo de aprovação, a economia de recursos, a avaliação objetiva e a promoção de transparência são os principais pontos positivos associados a verificação automatizada de requisitos quando aplicados em esfera pública, onde

suas consequências podem auxiliar desde a manutenção do ambiente construído até o suprimento da demanda habitacional.

6 AGRADECIMENTOS

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

ANTHOPOULOS, Leonidas G; REDDICK, Christopher G. Understanding electronic government research and smart city: A framework and empirical evidence. **Information Polity**, v. 21, n. 1, p. 99-117, 2016.

ARIAS, Maria Isabel *et al.* Intellectual foundations and mainstream research of e-government in public administration. **Management Research**, Emerald Group Publishing Ltd., v. 17, n. 1, p. 89-115, 2019.

BORRMANN, André; RANK, Ernst. Query Support for BIMs Using Semantic and Spatial Conditions Topological Analysis of 3D Building Models Using a Spatial Query Language. **Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies**, 2010.

CUNHA, Maria Alexandra Viegas Cortez da; MIRANDA, Paulo Roberto de Mello. A pesquisa no uso e implicações sociais das tecnologias da informação e comunicação pelos governos no Brasil: uma proposta de Agenda a partir de reflexões da prática e da produção acadêmica nacional. **O&S – Organizações & Sociedade**, v. 66, n. 20, p. 543-566,

2013.

EASTMAN, Chuck *et al.* Automatic rule-based checking of building designs. **Automation in Construction**, v. 8, p. 1011-1033, 2009.

FERNANDES, Guilherme von der Heyde; FORMOSO, Carlos Torres; TZORTZOPOULOS - FAZENDA, Patrícia. Método para verificação automatizada de requisitos em empreendimentos Habitacionais de Interesse Social. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 259-278, 2018.

GUIMARÃES, Patrícia Borba Vilar; ARAÚJO, Douglas da Silva. O direito à cidade no contexto das smart cities: o uso das tic's na promoção do planejamento urbano inclusivo no Brasil. **Revista de Direito da Cidade**, v. 10, n. 3, p. 1788-1812, 2018.

HUSSNAIN, Muhammad Qadeer Ul *et al.* A Planning Support System to Optimize Approval of Private Housing Development Projects. **IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.**, v. 37, 2016.

İLAL, Sibel Macit; GÜNAYDIN, Hüsnü Murat. Computer Representation of Building Codes for Automated Compliance Checking. **Automation in Construction**, v. 82, p. 43-58, 2017.

MORORÓ, Mayra Soares de Mesquita *et al.* Proposta paramétrica para projetos sustentáveis de Habitação de Interesse Social em ambiente BIM. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 27-44, 2016.

NARAYANSWAMY, Harish; LIU, Hexu; AL-HUSSEIN, Mohamed. BIM-base Design Checking for Building Permit in the Light-Frame Building Industry.

In: 36th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2019). **Proceedings...**, 2019.

NAWARI, Nawari O.; ALSAFFAR, Adel. The Role of BIM in Simplifying Construction Permits in Kuwait. **AEI 2017: Resilience os the Integrated Building**, 2017.

NAWARI, Nawari O. A Generalized Adaptative Framework (GAF) for Automating Code Compliance Checking. **Buildings**, v. 86, n. 9, 2019.

PEREIRA, Gabriela Viale; PARYCEK, Peter; FALCO, Enzo; KLEINHANS, Reinout. Smart Governance in the Context of Smart Cities: A Literature Review. **Information Polity**, p. 143-162, 2018.

SALAMA, Dareen; EL-GOHARY, Nora. Semantic Modeling For Automated Compliance Checking. **Computing in Civil Engineering**, p. 641-648, 2011.

SANTOS, Beatriz. Improving Urban Planning Information, Transparency and Participation in Public Administrations. **International Journal of E-Planning Research (IJEPR)**, v. 6, p. 58-75, 2017.

SHAHI, Kamellia; McCABE, Brenda; SHAHI, Arash. Framework for Automated Model-Based e-Permitting System for Municipal Jurisdictions. **Journal of Management in Engineering**, v. 35, n. 6, 2019.

WILLIAMSON, Ian Phillip *et al.* Land administration for sustainable development. In: FIG Congress 2010, TS 3A – Land Governance for sustainable development, **Proceedings...**, 2010.

XU, Rong; SOLIHIN, Wawan; HUANG, Zhiyong. Code Checking and Visualization of an Architecture Design. **IEEE Xplore**, Visualization 2004, 2004.

YAAKUP, Ahris *et al.* Computerised Planning Approval System For A Local Authority In Malaysia. 10th Int. Conf. Comput. Urban Plan. **Urban Manag**, 2007.

ZHANG, Sijie. *et al.* Building Information Modeling (BIM) and Safety: automatic safety checking of construction models and schedules. **Automation in Construction**, v. 29, n. 4, p. 183-195, 2013.

Uso de aplicativos móveis para a análise da infraestrutura cicloviária de Araraquara

Mobile apps use for the analysis of the Araraquara bike lane's

Uso de aplicaciones móviles para el análisis de la red de ciclovías de Araraquara

Camilo Andrés Mora Olmos

Estudante de mestrado
Engenharia Urbana, UFSCar,
Brasil
geokmol@gmail.com

Thais Cassia de Martinelli Guerreiro

Professora Doutora, UFSCar,
Brasil
tcmguerreiro@ufscar.br

RESUMO

O diagnóstico de infraestruturas cicloviárias é de alta importância para a mobilidade urbana sustentável, pois muitas vezes estas infraestruturas são afetadas em sua qualidade pelo uso, os fenômenos da natureza. O diagnóstico preventivo permite gerenciar as manutenções, a construção de novos elementos e avaliar os trechos sobre os parâmetros atuais. A partir dessas ideias os aplicativos móveis facilitam os trabalhos de coleta de informações, sendo que na atualidade este procedimento é realizado com diversos aplicativos, bem como há a possibilidade de filmagens dos trechos cicloviários. Este trabalho utilizou aplicativos móveis (*ArcGIS Quick Capture* e *Strava*) para realizar o diagnóstico da infraestrutura cicloviária de Araraquara considerando alguns indicadores e seus respectivos valores. Além disso, filmagens também foram utilizadas para respaldar a validade dos resultados obtidos. Conclui-se que a infraestrutura existente na cidade não se encontra em boas condições, notadamente as condições de sinalização existentes. O único indicador que apresentou valores considerados bons foi a declividade, visto as características de relevo da cidade. Além disso, o uso de aplicativos móveis facilitou e permitiu maior agilidade à coleta das informações, possibilitando que grandes trechos sejam verificados rapidamente. Pretende-se com este diagnóstico, apoiado na utilização de aplicativos móveis, auxiliar os tomadores de decisão a realizarem trabalhos mais eficazes, contribuindo assim para a melhoria dos deslocamentos realizados por bicicleta na cidade de Araraquara.

PALAVRAS-CHAVE: Bicicleta, Infraestrutura cicloviária, Aplicativos, Diagnóstico.

ABSTRACT

The diagnosis of bicycle infrastructure is of high importance for sustainable urban mobility, as these infrastructures are often affected in their quality by use, the phenomena of nature. The preventive diagnosis allows to manage the maintenance, the construction of new elements and to evaluate the sections on the current parameters. Based on these ideas, the mobile applications facilitate the work of collecting information, and nowadays this procedure is performed with several applications, as well as the possibility of filming the cycle paths. This work used mobile applications (*ArcGIS Quick Capture* and *Strava*) to perform the diagnosis of the Araraquara cycle infrastructure considering some indicators and their respective values. In addition, records were also used to support the validity of the results obtained. It is concluded that the existing infrastructure in the city is not in good condition, notably the existing signaling conditions. The only indicator that presented values considered good was the slope, given the city's relief characteristics. In addition, the use of mobile applications facilitated and allowed greater agility in the collection of information, allowing large sections to be verified quickly. This diagnosis, supported by the use of mobile applications, is intended to help decision makers to carry out more effective jobs, thus contributing to the improvement of the trips made by bicycle in the city of Araraquara.

KEY-WORDS: Bicycle, Bicycle infrastructure, Applications, Diagnosis.

RESUMEN

El diagnóstico de la infraestructura para bicicletas es de gran importancia para la movilidad urbana sostenible, ya que estas infraestructuras suelen verse afectadas en su calidad por el uso, los fenómenos de la naturaleza. El diagnóstico preventivo permite gestionar el mantenimiento,

la construcción de nuevos elementos y evaluar los tramos sobre los parámetros actuales. A partir de estas ideas, las aplicaciones móviles facilitan la labor de coleccionar información, hoy en día este proceso se realiza con varias aplicaciones, así como la posibilidad de grabar las ciclovías recorridas. Este trabajo utilizó aplicaciones móviles (ArcGIS Quick Capture y Strava) para realizar el diagnóstico de la infraestructura para bicicletas de Araraquara considerando algunos indicadores y sus respectivos valores. Además, también se utilizó grabaciones para respaldar la validez de los resultados obtenidos. Se concluye que la infraestructura existente en la ciudad no se encuentra en buenas condiciones, en particular las condiciones de señalización existentes. El único indicador que presentó valores considerados buenos fue el de pendiente, dadas las características del relieve de la ciudad. Asimismo, el uso de aplicaciones móviles facilitó y permitió una mayor agilidad en la recopilación de la información, permitiendo verificar grandes secciones de forma rápida. Este diagnóstico, apoyado en el uso de aplicaciones móviles, tiene como objetivo ayudar a los tomadores de decisiones a realizar trabajos más efectivos, contribuyendo así a la mejora de los viajes que se realizan en bicicleta en la ciudad de Araraquara.

PALABRAS CLAVES: Bicicleta, Infraestructura para bicicleta, Aplicaciones, Diagnóstico.

1. INTRODUÇÃO

O início da construção da infraestrutura cicloviária na cidade de Araraquara começou no ano de 2014, com a implantação do primeiro trecho de ciclofaixa (7km) operando aos domingos das 07h às 16h (Folha de São Paulo, 2014). Esta implantação ocorreu devido à constante transformação da cidade na tentativa de torná-la mais amigável, como também acompanhando os processos de mobilidade urbana sustentável. Estes espaços têm sido implantados não tão rapidamente como a cidade necessita e sobre alguns já é possível encontrar problemas relacionados à qualidade do pavimento.

Neste sentido e com o objetivo de realizar um diagnóstico desta infraestrutura cicloviária, foi desenvolvida uma planilha em um dispositivo móvel (*ArcGIS Quick Capture*) no qual foram capturados dados referentes à largura, condições de pavimento, declividade, dentre outros indicadores. Para tanto, a coleta de dados foi realizada *in loco* e o dispositivo acoplado à bicicleta utilizada, o qual facilitou a captura de dados, permitindo realizar os deslocamentos com maior continuidade.

O uso de aplicativos móveis para diagnosticar elementos da infraestrutura urbana foram utilizados primeiramente em outros elementos da cidade como: i) ruas, ii) mobiliário urbano, iii) postes de energia elétrica, iv) árvores, e principalmente como o modelo de *crowdsourcing*, o qual disponibiliza o aplicativo ao público geral, com o objetivo de ter maior colaboração online, visto que possui um número significativo de pessoas (MACIEL *et al.*, 2017). Alguns exemplos destes aplicativos são: i) *sistema de arbol urbano* (SAU), da Prefeitura de Medellín e que permite reportar a informação sobre o estado dos árvores da cidade, e ii) *report damage*, da Prefeitura de Nova York e que permite reportar algum tipo de dano na calçada, seja causado por rompimento da tubulação de água, gás ou esgoto.

Com relação à aplicativos móveis para o diagnóstico de infraestrutura cicloviária, o *Ciclomap* desenvolvido para a cidade de Bogotá em 2017 disponibilizava para o usuário, na primeira fase, a melhor rota, baseado em análises geográficas que intersectavam elementos de segurança, iluminação e distância. A segunda fase deste aplicativo pretende que os usuários reportem

o estado das ciclofaixas com relação às condições do pavimento quanto à presença de rachaduras e buracos (SARMIENTO PRIETO e POVEDA VARGAS, 2017).

O desenho da infraestrutura cicloviária está determinado por viagens e o comportamento que se apresenta nesta característica é influenciado por elementos como semáforos, tempos de espera, etc. O estudo sobre o mapeamento de passageiros usando dados de ciclismo do *crowdsourcing* desenvolvido por Jetisco *et al.* (2016), apresenta como se utiliza o aplicativo STRAVA. Primeiro se faz uma segregação de viagens por tipo (esportivas e utilitárias). Em seguida se realizam análises do estado de alguns trechos cicloviários, baseados em dados e comentários coletados pelo aplicativo; por último se utilizam os dados do aplicativo para propor uma reconfiguração dos tempos de espera em semáforos para os usuários da bicicleta, considerando que a ferramenta proporciona a informação sobre o fluxo de viagens de forma quase constante.

O trabalho aqui apresentado também abrange os aplicativos móveis, fazendo uso de uma planilha desenhada no aplicativo *ArcGIS Quick Capture*, que permite realizar o processo de coleta dos dados com maior facilidade, devido a que os deslocamentos são realizados com maior continuidade, diminuindo o número de paradas para registrar alguma problemática no estado da infraestrutura cicloviária. O aplicativo STRAVA também foi utilizado,

pois permite capturar dados de diferença de elevação para calcular ou verificar declividade. Além disto, neste trabalho também foi realizado um vídeo com o objetivo de retificar possíveis erros de captura por parte dos aplicativos.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é apresentar como os aplicativos móveis permitem realizar análises de uma infraestrutura cicloviária.

Além disso, busca-se com este trabalho também realizar um diagnóstico da infraestrutura cicloviária da cidade de Araraquara com relação aos aspectos analisados.

3. METODOLOGIA

Para que o aplicativo fosse utilizado, primeiramente foram escolhidos os parâmetros a serem avaliados: i) a interligação ou conexão dos trechos cicloviários, ii) o comprimento destes trechos; e iii) a qualidade da infraestrutura com relação a critérios específicos como largura, condições do pavimento, condições de sinalização, e declividade.

Na Tabela 1 apresenta-se a totalidade das ciclovias, as ruas onde estão localizadas, seus comprimentos e as datas nas quais foram construídas. Conclui-se que a totalidade da rede é de 5,9 km construídos em 10 anos, o que mostra um crescimento reduzido desta infraestrutura para uma cidade de médio porte.

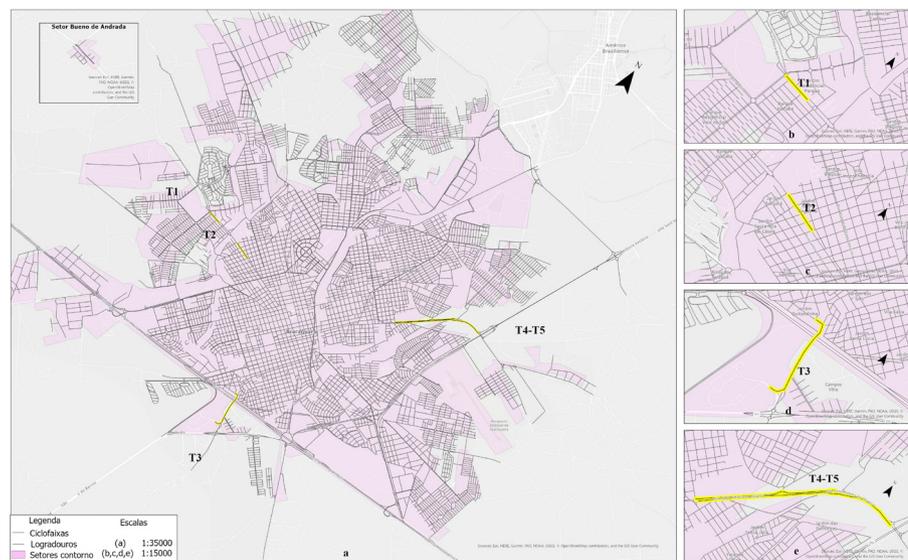
Tabela 1: Ciclovias de Araraquara

Ciclovía	Comprimento (km)	Ano de construção
Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Oeste Leste)	1,6	2016
Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Leste Oeste)	2,3	2016
Rua Jose Palomone Lepre	0,4	2015
Rua Armando Salles de Oliveira	0,5	2015
Avenida Alberto Toloi	1,1	2006

Fonte: Autoria própria, 2020.

Ao nível espacial ou geográfico, a (PGV's) e a distribuição das cinco Figura 1 apresenta o sistema viário, ciclovias de Araraquara. os Polos Geradores de Viagens

Figura 1. Mapa com o sistema viário, os PGV e as cinco ciclovias de Araraquara



Fonte: Autoria própria, 2020

No quadro (a) observa-se o total dos trechos cicloviários da cidade de Araraquara, o quadro (b) mostra o Trecho-T1 da Rua Jose Palomone Lepre, quadro (c) mostra o Trecho-T2 da Rua Armando Salles de Oliveira, quadro (d) mostra o Trecho-T3 Avenida Alberto Toloi e no quadro (e) mostra os Trechos T4-T5 da Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Oeste

Leste) e Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Leste Oeste).

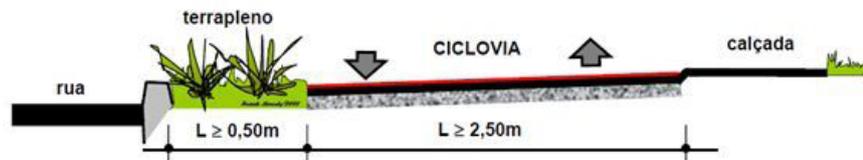
Com relação aos critérios específicos para avaliar a infraestrutura cicloviária foram escolhidos a largura, condições do pavimento, condições de sinalização e declividade. Para cada valor/cenários possíveis de cada um foram atribuídas pontuações que

no final resultaram na identificação da infraestrutura melhor avaliada.

Com relação à "Largura da Ciclovias (LC)" sua verificação baseou-se nas dimensões mínimas determinadas pela Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT, 2001), a qual recomenda

que a dimensão ideal para ciclovias bidirecionais seja de 3,00 m, sendo toleradas dimensões de no mínimo 2,50 m. Se ocorrer desnível lateral superior a 0,10 m (calçada, terrapleno, etc), é imprescindível adotar uma sobre largura de 0,50 m, como é exposto na Figura 2.

Figura 2. Exemplo de ciclovias bidirecionais



Fonte: GEIPOT (2001)

Na Tabela 2 são apresentados os cenários possíveis para o indicador LC e a pontuação referente a cada um. A necessidade de uma sobre largura acarretou uma queda na

pontuação; as ciclovias que sejam menores de 0,50 m com largura efetiva, obtiveram uma pontuação de dois.

Tabela 2: Critérios de pontuação - "Largura da Ciclovias (LC)"

Largura (m)	Desnível (m)	Sobre largura (m)	Pontuação
≥ 2,50	< 0,10	-	4
≥ 2,50	> 0,10	≥ 0,50	3
≥ 2,50	> 0,10	< 0,50	2
≤ 2,50	-	-	1

Fonte: Fernandes (2017)

Com relação às "Condições do Pavimento (CP)", o mesmo foi avaliado de acordo com a descrição

da Tabela 3 e foi atribuída uma pontuação que variou de 0 (zero) a 4 (quatro).

Tabela 3. Critérios de pontuação - "Condições do Pavimento (CP)"

Descrição	Qualidade	Pontuação
Deterioração (trincas e buracos) do pavimento a cada 5 metros	Muito ruim	0
Deterioração (trincas e buracos) do pavimento a cada 50 metros	Ruim	1
Deterioração (trincas e buracos) do pavimento a cada 100 metros	Regular	2
Deterioração (trincas e buracos) do pavimento a cada 500 metros	Bom	3

Fonte: FERNANDES (2017)

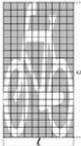
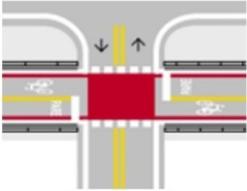
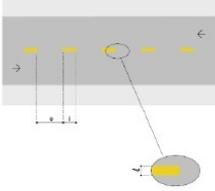
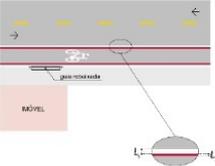
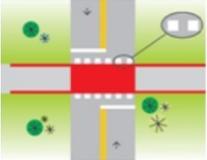
Com relação ao indicador "Condições de Sinalização (CS)" a regulamentação do tráfego para o Brasil está definida pelo Código de Trânsito Brasileiro - CTB (Brasil, 1997), que ao nível de sinalização de trânsito define que o Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN tem a prerrogativa exclusiva de definir todos os elementos, como consta no Artigo 80.

A avaliação das condições de sinalização foi baseada no que é definido pelo CONTRAN, mais especificamente nos manuais que

orientam corretamente a forma de se aplicar a sinalização a ser utilizada nas vias. Dentre estes volumes, tem-se os que tratam da "Sinalização Vertical de Regulamentação" (Brasil, 2007a), "Sinalização Horizontal" (Brasil, 2007b) e "Sinalização Vertical de Advertência" (Brasil, 2007c) e que serão utilizados nesta avaliação.

A seguir, na Tabela 4, apresentam-se listadas as sinalizações avaliadas, que são utilizadas no tráfego cicloviário para ciclovias e vias de tráfego compartilhado entre bicicletas e pedestres.

Tabela 4: Sinalizações que são utilizadas em tráfego cicloviário

Sinal	Código	Nome	Sinal	Código	Nome
	R-34	Circulação exclusiva de bicicletas		SIC	Símbolo indicativo de via, pista ou faixa de uso de ciclistas
	R-36a	Ciclistas à esquerda, pedestres à direita		LRE	Linhas de retenção
	R-36b	Pedestres à direita, ciclistas à esquerda		LFO-2	Linha simples seccionada
	A-30b	Passagem sinalizada de ciclistas		□	Marcação da ciclovia
	MCC	Marcação de cruzamento rodoviário			

Fonte: Fernandes (2017)

A pontuação atribuída ao indicador “Condições de Sinalização (CS)” foi definida de acordo com as condições expostas na Tabela 5, variando entre 0 (zero) a 4 (quatro) pontos.

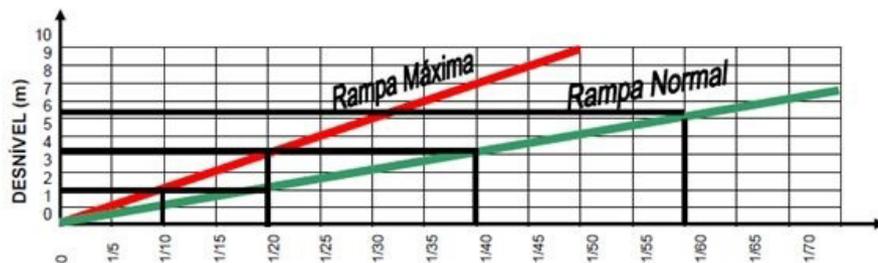
Tabela 5: Critérios de pontuação - “Condições da Sinalização (CS)”

Descrição	Qualidade	Pontuação
Ausência de sinalização ou sinalização incorreta	Muito ruim	0
75% do trecho de ciclovia com sinalização vertical e horizontal em más condições (placa enferrujada, placa apagada, sinalização apagada)	Ruim	1
50% do trecho de ciclovia com sinalização vertical e horizontal em más condições (placa enferrujada, placa apagada, sinalização apagada)	Regular	2
25% do trecho de ciclovia com sinalização vertical e horizontal em más condições (placa enferrujada, placa apagada, sinalização apagada)	Bom	3
Sinalização em ótimas condições	Muito bom	4

Fonte: Fernandes (2017)

Por fim, a “Declividade (D)” é de suma importância ao analisar os deslocamentos realizados por bicicletas, visto que este modal é um veículo que realiza seus deslocamentos devido ao esforço humano com exceção das e-bikes onde o esforço é assistido de maneira parcial ou total. Sendo assim, as viagens dos usuários de bicicleta encontram-se impactadas pelas declividades e inclinações do terreno, sobretudo naqueles usuários pouco frequentes. Em topografias com a presença de acidentes, deve-se pensar no desenho das ciclovias considerando uma relação entre desnível e declividade, além de valores de rampa normal e máxima admitida, conforme apresentado na Figura 3 e Tabela 6 (GEIPOT, 2001).

Figura 3: Rampas normais e rampas máximas admissíveis em função do desnível a ser vencido



Fonte: GEIPOT (2001)

Tabela 6: Exemplos da aplicação do gráfico de rampas

Desnível a vencer	Declividade	
	Normal	Máxima
2m	5,0%	10,0%
4m	2,5%	5,0%
6m	1,7%	3,3%

Fonte: Fernandes (2017)

A Tabela 7 apresenta as pontuações dadas às ciclovias de acordo com a declividade. Devido à sensibilidade dos ciclistas à elevadas declividades, a pontuação máxima foi igual a 4 (quatro) para declividades iguais ou menores que a normal, metade desta pontuação 2 (dois) para declividades entre a normal e máxima e, por último, 0 (zero) para declividades superiores à máxima.

Tabela 7: Critérios de pontuação – “Declividade (D)”

Declividade	Pontuação
$D \leq \text{normal}$	4
$\text{normal} < D \leq \text{máxima}$	2
$D > \text{máxima}$	0

Fonte: Fernandes (2017)

Definidos todos os valores/cenários dos indicadores considerados, os mesmos foram inseridos em um aplicativo móvel, através de uma planilha, o qual coletou todas as informações necessárias. Para tanto, foi utilizado o aplicativo *ArcGIS Quick Capture* o qual foi instalado em um celular acoplado à bicicleta utilizada para percorrer todos os trechos apresentados da rede cicloviária existente em Araraquara.

A Figura 4 mostra o formulário desenhado para este aplicativo com cada um dos valores e pontuações estabelecidos. São apresentadas as telas do aplicativo para os indicadores “Largura da Ciclovia (LC)”, “Condições do Pavimento (CP)” e “Condições de Sinalização (CS)”.

Figura 4. Planilha ArcGIS Quick Capture – “Largura da Ciclovia (LC)”, “Condições do Pavimento (CP)” e “Condições da Sinalização (CS)”

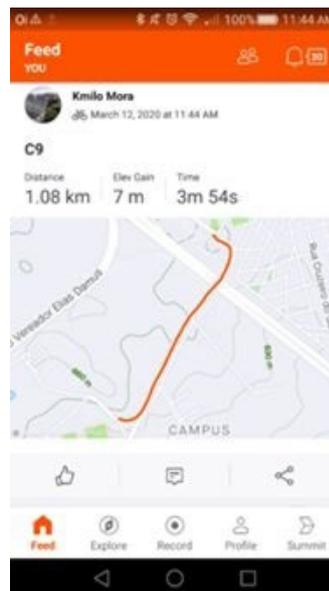


Fonte: Aatoria própria (2020)

Com relação à “Declividade (D)”, se a declividade de cada ciclovias, da os desníveis, foram obtidos por seguinte forma: uma declividade de intermédio do aplicativo *Strava*, o 1% é aquela que a uma distância de qual registra a mudança de desnível 100 metros horizontais, experimeta uma queda (para cima ou para baixo) de 1 metro Equação 1.

$$Declividade = \frac{Desnível (m)}{Cumprimento (m)}$$

Figura 5. Aplicativo Strava ciclovias Avenida Alberto Toloi sentido Campus Química à Campus Letras



Fonte: Aatoria própria (2020)

RESULTADOS

Com base nos valores/cenários dos indicadores apresentados, as seguintes pontuações para o critério de "Largura da Ciclovias (LC)" foram obtidas (Tabela 8). Ressalta-se que

existem ciclovias que têm trechos com pontuação 1 (um), porém escolheu-se as pontuações 2 (dois) e 3 (três), pois a maior extensão da ciclovias apresentou trechos com essas características.

Tabela 8: Avaliação das ciclovias para o indicador "Largura da Ciclovias (LC)"

Ciclovias	Pontuação
Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Oeste Leste)	2
Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Leste Oeste)	2
Rua Jose Palomone Lepre	3
Rua Armando Salles de Oliveira	3
Avenida Alberto Tolo	3

Fonte: Aatoria própria (2020)

A Figura 6 apresenta as condições de alguns trechos da rua Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Oeste Leste) que receberam a pontuação 2 (dois).

Figura 6: Largura da Ciclovias (LC) - Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Oeste Leste)



Fonte: Aatoria própria (2020)

Com base nos parâmetros de avaliação para as "Condições Pavimento (CP)" e os trajetos percorridos, outorgaram-

se as seguintes pontuações, como apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9. Avaliação das ciclovias para o critério "Condições do Pavimento (CP)"

Ciclovía	Pontuação
Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Oeste Leste)	2
Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Leste Oeste)	2
Rua Jose Palomone Lepre	3
Rua Armando Salles de Oliveira	3
Avenida Alberto Toloi	4

Fonte: Autoria própria (2020)

Na Figura 7 apresentam-se os das condições de manutenção do trechos que obtiveram pontuações pavimento diferentes, mostrando diversidade

Figura 7: Indicador "Condições do Pavimento (CP)"



Fonte: Autoria própria (2020)

Com relação às "Condições de Sinalização (CS)", são apresentadas as porcentagens de sinalizações corretas, incorretas e ausentes na Tabela 10, para cada um dos trechos.

Tabela 10. Avaliação das ciclovias para o indicador "Condições de Sinalização (CS)"

Ciclovía	Pontuação	Corretas %	Incorretas %	Ausentes %
Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Leste Oeste)	1	28.5	14.3	57.2
Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Oeste Leste)	0	21.4	14.3	64.3
Rua Jose Palomone Lepre	0	0	28.5	71.5
Rua Armando Salles de Oliveira	0	0	28.5	71.5
Avenida Alberto Toloi	0	0	28.5	71.5

Fonte: Autoria própria (2020)

Como observado na Tabela 10, apenas a Rua Joao Batista Oliveira, no sentido Leste Oeste apresentou pontuação não nula. Mesmo assim, ainda foi uma pontuação muito aquém do considerado ideal. Entretanto, ainda foi a via que apresentou a maior porcentagem da sinalização implantada corretamente. Na Figura 8 tem-se alguns exemplos das “Condições de Sinalização (CS)” encontradas.

Figura 8: Indicador “Condições de Sinalização (CS)”



Fonte: Autoria própria (2020)

Os resultados da “Declividade (D)” foram obtidos de acordo com a são apresentados na Tabela 11 e equação 1.

Tabela 11. Avaliação das ciclovias para o indicador “Declividade (D)”

Ciclovía	Cumprimento (m)	Desnível (m)	Declividade	Pontuação
Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Leste Oeste)	1600	42	2.62%	4
Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Oeste Leste)	2300	41	1.78%	4
Rua Jose Palomone Lepre	400	24	6.00%	2
Rua Armando Salles de Oliveira	500	23	4.67%	4
Avenida Alberto Toloi	1100	7	0.63%	4

Fonte: Autoria própria (2020)

Diferentemente da maioria dos demais indicadores, a “Declividade (D)” apresentou as maiores pontuações, possuindo valor máximo igual a 6%. Isto indica que a cidade de Araraquara não possui um relevo acidentado, o que pode contribuir para que usuários ainda não cativos do modo bicicleta possam ser atraídos para tal. A seguir, na tabela 12 se apresenta um resumo das pontuações atribuído a cada indicador.

Tabela 12. Resumo da pontuação atribuída a cada indicador

Indicador	Trecho Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Leste Oeste)	Trecho Rua Joao Batista Oliveira (Sentido Oeste Leste)	Trecho Rua Jose Palomone Lepre	Trecho Rua Armando Salles de Oliveira	Trecho Avenida Alberto Tolo
Largura da ciclovia (LC)	2	2	3	3	3
Condições do pavimento (CP)	2	2	3	3	4
Condições da sinalização (CS)	1	0	0	0	0
Declividade (D)	4	4	2	4	4

Fonte: Autoria própria (2020)

De uma forma geral, o trecho da rede cicloviária da Avenida Alberto Tolo foi o que apresentou a melhor pontuação perante os demais trechos. Porém, deve-se ressaltar que tal pontuação não é muito superior aos demais trechos, o que demonstra a necessidade urgente e permanente da melhoria das condições da infraestrutura cicloviária. Com exceção do indicador “Declividade (D)” praticamente todos os demais obtiveram pontuação muito abaixo do considerado ideal.

5. CONCLUSÕES

A implementação da infraestrutura cicloviária, deve estar condicionada às análises e diagnósticos constantes, para realizar as obras de manutenção adequadas para que as viagens dos usuários sejam realizadas de forma segura e confortável.

A maior parte da infraestrutura cicloviária de Araraquara encontra-se em bom estado e permite realizar viagens de forma confortável. Porém, para uma análise mais abrangente é necessário analisar dados como nível de serviço e temas de conectividade, onde os aplicativos móveis também podem facilitar a coleta de dados.

Os péssimos resultados obtidos no indicador “Condições da Sinalização (CS)” reforçam a necessidade urgente de um plano de manutenção e revitalização deste indicador. Esta má pontuação pode levar à ocorrência de acidentes de trânsito envolvendo ciclistas, podendo levá-los ao óbito visto a fragilidade do ciclista perante o tráfego em geral.

Tais medidas podem não somente melhorar as condições da infraestrutura cicloviária existente na cidade de Araraquara, como também aumentar a segurança viária, permitindo um maior uso deste modo de transporte e contribuindo para que a cidade seja mais humana e resiliente.

A existência de declividades não elevadas (iguais e menores que 6%) como apresentado no indicador “Declividade (D)” pode ser um atrativo para que demais usuários não cativos passem a utilizar a rede. Por outro lado, é fundamental que os demais indicadores atinjam valores elevados, contribuindo para o maior uso da rede.

Por fim, o uso de aplicativos na coleta de dados facilita o trabalho de coleta de dados e de diagnóstico

da infraestrutura cicloviária, pois favorecem maior agilidade ao processo. Além disso, profissionais que não pertencem às áreas da ciência da computação podem desenvolver estas ferramentas de uma forma mais simples.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à OEA (Organização dos Estados Americanos) e à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de estudos concedida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. Departamento Nacional de Trânsito. Sinalização Vertical de Regulamentação. 2. ed. Brasília, 2007a. Manual de Sinalização Brasileiro de Sinalização. v.1. 220 p.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. Departamento Nacional de Trânsito. Sinalização Horizontal. 1 ed. Brasília, 2007b. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. v.4. 128 p.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. Departamento Nacional de Trânsito. Sinalização Vertical de Advertência. 2. ed. Brasília, 2007c. Manual Brasileiro de Sinalização. v.2. 218 p.

BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. 1997. Brasília.

FOLHA DE SÃO PAULO. Araraquara (SP) inaugura neste domingo (1) sua primeira ciclofaixa. 2014. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/ribeiraopreto/2014/06/1463313-araraquara-sp-inaugura-neste-domingo-1-sua-primeira-ciclofaixa.shtml>. Acesso em 14 de set. de 2020.

FERNANDES, C. Avaliação Do Nível De Serviço Para Bicicletas De Dois Trechos De Ciclovia Da Cidade De Sorocaba-SP. 2011. 61p. Trabalho de Conclusão de Curso (Formatura) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

GEIPOT. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Manual de planejamento cicloviário**. Brasília: Ministério dos Transportes, 2001.

JESTICO, B. *et al.* Mapping ridership using crowdsourced cycling data. *Journal of transport geography*, 52, p 90-97, 2016.

MACIEL, G. *et al.* Una revisión de la literatura sobre crowdsourcing. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2(1), p 24-30, 2017.

SARMIENTO PRIETO, D.M. e POVEDA VARGAS, P.A. Ciclomap, una Aplicación Móvil para el Fácil Recorrido en Bicicleta en la Ciudad de Bogotá DC. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização), Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, 2017.

Avaliação da Resiliência Hídrica Urbana em Planos de Drenagem de 11 Municípios do Estado de São Paulo

Evaluation of Urban Water Resilience in Drainage Plans in 11 Municipalities in the State of São Paulo

Evaluación de la Resiliencia Hídrica Urbana en planes de Drenaje en 11 Municipios del Estado de São Paulo

Thais Helena Prado Correa

Doutoranda, UFSCar-PPGEU,
Brasil.

thaisthp@gmail.com

Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira

Professor Doutor, UFSCar,
Brasil.

bernardo@ufscar.br

RESUMO

À medida que as cidades continuam a crescer e a lidar com desafios como as mudanças climáticas, a resiliência urbana tornou-se um conceito cada vez mais favorecido. Quanto mais urbanizada é uma cidade maior são as pressões, especialmente sobre os recursos hídricos. Esta pesquisa teve por objetivo analisar os Planos Municipais de Drenagem Urbana (PMDUs) de 11 municípios do Estado de São Paulo, Brasil buscando avaliar se os aspectos relacionados à resiliência e às mudanças climáticas foram abordados direta ou indiretamente nos mesmos. Para isso, após uma revisão bibliográfica, sistematizaram-se os aspectos que podem ser considerados para o efeito da abordagem resiliente associada ao manejo de águas pluviais. Como resultado, identificou-se e estabeleceram-se variáveis qualitativas, quantitativas e relacionadas à gestão e participação. Através desta pesquisa, observou-se há necessidade de reformular os PMDUs para que incorpore preocupações mais claras em relação à resiliência e às mudanças climáticas. **PALAVRAS-CHAVE:** Resiliência Hídrica Urbana. Resiliência. Mudanças Climáticas. Drenagem Urbana. Planejamento Urbano.

ABSTRACT

As cities continue to grow and deal with challenges such as climate change, urban resilience has become an increasingly favored concept. The more urbanized a city is, the greater the pressure, especially on water resources. This research aims to analyze the Municipal Urban Drainage Plans (PMDUs) of 11 municipalities in the State of São Paulo, Brazil seeking to assess whether aspects related to resilience and climate change were addressed directly or indirectly in them. For this, after a bibliographic review, the aspects that can be considered for the effect of the resilient approach associated with the management of rainwater were systematized. As a result, qualitative, quantitative, and variables related to management and participation were identified and established. Through this research, there was a need to reformulate the PMDUs to incorporate clearer concerns regarding resilience and climate change.

KEYWORDS: Urban Water Resilience. Resilience. Climate changes. Urban Drainage. Urban planning.

RESUMEN

A medida que las ciudades continúan creciendo y enfrentando desafíos como el cambio climático, la resiliencia urbana se ha convertido en un concepto cada vez más favorecido. Cuanto más urbanizada está una ciudad, mayor es la presión, especialmente sobre los recursos hídricos. Esta investigación tiene como objetivo analizar los Planes Municipales de Drenaje Urbano (PMDU) de 11 municipios del Estado de São Paulo, Brasil, buscando evaluar si los aspectos relacionados con la resiliencia y el cambio climático se abordaron directa o indirectamente en ellos. Para ello, luego de una revisión bibliográfica, se sistematizaron los aspectos que se pueden considerar para el efecto del enfoque resiliente asociado a la gestión del agua de lluvia. Como resultado, se identificaron y establecieron variables cualitativas, cuantitativas y relacionadas con la gestión y la participación. A través de esta investigación, era necesario reformular las PMDU para incorporar preocupaciones más claras sobre la resiliencia y el cambio climático.

PALABRAS CLAVE: Resiliencia hídrica urbana. Resiliencia. Cambios climáticos. Drenaje Urbano. Planificación urbana.

1. INTRODUÇÃO

Traçar novos perfis para as cidades é de grande importância, particularmente com vistas ao cenário futuro de crescimento populacional nos centros urbanos (WEISS ET AL, 2017). Assim, discutir estratégias e políticas públicas que considerem essas conexões podem fortalecer o desenvolvimento de novas ferramentas usadas para analisar a dinâmica interna dos ecossistemas urbanos de modo a reavaliar o planejamento das cidades otimizando a tomada de decisão e a utilização dos recursos naturais frente aos desafios impostos pela rápida urbanização.

Na trilha das mudanças climáticas, a temática da água parece estreitar os laços com os desafios para a humanidade através de questões largamente discutidas para estabelecer inovações e regulamentações dos usos da água em escalas nacional e internacional.

A expectativa sobre o aprofundamento da crise de acesso à água em várias partes do mundo vem estimulando não apenas disputas materiais, mas sobretudo lutas simbólicas em torno dos diagnósticos da crise e das possibilidades de sua mitigação (Martins, 2013).

A Declaração Universal dos Direitos da Água de 1992 (Organização das Nações Unidas, 1992) em seu artigo nº 1 diz que "A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão é plenamente responsável aos olhos de todos". Ainda no Artigo nº 4 é enfatizado que "O equilíbrio e o futuro do nosso planeta dependem da preservação da água e seus ciclos". Todavia, este equilíbrio depende,

em particular, da preservação de todo sistema hídrico especialmente aqueles utilizados nas cidades de onde a degradação e usos geram maior impacto sobre os corpos hídricos.

O Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos alertou em 2016 que "A redução da disponibilidade de água irá intensificar ainda mais a disputa pela água por seus usuários, incluindo a agricultura, a manutenção de ecossistemas, assentamentos humanos, a indústria e a produção de energia". Isso afetará os recursos hídricos regionais, a segurança energética e alimentar, e potencialmente a segurança geopolítica, provocando migrações em várias escalas. Os potenciais impactos nas atividades econômicas e no mercado de trabalho são reais e possivelmente graves.

Ademais, a Organização das Nações Unidas-ONU (2016), alerta que países em desenvolvimento estão localizados em pontos críticos de tensões relacionadas à água, particularmente na África, na Ásia, na América Latina e no Oriente Médio". No Brasil a situação da água exige atenção uma vez que passamos recentemente por recorrentes crises hídricas na região sudeste e centroeste e vale destacar que a região nordeste, particularmente, sofre constante seca devido a múltiplas demandas.

Apesar desta situação parecer contraditória uma vez que o país possui cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta, a carência de água está cada vez mais comum e está relacionada a fatores como má gestão, falta de investimentos, poluição, distribuição

geográfica da água, entre outros.

Portanto é preciso que tanto no Brasil como em outros países o sistema de gestão dos recursos hídrico seja eficiente, com leis e normativa que auxiliem no avanço progressivo da segurança hídrica, garantindo mecanismos institucionais para usos múltiplos deste recurso e para manutenção do ciclo das águas.

Entretanto, muitas vezes tais regulamentações não são suficientes ou não atende as necessidades locais, nesse sentido é preciso uma mudança e paradigma, é preciso um novo “olhar local” integrado ao todo.

Deste modo, conceito de resiliência muito empregado na área de ecologia, psicologia e física vem ganhando cada vez mais destaque para lidar com as temáticas que envolvem cidades e as mudanças climáticas. A Organização das Nações Unidas, a Fundação e Rockefeller, assim como outras entidades, realizam estudos abrangentes de maneira a promoverem cidades mais resilientes e socialmente justas com o intuito de amenizar as tensões provocadas pelas mudanças climáticas.

Nessa perspectiva, a resiliência hídrica urbana surge como a capacidade que uma cidade tem de resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se da exposição às ameaças, produzindo efeitos de maneira oportuna e eficiente, o que inclui a preservação e restauração de suas estruturas e funções básicas, portanto é uma ferramenta para pensarmos as novas configurações das cidades permitindo que o meio urbano abranja todos os processos que sustentam os recursos naturais, sociais e financeiros.

Porém, o conceito de resiliência hídrica ainda é um termo pouco estudado, abordado e aplicado nas pesquisas relacionadas a gestão dos recursos hídrico do qual pode se tornar uma ferramenta essencial para a amparar estratégias políticas e amparar a gestão adequada dos recursos hídricos.

Portanto, aprofundar os estudos relacionados a esta temática podem auxiliar as cidades manterem-se seguras hidricamente e também auxiliar para que investimentos se transformem em oportunidades e em soluções aos desafios que emergem no processo de abastecimento da água (ONU, 2014a).

OBJETIVOS

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar como o conceito de resiliência foi abordado nos Planos de Drenagem Urbanos (PMDUs) de 11 municípios do Estado de São Paulo, Brasil buscando identificar a presença direta ou indireta de princípios e diretrizes relacionados ao conceito de Resiliência Hídrica.

2. METODOLOGIA

Para atingir o objetivo pretendido, a partir de um levantamento bibliográfico, foram sistematizados os aspectos que devem ser considerados para efeito de uma abordagem da resiliência com foco na segurança dos recursos hídricos para cidades de pequeno e médio porte. Com base no levantamento foram estabelecidas as seguintes variáveis: 1) abastecimento de água com qualidade e quantidade; 2) controle da poluição dos corpos hídricos; 3) prevenção e mitigação de impactos associadas à água; 4) manejo eficiente das águas

pluviais, em termos estruturais e não estruturais; 5) transparência no fornecimento de informações à sociedade e, 6) participação social.

O próximo passo da pesquisa foi identificar cidades brasileiras que que fazem parte do programa das Nações Unidas Construindo Cidades Resilientes (2012) e que possuem Planos de Drenagem Urbana

(PMDUs) aprovados e disponíveis para consulta online.

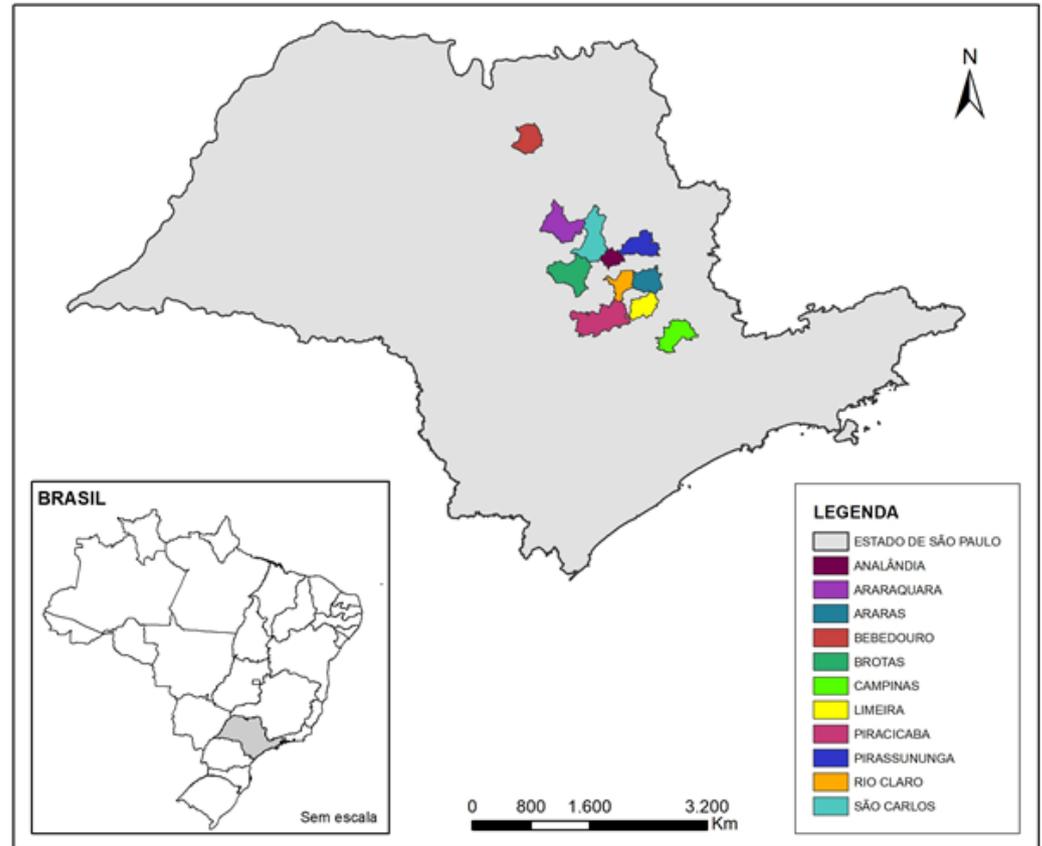
No Quadro 1 são apresentados os 11 municípios selecionados e estudados, com suas respectivas populações e as leis de aprovação dos PMDU. Em seguida, na Figura 2 são indicadas as localizações de cada cidade através de um mapa.

Quadro 1: Cidades selecionadas

Cidades	População (IBGE, 2010)	Leis de aprovação do PMDU
Analândia	4.293	Lei nº 1794 Data: 31/12/2013
Araraquara	208.662	Lei Complementar nº 850 Data:11/02/2014
Araras	118.843	Lei Complementar nº 4265 Data:06/10/2006
Bebedouro	75.035	Lei Complementar nº 04 Data:04/2017
Brotas	21.580	Lei Complementar nº 0012 Data:22/11/2006
Limeira	276.022	Lei Complementar nº442 Data:12/01/2009
Piracicaba	364.571	Lei Complementar nº 186 Data:10/10/2006
Pirassununga	70.081	Lei Municipal nº 4.594/2014 Data:22/04/2014
Rio Claro	186.253	Lei Complementar nº 0128 Data:07/12/2017
São Carlos	221.950	Lei nº 17.005 Data: 20/12/2013

Fonte: AUTORES, 2020

Figura1: Localização das cidades selecionadas



Fonte: AUTORES, 2020

3. RESULTADOS

Definições das variáveis de análise

Os textos dos Planos diretores das cidades foram analisados de acordo com as diretrizes do programa mencionado e também tendo como referência as variáveis anteriormente propostas de modo a se identificar a presença ou ausência dos aspectos de resiliência tanto uma abordagem direta (aspectos que podem estar incluídos explicitamente nos Planos tendo como motivação a busca da resiliência), quanto uma abordagem indireta (aspectos que, mesmo sem referência direta à resiliência ou às mudanças climáticas, atendem às variáveis associadas às mesmas).

A literatura com base na resiliência, enfatizando os recursos hídricos, apresenta alguns temas relevantes para uma abordagem voltada à garantia da segurança hídrica, que podem ser agrupados conforme se segue (BRASIL, 1997; BARBI & JACOB, 2007; FARHAD, 2012; CORRÊA & TEIXEIRA, 2018): 1) Abastecimento de água com qualidade e quantidade; 2) Controle da poluição dos corpos hídricos; 3) Prevenção e mitigação de impactos associadas à

água; 4) Manejo eficiente das águas pluviais, em termos estruturais e não estruturais; 4) Transparência no fornecimento de informações à sociedade e, Participação social.

Como resultado, foram adotadas variáveis que passaram a ser consideradas para a avaliação pretendida, principalmente

as estabelecidas por Corrêa & Teixeira (2018), considerando especificamente a questão da drenagem urbana das águas pluviais. Conforme demonstrado no quadro 2, as variáveis apresentadas a seguir, foram inseridas em três grupos: quantidade de água, qualidade de água, gestão e participação.

Quadro 2: Variáveis adotadas para o estudo

Variáveis	
Com relação à quantidade de água	Demandas e usos da água
	Disponibilidade de água
	Escoamento superficial da água
	Escoamento subterrâneo
	Infiltração da água
	Regime do curso da água e Balanço Hídrico
Com relação à qualidade da água	Lançamento de resíduos sólidos diretamente nos corpos hídricos e arraste de resíduos sólidos pelas águas pluviais
	Poluição das águas pluviais por mistura com esgotos sanitários (ligações cruzadas) e Poluição das águas pluviais em decorrência da lavagem das superfícies do meio urbano
Com relação à variáveis referentes à gestão e à participação no manejo das águas pluviais	Leis municipais para gestão das águas pluviais
	Participação social e Projetos sociais

Fonte: AUTORES, 2020

4. Análise e Avaliação dos Planos de Drenagem Urbana

Os textos dos Planos das cidades foram analisados, de acordo com as variáveis propostas de modo a se identificar a presença ou ausência dos aspectos dos aspectos de resiliência e das mudanças climáticas. Esta análise considerou tanto uma abordagem direta (aspectos que foram incluídos explicitamente nos PMDUs tendo como motivação a busca da resiliência

ou a preocupação com as mudanças climáticas), quanto uma abordagem indireta (aspectos que, mesmo sem referência direta à resiliência ou às mudanças climáticas, atendem às variáveis associadas às mesmas).

Apresentam-se no Quadro 3, de forma resumida, as variáveis que podem ser associadas à resiliência e que foram identificadas nos PMDUs.

Quadro 3: Variáveis que podem ser associadas à resiliência e que foram identificadas nos PMDUs.

Variáveis		Cidades					
		Araraquara	Analândia	Araras	Bebedouro	Brotas	Campinas
Com relação à quantidade de água	Demandas e usos da água						
	Disponibilidade de água						
	Escoamento superficial da água						
	Escoamento subterrâneo						
	Infiltração da água						
	Regime do curso da água e Balanço Hídrico						
Com relação à qualidade da água	Lançamento de resíduos sólidos diretamente nos corpos hídricos e arraste de resíduos sólidos pelas águas pluviais						
	Poluição das águas pluviais por mistura com esgotos sanitários (ligações cruzadas) e Poluição das águas pluviais em decorrência da lavagem das superfícies do meio urbano						
Com relação a variáveis referentes à gestão a participação no manejo das águas pluviais	Leis municipais para gestão das águas pluviais						
	Participação social e Projetos sociais						

Fonte: Autores (2020)

Legenda: Aborda Diretamente  Aborda Indiretamente  Não Aborda 

Continuação do quadro 3

		Cidades				
Variáveis		Limeira	Piracicaba	Pirassununga	Rio Claro	São Carlos
Com relação à quantidade de água	Demandas e usos da água	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente
	Disponibilidade de água	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Não Aborda
	Escoamento superficial da água	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Não Aborda
	Escoamento subterrâneo	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Não Aborda
	Infiltração da água	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Não Aborda
	Regime do curso da água e Balanço Hídrico	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente
Com relação à qualidade da água	Lançamento de resíduos sólidos diretamente nos corpos hídricos e arraste de resíduos sólidos pelas águas pluviais	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente
	Poluição das águas pluviais por mistura com esgotos sanitários (ligações cruzadas) e Poluição das águas pluviais em decorrência da lavagem das superfícies do meio urbano	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente
Com relação à variáveis referentes à gestão a participação no manejo das águas pluviais	Leis municipais para gestão das águas pluviais	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente
	Participação social e Projetos sociais	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente	Aborda Indiretamente

Fonte: Autores (2020)

Legenda: Aborda Diretamente  Aborda Indiretamente  Não Aborda 

Após a sistematização e análise dos PMDUs das 11 cidades verificou-se que as cidades de Araraquara, Analândia, Bebedouro e Pirassununga possuem seus Planos de Drenagem Urbana integrados aos Planos de

Saneamento e não fazem nenhuma referência variáveis elencadas neste artigo. Tratando apenas de medidas estruturais e não estruturais de micro ou macrodrenagem de águas pluviais principalmente relacionados

às questões de inundação.

O PMDU da cidade de Araras-SP está inserido no Plano Diretor Municipal e de acordo com a lei complementar, o plano de drenagem urbana que ainda não foi executado, porém dentro de suas diretrizes ele aborda apenas alguns aspectos quantitativos como demanda e disponibilidade de água. Em nenhum momento o texto apresentou várias qualitativas ou de gestão e participação social.

No caso de Brotas o artigo do PMDU relata a necessidade da realização de projetos de infraestrutura como dispositivos de retenção de água pluvial, foram identificadas três variáveis qualitativas no plano de drenagem como a preocupação da cidade com carreamento de areia para um corpo d'água, transporte e retenção de água e a proibição das ligações de águas pluviais no sistema de rede de esgotos.

Porém, em nenhum momento notou-se a presença das variáveis quantitativas e da gestão e participação social. Já no caso de Piracicaba, as variáveis qualitativas abordadas referem-se ao escoamento das águas pluviais para reabastecer os aquíferos que propiciem segurança e conforto aos seus habitantes e questões de infraestrutura para um sistema de drenagem de águas pluviais eficientes.

As cidades de Rio Claro e Limeira possuem seus PMDU em de Plano Diretor de Desenvolvimento e na Política Municipal de Recursos Hídricos respectivamente, onde são tratadas as demandas de infraestruturas com a preocupação com a micro e macrodrenagem da água pluvial, uma vez que as cidades possuem sérios problemas de inundação.

Porém, as duas cidades mencionam as variáveis de aspectos qualitativos e quantitativos.

Na cidade de Piracicaba, as variáveis quantitativas abordadas diretamente referem-se ao escoamento das águas superficiais e subterrâneas, sendo que seu PMDU menciona que tais escoamentos são importantes para reabastecer os aquíferos, propiciando segurança e conforto aos seus habitantes e o desenvolvimento de uma infraestrutura eficiente para um sistema de drenagem de águas pluviais. As duas variáveis relacionadas à qualidade de água também

No caso de Rio Claro, é citada a necessidade e a importância da variável qualitativa, relacionada ao lançamento de resíduos sólidos diretamente nos corpos hídricos e três variáveis quantitativas relacionadas à demanda, escoamento e drenagem de águas pluviais. Já na cidade de Limeira, dentre os aspectos qualitativos, identificou-se a preocupação com a mistura das águas pluviais com os esgotos sanitários (ligações cruzadas), o lançamento de resíduos sólidos diretamente nos corpos hídricos e a poluição em decorrência da lavagem das superfícies do meio urbano. Com relação às variáveis quantitativas, são mencionadas as questões relacionadas à infiltração e ao escoamento superficial de água pluvial para o reabastecimento do lençol freático, a redução dos impactos decorrentes da drenagem superficial e instalações de infraestrutura urbana, tais como equipamentos dos sistemas de abastecimento de água, coletas e tratamento de esgoto que se referem tanto a demanda como a disponibilidade de água. Porém em nenhum dos PMDU houve uma

abordagem referente à gestão e participação social.

Assim como as demais cidades, São Carlos possui sérios problemas de drenagem e enchentes. Todavia é a única que possui um PMDU que não está integrado a outro Plano. Analisando o texto, constatou-se que a cidade tem uma preocupação com as medidas estruturais e não estruturais, todavia, todas as variáveis mencionadas estão sendo abordadas de forma direta ou indireta, inclusive quando se trata da gestão e participação social. Na questão da participação social o texto ressalta a importância da capacitação da população por meio da educação ambiental, para que compreendam a importância do funcionamento do Sistema de Drenagem Urbana. Referente à gestão existem leis municipais e uma Secretaria de Obras Públicas, responsável pela gestão dos recursos hídricos no que se refere à drenagem urbana.

5. CONCLUSÃO

Garantir a segurança da água é um fator determinante do crescimento de uma cidade, deste modo, em médio prazo, a aplicação do conceito de resiliência hídrica urbana pode auxiliar no desenvolvimento e ou aprimoramento das estratégias urbanas, uma vez que tal conceito está rapidamente ganhando terreno nos círculos da ciência e da política tornando-se uma referência na discussão sobre desenvolvimento mais sustentável.

A partir da pesquisa realizada constatou-se que dos 5.507 municípios brasileiros apenas 256 possuem um plano municipal de drenagem Urbana e quando nos referimos ao Estado de São Paulo dos

645 municípios somente 29 possuem um plano municipal de drenagem Urbana (IBGE, 2000).

Apesar das cidades estudadas aderirem à Campanha os PMDUs em nenhum dos casos foi mencionado explicitamente a resiliência ou as mudanças climáticas, mesmo abordando de forma direta princípios e diretrizes relacionados ao referido conceito. Quase todas as cidades inseriram o PMDU em outro Plano Municipal, com resultados menos complexos e eficientes sendo que a maioria destes planos aborda apenas as normas técnicas de construção, sem considerar as implicações na infraestrutura de drenagem e os impactos ambientais.

Das 11 cidades analisadas apenas uma, São Carlos, possui um PMDU mais completo e atendeu de forma direta ou indireta as variáveis propostas na avaliação. Todas as cidades estudadas apresentam sérios problemas com relação às inundações, que podem ser agravadas pelas mudanças climáticas, contudo, este aspecto não foi considerado na elaboração de grande parte dos PMDUs.

De um modo geral, conforme demonstrado no Quadro 3, a maioria das variáveis selecionadas não são abordadas nos PMDUs, das variáveis abordadas diretamente as mais citadas são: a) qualidade da água referente à poluição das águas pluviais por mistura com esgotos sanitários (ligações cruzadas) e poluição das águas pluviais em decorrência da lavagem das superfícies do meio urbano; b) lançamento de resíduos sólidos diretamente nos corpos hídricos e arraste de resíduos sólidos pelas águas pluviais e escoamento superficial da água; c) demandas

e usos da água e, d) escoamento superficial da água. A variável mais citada de forma indireta é a variável escoamento subterrâneo e dentre todas as variáveis que não foram citadas vale destacar que a variável leis municipais para gestão das águas pluviais foi a que menos apareceu nos textos analisados.

Deste modo, fica evidente que há um desafio emergente de projetar resiliência hídrica para reduzir os impactos da mudança climática, para garantir o abastecimento de água seguro e proteger os ambientes através de agendas que repensem e redesenhem os padrões de políticas urbanas, para que as cidades sejam capazes de resistir a choques e tensões naturais ou não naturais.

Nesse sentido, pode ser necessário adaptar ou reformular os PMDUs para que a gestão dos recursos hídricos apresente uma visão integrada e holística dos processos urbanos e os conceitos de resiliência hídrica urbana e mudanças climáticas possam ser objetivamente sistematizados e aplicados.

Para isso, é proposto discutir novos perfis para as cidades, com estratégias e políticas públicas que considerem conexões e fortaleçam o desenvolvimento de novas ferramentas usadas para analisar a dinâmica interna dos ecossistemas urbanos e assim, reavaliar o planejamento das cidades, otimizando a tomada de decisão e a utilização dos recursos naturais frente aos desafios impostos pela rápida urbanização.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de

Nível Superior-CAPES (Código de Financiamento 001) pelo apoio ao presente trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Lei Nº. 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art, v. 21, 2002.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 20 maio.2018.

CORRÊA, Thais P.; TEIXEIRA, Bernardo, A N. Avaliação da Presença de Aspectos de Resiliência E Mudanças Climáticas em Planos de Drenagem Urbana: Estudo em 10 Municípios Da Região Central do Estado De São Paulo, Brasil. **3º Congresso Interamericano de Cambio Climático - Resiliencia frente el Cambio Climático em Latinoamérica.** (AIDIS), Buenos Aires. 2018. Disponível em: http://www.aidis.org.br/PDF_mem/3CICC/1.3-Prado%20-Brasil-1.doc.pdf. Acesso: 20 mar. de 2019.

ESCRITÓRIO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES. **Como Construir Cidades Mais Resilientes** - Um Guia para Gestores Públicos Locais. Tradução de: How to Make Cities More Resilient - A Handbook for Mayors and Local Government Leaders. Genebra, Suíça: Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres - UN/ISDR. 2012.

FARHAD, Sherman. Los Sistemas Socio-Ecológicos. Una Aproximación Conceptual y metodológica. Departamento de Economía,

Métodos quantitativos e historia económica Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España. **XIII Jornadas de Economía Crítica**. Sevilla.p 265-280, 2012. Disponível em: <http://webs.ucm.es/info/ec/jec13/Ponencias/economia%20ecologica%20y%20medio%20ambiente/LOS%20SISTEMAS%20SOCIO-ECOLOGICOS.pdf>. Acesso: 30 jan 2018.

IBGE. **Censo Demográfico**. Governo Federal. Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2000. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2227#resultado>. Acesso: 12 set. 2020.

JACOBI, Pedro R.; BARBI, Fabiana. Governança dos recursos hídricos e participação da sociedade civil. **Anais do II Seminário Nacional Movimentos Sociais, Participação e Democracia**, v. 25, p. 518-533, 2007.

MARTINS, Rodrigo Constante. A construção social da economia política da água. **Sociologia, problemas e práticas**, n. 73, p. 111-130, 2013. Disponível em: <http://journals.openedition.org/spp/1335>. Aceso: 06 ago.2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Relatório de Desenvolvimento Humano. Declaração Universal Dos

Direitos Da Água, 1992. **Biblioteca virtual de Direitos Humanos da USP**. Disponível em:< www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua>. Visitado em, v. 7, n. 04, 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. ONU. **Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III)**, 2014a. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/terceira-conferencia-da-onu-sobre-moradia-habitat-iii-sera-realizada-em-quito-no-equador/>. Acesso em: 22 ago. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**. 2016. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244040por.pdf>. Acesso: 16 jun. 2020.

WEISS, Marcos Cesar; BERNARDES, Roberto Carlos; CONSONI, Flavia Luciane. Cidades inteligentes: casos e perspectivas para as cidades brasileiras. **Revista Tecnológica da Fatec Americana**, v. 5, n. 1, p. 01-13, 2017.

Avaliação das condições de saneamento básico em áreas de interesse social do município de Ouro Preto

Evaluation of basic sanitation conditions in area of social interest in the municipality of Ouro Preto

Evaluación de condiciones básicas de saneamiento en áreas de interés social del municipio de Ouro Preto

Ranan Vitor Oliveira de Sá

Graduando em Engenharia Ambiental, Escola de Minas, UFOP
ranan.sa@aluno.ufop.edu.br

Paulo de Castro Vieira

Professor Doutor, Departamento de Engenharia Urbana, Escola de Minas, UFOP
paulovieira@ufop.edu.br

RESUMO

O estudo em questão objetivou avaliar as condições do saneamento básico em áreas de interesse social no município de Ouro Preto, a partir da investigação de dados dos serviços, da infraestrutura e da percepção dos moradores das áreas de estudo. As áreas de interesse social levantadas neste estudo foram aquelas localizadas no bairro Padre Faria. As informações sobre as condições dos serviços e da infraestrutura do saneamento foram levantadas com os órgãos gestores através da aplicação de uma planilha eletrônica baseada em informações para a reprodução de indicadores. De forma complementar, a infraestrutura existente foi vistoriada em campo para o levantamento de suas condições físicas e operacionais. Para levantar as informações de percepção da população quanto as condições de saneamento básico foi aplicado questionário específico em uma parcela representativa da comunidade. Os levantamentos em campo com as comunidades residentes foram estimulados a serem realizados com a participação de entidades sociais que atuam nestas localidades. Mediante os dados levantados foi possível realizar uma comparação entre os indicadores em áreas de interesse social e o restante do município, além de se fazer comparações as metas do Plano Nacional de Saneamento e aos indicadores de cidades do entorno. Dos resultados levantados foram observados nas áreas de interesses social estudadas indicadores com baixos índices de atendimentos levando a condições insatisfatórios de saneamento básico, resultando em uma maior vulnerabilidade social e ambiental. Destaca-se a partir das informações de percepção das pessoas residentes nestas áreas que as ações de saneamento básico do município necessitam de inclusão e um maior envolvimento da sociedade. Acredita-se que este estudo possa contribuir com as ações de políticas públicas urbanísticas em destaque ao saneamento básico, visto que apresenta informações específicas de localidades especiais do município. Neste sentido recomenda-se a continuidade de estudos das condições de saneamento básico em outras localidades do município com áreas de interesse social.

PALAVRAS CHAVES: Percepção Sanitária, Áreas de Interesse Social, Saneamento Básico, Indicadores de Saneamento.

ABSTRACT

The study in question aimed to evaluate the conditions of basic sanitation in areas of social interest in the municipality of Ouro Preto, from the investigation of data from the services, infrastructure and the perception of residents of the study areas. The areas of social interest raised in this study were those located in the Padre Faria neighborhood. Information on the conditions of services and sanitation infrastructure was collected with the management bodies through the application of an information-based spreadsheet for the reproduction of indicators. In addition, the existing infrastructure was inspected in the field to survey its physical and operational conditions. To collect the information of the population's perception regarding the conditions of basic sanitation, a specific questionnaire was applied in a representative portion of the community. Field surveys with resident communities were encouraged to be carried out with the participation of social entities working in these locations. Through the data collected it was possible to make a comparison between the indicators in areas of social interest and the rest of the municipality, in addition to making comparisons the goals of the National Sanitation Plan and the indicators of surrounding cities. From the results surveyed, indicators with low rates of care were observed in the areas of social interests studied, leading to unsatisfactory conditions of basic sanitation, resulting in greater social and environmental vulnerability. It is

highlighted from the information of perception of people living in these areas that the basic sanitation actions of the municipality require inclusion and greater involvement of society. It is believed that this study can contribute to the actions of urban public policies highlighted to basic sanitation, since it presents specific information of special locations of the municipality. In this sense, it is recommended to continue studies of basic sanitation conditions in other localities of the municipality with areas of social interest.

KEY WORDS: *Sanitary Perception, Areas of Social Interest, Basic Sanitation, Sanitation Indicators.*

RESUMEN

El estudio en cuestión tuvo como objetivo evaluar las condiciones de saneamiento básico en áreas de interés social en el municipio de Ouro Preto, a partir de la investigación de datos de los servicios, infraestructura y la percepción de los residentes de las áreas de estudio. Las áreas de interés social planteadas en este estudio fueron las ubicadas en el barrio Padre Faria. Se recopiló información sobre las condiciones de los servicios y la infraestructura de saneamiento con los organismos de gestión mediante la aplicación de una hoja de cálculo basada en la información para la reproducción de indicadores. Además, la infraestructura existente fue inspeccionada sobre el terreno para examinar sus condiciones físicas y operativas. Para recopilar la información de la percepción de la población con respecto a las condiciones de saneamiento básico, se aplicó un cuestionario específico en una parte representativa de la comunidad. Se alentó a realizar encuestas sobre el terreno con las comunidades residentes con la participación de entidades sociales que trabajan en estos lugares. A través de los datos recogidos fue posible hacer una comparación entre los indicadores en áreas de interés social y el resto del municipio, además de hacer comparaciones los objetivos del Plan Nacional de Saneamiento y los indicadores de las ciudades circundantes. A partir de los resultados encuestados, se observaron indicadores con bajas tasas de atención en las áreas de interés social estudiadas, lo que llevó a condiciones insatisfactorias de saneamiento básico, lo que resultó en una mayor vulnerabilidad social y ambiental. Se destaca a partir de la información de percepción de las personas que viven en estas áreas que las acciones básicas de saneamiento del municipio requieren inclusión y mayor implicación de la sociedad. Se cree que este estudio puede contribuir a las acciones de políticas públicas urbanas destacadas al saneamiento básico, ya que presenta información específica de lugares especiales del municipio. En este sentido, se recomienda continuar los estudios de las condiciones básicas de saneamiento en otras localidades del municipio con zonas de interés social.

PALABRAS CLAVES: *Percepción Sanitaria, Áreas de Interés Social, Saneamiento Básico, Indicadores de Saneamiento.*

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Constituição Federal de 1988 todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, cabendo ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

A melhoria da gestão é condição necessária para alcançar a universalização do acesso e a melhoria dos serviços prestados à população, caminho pelo qual o saneamento pode contribuir para reduzir as desigualdades sociais

e regionais que tanto desafiam o nosso país. No nível dos municípios, a contribuição passa pela criação e consolidação dos instrumentos estruturantes do planejamento, sendo este uma função indelegável do titular. A Lei Nº 11.445/2007, que dispõe sobre as diretrizes nacionais e a política federal para o setor, estabelece que cabe ao titular dos serviços formular a política pública de saneamento básico, devendo para isto elaborar o Plano, entre outras atribuições (MINISTÉRIO DAS CIDADE, 2017).

Segundo tal legislação, saneamento básico define-se como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações

operacionais de: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

Em consonância com a Lei Orgânica Municipal e o Plano Diretor de Ouro Preto foi elaborada a Lei Complementar Nº93/2011, que estabelece as normas e as condições para o parcelamento, a ocupação e o uso do solo no Município. Desse modo, ficaram estabelecidas as Zonas de Especial Interesse Social ou ZEIS, correspondendo às áreas nas quais há interesse público em promover a recuperação urbanística e regularização fundiária de assentamentos urbanos precários, implantar empreendimentos habitacionais de interesse social e promover a requalificação ambiental (OURO PRETO, 2011).

Ainda segundo a Lei Complementar Nº93/2011, as ZEIS subdividem-se em duas categorias, sendo elas as ZEIS I e ZEIS II. As ZEIS I correspondem a áreas ocupadas por habitações em condições precárias ou com predominância de loteamentos precários ou irregulares. Já as ZEIS II correspondem a áreas com predominância de glebas ou terrenos não edificados ou subutilizados situados em áreas dotadas de infraestrutura, serviços urbanos e oferta de empregos, ou que estejam recebendo investimentos desta natureza. Mediante tais definições, pode-se encaixar as áreas de estudos no bairro Padre Faria, município de Ouro Preto, nas características de Zonas de Especial Interesse Social estabelecidas na legislação municipal.

Dentre os parâmetros utilizados para a determinação de ZEIS no ambiente urbano, destaca-se a necessidade de avaliação e determinação de áreas que exigem obras de complementação da infraestrutura básica e intervenções para eliminar áreas de risco geológico/geotécnico. Por meio desse critério torna-se necessário a avaliação e diagnóstico das condições de saneamento básico da área.

Como já proposto pelo zoneamento urbano espera-se que o desempenho de questões de infraestruturas, de saúde pública e salubridade ambiental estejam desproporcionais em comparação ao bairro pertencente e ao município. Tal disparidade poderá ser comprovada ao comparar-se os dados obtidos durante a execução do estudo nas áreas de interesse com os resultados levantados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e Serviço Municipal de Água e Esgoto de Ouro Preto (SEMAE-OP), além de se fazer uma análise qualitativa seguindo nota técnica divulgada pela Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE-MG).

Mediante as temáticas este estudo objetivou avaliar as condições de saneamento básico em áreas de interesse social do município de Ouro Preto a partir da investigação de dados dos serviços, da infraestrutura e da percepção dos moradores das áreas de estudo. Para o desenvolvimento da pesquisa foram levantados dados primários e secundários dos quatro pilares do saneamento básico, sendo eles: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem pluvial e manejo de resíduos sólidos. As informações sobre as condições

dos serviços e da infraestrutura do saneamento das áreas de estudo foram levantadas com o SEMAE-OP através da aplicação de uma planilha baseada em informações para a reprodução de indicadores. De forma complementar, a infraestrutura existente foi vistoriada em campo para o levantamento de suas condições físicas e operacionais. Para levantamento das informações de percepção da comunidade quanto as condições de saneamento, foi aplicado um questionário individual em uma parcela representativa da comunidade que representasse um grau de confiança de 95%. Os levantamentos em campo com a população residentes foram estimulados a serem realizados com a participação de entidades sociais e líderes comunitários que atuam nas localidades.

Dentre os resultados esperados do estudo destaca-se que por meio dele possa haver uma contribuição com o planejamento público e gestão de serviços básicos de saneamento em áreas subnormais urbanas. Visto que, o Plano Municipal de Saneamento Básico de Ouro Preto, elaborado em 2013 para ser instrumento de orientação da política pública de saneamento ambiental do município, apresenta várias ações, das quais podemos citar a implantação do Programa de Educação Ambiental e do Monitoramento dos Indicadores de Acompanhamento das ações de cada pilar do saneamento, não implantados efetivamente. Por necessitarem fundamentalmente de uma metodologia apropriada para investigar e avaliar as condições locais de saneamento, para então realizar o processo educacional e o monitoramento do desenvolvimento do plano.

OBJETIVOS

Teve-se com objetivo geral avaliar as condições do saneamento básico em áreas de interesse social do município de Ouro Preto. Os objetivos específicos eram avaliar os indicadores de desempenho dos serviços de saneamento básico das áreas de estudo; avaliar as condições físicas e operacionais dos componentes da infraestrutura de saneamento instalada nas áreas de estudo e avaliar a percepção da população que reside nas áreas de estudo quanto as condições do saneamento básico.

2. METODOLOGIA

Anteriormente ao levantamento de campo, que se constitui na primeira etapa do estudo, foi feito contato a um morador do bairro Padre Faria para servir de intermédio nas conversas com os líderes comunitários da localidade e para ajudar no reconhecimento da área. Através de conversas informais, em conjunto com tal morador, foi levantado dados sobre a história da localidade e sua inserção dentro do município. Além disso, os pesquisadores foram apresentados a comunidade, juntamente com os objetivos gerais e específicos da pesquisa. Finalizada esta etapa, se deu início ao levantamento de dados sobre as condições de saneamento na localidade.

Áreas de estudo

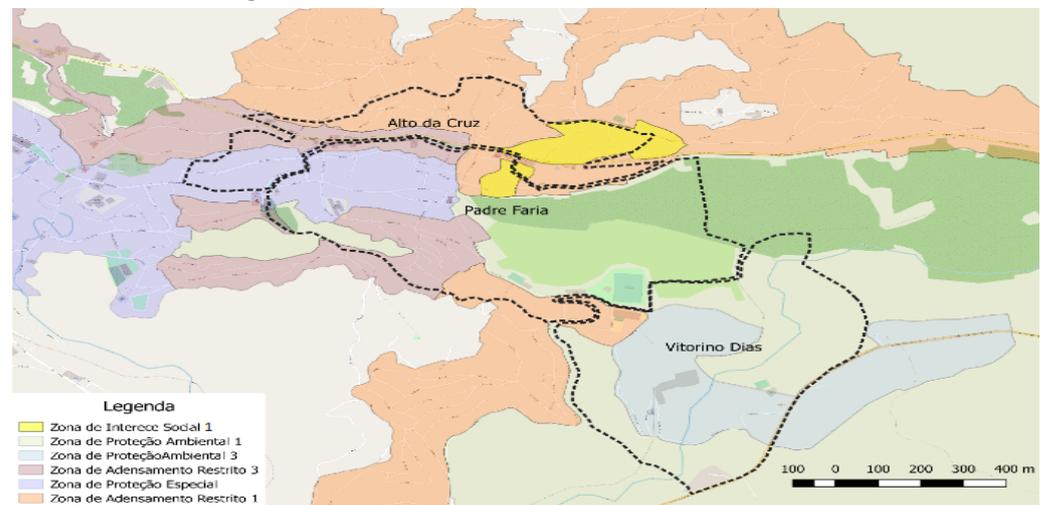
O estudo se deu em duas localidades distintas dentro do bairro Padre Faria, localizado ao leste da cidade de Ouro Preto, localizada a cerca de 110km da capital de Minas Gerais, Belo Horizonte. Segundo o IBGE a população estimada de Ouro Preto em 2019 era de 74.281 pessoas. O Padre

Faria trata-se de um dos primeiros bairros da cidade, tendo começado a ser povoado no século XVIII para a extração do ouro, recebeu o nome em homenagem ao então dono das terras, Padre João Faria de Fialho.

Uma das áreas de estudo da pesquisa trata-se de uma ZEIS I, estabelecida e formalizada em conformidade com a Lei de Uso e Ocupação do Solo do município, ficando situada entre as ruas Maciel, Santa Rita e Travessa Nossa Senhora Aparecida. O outro local de estudo trata-se de uma área, considerada pelos pesquisadores, como uma ZEIS II ainda não formalizada legalmente perante o município. Trata-se de uma ocupação recente que ocorreu no bairro, datada em levantamento informal com os moradores da

localidade como surgida nos últimos 10 anos. A ocupação é popularmente denominada como Sítio do Pica-Pau Amarelo e trata-se de um terreno pertencente a antiga Fábrica de Tecidos, que teve como um dos seus donos Victorino Dias no início do século XX. A rua que dá acesso a Ocupação é denominada rua Desidério de Matos e é popularmente conhecida como Caminho da Fábrica. Na figura 1 podemos ver o parcelamento do solo em conformidade com a Lei Complementar N°93/2011 na região do bairro e na figura 2 uma imagem de satélite identificando as duas áreas de estudo por meio de uma imagem de satélite. Na figura 3 vemos a ZEIS formalizada a partir de vista panorâmica e na figura 4 a vista na entrada da Ocupação.

Figura 1- Zoneamento Urbano de Ouro Preto



Fonte: Lei Complementar N° 93/2011

Figura 2 - Áreas de estudo em imagem de satélite



Fonte: Google Earth

Figura 3 - (A) Vista a partir da entrada da ocupação Sítio do Pica-Pau Amarelo; (B) Vista panorâmica da ZEIS I (formalizada)



Fonte: Autor

A área reconhecida como sendo uma ZEIS I é um aglomerado subnormal urbano, caracterizando-se pela forma irregular de ocupação dos terrenos para fins de habitação, proporcionado um padrão urbanístico irregular e ficando localizado em áreas restritas à ocupação. A Ocupação foi considerada como sendo uma área de interesse social não formalizada por se encaixar nas características de uma Zona de Especial Interesse

Social II (ZEIS II), descrita na Lei Complementar nº 93/2011, que estabelece normas e condições para o parcelamento, uso e ocupação do solo do município de Ouro Preto. Onde segundo definição correspondem a áreas com predominância glebas ou terrenos não edificados ou subutilizados situados em áreas dotadas de infraestrutura, serviços urbanos e oferta de empregos. Como a ocupação fica próxima do bairro

Padre Faria, que se trata de um local já consolidado urbanisticamente e com todos os elementos de infraestrutura que permitam a adequação da Ocupação a essa definição, classificá-la como ZEIS se torna válido. Todavia, segundo a mesma lei, a área está presente em uma Zona de Proteção Ambiental (ZPAM), mas segundo o artigo 14, parágrafo 2 as ZEIS serão sobrepostas aos demais zoneamentos.

3. Serviços de saneamento básico avaliados – indicadores de gestão

Mediante a delimitação das áreas a serem estudadas foi feito o levantamento de índices e indicadores dos serviços de água e esgoto, manejo de resíduos sólidos urbanos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Para tal, utilizou-se como fonte o banco de dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamento 2017 (SNIS). O Serviço Municipal de Água e Esgoto de Ouro Preto (SEMAE-OP) foi contatado e juntamente a eles foi realizado o levantamento de dados específicos do bairro Padre Faria.

Segundo o Ministério Regional de Desenvolvimento, o SNIS se constitui no maior e mais importante sistema de informações do setor de saneamento no Brasil, apoiando-se em um banco de dados que contém informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro, contábil e de qualidade sobre a prestação de serviços de água, de esgotos e de manejo de resíduos sólidos urbanos.

Apenas alguns índices e indicadores de saneamento foram selecionados para examinar os aspectos operacionais e de qualidade dos serviços públicos prestados nas localidades estudadas.

Estes foram avaliados quanto as metas de atendimento do Plano Nacional de Saneamento Básico e da Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE-MG), sendo assim, avaliados quantitativamente e qualitativamente. Além disso, foram apurados índices e indicadores de cidades situadas no entorno do município de Ouro Preto, do estado de Minas Gerais e da União, para posteriormente os dados referentes ao Padre Faria serem comparados em diferentes esferas. Os resultados foram tabulados e tratados com técnicas e ferramentas estatísticas convencionais.

4. Percepção coletiva das condições de saneamento

Para avaliação da percepção coletiva da comunidade em relação ao saneamento básico em seus entornos, foram realizados encontros entre membros do bairro e das áreas de interesse junto aos desenvolvedores da pesquisa. Durante tais encontros foi feito, pelos pesquisadores aos presentes, uma introdução aos conceitos e propósitos do saneamento relacionados à saúde pública, aos recursos naturais e a valorização social, apresentados conceitos e contextos dos elementos externos (infraestrutura e serviços) e internos (instalações e práticas) do saneamento básico as edificações prediais.

Foram realizadas dinâmicas em grupo para a identificação de aspectos negativos e positivos na localidade e nas habitações, bem como a relação do indivíduo com os aspectos do saneamento. Para tal investigação foi utilizado o método de análise SWOT, que é um acrônimo formado

pelas palavras Strengths (pontos fortes), Weaknesses (pontos fracos), Opportunities (oportunidades) e Threats (ameaças), que definem a análise como avaliação das Forças e Fraquezas, Oportunidades e Ameaças (FOFA), que após trabalhadas apoiarão a decisão estratégica de intervenção.

A matriz SWOT (FOFA) trata-se de uma ferramenta de análise com criação atribuída a Albert Humphrey entre 1960 e 1970, que liderou um projeto de pesquisa na Universidade de Stanford. Ela foi desenvolvida primeiramente com o papel de complemento estratégico de empresas, mas devido a sua simplicidade, a SWOT pode ser empregada em qualquer tipo de análise de cenário, inclusive no ramo ambiental.

Após a realização dos encontros as informações obtidas por meio da SWOT foram sintetizadas em um quadro resumo e analisadas posteriormente, comparando-os com os dados levantados em campo, bibliografia, pesquisa de percepção individual e indicadores apurados.

5. Percepção individual das condições de saneamento

Para avaliação da percepção individual da população das áreas de estudo, quanto ao saneamento, foi formulado um questionário de percepção sanitária, baseado no relatório elaborado pela Pesquisa Saneamento Básico em Áreas Irregulares - Percepção dos Moradores da comunidade de Fortaleza/CE e na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD 2015.

O questionário buscou fazer uma caracterização socioeconômica da

população, analisar o acesso aos serviços de saneamento básico e a relação individual com o saneamento, além da satisfação dos moradores em relação aos serviços básicos. Ele foi aplicado de forma direta aos indivíduos residentes das áreas de estudo e buscou o anonimato, de modo a realizar um diagnóstico imparcial e não discriminatório. Para aplicação do questionário foi utilizado um conceito probabilístico de amostra, de forma a generalizar as informações extraídas e estendê-las a toda a população, por a mostra não representar com precisão toda a população residente nas áreas, considerou-se um erro amostral. O grau de confiança adotado e o erro estimado foram de 95% e 2%, respectivamente.

A determinação do tamanho da amostra ou população deu-se através da sobreposição da imagem de satélite de Ouro Preto, obtida através do Google Earth, juntamente com o mapa de zoneamento urbano do município e a delimitação da Ocupação Sitio do Pica Pau Amarelo. A população foi baseada no número de domicílios, uma vez que a relação é de um questionário por residência. Portanto, a densidade residencial demonstrou-se desnecessária e o tamanho da amostra é o número de domicílios. Definido os parâmetros foi calculado o número de questionários a serem aplicados em cada área.

6. Infraestrutura de saneamento básico existentes nas localidades

Para identificação em campo das infraestruturas e condições dos componentes do saneamento básico nas localidades de interesse foi estruturado uma ficha de campo, tal ficha continha os principais elementos de infraestrutura juntamente com as

recomendações que se fazia para tais. Ela foi baseada principalmente na legislação municipal, normas técnicas da ABNT de engenharia de saneamento e orientações técnicas de órgãos da área. Os elementos foram divididos em subclasses, de acordo com qual pilar do saneamento pertencia (abastecimento de água, manejo de resíduos sólidos, esgotamento sanitário ou drenagem pluvial urbana), para facilitar preenchimento e análises em campo.

O diagnóstico foi realizado com auxílio do professor orientador e do servidor técnico da Pró-reitora de Extensão UFOP (PROEX) residente no bairro. Os registros foram feitos a partir de vídeos, fotografias, mapas e preenchimento de ficha de campo, todas mediante visita ao bairro Padre Faria. Posterior ao levantamento de campo buscou-se redigir sobre o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de saneamento nas localidades, procurando correlacionar ao que é recomendado na legislação.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das diversas metodologias e atividades desenvolvidas e aplicadas ao estudo, buscou-se fazer a avaliação das condições de saneamento básico em áreas de interesse social do Padre Faria, englobando o ponto de vista do coletivo, do individual, dos órgãos gestores e a partir de uma avaliação técnica dos pesquisadores.

Os resultados obtidos mediante tais análises seguem a seguir.

8. Condições da ZEIS não formalizada – Ocupação Sítio do Pica-Pau Amarelo

Os elementos de infraestrutura e serviços de saneamento na localidade foram considerados inexistentes. Segundo levantamento de dados do questionário individual, respondido pelos moradores da área, 33% da população admitiu que a instalação predial da sua residência foi feita de maneira irregular a rede geral de abastecimento de água. Segundo dados fornecidos pelo SEMAE-OP, o índice de perdas de água por ligação (IN051) no Padre Faria é de 840.21 (l/dia/lig), enquanto segundo SNIS 2017, o valor desse mesmo indicador para o município de Ouro Preto é de 599.14 (l/dia/lig). Quando comparado aos dados nacionais levantados pelo SNIS em 2017, este valor se torna ainda mais discrepante, sendo que o índice de perdas de água por ligação em média nacional é de 340.94 (l/dia/lig). Segundo o Plano Nacional de Saneamento Básico, a meta para o IN049 em 2018 para a região sudeste era de 34%, ficando assim, o valor de 51% encontrado no bairro muito acima do resultado objetivado e sendo classificado como insatisfatório. Na tabela 1 podem ser visualizados os indicadores IN049 e IN051 do bairro Padre Faria em comparação com os mesmos indicadores de outras regiões.

Tabela 1 - Indicadores Operacionais de Água

Unidade	Operador	Índice de perdas na distribuição	Índice de perdas por ligação
		%	l/dia/lig.
Brasil	-	38,29	340,94
Minas Gerais	-	35,60	241,33
Ouro Preto	SEMAE	51,00	599,14
Padre Faria	SEMAE	51,00	840,21
Mariana	SAAE	40,00	414,13
Congonhas	COPASA	27,70	134,12
Conselheiro Lafaiete	COPASA	43,00	244,80
Ouro Branco	COPASA	36,55	199,03
Itabirito	SAAE	10,41	88,47

Fonte: SNIS 2017/SEMAE-OP

Em levantamento de campo pode-se perceber que este valor elevado de perdas se deve principalmente ao fato de as tubulações de abastecimento apresentarem-se expostas a ações intempéricas, estando sujeitas a maiores danos. Além é claro, do elevado número

de ligações clandestinas. Algumas destas irregularidades podem ser observadas nas figuras 5. Na figura 6 podem ser visualizadas uma das vias da ocupação sem nenhum tipo de pavimentação e elemento de drenagem.

Figura 4 - (A) Tubulação exposta na Ocupação Sítio do Pica-Pau Amarelo
(B) Via sem pavimentação na Ocupação Sítio do Pica-Amarelo



Fonte: Autor

Na localidade não existia nenhum sistema para captação e destinação das águas pluviais, além de não apresentar as vias pavimentadas. Mediante a estes fatores, torna-se um ponto positivo o fato de a área apresentar uma extensa área permeável, sendo este, inclusive, um ponto citado como uma força pelos moradores em percepção coletiva, e

tornando-se uma oportunidade para implementação. Alguns dos pontos levantados na atividade de percepção coletiva mediante a aplicação da matriz SWOT pode ser conferida no quadro a seguir. Todas as informações foram mantidas conforme dito pelos moradores presentes, assegurando a fidelidade aos dados levantados, os quais são apresentados no Tabela 2.

Ao analisar o produto gerado da SWOT, pode-se perceber que uma das principais ameaças alegadas pelos moradores da Ocupação é o fato dela ainda não ser reconhecida pelos órgãos gestores e não ser regularizada quanto a condição fundiária. Deste modo, todo e qualquer processo de intervenção pública no local necessitaria primeira da regularização do local. Por meio destas questões levantadas, esta área de estudo poderia ser tratada como uma ZEIS do tipo II, como dito anteriormente.

Tabela 2 - Síntese de dados levantados em atividade de percepção coletiva

	FORÇA	OPORTUNIDADE	FRAQUEZA	AMEAÇA
SAA	Presença da rede geral de abastecimento e distribuição de água disponível para todos os moradores	Implementação da rede geral de abastecimento; melhoria no tratamento da água e campanha de uso consciente	Água de qualidade duvidosa; o abastecimento de água sofre interrupções e há a presença de instalações irregulares na rede geral de abastecimento	Falta de reconhecimento da área pelos órgãos gestores de saneamento; falta de reconhecimento fundiário; falta de engajamento dos moradores em campanhas
SES	Iniciativas para a retirada do esgoto a céu aberto presente em um terreno baldio da Ocupação; presença de fossas rudimentares nas residências da entrada da Ocupação	Instalação da rede pública de esgoto; geração de menor quantidade de esgoto doméstico, implementação de parcerias para reaproveitamento do óleo de cozinha; não descartar resíduos sólidos e óleos nas redes de esgoto	Inexistência de sistema de esgotamento sanitário; escoamento inadequado de águas servidas; falta de levantamento técnico e manutenção das fossas	Falta de reconhecimento da área pelos órgãos gestores de saneamento; falta de vontade pública
RSD	Aproveitamento de resíduos orgânicos; iniciativa de limpeza das vias públicas e lotes vagos por parte dos moradores da área; não há depósitos inadequados de lixo em terrenos baldios	Implementação da coleta de lixo e serviço de limpeza pública; campanha de implementação da coleta seletiva; instalação de lixeiras públicas e pontos de entrega voluntária	Não possui limpeza pública das vias; não há coleta de lixo pelos órgãos públicos; a lixeira pública localizada na entrada da ocupação não comporta a demanda	Falta de reconhecimento da área pelos órgãos gestores de saneamento; falta de engajamento dos moradores em campanhas
DRE	Não há residências em risco de inundação; presença de muitas áreas permeáveis	Instalação do sistema de drenagem; reaproveitamento da água da chuva; manter áreas permeáveis	Não há sistema de drenagem pluvial	Falta de reconhecimento da área pelos órgãos gestores de saneamento; falta de engajamento dos moradores

Fonte: Autor

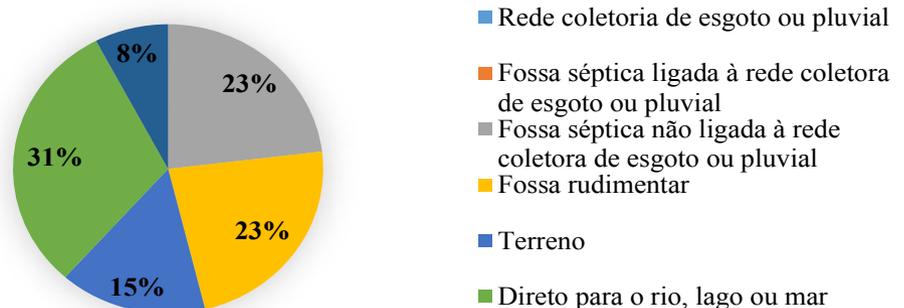
A Ocupação Sítio do Pica-Pau Amarelo não apresentou nenhum tipo de serviço de limpeza urbana ou coleta de resíduos, porém não foi observado depósitos inadequados de lixo, resíduos ou detritos em terrenos. Por meio de levantamento de dados através do questionário de percepção sanitária, 80% dos moradores relataram que o escoamento do seu lixo doméstico se dava de forma indireta, assim, eles levavam-no até uma lixeira pública que ficava na entrada da ocupação.

Por meio de planilha eletrônica desenvolvida constatou-se, considerando as informações fornecidas pelo SEMAE-OP, um índice de coleta de esgoto (IN015) de 98.56% no bairro Padre Faria. Porém, através de questionário individual

e atividade de percepção coletiva desenvolvida com a população da área em questão, averiguou-se que este número é ilusório, uma vez que somente 8% da população relatou que escoava seu esgoto doméstico através da rede coletora de esgoto, sendo que 31% despejavam a água servida diretamente no rio do Carmo, que passa próximo ao local, e 15% lançavam as águas servidas em um terreno dentro da Ocupação. Dessa forma, pode-se averiguar, que dentro da área de interesse, praticamente não existe um sistema de esgotamento sanitário. A figura a seguir traz maiores informações sobre como se dá o escoamento de esgoto das residências, tais dados foram obtidos a partir de resposta ao questionário de percepção sanitária.

Figura 5– Forma de escoamento do esgoto doméstico das residências

Forma de Escoamento do Esgoto Doméstico



Fonte: Autor

Em decorrência da falta de esgotamento sanitário adequado, os moradores relataram por meio de aplicação de questionário individual, alguns problemas relacionados, sendo que 80% relatou ter a presença de mosquitos, baratas e ratos em suas residências e no entorno. Além disso, cerca de 40% da população disse ter a poluição de córregos e rios e odores desagradáveis nas regiões

adjacentes.

Através do questionário de percepção sanitária, aplicada aos moradores, foi possível realizar a caracterização socioeconômica da população residente na área. Sendo que 47% dos entrevistados eram do sexo feminino e 53% eram do sexo masculino, com idade média de 36 anos. Ao serem questionados sobre

a ocupação atual, 46% responderam que estavam desempregados no momento de aplicação do questionário e 27% responderam que estavam empregados e outros 27% se consideravam autônomos. Em relação ao nível de escolaridade, 40% da população possuía apenas o ensino fundamental incompleto, 14% o ensino fundamental completo e 33% o ensino médio completo ou incompleto.

Foi destacado também algumas práticas sustentáveis desenvolvidas pela comunidade, as mais comumente praticadas são a compostagem, manter as torneiras sempre bem fechadas, reutilizar as águas da máquina de lavar roupa, utilizar lâmpadas fluorescentes, o uso de caixas acopladas nos vasos sanitários e manter áreas verdes no terreno.

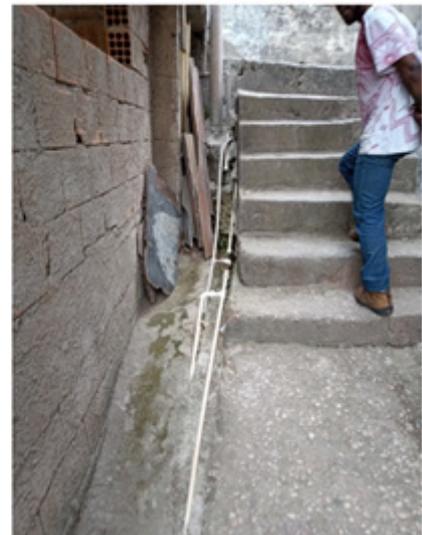
Mediante pesquisa de percepção coletiva e individual, levantamento de campo e análise de indicadores, pode-se levantar dados primários e secundários sobre as condições

do saneamento na localidade de estudo. Podendo assim, verificar dados levantados na bibliografia e comprovar algumas inconsistências, como no caso do índice de coleta de esgoto (IN015).

9. ZEIS formalizada – ZEIS I

A partir das diversas visitas feitas a área de estudo pode-se observar que esta região do bairro cresceu de maneira desordenada, ocasionando implantação de moradias de forma desarranjada no território e o surgimento de vielas, dificultando mobilidade e acessibilidade ao local. Em decorrência do desarranjo urbano, muitas das residências apresentaram seus ramais prediais das redes de abastecimento de água expostos ou sem recobrimento adequado, o mesmo se aplica a rede de esgotamento sanitário, tais fatos podem levar a uma maior ocorrência de danos e perdas nas tubulações. As figuras 7 e 8 retratam estas irregularidades levantadas mediante avaliação de campo pelos pesquisadores.

Figura 6 – (A) Tubulação de esgoto exposta (B) Tubulação de água exposta



Fonte: Autor

A rede de drenagem urbana é quase inexistente na área, tal fato pode ser explicado pelo desordenamento urbano que acaba acarretando numa maior dificuldade de implementação da infraestrutura de drenagem pluvial. Por se tratar de um terreno de alta declividade, ao escoar superficialmente sem dispositivos de coleta ou quebra de energia, às águas pluviais podem ir se acumulando e ganhando mais velocidade, ocasionando correntezas.

Segundo informações oferecidas pelo SEMAE-OP, a partir de planilha de dados, o índice de atendimento total de água (IN055) no Padre Faria era de 100.00%. Enquanto, segundo SNIS 2017, o valor para este mesmo indicador era de 94.14% para o município de Ouro, ficando o índice do bairro superior ao do município. O Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) estabelece como meta que 98% dos domicílios urbanos e rurais da região sudeste sejam abastecidos por rede de distribuição ou por poço ou nascente com canalização interna até 2018, sendo assim, o objetivo pode ser considerado alcançado pela área de estudo do bairro e ainda não atendida pelo município. O valor do indicador IN055 no bairro é considerado como satisfatório, conforme documento publicado pela ARSAE-MG em 2018, no Projeto Sunshine (Prosun), que estabelece como satisfatórios valores acima de 97%. O resultado encontrado no bairro, também fica acima em relação aos outros valores encontrados para cidades próximas a Ouro Preto, como Congonhas, Conselheiro Lafaiete e Ouro Branco, que apresentaram

índices de 78.36%, 85.79% e 86.33%, respectivamente para o indicador IN055. Na tabela 2 podem ser visualizados os indicadores IN055 do bairro Padre Faria em comparação com os mesmos indicadores de outras regiões.

Ainda segundo planilha eletrônica com dados fornecidos pelo SEMAE-OP e SNIS 2017, encontrou-se um valor de 16.48% no índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (IN024) para a área de estudo, enquanto para o município de Ouro Preto, encontrou-se um valor de 66.61% para o mesmo indicador. Comparando-se os dois valores levantados, pode-se perceber que o índice do indicador IN024 da área de interesse é muito inferior ao do município. Ao se comparar com os valores encontrados para as cidades circunjacentes a Ouro Preto, este valor encontrado para o local de estudo se torna ainda mais destoante, para o município de Mariana foi levantado um valor de 80.00% para o IN024, enquanto para Itabirito foi encontrado um índice de 86.72% para o mesmo indicador. Segundo nota técnica do Prosun, considera-se como satisfatórios valores iguais ou acima de 92% e insatisfatórios valores menores que 45%, portanto os índices de IN024 são considerados como insatisfatórios para a área de estudo e moderado para o município de Ouro Preto. Na tabela 2 podem ser visualizados os indicadores IN055 e IN024 do bairro Padre Faria em comparação com os mesmos indicadores de outras regiões.

Tabela 3 - Indicadores de Água e Esgoto

Unidade	Operador	Índice de atendimento	Índice de atendimento
		total de água	urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água
		%	%
Brasil	-	83,47	60,16
Minas Gerais	-	81,76	78,93
Ouro Preto	SEMAE	94,14	66,61
Padre Faria	SEMAE	100,00	16,48
Mariana	SAAE	100,00	80,00
Congonhas	COPASA	78,36	66,22
Conselheiro Lafaiete	COPASA	85,79	78,66
Ouro Branco	COPASA	86,33	91,03
Itabirito	SAAE	100,00	86,72

Fonte: SNIS 2017/SEMAE-OP

As residências cujo final do lote ficavam virados para o “Vale do Uchôa” (nome popular atribuído a Zona de Proteção Ambiental presente no bairro) lançavam seus efluentes domésticos diretamente na área, além disso, havia um córrego próximo ao local que também recebia águas residuárias. Mediante questionário de percepção sanitária, pode-se comprovar esta observação, 22% da população admitiu fazer o escoadouro do esgoto doméstico diretamente para o córrego. Tal ação contraria o Código de Postura do município de Ouro Preto, onde determina

que seja obrigatório a todo prédio habitável situado em logradouro à ligação à rede pública coletora de esgoto e se caso não tenha rede de esgoto as águas residuárias devem ser canalizadas pelo proprietário ou ocupante do imóvel para fossa da própria residência. Ademais, há um agravante, por se tratar de uma Zona de Proteção Ambiental é expressamente proibido o lançamento de efluentes que interfiram nas características do local. Na figura 5 podemos ver o Vale do Uchôa e na figura 6 uma residência com suas tubulações direcionadas para o vale.

Figura 7 - (A) Vale do Uchôa (B) Residência com tubulações de águas residuárias direcionadas ao vale do Uchôa.



Fonte: Autor

A rede de drenagem urbana é quase inexistente na área, tal fato pode ser explicado pelo desordenamento urbano que acaba acarretando numa maior dificuldade

de implementação da infraestrutura de drenagem pluvial. Por se tratar de um terreno de alta declividade ao escoar superficialmente sem dispositivos de coleta ou quebra de

energia, às águas pluviais podem ir se acumulando e ganhando mais velocidade, ocasionando correntezas nas ruas. Não foi possível realizar o levantamento de indicadores relacionados a drenagem pluvial e manejo de resíduos sólidos, devido ao fato das secretarias municipais de Ouro Preto, que são responsáveis por estes serviços, não terem as informações separadas por regiões.

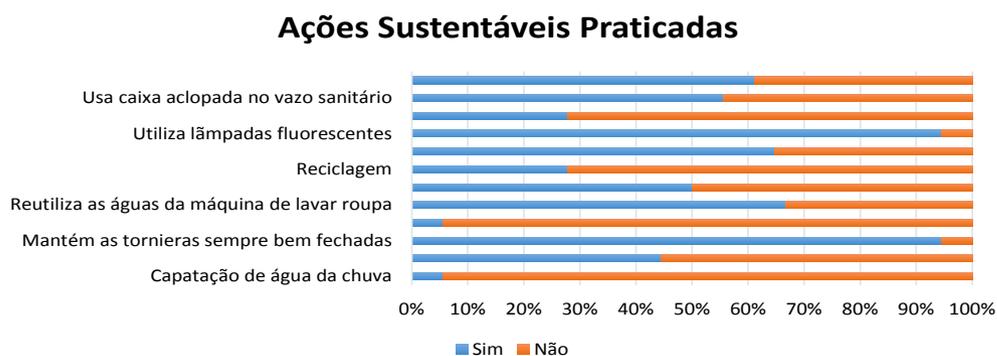
Mediante aplicação de questionário de percepção sanitária aos moradores da área de estudo pode-se fazer uma caracterização socioeconômica da população, sendo que 61% dos residentes são do sexo feminino e 39% do sexo masculino. O nível de escolaridade encontrado foi de 50% apresentava ensino médio completo e 37% ensino fundamental completo ou incompleto. Em relação a ocupação da população, 50% estava empregado, 28% desempregado e 22% da população se considerava autônoma.

Em relação a qualidade dos serviços públicos oferecidos, 35% da população respondeu como regular o serviço de abastecimento de água e cerca de 25% classificaram como ruim ou péssimo este serviço. Mediante entrevistas informais, eles relataram que o abastecimento

apresentava inconstância, ficando assim até dois dias sem ocorrer. Além disso, 44% deles relataram, mediante questionário individual, que a qualidade da água que chega até a residência não é boa. Outro fator levantado mediante a aplicação do questionário, foi a forma de escoamento do lixo doméstico, 44% admitiram que a coleta do lixo se dava de forma indireta, ou seja, o lixo é depositado em uma caçamba, fora do domicílio, para depois ser coletado. Mediante a isto, muitos relataram, por meio de entrevista informal, que as caçambas de lixo de uso comum ficavam muito distantes e postularam que algumas mais próximas de suas residências fossem instaladas.

Dentre as práticas sustentáveis mais comumente relatadas pela população da área de interesse obteve-se: manter áreas verdes no terreno, usar lâmpadas fluorescentes, reutilizar óleo de cozinha, reutilizar águas da máquina de lavar roupa, usar caixas acopladas no vaso sanitário, praticar a coleta seletiva e manter as torneiras sempre bem fechadas. No gráfico 2 pode ser visto as práticas, consideradas sustentáveis, mais comumente praticadas pela comunidade da área de interesse.

Figura 8 – Prática consideradas sustentáveis praticadas pela população



Fonte: Autor

10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Por meio de estudos já realizados, esperava-se que o desempenho de indicadores sociais e de salubridade ambiental em zonas de interesse social fossem inferiores em relação a outras regiões do município, tal hipótese pode ser comprovada mediante o estudo realizado. A partir das metodologias apresentadas e aplicadas pode ser aferido que os indicadores operacionais de esgotamento sanitário e água nas áreas de interesse social eram inferiores em relação ao município de Ouro Preto, das cidades do entorno e em relação à média nacional. Tal conclusão se deu mediante comparação dos indicadores levantados, percepção coletiva e individual da comunidade e análise da infraestrutura e condições operacionais dos serviços de saneamento. Em relação aos indicadores de drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos, não pode ser levantado índices de desempenhos das áreas de estudo, por causa da falta de informações divididas por regiões do município. Através disto, não se pode fazer a comparação de desempenho de tais áreas e com outras circunjacentes.

A zona de interesse social que se encontra formalizada na legislação municipal, na qual se encontra localizada no interior do bairro, ZEIS I, trata-se de uma área já consolidada urbanisticamente que cresceu de forma desordenada, por isso a implementação de questões estruturais relacionadas ao saneamento demandaria um maior custo de investimento e um estudo mais complexo da área. Desta forma necessitaria de um estudo mais estratégico e determinação

de metas, além de se abrir um diálogo aberto com a população que ali se situa, visto que eles são os impactados diretamente. Todavia a ZEIS II, ainda não formalizada, trata-se de uma ocupação recente e qualquer intervenção que ali se planejasse necessitaria primeiramente da regularização fundiária e reconhecimento municipal da área. Mediante esta primeira etapa finalizada toda a infraestrutura relacionada ao saneamento seria desenvolvida a partir do básico, se dando de forma gradativa a evolução do local. Por este fator, os resultados possuem maiores chances de serem alcançados com sucesso, desde que haja comprometimento público e estudos apropriados da área.

Como produto final deste estudo apresenta-se a análise de dados primários e secundários de indicadores de desempenho obtidos, de percepção coletiva e individual da comunidade residente nas áreas de estudo e o diagnóstico e avaliação das condições dos serviços e instalações operacionais de saneamento por parte dos pesquisadores. Espera-se que este material possa servir como base para possíveis intervenções por parte dos órgãos gestores nas localidades, visto que o Plano Municipal de Saneamento de Ouro Preto não traz diagnósticos divididos por regiões e sendo que cada localidade possui sua especificidade. Além disso a metodologia empregada no decorrer no trabalho poderá servir como referência para possíveis estudos a serem desenvolvidos em outras áreas do município, por ser de fácil empregabilidade e gerar resultados que abrangem toda a esfera de envolvidos nas questões de saneamento, sendo eles os prestadores dos serviços e os usuários, além de trazer uma visão

técnica.

Recomenda-se que este tipo de estudo se expanda para as demais localidades da cidade que estão em vulnerabilidade social, que apresentam insalubridade ambiental, sejam carentes de serviços públicos e assistenciais, sendo consideradas como aglomerados subnormais. Contribuindo assim, de maneira efetiva para o aperfeiçoamento dos serviços oferecidos a todo o município de Ouro Preto, servindo de comparação de dados para as cidades circunjacentes. Além disso, para gerar o máximo de dados possíveis, deve haver uma maior mobilização popular para o desenvolvimento da percepção coletiva. Visto que, em ambos os encontros realizados durante o estudo houve pouco engajamento da comunidade das áreas de interesse. Recomenda-se também para trabalhos futuros o estudo de indicadores que possam ser levantados mediante trabalho de campo, dado a dificuldade das Secretarias do município em terem indicadores de drenagem e manejo de resíduos sólidos separados por região.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANCONA, A.L. Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS. ONU-HABITAT. SUEL URBANO, 2011.

ARSAE-MG – Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais. Nota Técnica Intergerencial nº 01/2017: Proposta de Indicadores e de Procedimentos de Avaliação. Belo Horizonte, setembro de 2017.

BRASIL 1988. Constituição (1988). **Constituição da República**

Federativa do Brasil: Art. 225. 47ed. Brasília: Centro de Documentação e Informação, 2015. 9 p.

BRASIL 2007.. Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 [Lei Nacional de Saneamento Básico]. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as leis n.6.766, de 19 de dezembro de 1979, n.8.036, de 11 de maio de 1990, n.8.666, de 21 de junho de 1993, n.8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a lei n.6.528, de 11 de maio de 1978; E dá outras providências. Diário Oficial da União, Seção 1, p.3. 5 jan. 2007.

FILHO, Oswaldo Maceron. UNITAU. Universidade de Taubaté. A Análise SWOT e sua Relevância para o Planejamento Estratégico.

IBGE. Aglomerados Subnormais, o que é?. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15788-aglomerados-subnormais.html?=&t=o-que-e>> Acesso em 12 de fevereiro de 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL; REINFRA CONSULTORIA; OAB – COORDENAÇÃO DE SANEAMENTO BÁSICO. **Pesquisa Saneamento Básico em Áreas Irregulares - Percepção dos Moradores da comunidade de Fortaleza/CE.** Fortaleza, p. 48. 2016.

MINISTÉRIO DAS CIDADES 2017. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico no Brasil. Edição Janeiro de 2017.

OURO PRETO 1980. Lei Nº 178/80. Institui o Código de Posturas de Ouro Preto.

- OURO PRETO 2016. Lei Orgânica do Município de Ouro Preto. Edição nº54/2016.
- OURO PRETO. 2006. Lei Complementar Nº29. Estabelece o Plano Diretor do Município de Ouro Preto.
- OURO PRETO. 2011. Lei Complementar Nº93. Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo do município de Ouro Preto.
- OURO PRETO. Vila Rica – Gênese e evolução do espaço urbano. Disponível em <http://www.cmop.mg.gov.br/index.php?option=com_w=article&id=28:memouropreto> Acesso em 13 de fevereiro de 2020.
- SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Série Histórica. Disponível em: <<http://app3.cidades.gov.br/serieHistorica/>> Acesso em 14 de fevereiro 2020. <http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/>
- TRATA BRASIL. Saneamento em Áreas Irregulares nas Grandes Cidades Brasileiras.** Disponível em <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/areas-irregulares/volume2/book-areas-irregulares.pdf>>. Acesso em 14 de fevereiro de 2020
- VIMIERO, Allana Thaís. Análise da infraestrutura e condições de abastecimento de água e esgotamento sanitário em uma área de interesse social do bairro São Cristóvão localizado no município de Ouro Preto. Ouro Preto, 2018.

Espacialização de Serviços Ecossistêmicos em uma bacia peri-urbana no município de São Carlos (SP)

Spatialization of Ecosystem Services in a peri-urban basin in the municipality of São Carlos (SP)

Espacialización de servicios ecosistémicos en una cuenca periurbana en el municipio de São Carlos (SP)

Edimilson Rodrigues dos Santos Junior

Mestrando em Ciências da Engenharia Ambiental, EESC-USP, Brasil
Edimilson.rodrigues.santos@

usp.br

Marcelo Montaña

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

RESUMO

O presente artigo se insere num leito de desafios do período recente que conjuga a necessidade de planejamento urbano aliado a resultados de estudos ambientais que observem a aptidão territorial para diferentes segmentos de atividades. Nesse sentido, parte-se de uma combinação de práticas comuns à avaliação de impactos ambientais; da base conceitual de Serviços Ecossistêmicos (SE); e do uso de geotecnologias como uma das possibilidades de convergência entre objetivos de desenvolvimento e promoção de sustentabilidade. Enquanto caso paradigmático, o trabalho utiliza a bacia do Córrego Jararaca, localizada em São Carlos – SP, com destaque à sua importância em termos de recursos hídricos e atributos ambientais significativos. Aponta-se como sendo o objetivo deste artigo o levantamento do uso e ocupação atuais da bacia à construção de um modelo interpretativo de espacialização de SE. Foram utilizadas imagens de satélite; softwares de geoprocessamento; e o método da matriz à identificação de SE, além de levantamentos bibliográficos e documentais. Os resultados obtidos, na forma de um mapeamento preliminar de SE acumulados na bacia, oferecem condições de contribuir tanto à previsibilidade de impactos ambientais; quanto permitem alimentar diretrizes à recuperação ambiental e ressaltam a importância de áreas com remanescentes de vegetação associadas às várzeas de córregos locais.

PALAVRAS-CHAVE: Serviços Ecossistêmicos. Planejamento urbano-ambiental. Geotecnologias.

ABSTRACT

This article draws attention to an actual challenges set that combines the need for urban planning considering results of environmental studies around territorial aptitude for different segments of activities. In this sense, it starts with an arrangement of practices usually applied to environmental impacts assessment; the conceptual base of Ecosystem Services (ES); and the use of geotechnologies as one of the possibilities for convergence between development objectives and the promotion of sustainability. As a paradigmatic case, we have observed the Córrego Jararaca basin, located in São Carlos - SP, highlighting its importance in terms of water resources and significant environmental attributes. The aim of this article is to survey the current use and occupation of the basin to build an interpretative model of ES spatialization. Satellite images were used; geoprocessing software; and the matrix method for ES identification, in addition to bibliographic and documentary surveys. The results obtained, in the form of a preliminary mapping of ES accumulated in the basin, offer conditions to contribute both to the predictability of environmental impacts; feeding guidelines for environmental recovery, in addition to highlighting the importance of areas with remnants of vegetation associated with the floodplains of local streams.

KEY-WORDS: Ecosystem Services. Urban-environmental planning. Geotechnologies.

RESUMEN

Este artículo llama la atención sobre un conjunto de retos reales que conjuga la necesidad de un urbanismo considerando los resultados de los estudios ambientales en torno a la aptitud territorial para diferentes segmentos de actividades. En este sentido, comienza con un arreglo de prácticas que generalmente se aplican a la evaluación de impactos ambientales; la base conceptual de los servicios ecosistémicos (ES); y el uso de las geotecnologías como una de las posibilidades de convergencia entre los objetivos de desarrollo y la promoción de la sostenibilidad. Como caso paradigmático, hemos observado la cuenca Córrego Jararaca, ubicada en São Carlos - SP, destacando su importancia en términos de recursos hídricos y atributos

ambientales significativos. El objetivo de este artículo es relevar el uso y ocupación actual de la cuenca para construir un modelo interpretativo de espacialización de los SE. Se utilizaron imágenes de satélite; software de geoprocetamiento; y el método matricial para la identificación de SE, además de las encuestas bibliográficas y documentales. Los resultados obtenidos, en forma de mapeo preliminar de SE acumulados en la cuenca, ofrecen condiciones para contribuir tanto a la predictibilidad de los impactos ambientales; lineamientos de alimentación para la recuperación ambiental, además de resaltar la importancia de las áreas con remanentes de vegetación asociados a las llanuras de inundación de los arroyos locales.

PALABRAS-CLAVE: Servicios de ecosistema. Planificación urbano-ambiental. Geotecnologías.

1. INTRODUÇÃO

Atualizações sucessivas de debates e estudos ambientais com vistas à promoção de práticas e discursos de sustentabilidade têm sido uma constante na academia e em setores da ação pública nas últimas décadas (NG, FONG & LEUNG, 2018). Atravessados por diferentes visões e perspectivas, é comum que os desafios da conservação ambiental sejam enfrentados por análises de cenários, em tentativas de construção de diagnósticos ou modelos conceituais interpretativos a partir dos quais seria possível construir alternativas de configurações governamentais, econômicas e políticas potencialmente contribuintes à resiliência de sistemas socioecológicos (BUSCHBACHER, 2014). Nesse sentido, compreendendo o planejamento urbano como atividade interdisciplinar fundamental ao ajuste de fluxos ecológicos de matéria e energia (AHERN, 2013), têm-se desenhado na academia novas possibilidades de inclusão da dimensão ambiental em processos decisórios diante de necessidades emergentes de desenvolvimento econômico e recuperação ambiental segundo contextos socioeconômicos em múltiplas escalas (TAVARES; FANTIN, 2019).

À luz de abordagens ecossistêmicas, esforços recentes de integração de metodologias ao planejamento

urbano-ambiental sugerem novos contornos para tal desafio. MUNK (2015), por exemplo, mostra que uma leitura territorial através da ótica dos Serviços Ecossistêmicos (SE) pode servir como uma camada de informações socioambientais estratégicas à concepção de políticas de desenvolvimento. Por essa mesma via, TURRA et al. (2017) identifica que existe viabilidade de incrementar de maneira significativa tanto os procedimentos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) voltados à aprovação de empreendimentos específicos, quanto ao planejamento ambiental nos diversos níveis de governança pública, inclusive fomentando ampla participação social e acadêmica à garantia de níveis adequados de qualidade processual à implementação de políticas, planos e projetos. Como uma combinação desses apontamentos, ALMENAR et al. (2021) visualiza nexos entre problemas que afligem as cidades contemporâneas; o oferecimento de SE; e oportunidades de adoção de soluções de base natural (alicerçadas sobre processos que mimetizam os sistemas ambientais).

Adicionando-se o ferramental associado ao uso de geotecnologias ao planejamento urbano-ambiental, nos moldes indicados por SILVA, COSTA & CASTRO (2019), essa conjunção de abordagens dá ensejo a estudos ambientais localizados, consubstanciando a elaboração de

hipóteses de espacialização tanto de efeitos de passivos ambientais; quanto de SE, compreendidos como os benefícios que alcançam as sociedades humanas a partir de funções desempenhadas pelos diversos ecossistemas e suas interfaces (SCHULER; RUHBERG, 2018). Se por um lado, segundo MUNK (2015), o uso desse conceito pode obscurecer toda a complexidade ecológica do funcionamento dos sistemas ambientais devido a diferentes prioridades de valoração de SE; por outro, permite a integração de critérios (sociais, ambientais e econômicos) em ações planejadoras e auxilia a comunicação de resultados alcançados em estudos ambientais por traduzir condicionalidades do meio físico, biótico e social a uma linguagem cartográfica estabelecida por um escopo de avaliação. Desse modo, como afirma CAROLINO (2016), a análise de fenômenos ambientais se filia a um conjunto de intencionalidades e objetivos, que para o presente artigo se limita ao levantamento de subsídios ao planejamento ambiental de bacias hidrográficas pressionadas pela expansão urbana, tendo como estudo de caso a bacia do Córrego Jararaca, em São Carlos (SP).

Buscou-se explorar a combinação entre práticas usualmente aplicadas em estudos ambientais, o arcabouço conceitual fornecido pela noção de Serviços Ecossistêmicos (SE) e o uso de geotecnologias ao desenvolvimento de cartografias temáticas que favoreçam a compreensão da espacialização de SE na bacia em estudo. Uma trilha com procedimentos práticos para esse mapeamento é oferecida por SCHULER & RUHBERG (2018), sendo os resultados particularmente úteis como auxílio à constituição

de linhas de base de qualidade ambiental conforme ilustrada por SÁNCHEZ (2013); bem como porque permitem, com os devidos arranjos metodológicos, a identificação de efeitos cumulativos de impactos ambientais advindos de pressões inauguradas sobre o meio. Em termos de planejamento municipal, essa abordagem pode ainda iluminar desarranjos entre objetivos de conservação subsidiados por análises de aptidão territorial e normas de ordenamento territorial.

Para o caso em estudo, por exemplo, SILVA & MENEZES (2018) já haviam identificado desconpassos entre as necessidades de conservação de atributos ambientais da bacia em questão, expressas notadamente no Plano de Bacia Hidrográfica do Córrego Jararaca (MONTAÑO; FONTES, 2008b), e as duas últimas versões do Plano Diretor do Município de São Carlos. A conclusão das autoras é que as diretrizes desses últimos documentos têm sujeitado a bacia a impulsos de urbanização (ainda que de baixa densidade), iniciando um caminho normalmente sem retorno sobre a destituição de funções ambientais associadas a várzeas locais. Esse contexto é adicionado por propostas de empreendimentos com tipologias que não observam aptidões segundo critérios de sustentabilidade coerentes à vulnerabilidade ambiental presente na bacia, suscitando a realização estudos que sirvam à adequação de diretrizes de uso e ocupação local no sentido de evitar ou ao menos mitigar impactos da instalação de novas pressões antrópicas.

Um breve resgate sobre o contexto municipal revela que essa tendência de negligências de incorporação de componentes ambientais no

planejamento urbano-ambiental tem sido comum em outras localidades, de modo a ser possível admitir que a degradação ambiental de recursos locais seja em grande medida vinculada a mudanças de uso e ocupação de terras de interesse do mercado imobiliário. Segundo SCHENK, PERES & FANTIN (2018), a trajetória de urbanização de São Carlos denota problemáticas de diversas ordens, que em geral conjugam projetos políticos de gestão somados a parcelamentos controversos, produzidos por proprietários de grandes lotes de terra. Afirma-se que o *modus operandi* que conduz esse processo tem gerado um tecido descontínuo de cidade, materializando na paisagem o potencial de atuação de investidores imobiliários, que contam com o oferecimento de serviços públicos associados tanto à regularização de precariedades na constituição de espacialidades periféricas, quanto à promoção de melhorias limitadas a mecanismos de mercado.

No município em questão, esse espraiamento urbano tem encontrado fronteiras em aspectos ambientais concentrados sob vetores de urbanização bem determinados e com traços de similaridades (STANGANINI; LOLLO, 2018). Nas localidades que têm passado por transformações do território através do adensamento populacional precário, verifica-se como frequente o despejo de esgotos domésticos sem os devidos cuidados sanitários; a supressão de vegetação; a disposição inadequada de resíduos; distúrbios relacionados a processos erosivos, assoreamentos e inundações, que afligem setores específicos da população; e mudanças incidentes sobre áreas que carregam memórias de ciclos econômicos, com potencial histórico, turístico

e cultural. Reconhece-se também que tais vetores de crescimento se concentram particularmente sobre as áreas norte e sul do município. À primeira, afirma-se que as alterações da paisagem têm sido sobretudo pela implantação de condomínios residenciais de moradia na composição de espacialidades privilegiadas, de alta renda e protegidas do cotidiano urbano. À segunda, a situação é diametralmente oposta, regida por loteamentos subdimensionados que constituem grandes bolsões heterogêneos de baixa renda (SCHENK; PERES; FANTIN, 2018).

Em uma primeira aproximação da abordagem de SE em São Carlos, LIMA (2017) avalia os SE desempenhados por córregos localizados na cidade de São Carlos, tendo em vista a importância desses ambientes ao equilíbrio ecológico e os múltiplos usos verificados na atualidade. A área que limita seu estudo envolve parte das bacias dos córregos do Tijuco Preto e Santa Maria do Leme, ambas com notáveis influências de atividades urbanas e produtivas. Sendo o pano de fundo de tal pesquisa o reconhecimento de diferentes funções da água à sociedade conforme seus atributos, alcança-se a conclusão de que modificações que tais córregos têm sofrido reduzem notadamente os serviços de provisão e regulação ambiental. Por um caminho análogo, sobretudo com o auxílio procedimental advindo de SCHULER & RUHBERG (2018), o presente artigo pretende construir um modelo preliminar de espacialização de SE na bacia em estudo. A partir dos resultados obtidos, espera-se que seja possível adicionar elementos ao planejamento urbano e ambiental da bacia, de maneira a alimentar possíveis reformulações de diretrizes

de uso e ocupação local a favor da compatibilização de projetos e políticas de desenvolvimento contemporâneas.

OBJETIVOS

- Elaborar um mapeamento preliminar de espacialização de Serviços Ecossistêmicos (SE) à bacia do córrego Jararaca (São Carlos, SP) segundo classes de uso e ocupação correntes.

2. METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi realizado na bacia do Córrego Jararaca, popularmente conhecido como “Varjão”, em São Carlos (SP) (Figura 1), município que tem cerca de 254 mil habitantes (IBGE, 2019). A caracterização fornecida pelo Plano de Bacia Hidrográfica do Jararaca (MONTAÑO; FONTES, 2008b) indica que o clima é Tropical de Altitude, com duas estações bem destacadas (verões chuvosos e invernos secos), e favorece a incidência de quadros respiratórios diante de eventuais queimadas e tráfego de veículos pesados em estradas locais. Em termos de geologia, exibem-se sucessivos derrames de basalto com espessura variável associados à formação Botucatu, que além de abranger grandes porções de área, também se vinculam a aquíferos subterrâneos. A bacia demonstra um alto grau de vulnerabilidade hídrica, suscetível a efeitos negativos advindos da poluição local tanto por fontes difusas, quanto pontuais (SILVA et al., 2015). Segundo MONTAÑO & FONTES (2008a), os solos são predominantemente de origem arenítica, tendo cerca de 60%

como latossolos vermelho-amarelo e neossolos quartzarênico. Sobre o relevo, identifica-se um plano levemente ondulado e de baixas declividades, destacando áreas de talwegues e poucas localidades declivosas, adjacentes a córregos.

Com cerca de 4900 hectares, a bacia drena vastas áreas, concentrando águas urbanas difusas adicionadas de vazões advindas de chácaras e estradas. A extensão do córrego principal é próxima de 13.780 metros, tendo seu exutório na Represa 29. Em termos de atividades econômicas, destacam-se o plantio de cana-de-açúcar e o cultivo de eucalipto, além de unidades de mineração e pequenas indústrias somadas a serviços e pequenos comércios adensados na área com urbanização consolidada. Trata-se de uma área com células territoriais diversificadas, num mosaico de fragmentos de vegetação nativa com amplos setores desconexos; usos agrícolas intensivos e outras atividades rurais; usos residenciais de chácaras com diferentes tipologias de habitações e condições socioeconômicas; presença de infraestrutura viária, com destaque à Rodovia Engenheiro Thales de Lorena Peixoto Júnior; e áreas de concentração de atividades produtivas envolvendo tecnologia e institutos de inovação.

Mapeamento preliminar de Serviços Ecossistêmicos

Utilizando imagens obtidas do Google Earth (2020), foi conduzida uma classificação manual de uso e ocupação da bacia através de adaptações de critérios apresentados no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013) e dados disponibilizados pelo Sistema Ambiental Paulista (DATAGEO, 2020). O mapeamento

preliminar de SE segundo a classificação elaborada foi realizado a partir do processo sistematizado na Figura 2 e das bases interpretativas organizadas no Quadro 1. Utilizando-se da Matriz de Identificação de SE

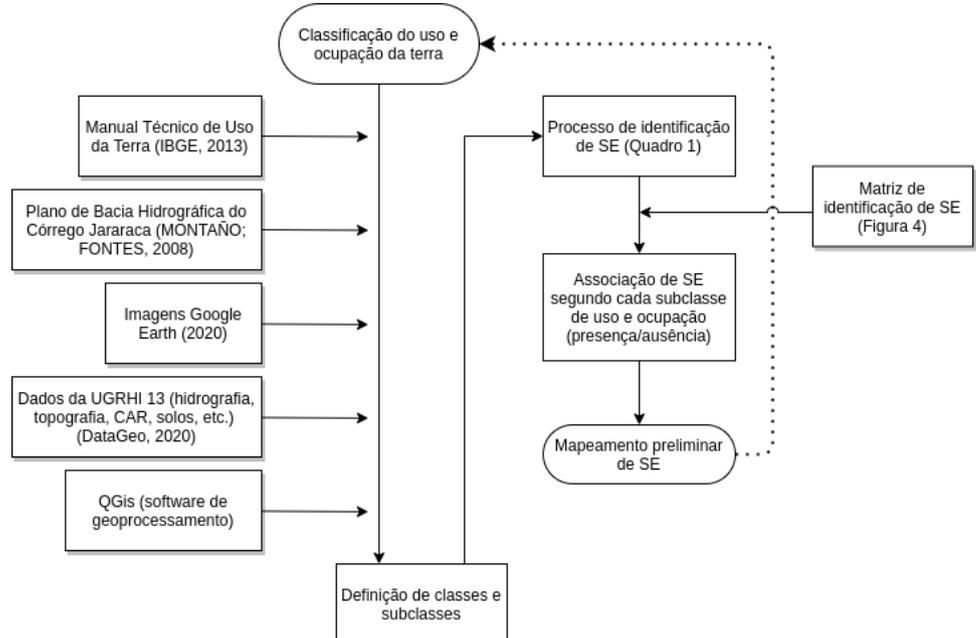
apresentada na Figura 4, o produto cartográfico foi obtido adotando-se uma escala de importância relativa, de teor qualitativo, que indica o acúmulo de SE para cada subclasse de uso e ocupação da bacia.

Figura 1: Área de estudo – Bacia do Córrego Jararaca, São Carlos (SP).



Fonte: ELABORAÇÃO DO AUTOR. Imagem obtida do Google Earth (2020).

Figura 2: Sistematização da metodologia adotada.



Fonte: ELABORAÇÃO DO AUTOR, adaptado de SCHULER & RUHBERG (2018).

Quadro 1: Quadro referencial à identificação de SE.

Serviço Ecológico	Síntese de importância à bacia do Jararaca
I) Serviços de provisão	
Provisão de água para atividades humanas	Essencial à garantia de atividades humanas na bacia e em seu entorno, com importância econômica, relacionada às atividades produtivas; social, sobretudo por conta da ausência de redes de abastecimento com fontes externas; ambiental, à garantia de funções ecológicas que possibilitam a exploração hídrica.
Produtos advindos de culturas agrícolas	Atividades econômicas historicamente relacionadas à produção agrícola, com potencial de utilização de acordo com aptidões do território conforme o Plano de Bacia. Ressalta-se que porções de área se mostram pouco aptas para tal atividade, que carece de observação e adequação de técnicas de manejo segundo vulnerabilidades geológicas de contaminação hídrica.
II) Serviços de regulação	
Regulação da qualidade do ar	Regulação sobre os efeitos negativos advindos de fontes de poluição difusa devido a circulação de veículos nas rodovias e estradas rurais.
Regulação do microclima	Amenização e controle de aspectos relacionados a processos de degradação ambiental presentes na bacia do Jararaca, particularmente devido aos ambientes úmidos e aspectos geomorfológicos locais.
Regulação de fluxos hídricos e recarga de aquíferos	Regulação de fluxos na bacia mostra-se essencial à recuperação ambiental nas imediações de várzeas e áreas pouco impermeabilizadas.
Purificação de recursos hídricos e manutenção da qualidade da água de abastecimento	As áreas não impermeabilizadas e com atividades antrópicas características do meio rural presentes na bacia mostram-se supridas pela capacidade de suporte dos ecossistemas em absorver externalidades resultantes dos usos locais.
Manutenção de ciclos biogeoquímicos	A bacia historicamente mostra-se tipicamente vocacionada à produção agrícola, que carece de métodos adequados às restrições ambientais indicadas no Plano de Bacias, de modo compatível às áreas úmidas constituídas pelas várzeas locais e seu papel na ciclagem de nutrientes e ao balanço hídrico local.
Prevenção e controle de processos erosivos	O histórico de inundações na bacia indica que áreas com potencial de absorver excedentes de períodos de cheias são fundamentais à prevenção de perdas em termos sociais, econômicos e ambientais.
Atenuação de efeitos da urbanização do entorno	Áreas com usos diversos às pressões da urbanização podem oferecer condições de amenização de efeitos negativos associados à expansão urbana nos moldes historicamente estabelecidos no município de São Carlos. Além disso, promove-se o uso de áreas públicas e a noção de importância social de paisagens conservadas segundo seus atributos ambientais.
III) Serviços culturais	
Recreação e turismo	A bacia mostra áreas e usos de lazer associados à paisagem rural. Em termos de turismo, admite-se que localidades conservadas sejam objeto de projetos específicos destinados ao incremento de rendas locais a partir de oportunidades de recuperação ambiental.
Valores estéticos	Por estar justaposta a setores urbanos de ocupação consolidada, e sendo alvo de propostas de adensamento populacional, os aspectos estéticos e históricos da bacia mostram-se fragilizados. Assim, áreas com potencial de oferecimento deste SE podem contribuir à conservação e recuperação ambiental.
Aspectos educacionais	A bacia, diante dos diversos usos antrópicos e com presença de populações de diferentes faixas etárias e condições socioeconômicas, carece de ações voltadas à educação ambiental. Nesse sentido, áreas que tenham condições de oferecer esse tipo de SE traduzem potencialidades de desenvolvimento com base socioambiental.

Fonte: ELABORAÇÃO DO AUTOR. Adaptação da metodologia sugerida por SCHULER & RUHBERG (2018) a partir de indicações de MONTAÑO e FONTES (2008b).

3. RESULTADOS

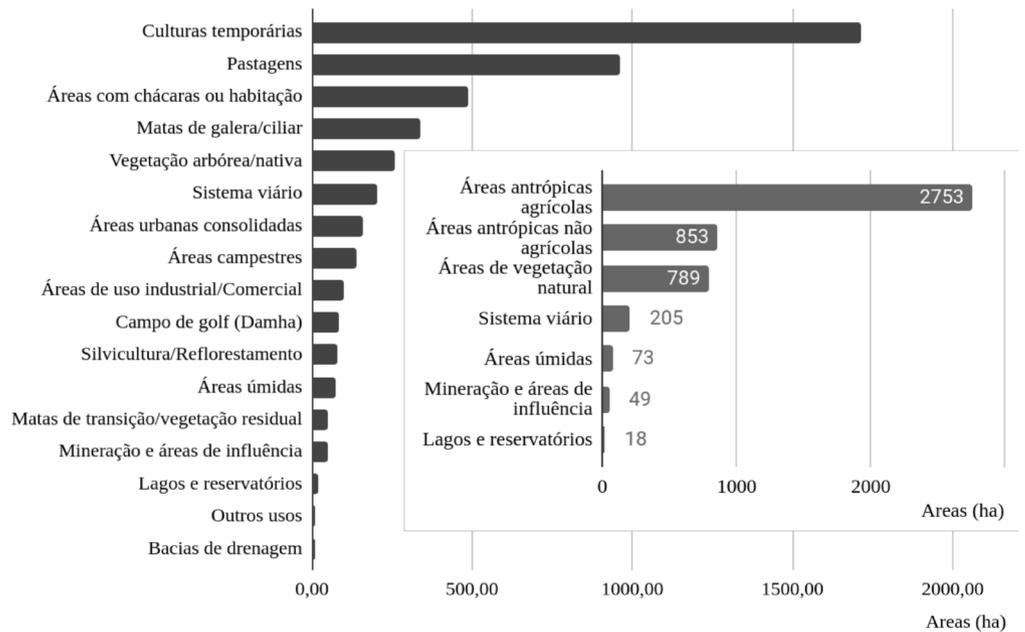
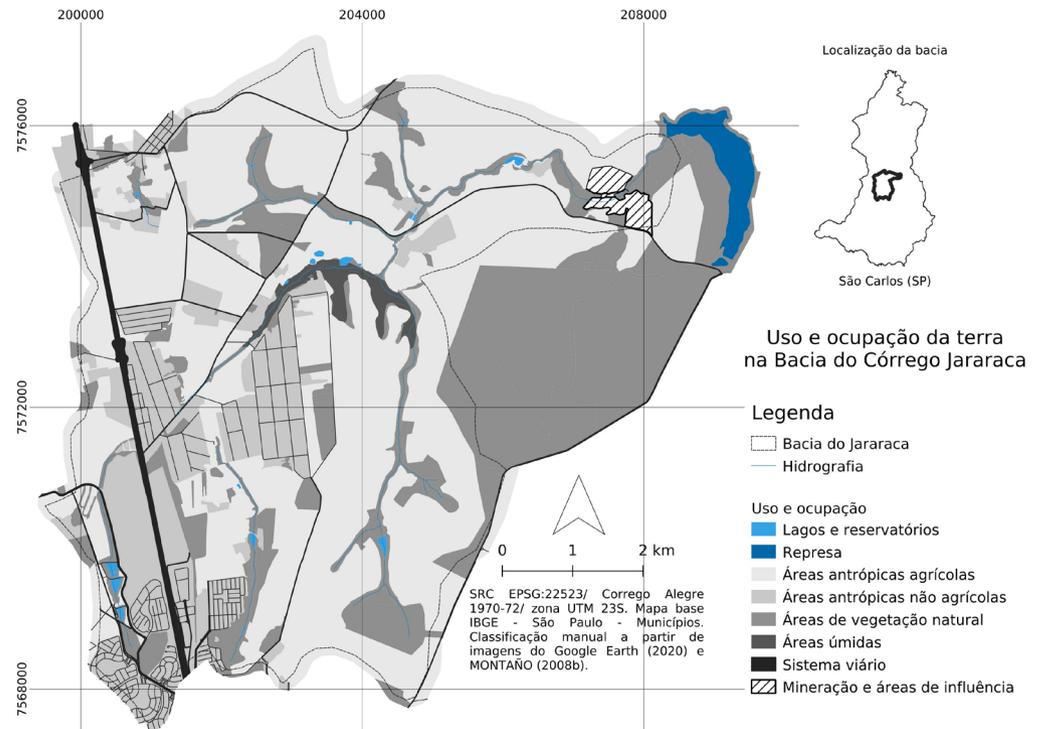
A partir do procedimento descrito foi elaborado o mapa de uso e ocupação da bacia conforme a Figura 3. Bem como verificado por MONTAÑO & FONTES (2008b), prevalecem na bacia usos predominantemente agrícolas e pecuárias, sobretudo por culturas temporárias e pastagens. Ainda se identifica uma mancha associada a áreas de mineração e usos antrópicos não agrícolas, como áreas com chácaras ou habitações nucleadas que acompanham o sistema viário em direção às áreas de vale. No mapa, remanescentes de vegetação natural podem ser visualizadas como formações florestais componentes de Reservas Legais e Áreas de Preservação Permanente (APP) ou em fragmentos residuais. Concentra-se na porção sudoeste da figura uma parcela significativa da vegetação nativa que cumpre uma importante função de conectividade de fragmentos da paisagem. No entanto, o cálculo de áreas não abarcou essas células territoriais exteriores ao traçado que delimita os divisores de água.

A ocupação imediata às áreas baixas da bacia, verificada ainda na Figura 3, sugere alguma permanência do quadro descrito por GRACIANO (2010). Afirmava-se que a importância do meio físico já estaria bem documentada e disponível à época (como de fato estavam no Plano de Bacias Hidrográficas do Jararaca), mas que isso não seria suficiente a modificações da lógica de processos decisórios. Se a gestão pública de então estava sujeita a imperativos não inscritos como critérios válidos

à reprodução saudável da cidade, o levantamento de uso e ocupação realizado não observa mudanças nesse rumo. Ao contrário, os avanços da área com infraestrutura urbana tanto na cabeceira da bacia, quanto nas proximidades da hidrografia restante ainda se mostram como presentes, em obediência a fluxos de adensamento populacional que não dispensam a instalação de novos equipamentos (de transporte, educação, saúde, etc.).

O mapa da Figura 5 (produzido a partir dos critérios estabelecidos tanto à classificação de uso e ocupação da terra, quanto à conjugação entre a Matriz de identificação de SE e o Quadro 2), indica que os serviços ecossistêmicos se concentram em localidades que mantêm nuances de seus ecossistemas mais conservados, geralmente associados a regimes de proteção legal. Apesar de o modelo sugerir nas entrelinhas que os SE poderiam ser divididos em blocos homogêneos independentes, é importante ressaltar que ele é antes uma medida qualitativa advinda da espacialização de SE segundo a integração dos parâmetros considerados no procedimento realizado, que impõe a interdependência de fatores do meio físico, biótico e social. O mapa favorece a interpretação de uma rede contínua de atributos do meio que oferecem benefícios às sociedades nos marcos conceituais recentes sobre o nexos entre problemas urbanos, ambientais e possíveis soluções adaptadas ao contexto local.

Figura 3: Uso e ocupação da terra na bacia do Córrego Jararaca.



Fonte: ELABORAÇÃO DO AUTOR.

Figura 4: Matriz de identificação de SE associados ao uso e ocupação da bacia do Jararaca.

			Classes de uso e ocupação do solo																
			Áreas campestres	Áreas com chácaras ou habitação	Áreas de uso industrial/Comercial	Áreas úmidas	Áreas urbanas consolidadas	Bacias de drenagem	Campo de golf	Culturas temporárias	Lagos e pequenos reservatórios	Represa 29	Matas de galeria/ciliar	Matas de transição/vegetação residual	Mineração e áreas de influência direta	Pastagens	Sistema viário	Silvicultura/Reflorestamento	Vegetação arbórea/nativa
Serviço Eossistêmico			Identificação do oferecimento de SE																
Serviços de provisão	Provisão de água para atividades humanas	S1																	
	Produtos advindos de culturas agrícolas	S2																	
Serviços de regulação	Regulação da qualidade do ar	S3																	
	Regulação do microclima	S4																	
	Regulação de fluxos hídricos e recarga de aquíferos	S5																	
	Purificação de recursos hídricos e manutenção da qualidade de água	S6																	
	Manutenção de ciclos biogeoquímicos	S7																	
	Prevenção e controle de processos erosivos	S8																	
	Controle de processos biológicos	S9																	
	Prevenção a eventos extremos	S10																	
	Metabolização de resíduos de atividades humanas	S11																	
	Atenuação de efeitos da urbanização do entorno	S12																	
Serviços culturais	Recreação e turismo	S13																	
	Valores estéticos	S14																	
	Aspectos educacionais	S15																	

Fonte: ELABORAÇÃO DO AUTOR adaptando-se indicações de ALMENAR et al. (2021); MONTAÑO & FONTES (2008b) e SCHULER; RUHBERG (2018).

demonstram o oferecimento de SE de modo significativo. Isso tanto permite a assertiva de que é possível reverter a degradação instalada (não sendo em nenhuma medida aceitável a ideia de “fato consumado” como justificativa a novos empreendimentos); quanto indica que incursões de usos tipicamente urbanos, como parcelamentos para fins habitacionais, a partir de lotes com dimensões características de ocupações adensadas (em contraposição às potencialidades de aproveitamentos para finalidades associadas ao mundo rural) não se mostram imediatamente compatíveis com os atributos da paisagem materializada na bacia do Córrego Jararaca.

Nessa perspectiva, ANELLI (2015) ressalta o quase permanente conflito entre interesses de desenvolvimento urbano e a carência de conservação de recursos hídricos enquanto suporte a atividades humanas, haja vista a ideia de “irreversibilidade” do fenômeno urbano após estabelecido, e nos convida a elaborarmos novas configurações das cidades de modo ajustado à presença difusa de recursos ambientais, particularmente as águas. Ainda que os levantamentos realizados no presente trabalho careçam de suporte quantitativo (que poderiam ser em ações de monitoramento ou sob a forma de indicadores de qualidade em pesquisas futuras), avalia-se que o modelo proposto avança na direção de antecipar a instalação de novos desajustes advindos do tipo de conflito aludido, subsidiando configurações compatíveis com o meio físico da bacia.

A espacialização de SE nos moldes realizados pode permitir que a Avaliação de Impacto Ambiental

(AIA) vinculada a políticas ou projetos incorpore mais uma camada de informações sistematizadas em sua base de dados. Espera-se, desse modo, que o modelo tanto contribua à viabilização propostas que observam fluxos ecológicos que atuem em direção à recuperação ambiental de áreas com menores concentrações de SE (como as imediações do sistema viário ou afetadas pela atividade mineradora); quanto favoreça a formulação de novas diretrizes e limites de uso e ocupação segundo critérios ambientais que densificam a possibilidade de construção de cidades mais resilientes, no sentido de justiça ambiental segundo asserções de ACSELRAD (2009). Adiciona-se, por fim, que estudos futuros que incrementem a proposta deste trabalho levem em consideração de modo sistemático as camadas inferiores à superfície do solo, como aspectos geomorfológicos da bacia e os recursos hídricos subjacentes, com destaque à importância dos solos hidromórficos locais e sua função de sustentar os SE advindos de áreas úmidas (GOMES; JUNIOR, 2020).

4. CONCLUSÃO

A proposta de espacialização apresentada e os conceitos utilizados conduzem à conclusão de que as áreas que revelam ainda atributos relacionados à vegetação nativa e ecossistemas locais, com nuances de sua complexidade ainda conservadas, são de notável importância em termos de oferecimento de SE. Como indica o modelo, mesmo as porções territoriais com mais porosidade à antropização ainda se mostram significativas em termos de potencial de oferecimento de benefícios à sociedade a partir de funções exercidas pelos ecossistemas que se

conjugam com ocupações humanas na bacia, sendo carentes ações de recuperação ambiental de modo integrado às aptidões territoriais verificáveis.

Por fim, são ressaltadas as potencialidades de usos de conceitos e práticas aceitas no campo da análise ambiental para o estudo e planejamento territorial. O mapeamento de serviços ecossistêmicos oferece instrumentos para modelagem de sistemas ambientais a partir de aproximações sucessivas, ainda que sejam necessários estudos confirmatórios e quantitativos acerca dos resultados obtidos. Nesse sentido, mesmo assumindo diversas das limitações e intencionalidades de atuação dos agentes hegemônicos sobre a dimensão ambiental como assertivamente mostra ACSELRAD (2009), o instrumento de planejamento construído dá ensejo à previsibilidade de impactos ambientais associados à implantação de empreendimentos incompatíveis com exigências de manutenção de qualidades ambientais significativas à qualidade de vida de populações humanas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, H. Vigar e unir: a agenda da sustentabilidade urbana? In: **A duração das cidades - sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.

AHERN, J. Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. 2013.

ALMENAR, J. B. et al. Nexus between

nature-based solutions, ecosystem services and urban challenges. **Land Use Policy**, v. 100, 2021.

BUSCHBACHER, R. A TEORIA DA RESILIÊNCIA E OS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS: COMO SE PREPARAR PARA UM FUTURO IMPREVISÍVEL? **boletim regional, urbano e ambiental - Ipea**, v. 9, jun. 2014.

DATAGEO. **Sistema Ambiental Paulista**. Disponível em: <<https://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/>>. Acesso em: 5 jul. 2020.

DECINA, T. G. T.; BRANDÃO, J. L. B. Análise de desempenho de medidas estruturais e não estruturais de controle de inundações em uma bacia urbana. **Eng Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 207–217, mar. 2016.

GOMES, C. S.; JUNIOR, A. P. M. CLASSESHIDROGEOLOGICAS DE ÁREAS ÚMIDAS EM MINAS GERAIS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 2, 1 abr. 2020.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; BARTON, D. N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. **Ecological Economics**, v. 86, p. 235–245, 2013.

GRACIANO, S. I. **A adoção da abordagem de empreendimentos para a gestão ambiental de cidades: estudo de caso Bacia do Córrego Jararaca**. TCC—São Carlos: USP - EESC, 2010.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013.

- IBGE. **São Carlos (SP) | Cidades e Estados | IBGE**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sao-carlos.html>>. Acesso em: 16 set. 2020.
- LIMA, M. C. S. **Os serviços ecossistêmicos desempenhados por cursos d'água em São Carlos (SP): uma análise quantitativa e qualitativa em sub-bacias com diferentes usos de solo**. TCC—São Carlos: USP - EESC, 2017.
- MONTAÑO, M.; FONTES, A. T. Análise ambiental da bacia do Córrego Jararaca (São Carlos - SP): subsídios ao planejamento territorial e de recursos hídricos. **OLAM - Ciência & Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 240, 2008a.
- MONTAÑO, M.; FONTES, A. T. **Plano de Bacia Hidrográfica do Córrego Jararaca**. São Carlos: Fator Ambiental Consultoria e Treinamento Ltda, 2008b.
- NG, A. W.; FONG, B. Y. F.; LEUNG, T. C. H. Health and Sustainability: Reinforcing Public and Private Engagement Through Tertiary Institutions. **World Sustainability Series**, p. 169–186, 2018.
- SADR, S. M. K. et al. Strategic planning of the integrated urban wastewater system using adaptation pathways. **Water Research**, v. 182, 2020.
- SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.
- SCHENK, L.; PERES, R.; FANTIN, M. SISTEMA DE ESPAÇOS LIVRES E SUA RELAÇÃO COM OS AGENTES PÚBLICOS E PRIVADOS NA PRODUÇÃO DA FORMA URBANA DE SÃO CARLOS, SP. In: **Quadro geral da forma urbana e do sistema de espaços livres das cidades brasileiras**. São Paulo: FAUSP, 2018. v. 2p. 297–339.
- SCHULER, H. R.; RUHBERG, K. **Mapeamento de Serviços Ecossistêmicos no Território. Cartilha metodológica segundo a experiência de Duque de Caxias – RJ**. Brasília: MMA - SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE, 2018.
- SILVA, G. C. DA; MENEZES, D. B. ANÁLISE COMPARATIVA DE DIRETRIZES URBANÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO JARARACA, SÃO CARLOS - SP. **Cadernos Zygmunt Bauman**, v. 8, n. 18, p. 323–335, 2018.
- SILVA, L. S. D.; COSTA, I. D. S.; CASTRO, A. A. B. D. C. GEOTECNOLOGIAS COMO AUXÍLIO NO PLANEJAMENTO URBANO - O uso do Google Earth como ferramenta de visualização espacial para o planejamento urbano. **XVIII ENANPUR**, p. 17, maio 2019.
- STANGANINI, F. N.; LOLLO, J. A. DE. O crescimento da área urbana da cidade de São Carlos/SP entre os anos de 2010 e 2015: o avanço da degradação ambiental. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, n. 1, p. 118–128, 2018.
- TAVARES, J. C.; FANTIN, M. (EDS.). **Plano de urbanização e regularização fundiária do banhado: Jardim nova esperança**. São Carlos: IAU/USP, 2019.
- TURRA, A. et al. AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL SOB UMA ABORDAGEM ECOSISTÊMICA:

AMPLIAÇÃO DO PORTO DE
SÃO SEBASTIÃO. **Ambiente &
Sociedade**, v. XX, n. 3, p. 159–178,
set. 2017.

Estratégias de Mobilidade Urbana para promoção de saúde nas cidades

Urban mobility strategies to promote health at cities

Estrategias de movilidad urbana para la promoción de la salud en las ciudades

Ana Carla Fernandes Gasques

Doutoranda no Programa de Ciências da Engenharia Ambiental, USP, Brasil
acfgasques@usp.br

Marcelo Montaña

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

RESUMO

Na medida em que as cidades estão se expandindo e, aliado ao desenvolvimento urbano, o papel da mobilidade urbana está se tornando cada vez mais importante. Entretanto, as preocupações com a mobilidade enfatizam, além de impactos ambientais, impactos à saúde humana. Assim, ao mesmo tempo que os impactos decorrentes deste processo são desafios para o planejamento, estratégias de mobilidade urbana podem ser oportunidades para cidades mais habitáveis, saudáveis e resilientes. Deste modo, o presente trabalho tem por objetivo realizar um levantamento de estratégias de mobilidade urbana desenvolvidas visando promoção de saúde nas cidades. A metodologia adotada, de caráter exploratório e qualitativo, foi dividida em duas etapas, sendo i) identificação de princípios para mobilidade urbana promotora de saúde e, ii) revisão de literatura em base de dados online tendo por recorte o período de 2011 a 2020. A busca inicial resultou em 136 artigos os quais passaram por filtros e, ao final, 14 foram utilizados para extração das informações. Como principais resultados, foram constatadas que as estratégias de mobilidade que visam a promoção da saúde nos espaços urbanos incluem aprimoramentos no transporte público e desestímulo ao uso de automóveis a partir de incentivos por deslocamentos ativos a partir de caminhadas e bicicletas, promovidos a partir de melhorias na infraestrutura de calçadas e ciclovias. As estratégias apresentadas relacionam-se aos princípios identificados inicialmente, principalmente no que diz respeito à visão de equidade social, priorização de modos não poluentes e redes de pedestres e ciclistas exclusivos.

PALAVRAS-CHAVE: Mobilidade Urbana. Saúde Urbana. Planejamento Urbano.

ABSTRACT

As cities are expanding and, combined with urban development, the role of urban mobility is becoming increasingly important. However, mobility concerns emphasize impacts on human health in addition to environmental impacts. Thus, while the impacts resulting from this process are challenges for planning, urban mobility strategies can be opportunities for more livable, healthier and more resilient cities. Thus, the present work aims to carry out a survey of urban mobility strategies developed with a view to promote health in cities. The methodology adopted, classified as exploratory and qualitative, was divided into 2 stages: i) identification of principles for health-promoting urban mobility and, ii) literature review in an online database with the cutout period from 2011 to 2020. The initial search resulted in 136 articles which were filtered and, at the end, 14 were used to extract the information. As main results it was found that mobility strategies aimed at promoting health in urban spaces include improvements in public transport and discouraging the use of automobiles through active commuting incentives from walking and cycling, promoted from improving the sidewalks and cycle paths infrastructure. The strategies presented are related to the principles identified in step 1, mainly with regard to the vision of social equity, prioritization of non-polluting modes and networks of pedestrians and exclusive cyclists.

KEYWORDS: Urban Mobility. Urban Health. Urban planning.

RESUMEN

Las ciudades se están expandiendo y, combinado con el desarrollo urbano, el papel de la movilidad urbana es cada vez más importante. Sin embargo, las preocupaciones por la movilidad enfatizan, además de los impactos ambientales, los impactos en la salud humana. Por lo tanto, si bien los impactos resultantes de este proceso son desafíos para la planificación,

las estrategias de movilidad urbana pueden ser oportunidades para ciudades más habitables, saludables y resilientes. Así, el presente trabajo tiene como objetivo conocer las estrategias de movilidad urbana desarrolladas para promover la salud en las ciudades. La metodología adoptada, de carácter exploratorio y cualitativo, se dividió en 2 etapas: i) identificación de principios para la movilidad urbana promotora de la salud y, ii) revisión de la literatura en una base de datos en línea con el período de corte de 2011 a 2020. La búsqueda resultó en 136 artículos que fueron filtrados y, al final, 14 fueron utilizados para extraer la información. Como principales resultados, se encontró que las estrategias de movilidad orientadas a promover la salud en los espacios urbanos incluyen mejoras en el transporte público y desincentivar el uso del automóvil a través de incentivos para los desplazamientos activos a pie y en bicicleta, promovidos a partir de mejoras en la infraestructura de aceras y ciclovías. Las estrategias presentadas están relacionadas con los principios identificados, principalmente en lo que respecta a la visión de equidad social, priorización de modos no contaminantes y redes de peatones y ciclistas exclusivos.

PALABRAS CLAVE: *Movilidad Urbana. Salud Urbana. Planificación urbana.*

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que 55% da população mundial vive em cidades e este valor pode chegar a 68% até 2050 (WHO, 2019). A medida em que o mundo continua a se urbanizar, o desenvolvimento sustentável depende cada vez mais da gestão bem-sucedida do crescimento urbano, este crescimento significa que a vida cotidiana se torna mais dependente da complexidade da infraestrutura urbana, como o transporte (DUY; CHAPMAN; TIGHT, 2019).

O papel das cidades, sob o ponto de vista do desenvolvimento sustentável, deve estar relacionado às necessidades econômicas e sociais aliadas ao suporte ambiental de longo prazo, refletindo as relações com o seu entorno e os impactos ambientais (OLIVEIRA; MONTÃO; SOUZA, 2009). Muitos países enfrentam e enfrentarão desafios para atender às necessidades de suas crescentes populações urbanas, incluindo moradia, transporte, sistemas de energia e outras infraestruturas, bem como empregos e serviços básicos, como educação e saúde.

A mobilidade é um pré-requisito para atender as necessidades humanas essenciais tendo em vista que trabalho, educação, participação social e lazer geram viagens regulares da população (DUY; CHAPMAN;

TIGHT, 2019; HEINRICHS; JARASS, 2020). Particularmente nas cidades, no entanto, as estratégias de mobilidade urbana orientadas para o transporte motorizado têm contribuído para o aumento da poluição do ar, do solo e contaminação da água, congestionamentos do trânsito e conflitos com o espaço urbano, resultando na falta de espaços seguros para os modos de deslocamento não motorizados (sobretudo a pé e em bicicletas) e atividades físicas (HEINRICHS; JARASS, 2020).

O desenvolvimento das cidades voltado à intensificação do uso de veículos automotores está relacionado ao aumento das taxas de mortalidade por acidente vascular cerebral, doenças cardíacas, câncer, doenças respiratórias e acidentes (GLAZENER; KHREIS, 2019; MUÑIZ; ROJAS, 2019). As preocupações com a mobilidade enfatizam, ainda, impactos à saúde, resultante de acidentes de trânsito e das emissões de CO₂, a habitabilidade e a qualidade vida além da garantia de resiliência em condições climáticas mais críticas (PORTUGAL, 2017; BONGIORNO et al., 2019).

Segundo Rydin et al. (2012), Nieuwenhuijsen (2016) e Glazener e Khreis (2019) o transporte e a mobilidade urbana apresentam grande potencial para promoção de

idades saudáveis e, assim, políticas que direcionam para transporte saudáveis e sustentáveis podem contribuir para o alcance de muitos dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e para o cumprimento da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (UN, 2019).

Como consequência deste cenário, as cidades têm buscado estratégias de planejamento para promover padrões de mobilidade mais ativos, sustentáveis e saudáveis (PINEO et al., 2018; HEINRICHS; JARASS, 2020). Neste sentido, as técnicas de avaliação e de planejamento urbano devem ser inovadoras para responder proporcionalmente ao crescimento populacional buscando novas formas de reduzir os impactos da mobilidade urbana ao ambiente e à saúde e, ainda, implementar práticas eficientes, sustentáveis e saudáveis (NIEUWENHUIJSEN, 2016).

Entretanto, embora seja clara a possibilidade de a mobilidade urbana apresentar benefícios e oportunidades para promoção de cidades mais sustentáveis e saudáveis, ainda é um desafio para as cidades e nem sempre são traduzidas em estratégias concretas a nível local ou nacional (PASTA CONSORTIUM, 2017).

2 OBJETIVO

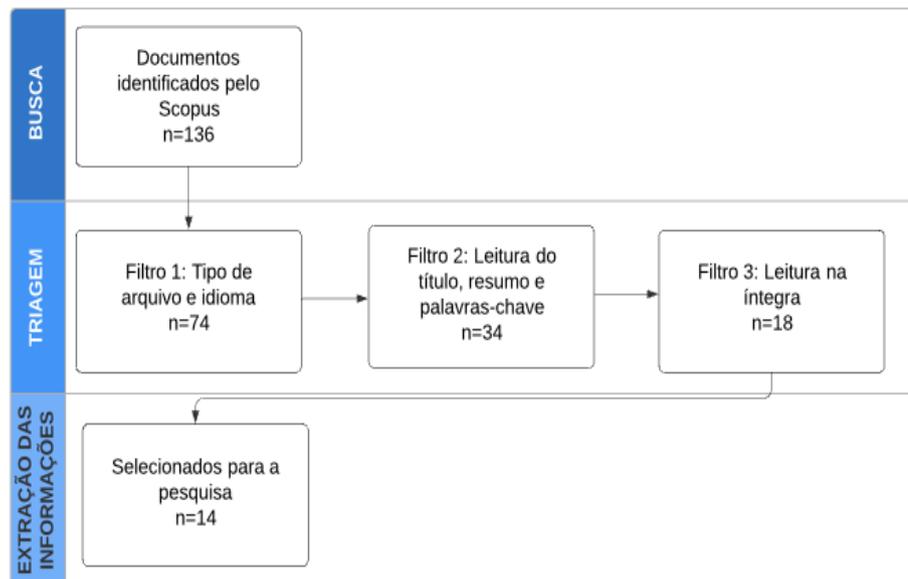
O objetivo deste trabalho é realizar um levantamento de estratégias de mobilidade urbana desenvolvidas visando à promoção de saúde nas cidades.

3 METODOLOGIA

A metodologia foi dividida em 2 etapas. A primeira consistiu na identificação de princípios para mobilidade urbana promotora de saúde nos espaços urbanos. Para tal, o guia de Transporte Saudável em cidades em desenvolvimento, desenvolvido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 2009) foi utilizado como referência, e cotejado em relação à literatura.

A segunda etapa buscou identificar estratégias de mobilidade urbana para promoção da saúde tendo com base os princípios definidos pela OMS. Para tal, realizou-se uma revisão de literatura (conforme Figura 1) utilizando-se a plataforma *Scopus* para identificação de artigos publicados na última década (2011 a 2020) empregando a expressão "*urban planning*" AND "*mobility*" OR "*urban mobility*" AND "*health*" em títulos, resumos e palavras-chave.

Figura 1: Etapas da revisão de literatura



Fonte: Os autores.

Após a realização da triagem dos artigos, 14 documentos foram selecionados para extração das informações sobre estratégias de mobilidade urbana com enfoque em saúde, as quais foram obtidas a partir da análise de conteúdo dos resultados, discussão e/ou conclusões dos referidos artigos. As informações extraídas foram organizadas a fim de identificar as estratégias e sua interferência na saúde, relacionando-as aos princípios recomendados.

4 RESULTADOS

Definir formas transporte saudável e sustentável abrange maximizar o acesso, a mobilidade pessoal e a atividade física saudável e, as estratégias para este fim variam de acordo com o contexto, as necessidades e os padrões de viagem local, entretanto, alguns princípios e recomendações são consideradas importantes (WHO, 2019). Assim, a primeira etapa consistiu na identificação dos princípios para mobilidade urbana voltadas à saúde (Quadro 1).

Quadro 1: Princípios e exemplos de estratégia para mobilidade urbana voltadas à saúde

	Princípio	Exemplo de Estratégia
i)	Visão de equidade social.	Fornecer mobilidade de alta qualidade a todos os residentes, independentemente de possuírem um veículo particular.
ii)	Gerenciamento da demanda de transporte.	Atender as necessidades de mobilidade de pessoas e bens de maneira mais saudável, eficiente, equitativa e ambientalmente sustentável em vez de fornecer mais capacidade rodoviária para o desenvolvimento econômico
iii)	Transporte integrado.	Integrar diferentes modais de transporte, por exemplo, transporte não motorizado para áreas urbanas densas e transporte público de alto volume para trajetos de alta demanda
iv)	Priorização de modos não poluentes.	Definir políticas de gerenciamento de demanda para transportes não motorizados e públicos usando tanto o projeto físico quanto as medidas econômicas
v)	Redes de pedestres e ciclistas separadas.	Estabelecer de espaços destinados a pedestres e ciclistas separados.
vi)	Corredores de transporte público reformados.	Estabelecer transporte público dedicado, podendo incluir trem leve ou ônibus rápido ou combinação de diferentes transportes, conforme apropriado para as necessidades e características locais.
vii)	Ambientes comunitários ativos.	Promover espaços sociais e de atividades da comunidade, como parques, praças e playgrounds, pequenos jardins, ruas de pedestres e vias públicas.
viii)	Uso do solo integrado e gerenciado.	Definir políticas de uso do solo que agrupam e integram novos centros de habitação, serviços e atividades em torno das redes de transporte público e faixas exclusivas para pedestres e ciclistas.
ix)	Padrões e tecnologia aprimorados de veículos.	Instituir políticas que apoiam combustíveis sem chumbo, combustível com baixo teor de enxofre; alternativas ao diesel, como o Gás Natural Veicular; padrões aprimorados ou adaptação de motores de veículos mais antigos.
x)	Ferramentas econômicas.	Propor cobrança de taxas de combustível, congestionamento ou preço de estacionamento diferenciadas a fim de gerar receitas para modos menos poluentes e aumentar o preço dos modos poluentes.

Fonte: Adaptado de WHO, 2009.

São definidos 9 princípios, os quais direcionam a mobilidade urbana para mobilidade mais ativa, sustentável e equitativa, principalmente a partir de melhorias no transporte público e incentivos a meios não motorizados e mais ativos, tal como caminhada e bicicleta. Não existe um consenso na literatura quanto à universalização destes princípios, entretanto, eles compõem as estratégias do movimento Cidades Saudáveis, um programa de desenvolvimento a longo prazo estabelecido pela OMS, que busca incluir a saúde na agenda

das cidades e promover qualidade de vida a fim de responder a problemas de saúde que surgiram devido à urbanização.

Ainda, diversos estudos abordam princípios semelhantes no que diz respeito a promover saúde nos espaços urbanos a partir da mobilidade urbana. Para Mottaeva (2018) estabelecer princípios é o caminho para “Saúde para todos”, iniciado em 1998 a partir do movimento Cidades Saudáveis das Nações Unidas, que inclui o

transporte como um dos fatores que influenciam a saúde do meio urbano. Segundo o autor o objetivo principal a ser atingido com estas estratégias está em promover o desenvolvimento de meios alternativos de transporte, que não causem danos à saúde e ao meio ambiente.

Oliveira et al. (2015) apontam que os impactos negativos resultantes da mobilidade urbana poderiam ser evitados reduzindo a dependência de automóveis particulares e mudando para transporte público limpo, bem como transporte ativo. Além disso, apontam a necessidade de integrar o planejamento de transporte com o ambiente construído, por exemplo a provisão de áreas para caminhadas e bicicletas é essencial para assegurar que os benefícios do transporte ativo não sejam compensados pelo aumento do risco de colisão com veículos motorizados.

Segundo UN-HABITAT (2013), a mobilidade urbana do ponto de vista ambiental aponta para três princípios de ação: i) redução da necessidade de viagens motorizadas; ii) mudança de viagens para os modos de transporte público coletivo e formas não motorizadas; e, iii) inovações tecnológicas dos veículos e utilização de combustíveis mais limpos.

Iravani e Rao (2020) analisaram princípios do Novo Urbanismo e seus resultados que afetam a saúde pública. Comparando com os princípios identificados há uma convergência no que diz respeito àqueles direcionados para maior uso de modos não motorizados e de transporte público, o que resulta em mais atividade física, menor uso de automóveis particulares, o que resulta em menos poluição do ar, ruas mais seguras, o que resulta em menos acidentes de trânsito e planejamento comunitário completo para os residentes, independentemente de renda, idade ou ideias, o que resulta em melhor acesso aos recursos de saúde.

A partir deste levantamento, foi feita a revisão de literatura para identificação das estratégias de mobilidade urbana com enfoque em saúde. As estratégias selecionadas a partir dos 14 trabalhos estão relacionadas aos princípios definidos pelo guia de Transporte Saudável em cidades em desenvolvimento, desenvolvido pela Organização Mundial da Saúde (OMS), conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2: Quadro-resumo das estratégias para mobilidade urbana voltadas à saúde identificadas e princípio(s) relacionado(s)

Referência	Estratégia	Princípio(s) relacionado(s)
Sá et al., 2019.	Criação de novos mecanismos de apropriação social do espaço público, investimentos financeiros para facilitar o transporte não motorizado e melhorar a qualidade do transporte público bem como participação social direta no desenvolvimento de políticas para incentivo de deslocamentos ativos.	i);ii); iv); v); vii); viii
Vazquez-Hisado (2018)	Políticas públicas municipais têm direcionado o planejamento da mobilidade urbana das principais ruas comerciais e turísticas para pedestrianização e promoção do uso da bicicleta como meio de transporte e também adaptação das ruas à circulação deste veículo.	i); iv); v); vii)
Grimaldi e Fernandez (2017)	Implantação de projeto para apoiar os pais na decisão de autorizar seus filhos de 8 a 11 anos a caminharem sozinhos para escola a partir da definição de trajetos escolares.	i); ii); v); viii); v)
Mueller et al. (2020); Palencia et al. (2020).	Intervenções nas áreas urbanas para reduzir a disponibilidade da via dedicada aos veículos particulares e recuperar parte do espaço público para as pessoas.	i); ii); iv); v)
Gallo, De Luca e De Martinis (2014).	Estabelecimento de um Plano de Tráfego com estratégias de mobilidade voltadas à redução de ruído do tráfego, redução do tempo total de viagem para os usuários da rede rodoviária a partir de uma nova configuração da rede viária.	i); ii); vi); viii);
Rebecchi et al. (2016)	Implantação de rede cicloviária.	i); iv); v)
Beiler, Seket e Swiatek (2016)	Condições para alta conectividade para transporte público e acesso de pedestres para quase todas as comunidades com restrição de idade.	i); ii); iii); iv); viii)
Leo, Morillón e Silva (2017)	Implementação de Política Nacional de Mobilidade Urbana, com consultoria e financiamento para que as cidades desenvolvam projetos de transporte público, infraestrutura para ciclistas e pedestres e planos de desenvolvimento de transporte.	i); ii); iii); iv); v); viii)
Chatziioannou et al. (2020)	Expansão e melhorias no transporte público por meio de integração; promoção de mobilidade ativa (caminhada e ciclismo) a partir da expansão da rede de ciclovias e instalação de locais de estacionamento de bicicletas; melhoria de segurança das vias com elementos de acessibilidade para caminhada e ciclismo	i); ii); iii); iv); v); vii); viii)
Sagaris e Ortuzar (2015)	Cooperação técnica-cidadã para instalações especializadas em bicicletas, reestruturação das estradas nacionais, promoção de campanhas para incentivo do uso da bicicleta	i); ii); iv); v); vii)
Panagopoulos et al. (2018)	Definição de zonas exclusivas a pedestres como estratégia para manutenção e segurança da mobilidade	i); iv); v)
Amaral et al. (2018)	Implantação de 400 km de ciclovias, ruas de mão única nas quais as bicicletas podem ir no sentido contrário do tráfego veicular e áreas sem veículos ou de baixo tráfego.	i); iv); v); vii); viii)
Hino et al. (2019)	Implantação de um “Programa de pontos de caminhada” para incentivar a mudança nos modais de deslocamentos.	i); iv);
Jaszczak, Morawiak e Zukowska (2020)	Revitalização do planejamento urbano a partir de cooperação entre órgãos administrativos e autoridades rodoviárias e outros órgãos responsáveis pelas infraestruturas rodoviárias para promover infraestrutura de ciclismo.	i); ii); iv); v);

Fonte: Os autores.

No cenário nacional, foi verificado como os sistemas de mobilidade influenciam a mobilidade humana e a saúde no contexto urbano tendo a cidade de São Paulo como ilustração (SÁ et al., 2019). Os autores analisaram as consequências para a saúde no contexto da transição da mobilidade urbana. Foram criados novos mecanismos de apropriação social do espaço público, investimentos financeiros para facilitar o transporte não motorizado e melhorar a qualidade do transporte público bem como participação social direta no desenvolvimento de políticas para alterar a dinâmica do modelo baseado em deslocamentos veiculares para incentivo de deslocamentos ativos. Com esta transição, tem-se, então, melhor integração entre transporte e planejamento do uso do solo, priorização de modos de transporte público e não motorizados mais sustentáveis, resultando em deslocamentos mais ativos promovendo melhoras na saúde (SÁ et al., 2019).

No contexto internacional, foram identificadas estratégias nos seguintes países: Espanha, Itália, Estados Unidos, México, Chile, Grécia, Bélgica, Áustria e Polônia. Estes países vêm passando por um processo de transição rumo a mobilidade sustentável para que as ações desenvolvidas sejam implementadas de acordo com o contexto local, conforme apresentado a seguir.

Vazquez-Hisado (2018) abordou o contexto de Sevilha, centro histórico da Espanha, onde as políticas públicas municipais têm direcionado o planejamento da mobilidade urbana das principais ruas comerciais e turísticas para pedestrianização e promoção do uso da bicicleta

como meio de transporte e também adaptação das ruas à circulação deste veículo. As vantagens constatadas melhoram a saúde da população de diferentes formas, pois envolvem redução da poluição do ar e sonora local, maior sociabilidade, segurança e acessibilidade para as pessoas, menor deterioração do patrimônio arquitetônico e melhor valorização da cidade em termos de imagem.

Barcelona também vem desenvolvendo diversos projetos e intervenções visando promover saúde a partir da mobilidade urbana sob diferentes perspectivas e com enfoque em diferentes faixas etárias. Após constatar uma redução da mobilidade entre casa e escola de crianças entre 6 e 10 anos, implantou um projeto denominado "Caminho Escolar" que apoia os pais na decisão de autorizar seus filhos de 8 a 11 anos a caminharem sozinhos para escola. Neste contexto, foram estabelecidas Estradas Escolares, trajetos definidos para promover o deslocamento ativo desta faixa etária, visando reduzir problemas de saúde (tal como obesidade infantil) e os impactos resultantes do deslocamento veicular (GRIMALDI; FERNANDEZ, 2017).

Além deste projeto, a cidade também vem implementando intervenções em diferentes bairros, denominadas "superblocos". Os superblocos visam estabelecer um novo modelo de mobilidade onde reduz-se a disponibilidade da via dedicada aos veículos particulares e recupera-se parte do espaço público para as pessoas. Cinco superblocos foram implementados e outros 3 estão em processo participativo e buscam, dentre outros fatores, auxiliar para a redução de acidentes de trânsito e sedentarismo, conforme apresentado por Mueller et al. (2020) e Palencia

et al. (2020).

Ações voltadas à promoção de saúde a partir da mobilidade na Itália também foram identificadas em diferentes trabalhos. Gallo, De Luca e De Martinis (2014) identificaram, no município de Benevento, estratégias de mobilidade voltadas à redução de ruído do tráfego definidas em seu Plano de Tráfego. Estas ações buscam diminuir o tempo total de viagem para os usuários da rede rodoviária a partir de uma nova configuração da rede viária. Os autores apontam que o ruído resultante do tráfego é uma externalidade significativa nas áreas urbanas que pode produzir efeitos graves na saúde, incômodo e distúrbios do sono e, sua redução, melhora a qualidade de vida humana.

Milão também é citada devido à implantação de rede cicloviária. Rebecchi et al. (2016) avaliaram o aumento esperado no uso de bicicletas em função desta implantação e a relação aos efeitos positivos sobre o estado de saúde da população. Foi constatado que esta medida promoveu um aumento da quantidade de praticantes de ciclismo e, desta forma, os autores ressaltam que as intervenções urbanas, principalmente em pequena escala desempenham um papel fundamental na promoção de estilos de vida saudáveis, induzindo em efeitos positivos na saúde da população tal como redução de Doenças Não Transmissíveis, especificamente uma quantificação provisória das mortes salvas.

Beiler, Seket e Swiatek (2016) analisaram o trânsito e a acessibilidade de pedestres para comunidades com restrição de idade em dois locais (condado da Filadélfia e Condado de Union) nos

Estados Unidos. Constataram que o condado de Filadélfia apresenta condições para alta conectividade para transporte público e acesso de pedestres para quase todas as comunidades com restrição de idade. Enquanto, o Condado de Union apresenta oportunidades de curto prazo para que sejam desenvolvidas estratégias de conexão de transporte público, bem como níveis variados de acessibilidade de pedestres. Os autores apontam que tais decisões, referentes à localização e acessibilidade de comunidades com restrição de idade, podem influenciar a mobilidade e afetar a saúde e a qualidade de vida dos membros da comunidade (BEILER; SEKET; SWIATEK, 2016).

Diversas cidades passam por problemas relacionados à mobilidade e, em alguns casos, como cidade do México, este problema vem aumentando nos últimos anos. Neste contexto, Leo, Morillón e Silva (2017) analisaram as estratégias de mobilidade urbana do México, que vem fazendo esforços para implementar sua Política Nacional de Mobilidade Urbana, oferecendo consultoria e financiamento para que as cidades desenvolvam projetos de transporte público, infraestrutura para ciclistas e pedestres e planos de desenvolvimento de transporte.

Quanto às estratégias para melhorar as opções de transporte na Cidade do México, o foco concentrou-se no transporte público visando reduzir a poluição e melhorar as condições de mobilidade. As estratégias incluem construção de linhas do Sistema de Metrô, rotas de interligação entre transporte público (metrô e ônibus), definição da rede de transporte movido a eletricidade, que oferece serviços de trólebus e trens leves,

e implantação do primeiro sistema público de bicicletas da América Latina, com ciclovias exclusivas para skates, patinetes, monociclos, triciclos e cadeiras de rodas (LEO; MORILLÓN; SILVA, 2017).

Chatziioannou et al. (2020) aplicaram uma análise sistêmica para analisar o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Cidade do México (México). O plano foi dividido em 3 eixos estratégicos, sendo: integração, melhoria e proteção de acordo com as políticas públicas a serem desenvolvidas. Os autores constataram que os sistemas de transporte ajudam a moldar a saúde econômica e a qualidade de vida de uma área, fornecendo a infraestrutura para a mobilidade de pessoas e mercadorias.

Neste contexto, as estratégias adotadas englobam: expansão e melhorias no transporte público por meio de integração; promoção de mobilidade ativa (caminhada e ciclismo) a partir da expansão da rede de ciclovias e instalação de locais de estacionamento de bicicletas; melhoria de segurança das vias com elementos de acessibilidade para caminhada e ciclismo. Estas auxiliam para melhorar a qualidade do ar, reduzindo a poluição do ar e sonora, as emissões de gases de efeito estufa e o consumo de energia (CHATZIIOANNOU et al., 2020).

Santiago, no Chile, visando reduzir problemas relacionados à mobilidade urbana e promover mais saúde nas áreas urbanas, desenvolveu um projeto colaborativo para planejamento cicloviário, envolvendo engenheiros, uma equipe técnica universitária e cidadãos. Dentre as estratégias desenvolvidas por esta cooperação técnica-cidadã

tem-se instalações especializadas em bicicletas, reestruturação das estradas nacionais, promoção de campanhas para incentivo do uso da bicicleta (SAGARIS; ORTUZAR, 2015). O ciclismo tem apresentado potencial para, tanto auxiliar em aspectos relacionados a mobilidade como em questões de saúde em função da promoção de atividade física, redução de congestionamentos urbanos e poluição.

Panagopoulos et al. (2018) analisaram a percepção de pedestres e ciclistas em Kalamaria na Grécia, que definiu zonas exclusivas a pedestres como estratégia para manutenção e segurança da mobilidade. Os autores constataram que estas zonas promovem espaços para estilo de vida saudável, incentivaram e aumentaram as taxas de caminhada e ciclismo, reduziram poluição atmosférica, além da promoção de acessibilidade e melhorias na atratividade do ambiente local, reduzem .

Ghent, na Bélgica, localiza-se em terreno plano, o que a torna conveniente para meios de transporte ativos, como ciclismo e caminhada. Em função disso e de estratégias públicas, seu sistema de mobilidade é caracterizado por uma grande parte do uso da bicicleta (30%) e mais de 50% do modal de meios de transporte sustentáveis (bicicleta, a pé, transporte público) (AMARAL et al., 2018). Dentre as estratégias para promoção de saúde, destaca-se a implantação de quase 400 km de ciclovias, ruas de mão única nas quais as bicicletas podem ir no sentido contrário do tráfego veicular e áreas sem veículos ou de baixo tráfego, as quais reduzem o congestionamento e a poluição ao mesmo tempo em que promove melhorias no desempenho

logístico da rede viária.

Hino et al. (2019) analisaram a mudança nos modais de carros e o incentivo à caminhada em Yokohama (Japão) a partir da implantação de um "Programa de pontos de caminhada". A iniciativa disponibilizou pedômetros gratuitos a participantes voluntários com 40 anos ou mais e estes foram pontuados com base na quantidade de passos.

Os autores constataram que houve mudanças no tipo de deslocamento dos participantes em função da motivação a participar do programa, proporcionando benefícios tanto para interação social e saúde, em função do aumento nos deslocamentos ativos. Segundo os autores, a expansão das conexões sociais pode, ainda, ter contribuído para o aumento da frequência de saídas (HINO et al., 2019).

Jaszczak, Morawiak e Zukowska (2020) analisaram cidades polonesas de Cittaslow que revitalizaram seu planejamento urbano a partir de uma cooperação entre órgãos administrativos e autoridades rodoviárias e outros órgãos responsáveis pelas infraestruturas rodoviárias para promover infraestrutura de ciclismo. Constataram que apesar das obras de infraestrutura englobarem apenas seções de estradas em áreas urbanas, o incentivo para deslocamentos por bicicleta aumentou. A pesquisa deixa claro que o ciclismo tem um efeito positivo no desempenho cardiorrespiratório, especialmente na juventude e, quando adotado como meio de deslocamento diário ajuda a reduzir o risco de câncer, doenças respiratórias e cardíacas, sobrepeso e obesidade.

Comparando as estratégias identificadas observa-se que estas são convergentes no que diz respeito ao foco de abordagem: desestímulo a veículos motores e favorecimento de veículos não motorizados e mobilidade ativa (caminhada e ciclismo), como constatado em São Paulo, Sevilha, Barcelona, Milão, condados da Filadélfia e de Union, Cidade do México, Santiago, Kalamaria e Ghent. Além disso é possível constatar que as estratégias de modo geral são complementares e envolvem, também, criar e manter vantagem urbana para estes deslocamentos ativos através da remodelação dos ambientes das cidades.

Corroborando com o supracitado, outras cidades e/ou países vêm desenvolvendo estratégias similares para mobilidade urbana com enfoque em saúde, tal como Londres, Irlanda, Bogotá, dentre outras.

Londres possui diferentes iniciativas em larga escala em torno do papel de transporte na melhoria da saúde e qualidade da vida. Moscholidou e Pangbourne (2018) identificaram a estratégia voltada para rotas para pedestres, denominada 'Walkable London', cujas estratégias consistem na criação de corredores de ativação em toda a capital. Ainda, possui um forte compromisso com a descarbonização e o transporte sustentável, ambos com o objetivo de serem neutros em carbono até 2050 a partir de uma Estratégia de Transporte, a qual aborda "ruas saudáveis", priorizando a saúde humana e a experiência no planejamento para que a cidade seja melhor para todos.

Na Irlanda, um programa denominado "Escolhas mais inteligentes, lugares

mais inteligentes” promove iniciativas para mudança de comportamento a fim de aumentar as viagens ativas e sustentáveis, ou seja, busca fazer com que a caminhada e o ciclismo sejam opção de escolha para viagens curtas. O programa incentiva, também, o uso de transporte público e o compartilhamento de carros a fim de reduzir emissões de carbono e melhorar a qualidade do ar bem como reverter a tendência para estilos de vida sedentários e combater as desigualdades na saúde (PARTRIDGE, 2017).

Nieuwenhuijsen e Khreis (2016) observaram planos para cidades privadas sem carros e seus efeitos em saúde pública e constataram algumas cidades com medidas para reduzir o tráfego motorizado, tais como Hamburgo, Oslo, Helsinque e Madri que possuem iniciativas de se tornar parcialmente privada de carros. Outras cidades como Paris, Milão, Chengdu, Masdar, Dublin, Bruxelas, Copenhague, Bogotá e Hyderabad que já possuem medidas como dias livres de carros, investindo em infraestrutura de ciclismo e pedestres, restrição de vagas de estacionamento e aumentos consideráveis no transporte público.

Em Bogotá, capital da Colômbia, o ambiente construído foi transformado ativamente na tentativa de reduzir a dependência de carros e promover mais atividade física entre seus moradores. Para tal, adotou-se como estratégia a criação de rede de ciclovias e melhorias do sistema de transporte público com a utilização da tecnologia Bus Rapid Transit, com faixas dedicadas ao transporte coletivo (RYDIN et al., 2012).

A partir dos artigos identificados, constata-se, então, que promover

melhores condições para deslocamentos ativos, seja a partir de caminhada ou bicicletas são destaques nas estratégias de mobilidade urbana com enfoque em saúde. As estratégias identificadas apresentam como benefícios para a saúde redução de tráfego de veículos e congestionamentos bem como da poluição do ar e sonora local, maior sociabilidade, acessibilidade e atratividade dos espaços urbanos, redução de sedentarismo e suas doenças relacionadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Frente ao extraído dos artigos selecionados, constata-se que as estratégias de mobilidade urbana identificadas buscam promover a saúde nos centros urbanos a partir do incentivo a deslocamentos ativos, tendo sido evidenciadas propostas de melhorias no transporte público e em infraestrutura urbana tal como calçadas e ciclovias.

Dentre as estratégias para promoção de saúde a partir da mobilidade, a partir dos resultados obtidos, constatou-se que incentivos para ciclismo vem ganhando destaque de forma geral, conforme constatado em 8 dos 14 trabalhos selecionados. Esta modalidade de deslocamento pode contribuir não apenas para solucionar problemas de mobilidade mas também diversas questões de interesse social (saúde e atividade física, congestionamento urbano e poluição). Além disso, as estratégias apresentadas estão relacionadas aos princípios definidos pelo guia de Transporte Saudável em cidades em desenvolvimento, desenvolvido pela Organização Mundial da Saúde, principalmente no que diz respeito a visão de equidade social, priorização de modos não poluentes e redes de

pedestres e ciclistas exclusivas.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi desenvolvido com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo n.º 140511/2019-9).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Rodrigo Rezende; et al. Urban Mobility and City Logistics – Trends and Case Study. **Promet - Traffic&transportation**, [S.L.], v. 30, n. 5, p. 613-622, 9 nov. 2018.

BEILER, Michelle Oswald; SEKETA, Ben; SWIATEK, William. Investigating transit and pedestrian accessibility for age-restricted communities using spatial analysis. **International Journal Of Sustainable Transportation**, [S.L.], v. 10, n. 10, p. 881-893, 15 set. 2015.

BONGIORNO, C.; SANTUCCI, D.; KON, F.; SANTI, P.; RATTI, C. Comparing bicycling and pedestrian mobility: Patterns of non-motorized human mobility in Greater Boston. **Journal Of Transport Geography**, [s.l.], v. 1, n. 80, p.102501-102514, out. 2019.

CHATZIIOANNOU, I.; et al. A CLIOS analysis for the promotion of sustainable plans of mobility: The case of Mexico city. **Applied Sciences** (Switzerland), v. 10, n. 13, jul. 2020.

DUY, Phan Nhut; CHAPMAN, Lee; TIGHT, Miles. Resilient transport systems to reduce urban vulnerability to floods in emerging-coastal cities: A case study of Ho Chi Minh City, Vietnam. **Travel Behavior and Society**, v. 15, p. 28-43, abr. 2019.

GALLO, M.; DE LUCA, G.; DE MARTINIS, V. The effects of urban traffic plans on noise abatement: A case study. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 191, n. 23, p. 583-594, set. 2014.

GLAZENER, Andrew; KHREIS, Haneen. Transforming Our Cities: Best Practices Towards Clean Air and Active Transportation. **Current Environmental Health Reports**, [s.l.], v. 6, n. 1, p.22-37, 30 jan. 2019.

GRIMALDI, Didier; FERNANDEZ, Vicenc. The Road to School. The Barcelona case. **Cities**, [S.L.], v. 65, n. 1, p. 24-31, maio 2017.

HEINRICHS, D.; JARASS, J. Designing healthy mobility in cities: how urban planning can promote walking and cycling. **Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz**, v. 63, n. 8, p. 945-952, ago. 2020.

HINO, Kimihiro; et al. Modal Shift from Cars and Promotion of Walking by Providing Pedometers in Yokohama City, Japan. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 16, n. 12, jun. 2019.

IRAVANI, Hamid; RAO, E Venkat. The effects of new urbanism on public health. **Journal of Urban Design**, v. 25, n. 2, 2020.

JASZCZAK, A.; MORAWIAK, A.; ZUKOWSKA, J. Cycling as a sustainable transport alternative in polish cittaslow towns. **Sustainability** (Switzerland), v. 12, n. 12, 2020.

LEO, Alejandro; MORILLÓN, David; SILVA, Rodolfo. Review and analysis

- of urban mobility strategies in Mexico. **Case Studies On Transport Policy**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 299-305, jun. 2017.
- MOSCHOLIDOU, I.; PANGBOURNE, K. A preliminary assessment of regulatory efforts to steer smart mobility in London and Seattle. **Transport Policy**, out. 2019. No prelo.
- MOTTAEVA, A. Improvement of transport for the "Healthy Cities" planning. **MATEC Web of Conferences**, v. 193, 01022, 2018.
- MUELLER, Natalie; et al. Changing the urban design of cities for health: the superblock model. **Environment International**, [S.L.], v. 134, jan. 2020.
- MUÑIZ, I.; ROJAS, C. Urban form and spatial structure as determinants of per capita greenhouse gas emissions considering possible endogeneity and compensation behaviors. **Environmental Impact Assessment Review**, [s.l.], v. 76, p.79-87, maio 2019.
- NIEUWENHUIJSEN, M.J. Urban and transport planning, environmental exposures and health-new concepts, methods and tools to improve health in cities. **Environmental Health**, [s.l.], v. 15, n. 1, p.162-171, 8 mar. 2016.
- NIEUWENHUIJSEN, M.J.; KHREIS, Haneen. Car free cities: Pathway to healthy urban living. **Environment International**, [s.l.], v. 94, p.251-262, set. 2016.
- OLIVEIRA, Isabel S.; MONTAÑO, Marcelo; SOUZA, Marcelo Pereira. **Avaliação Ambiental Estratégica**. São Carlos: Suprema, 2009. 218 p.
- OLIVEIRA, Jose A. Puppim de et al. Urban governance and the systems approaches to health-environment co-benefits in cities. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 31, supl. 1, p. 25-38, nov. 2015.
- PALENCIA, L.; et al. Study protocol for the evaluation of the health effects of superblocks in barcelona: The "salut als carrers" (health in the streets) project. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 8, abr. 2020
- PANAGOPOULOS, T.; et al.. The Usage and Perception of Pedestrian and Cycling Streets on Residents' Well-being in Kalamaria, Greece. **Land**, v. 7, n. 100, 2018.
- PASTA CONSORTIUM. **Mobilizing sustainable transport for development. Analysis and Policy recommendations from the United Nations**. Nova York, 2016. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2375Mobilizing%20Sustainable%20Transport.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2020.
- PINEO, Helen; et al. Promoting a healthy cities agenda through indicators: development of a global urban environment and health index. **Cities & Health**, [s.l.], v. 2, n. 1, p.27-45, 2 jan. 2018.
- PORTUGAL, L.S. **Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
- REBECCHI A.; et al. Measuring the expected increase in cycling in the city of Milan and evaluating the

- positive effects on the population's health status: a Community-Based Urban Planning experience. **Annali Di Igiene**, v. 28, n. 6, p. 381-391, 2016.
- RYDIN, Yvonne; et al. Shaping cities for health: complexity and the planning of urban environments in the 21st century. **The Lancet**, [s.l.], v. 379, n. 9831, p.2079-2108, jun. 2012.
- SÁ, Thiago Hérick de; et al. Right to the city and human mobility transition: the case of são paulo. **Cities**, [S.L.], v. 87, p. 60-67, abr. 2019
- SAGARIS, Lake; ORTUZAR, Juan de Dios. Reflections on citizen-technical dialogue as part of cycling-inclusive planning in Santiago, Chile. **Research In Transportation Economics**, [S.L.], v. 53, p. 20-30, nov. 2015.
- UN – UNITED NATIONS. **About the Sustainable Development Goals**. Disponível em: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>>. Acesso em: 03 set. 2020.
- UN-HABITAT. **Planning and Design for Sustainable Urban Mobility: Global Report on Human Settlements 2013**. 2013. Disponível em: <<https://unhabitat.org/wp-content/uploads/2013/06/pr5.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2020.
- WET, C. Mobilität und Gesundheit aus Sicht einer Gesunden Stadt. **Public Health Forum**, v. 3, n. 15, 2007.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Healthy Transport in Developing Cities**. Genova, 2009. Disponível em: <<https://www.who.int/heli/risks/urban/transportpolicybrief2010.pdf>>. Acesso em 14 set. 2020.

O Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV no município de Franca – SP como instrumento de auxílio ao licenciamento urbanístico: os empreendimentos analisados entre os anos 2017 e 2019

The Neighborhood Impact Study - NIS in the municipality of Franca - SP as an instrument to aid urban planning: the projects analyzed between the years 2017 and 2019

El Estudio de Impacto Vecinal - EIV en la ciudad de Franca - SP como ayuda al licenciamiento urbano: los proyectos analizados entre los años 2017 y 2019

Roberlei César Dal Sasso

Estudante Mestrando, UEMG, Brasil
rc_dalsasso@hotmail.com

Eduardo Meireles

Professor Doutor, UEMG, Brasil
eduardo.meireles@uemg.br

RESUMO

O processo de regularização do uso e ocupação do solo urbano é conhecido por licença urbanística, na qual o proprietário regulariza a situação do imóvel seguindo legislação municipal. O artigo 36 da Lei Federal nº 10.257, de julho de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade – EC determina que deve ser estabelecido pelo poder público municipal quais atividades precisam elaborar o Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV para obterem a licença. O EIV, além de contribuir no processo de emissão de licença urbanística é importante ferramenta no planejamento e gestão do espaço urbano, através da mediação de interesses conflitantes existentes nas cidades e com potencial de dividir de forma mais justa o ônus e o bônus de novas atividades e empreendimentos. O trabalho busca identificar como esse processo está sendo realizado na cidade de Franca, estado de São Paulo. A metodologia empregada foi a de pesquisa exploratória na primeira etapa e posteriormente consulta documental junto ao Diário Oficial do município, contendo as convocações para as audiências públicas e a liberação das licenças. O município possui legislação referente ao EIV separada para empreendimentos privados e públicos: a primeira através da alteração do Código de Meio Ambiente, em 2011; e no segundo caso com a promulgação da Lei Complementar nº 206, de 2012. Apesar do arcabouço legal existir, o poder público municipal não cumpre os preceitos de análise prévia dos possíveis impactos, transparência e gestão democrática através da participação popular, sendo o EIV uma ferramenta burocrática para liberação da licença urbanística.

PALAVRAS-CHAVE: Estudo de Impacto de Vizinhança; Estatuto da Cidade; Licença Urbanística; Gestão e Planejamento Urbano.

ABSTRACT

The process of regularizing the use and occupation of urban land is known as an urban license, in which the owner regularizes the situation of the property following municipal legislation. Article 36 of Federal Law No. 10,257, of July 2001, known as the City Statute - EC determines that the municipal government must determine which activities need to prepare the Neighborhood Impact Study - NIS to obtain the license. In addition to contributing to the process of issuing urban licenses, the EIV is an important tool in the planning and management of urban space, through the mediation of conflicting interests existing in cities and with the potential to more fairly divide the burden and bonus of new activities and ventures. The work seeks to identify how this process is being carried out in the city of Franca, state of São Paulo. The methodology used was that of exploratory research in the first stage and later documentary consultation with the Official Gazette of the municipality, containing the calls for public hearings and the release of licenses. The municipality has separate EIV legislation for private and public undertakings: the first through the amendment to the Environment Code in 2011; and in the second case with the enactment of Complementary Law No. 206, of 2012. Despite the legal framework that exists, the municipal government does not comply with the precepts of prior analysis of possible impacts, transparency and democratic management through popular participation, with EIV being a bureaucratic tool to release the urban license.

KEY-WORDS: Neighborhood Impact Study; Statute of the City; Urban License, Management and Planning Urban.

RESUMEN

El proceso de regularización del uso y ocupación del suelo urbano se conoce como licencia urbanística, en el qual él propietario regulariza la situación del inmueble siguiendo la legislación municipal. El artículo 36 de la Ley Federal N ° 10.257, de julio de 2001, conocida como Estatuto de la Ciudad - EC determina que el gobierno municipal debe determinar qué actividades necesitan elaborar el Estudio de Impacto Vecinal - EIV para obtener la licencia. Además de contribuir al proceso de emisión de licencias urbanas, el EIV es una herramienta importante en la planificación y gestión del espacio urbano, a través de la mediación de intereses en conflicto existentes en las ciudades y con el potencial de dividir de manera más justa la carga y la bonificación de nuevas actividades. y emprendimientos. El trabajo busca identificar cómo se está llevando a cabo este proceso en la ciudad de Franca, estado de São Paulo. La metodología utilizada fue la de investigación exploratoria en una primera etapa y posterior consulta documental con el Diario Oficial del municipio, conteniendo las convocatorias de audiencias públicas y liberación de licencias. El municipio tiene legislación EIV separada para empresas públicas y privadas: la primera a través de la enmienda del Código de Medio Ambiente en 2011; y en el segundo caso con la promulgación de la Ley Complementaria No. 206, de 2012. A pesar del marco legal que existe, el gobierno municipal no cumple con los preceptos de análisis previo de posibles impactos, transparencia y gestión democrática a través de la participación popular, siendo la EIV una Herramienta burocrática para liberar la licencia urbana.

PALABRAS-CLAVE: Estudio de Impacto Vecinal; Estatuto de la Ciudad; Gestion y Planeamento Urbano.

1. INTRODUÇÃO

A política de desenvolvimento urbano, de acordo com o artigo 182 da Constituição Federal – CF deve ser realizada pelo Poder Público municipal, tendo como objetivo “ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar dos seus habitantes”, através de diretrizes fixadas em lei. O artigo 30, em seu inciso VIII também descreve outra competência dos municípios: “promover, no que couber, adequado ordenamento territorial mediante planejamento e controle de uso, do parcelamento e da ocupação do solo”.

O processo que regulariza o uso e ocupação do solo urbano realizado pelo poder público municipal é chamado de licença urbanística, que segundo Rocco (2006) é um ato administrativo simples, pois se os requisitos forem atendidos, o requerente o recebe em um único ato. Ainda de acordo com o autor a licença urbanística possui natureza de controle prévio, analisando as intenções de uso e ocupação do solo

e as possíveis medidas de interesse público.

Para Mencio (2006, p 03 apud, Nogueira, 2019, p 15) o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) é uma ferramenta de apoio ao processo de licenciamento urbanístico, o qual oferece subsídios aos órgãos públicos no que diz respeito a concessão de licença para implantação de empreendimento ou atividade, ou até mesmo recomenda medidas compensatórias para sua adequação. O EIV atua como ferramenta regulamentadora, procurando garantir a harmonia entre os interesses públicos e particulares, priorizando o bem-estar da coletividade, evitando crescimento urbano desequilibrado e zelando pela ordem do uso e ocupação da área urbana.

O EIV é um instrumento proposto pela Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, conhecida por Estatuto da Cidade – EC, e que regulamenta os artigos 182 e 183 da CF – Da Política Urbana. O artigo 36 do EC determina que será o poder público municipal,

através de Lei que definirá quais os empreendimentos devem realizar o Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV para obter as licenças ou autorizações de construção, ampliação ou funcionamento.

A inclusão de artigos referentes à questão urbana na nova Constituição, e sua posterior regulamentação, realizada através do EC, ocorreu, segundo Rocco (2006) a partir de debates que iniciaram-se no final da década de 1970, após quase vinte anos sem discussão possível, chamando a atenção de parlamentares, funcionários do governo, acadêmicos e movimentos sociais.

Com o trabalho de articulação dessas forças foi apresentado uma emenda constitucional de iniciativa popular em busca da implantação da Reforma Urbana junto a Assembleia Nacional Constituinte. A primeira conquista do movimento veio com a promulgação da nova Constituição em 1988 e a inclusão dos dois artigos citados anteriormente. (BRASIL, 2004)

O processo de urbanização trouxe benefícios, mas também deterioração ambiental, como consumo energético, movimentação de terra, impermeabilização e contaminação do solo, desflorestamento, emissão de gases poluentes, poluição dos corpos d'água, entre outros. (BASSOI E MENEGON JR. 2013)

Soma-se aos impactos citados a forma desequilibrada da ocupação do espaço urbano brasileiro. Nesse sistema desequilibrado há fatores de predominância, como por exemplo o grande número de lotes vazios e de glebas ainda não urbanizadas, áreas densamente edificadas por arranha-céus ou intensamente ocupadas

por favelas e um crescimento do espraiamento da zona urbana. Essas situações desencadeiam demanda excessiva por serviços e infraestrutura urbana, aumentando os custos de manutenção da cidade. (CHAFFUN, 1996)

Outro item a ser considerado e que gera desequilíbrio na dinâmica urbana é o fator econômico, de maneira que as políticas públicas deixaram de considerar a moradia como bem social e a cidade como um artefato público e passaram a ser uma nova fronteira para a expansão do capital financeiro, tornando-se principalmente um mecanismo de extração de renda, ganho financeiro e acumulação de riqueza. (ROLNIK, 2015)

As consequências negativas da visão financista da cidade é o aumento da especulação imobiliária, renovação dos processos de segregação socioespacial, principalmente ligado à grandes eventos e projetos, desrespeito à ordem jurídico-administrativa pelas administrações públicas, agravamento dos conflitos fundiários e crises nos sistemas de transporte público e mobilidade e saneamento básico. (FERNANDES, 2013)

OBJETIVOS

O trabalho tem como objetivos identificar quais os tipos de empreendimentos receberam licença urbanística pelo poder público nos anos de 2017, 2018 e 2019 através da realização do EIV na cidade de Franca, estado de São Paulo, e de que forma esse processo está sendo executado pelo poder público municipal.

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada, em seu primeiro momento, foi a utilização de pesquisa do tipo exploratória, tendo como propósito o desenvolvimento, esclarecimento e modificação de conceitos e ideias. (GIL, 1996). Para isso foi realizado Levantamento Bibliográfico acerca dos temas Licença Urbanística e Estudo de Impacto de Vizinhança, em teses, dissertações, livros, artigos e leis. Posteriormente foi realizada pesquisa documental através da consultado do Diário Oficial do Município no sítio da Prefeitura Municipal de Franca, com o intuito de identificar as convocações para a realização das audiências públicas para apresentação e debate dos EIV e a liberação de licença de forma direta, sem a elaboração do EIV.

CARACTERÍSTICAS DA CIDADE DE FRANCA – SP

A cidade de Franca está localizada na região nordeste do Estado de São Paulo e de acordo com dados do CENSO IBGE (2010), possuía 318.640 pessoas, sendo que 98,23% moradores da área urbana, que possui 609 km² e densidade demográfica de 526,09 habitante/km². O dado mais recente do IBGE (População estimada 2019) indica o total de 353.187 habitantes.

A cidade possui altitude média de 1.040 m e distante 401 km da capital do estado. Os municípios limítrofes são Cristais Paulista, Ribeirão Corrente, São José da Bela Vista, Restinga, Batatais e Patrocínio Paulista, no estado de São Paulo, e Ibiraci e Claraval, no estado de Minas Gerais, conforme Figura 1:

Figura 1: Localização do município de Franca e sua área urbana.



Fonte: Instituto Geográfico e Cartográfico (2007).

A base econômica da cidade é a fabricação de calçados e toda a cadeia que a envolve, como curtumes, indústrias de borracha, de processamento de couro e de colas. (FERREIRA, 2007). De acordo com o IBGE (2002), a atividade de produção de calçados começou a partir da especialização na atividade

pecuária e coureira desenvolvida na região.

ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA

O processo para a regularização do EIV não ocorreu por acaso. Os conflitos começaram a aparecer

quando as cidades se desenvolveram, com interesses difusos em relação ao direito de uso e ocupação do solo urbano. (BARREIROS, 2017)

Como citado na Introdução do trabalho, o EIV foi regularizado na legislação com a promulgação da Lei Federal nº 10.257, o Estatuto da Cidade, em 2001. O texto referente ao assunto está especificado entre os artigos 36 e 38, conforme abaixo:

Art. 36. Lei municipal definirá os empreendimentos e atividades privados ou públicos em área urbana que dependerão de elaboração de estudo prévio de impacto de vizinhança (EIV) para obter as licenças ou autorizações de construção, ampliação ou funcionamento a cargo do Poder Público municipal.

Art. 37. O EIV será executado de forma a contemplar os efeitos positivos e negativos do empreendimento ou atividade quanto a qualidade de vida da população residente na área e suas proximidades, incluindo a análise, no mínimo, das seguintes questões:

*I – adensamento populacional;
II – equipamentos urbanos e comunitários;
III – uso e ocupação do solo;
IV – valorização imobiliária;
V – geração de tráfego e demanda por transporte público;
VI – ventilação e iluminação;
VII – paisagem urbana e patrimônio natural e cultural.*
Parágrafo único. Dar-se-á publicidade aos documentos integrantes do EIV, que ficarão disponíveis para consulta, no órgão competente do Poder Público municipal, por qualquer

interessado.

Art. 38. A elaboração do EIV não substitui a elaboração e a aprovação de estudo prévio de impacto ambiental (EIA), requeridas nos termos da legislação ambiental.

Um ponto importante a respeito dos impactos a serem analisados pelo EIV, e descrito no Artigo 37 do EC, é a definição desses itens como componentes mínimos a serem analisados. Caso seja necessário, e proposto em Lei Municipal específica, levando em consideração as características do empreendimento ou do local, outras questões devem ser analisadas. Outro fator importante a ser ressaltado é que não existe uma questão mais ou menos importante. A relevância dos impactos terá variações, dependendo do tipo de empreendimento ou atividade e da sua localização.

O EIV possui o intuito de analisar e informar de forma prévia ao gestor municipal as consequências da implantação de empreendimentos e atividades potencialmente impactantes, tanto públicos, quanto privados. A análise deve privilegiar a harmonia entre os interesses particulares e coletivos, contribuindo para o crescimento equilibrado das cidades, garantia mínima da qualidade urbana e uso socialmente justo e ambientalmente equilibrado dos espaços urbanos. (SCHVARSBERG *et al.*, 2016)

Essa análise, comenta De Araújo e Campante (2017) poderá contribuir para que haja melhor distribuição entre benefícios e ônus no processo de urbanização e está diretamente vinculado, dessa forma, aos princípios constitucionais do cumprimento da função social¹ da propriedade urbana

1 O artigo 182 da Constituição Federal determina que a definição de função social deve estar estabelecida através do Plano Diretor – PD. O PD de Franca determina que para cumprir a função social devem ser seguidos os seguintes requisitos: I. aproveitamento e utilização para atividades de interesse urbano, em intensidade compatível com a capacidade de atendimento dos equipamentos e serviços públicos; II. aproveitamento e utilização compatíveis com a preservação da qualidade ambiental; III. aproveitamento e utilização compatíveis com a segurança e bem estar de seus usuários e propriedades vizinhas.

e da gestão democrática da cidade.

O processo de mediação, de acordo com Rocco (2006), é capaz de instrumentalizar o diálogo entre as partes interessadas no empreendimento proposto, de forma a criar um mecanismo para a resolução de possíveis desacordos.

Para que haja diálogo entre as partes, de acordo com Monteiro (2014) o instrumento utilizado são as audiências públicas, que possuem caráter consultivo, porém, sendo de grande importância, pois a opinião da população auxilia os órgãos públicos na tomada de decisão de liberação ou não da licença para o empreendimento. (NOGUEIRA, 2019)

Os princípios de democracia, cidadania e da participação popular na administração pública devem ser entendidos como fatores determinantes no processo de legitimação e eficácia em normas e ações promovidas pelo poder público. No ambiente urbano, de forma ainda maior, devido ao número de problemas existentes, torna-se elementar o estabelecimento de uma relação de parceria sólida e cooperação entre a administração pública e o povo. PRIETO (2010)

Outra característica do EIV é conseguir compatibilizar a utilização, de um imóvel particular, a interesses mais amplos. Essa situação ocorre, pois, há realização de diagnóstico e análise sobre as características do empreendimento e a sua adaptação com a estrutura urbana instalada e os impactos futuros que pode causar. (MONTEIRO, 2014)

A realização do diagnóstico permite identificar situações que

Carvalho Filho (2006, p 52 apud Chamié, 2010, p 178) coloca como situações urbanísticas indesejáveis, sendo elas: uso inadequado de imóveis; vizinhança incompatível e inconveniente (proximidade de usos compatíveis); adequação à infraestrutura urbana; polos geradores de tráfego; especulação imobiliária (os imóveis urbanos devem ser compatíveis com o plano diretor da cidade); deterioração das áreas urbanizadas e poluição e degradação ambiental.

E seguindo esse caminho dentro do processo de elaboração do EIV com a realização do diagnóstico da vizinhança e seus possíveis impactos, de acordo com Freire (2015) o instrumento tem o seu maior valor, através da utilização das medidas mitigadoras e compensatórias. O autor ainda lista que o instrumento permite a proposição de medidas, equipamentos ou procedimentos, de caráter preventivo, corretivo ou compensatório, que deve ser adotado por cada empreendimento ou atividade, fazendo que mais do que retornar a região a situação anterior, permite adaptar o empreendimento em relação as características da região em que foi instalado.

Levando em consideração os conceitos levantados e o objetivo da criação do EIV como instrumento de planejamento urbano, e sob a ótica da mitigação de impactos e do controle social, Schvarsberg *et al* (2016) descrevem que o EIV deve funcionar como uma ferramenta de apoio ao processo de licenciamento urbanístico, oferecendo subsídios ao poder público para decidir sobre a concessão da licença ou condicioná-la a implantação de medidas compensatórias.

Porém, mesmo entendendo que seja um instrumento para a regularização da concessão de licença urbanística, o EIV também contribui para o processo de planejamento mais amplo, relacionado a questões de médio e longo prazos. (DE ARAÚJO e CAMPANTE, 2017)

O número de municípios que regulariza em sua legislação o EIV é acompanhado através da Pesquisa

de Informações Básicas Municipais – MUNIC, realizada pelo IBGE. A pesquisa acompanha a evolução do número de municípios que regularizaram o EIV no país de acordo com o IBGE (2018) busca, junto às prefeituras, levantar informações detalhadas sobre estrutura, a dinâmica e o funcionamento das instituições públicas municipais e estão detalhados na Tabela 1:

Tabela 1: Evolução do número de municípios com o EIV regulamentado

	2013	2015	2018
Com legislação específica	408	540	589
Como parte integrante do Plano Diretor	1087	1.363	1.593
Total	1.495 (26.8%)	1.963 (34.2%)	2.182(39.2%)

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, MUNIC 2013, 2015 e 2018. Nota: elaboração própria

Analisando os dados levantados é possível verificar que o número de municípios que regularizam o instrumento tem aumentado no país, com a maioria realizando a regularização através do Plano Diretor.

A regularização do uso e ocupação do solo a partir da apresentação do EIV na cidade de Franca de duas maneiras: para empreendimentos privados, através da alteração do Código de Meio Ambiente Municipal, no ano de 2011; e para empreendimentos públicos com a promulgação da Lei Complementar nº 206, de 26 de junho de 2012.

3. RESULTADOS

Procedimentos de elaboração e análise do EIV na cidade de Franca – SP

A Prefeitura Municipal de Franca não

possui um Termo de Referência ou mesmo um documento de orientação a ser seguido pelos responsáveis pelos empreendimentos e atividades para elaboração do EIV. As orientações são os itens existentes nas leis de regularização do instrumento, como detalhado na Introdução do Artigo. O EIV deve ser protocolado pessoalmente junto à Secretaria de Planejamento, que se localiza no Paço Municipal, não havendo possibilidade de realização de envio por meio eletrônico ou digital.

Em 2019 a Secretaria de Planejamento Urbano criou a Cartilha de Obras – Guia de orientação aos profissionais da construção civil. De acordo com o documento, o objetivo dessa cartilha é “orientar os profissionais diretamente envolvidos na aprovação de projetos de construções civis”.

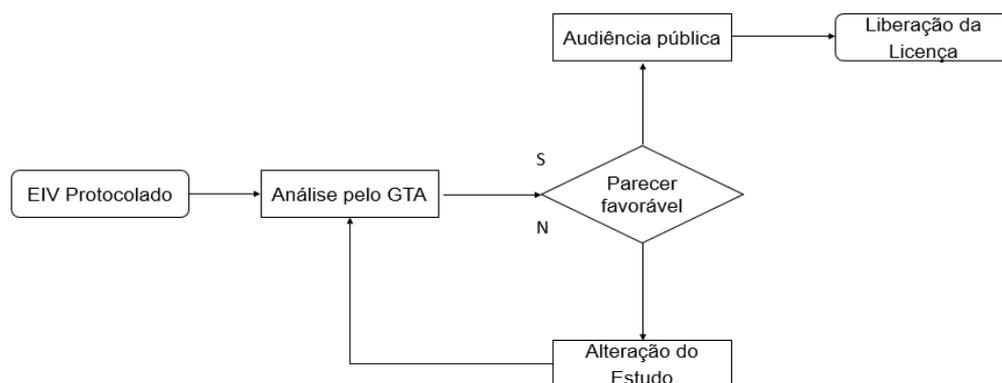
Um dos itens da Cartilha de Obras se refere as leis que devem ser

seguidas nas obras realizadas na cidade, estando listadas o Estatuto da Cidade, os Planos Diretores de 1972 e 2003, o Código de Meio Ambiente, entre outras. Mas não há nenhuma referência específica sobre a elaboração do Estudo de Impacto de Vizinhança.

O órgão responsável pela análise do EIV na cidade é o Grupo Técnico de Análises – GTA, regulamentado com a promulgação da Lei Complementar nº 137, de 18 de dezembro de 2008,

em seu artigo 71. A composição atual do GTA foi definida em 23 de março de 2020, através da Portaria nº 095. O grupo é constituído por sete membros, sendo: quatro membros da Secretaria de Planejamento, um membro das Secretarias de Serviço e Meio Ambiente e da Secretaria de Segurança e Cidadania e mais um membro da Procuradoria Geral do Município. A Figura 2 apresenta o fluxograma do processo de análise do EIV junto à Prefeitura Municipal de Franca:

Figura 2: Descrição das etapas para análise do EIV em Franca



Fonte: Prefeitura Municipal de Franca (2020)

Abaixo, a descrição das Etapas do Processo:

- Protocolo do EIV: o protocolo do Estudo deve ser realizado em setor próprio, separado de outros serviços da Prefeitura (como por exemplo, questões sobre IPTU). Tanto o protocolo do Estudo quanto a conversa com os profissionais do GTA para tirar dúvidas devem ser realizadas de segunda-feira a quarta-feira, entre 8h30 e 11h30 da manhã.
- Análise pelo GTA: Nessa etapa é analisado, pelo GTA, se o EIV se encontra dentro das normas legais municipais – Lei Municipal nº 266,

de 26 de junho de 2012 e o Artigo 20 – A da Lei Complementar nº09 (alteração da Lei realizada em 16 de novembro de 2011) e técnicas; caso esteja, o estudo é aprovado. Não atendendo os requisitos, é devolvido ao responsável e indicado as alterações necessárias. Após as alterações realizadas, o EIV é novamente analisado pelo GTA.

- Aprovação: após análise e conclusão, pelo GTA, de que o EIV se enquadra dentro das demandas legais e técnicas, é concedido ao empreendimento a Licença municipal para construção/instalação do empreendimento.

• Realização de Audiência Pública: através de convocação realizada no Diário Oficial do Município, é convocada a realização de audiência pública, que ocorre nas dependências da Secretaria de Planejamento, no Paço Municipal. A participação, de acordo com a descrição na Convocação, pode ser feita de forma oral, por 5 minutos, ou também de maneira escrita ou documental, sendo anotadas em ata.

As etapas descritas na Figura 2 demonstram que a Prefeitura emite

a licença antes da realização da audiência pública. Esse procedimento inclusive foi realizado no processo de análise da construção do Serviço Social do Comércio – SESC, que é o empreendimento mais complexo analisado durante os três anos de análise do artigo. A Figura 3 apresenta a ata de aprovação do projeto, com data de 23 de maio de 2017, enquanto a Figura 4 detalha a ata de convocação da audiência pública, realizada no dia seis de setembro de 2017:

Figura 3: Ata de aprovação do projeto de construção do SESC

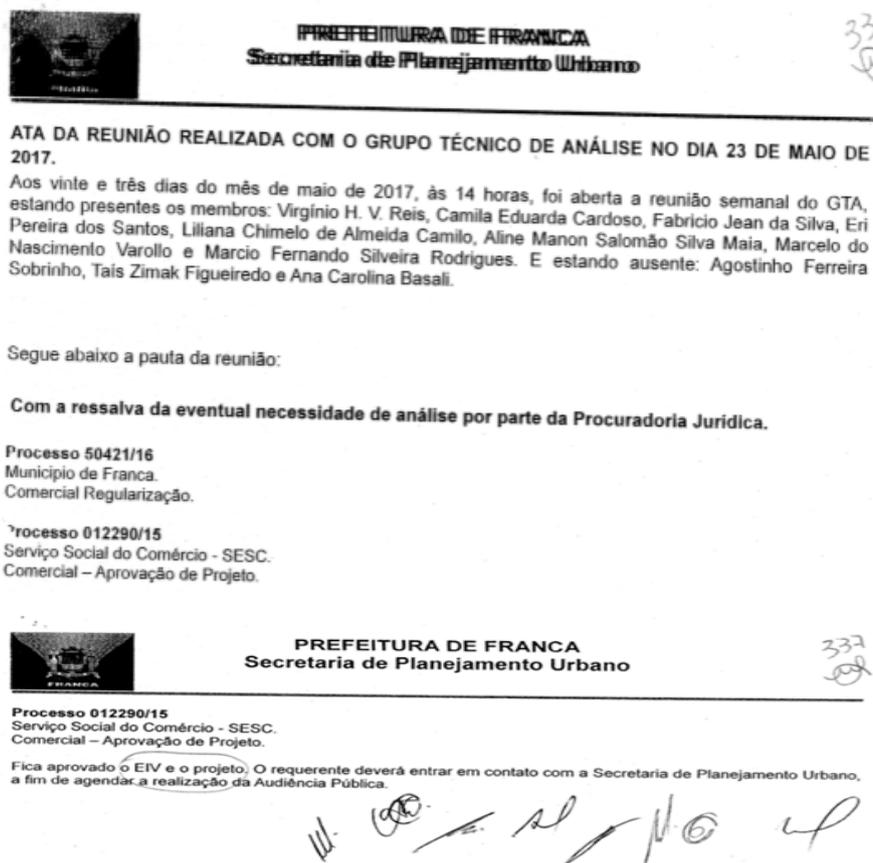


Figura 4: Edital de convocação para audiência pública

EDITAL DE CONVOCAÇÃO

A Prefeitura Municipal de Franca, através da Secretaria de Planejamento Urbano, com base na Lei Federal 10257 de 10/07/2001 (Estatuto da Cidade) e diretrizes da municipalidade, vem por meio deste, convidar todos os interessados a participar da Audiência Pública para tratar da apresentação de projeto de implantação de Edifício Institucional denominado SESC FRANCA, localizado à Av. Dr. Ismael Alonso y Alonso, número 3071 – Bairro São José, no dia 27/09/2017 às 14h na sala de audiências da Secretaria de Planejamento Urbano, sito à Rua Frederico Moura, 1517 - Cidade Nova.

As pessoas presentes poderão intervir oralmente por até 5 minutos e também entregar manifestação escrita ou documental, anotando-se essas intervenções em ata.

As despesas com a publicação deste ato correm às expensas do interessado.

Franca, 06 de setembro de 2017

Virgínio H. V. Reis

Secretário de Planejamento Urbano

Fonte: Prefeitura Municipal de Franca

Durante o período de três anos diferentes tipos de empreendimentos de análise houve total de 41 EIV e detalhado na Tabela 2: realizados no município, com 8

Tabela 2: Lista com os tipos de empreendimentos aprovados pelo poder público municipal através do EIV entre 2017 e 2019

Tipo de empreendimento	Ano		
	2017	2018	2019
Condomínio horizontal	00	05	00
Condomínio residencial	02	01	00
Desmembramento	00	02	00
Edifício residencial	08	11	02
Edifício comercial	01	01	00
Loteamento	01	05	00
Sobrado multifamiliar	01	00	00
Centro cultural e de lazer – SESC	01	00	00
Total	14	25	02

Fonte: Prefeitura Municipal de Franca

A partir de maio de 2019, não há convocação para a realização de audiências públicas para análise de EIV por parte da Prefeitura Municipal. A aprovação do empreendimento passou a ser realizada através de liberação direta do Prefeito, em item específico no Diário Oficial e

contendo as mesmas obrigações e os equipamentos obrigatórios a serem cumpridas para todos os tipos de empreendimento. A Figura 5 apresenta a aprovação do condomínio e serem instalados pelo responsável do empreendimento:

Figura 5: Aprovação de condomínio horizontal e itens a serem cumpridos por parte dos responsáveis pelo empreendimento

Sexta-feira, 6 de setembro de 2019 - ano 5 - n.º 1346

EDITAIS

GABINETE DO PREFEITO

DECRETO Nº 10.940 DE 22 DE AGOSTO DE 2019

Dispõe sobre a APROVAÇÃO de CONDOMÍNIO HORIZONTAL "LAURENE RIBEIRO" localizado na Avenida José Moisés Pereira, parte dos Lotes 04, 05, 06 e 07 - designada "Área 04" Quadra nº 01, Bairro Núcleo Agrícola Alpha de propriedade de ECORRETO EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS EIRELLI.

GILSON DE SOUZA, Prefeito Municipal de Franca, Estado de São Paulo, no exercício de suas atribuições legais e;

Art. 3º. Ficam instituídos os seguintes equipamentos obrigatórios em toda a área compreendida pelo empreendimento ora aprovado:

- a) Execução do sistema predial de abastecimento de água, interligada ao sistema público;
- b) Execução do sistema predial de esgotos e obras complementares, interligadas ao sistema de saneamento público;
- c) Execução do sistema predial de distribuição de energia elétrica domiciliar e aparelhos de iluminação em todas as áreas comuns do empreendimento;
- d) Execução do sistema de prevenção de incêndios;
- e) Execução do sistema predial de águas pluviais, reservatório de contenção e obras complementares;
- f) Execução de pavimentação nos pavimentos destinados a vagas de garagem;
- g) Sinalização viária nos pavimentos destinados a vagas de garagem;
- h) Execução das construções de uso comum;
- i) Execução das unidades habitacionais;
- j) Execução de calçadas verdes nos termos do artigo 61 do plano viário em toda testada do empreendimento;
- k) Instalação de Lixeira;
- l) Execução de calçada verde a ser construída na continuidade da calçada existente, devendo possuir a guia rebaixada para acesso a veículos e obedecer os parâmetros estabelecidos pela LCM nº 057/2008 (Plano Viário Municipal), atendendo as normas de acessibilidade, conforme NBR 9050/2015;
- m) Outras obras necessárias a implantação do referido empreendimento;

Fonte: Prefeitura Municipal de Franca

Dessa forma, sem a necessidade de elaboração do EIV, a Prefeitura Municipal autorizou empreendimentos, detalhados pelo Quadro 1: oito

Quadro 1: Lista dos empreendimentos liberados pela Prefeitura Municipal sem elaboração de EIV

Atividade/Empreendimento	Endereço	Data da liberação
Edifício Residencial Vert Residence	Rua Iça	30/05/2019
Edifício Comercial Santa Maria	Rua Paulo César Pacheco	17/05/2019
Edifício Residencial Villagio Di Santana	Rua Jerônimo R. Pinto	03/08/2019
Condomínio Residencial TSH Cedro	Rua Major Duarte	05/09/2019
Condomínio Horizontal Laurene Ribeiro	Av. José Moisés Pereira	06/09/2019
Loteamento Residencial Pouso Alegre	-	07/09/2019
Edifício Residencial Lisittá Residence	Rua Acácio de Lima	02/11/2019
Edifício Residencial Sirius Vertical Houses	Rua Solimões	02/11/2019

Fonte: Prefeitura Municipal de Franca, 2019.

4. CONCLUSÃO

A forma como o poder público tem realizado a liberação de novas atividades e empreendimentos na cidade de Franca não tem respeitado os princípios de gestão democrática por meio da participação popular e associações, transparência e o controle social da administração pública, preconizados pelo Estatuto da Cidade.

Quando ainda era exigido a elaboração do EIV no município, a participação da população, através de audiências públicas, existia meramente de forma protocolar, pois a liberação da licença era emitida antes da audiência, de maneira que as dúvidas e propostas realizadas pela população não se transformavam em medidas efetivas a serem cumpridas pelos responsáveis pela atividade ou mesmo pelo poder público.

No segundo momento, a partir de maio de 2019, a exigência pela elaboração do Estudo deixou de ser feita, e a liberação da licença tornou-se, de forma clara, um mero processo burocrático, sem análise específica por atividade ou empreendimento, com os itens cobrados sendo idênticos, passando a serem nomeados como "equipamentos obrigatórios".

Essa situação demonstra que o processo de liberação de licença urbanística, e seu instrumento de análise, o EIV, na cidade de Franca, são considerados apenas elementos burocráticos, sendo o processo decisório concentrado nas mãos de administradores técnicos e políticos, excluindo a população de qualquer tipo de debate sobre planejamento e gestão urbana, que, bem da verdade, parece não ser importante na cidade.

O objetivo de avaliar os procedimentos

para o licenciamento urbanístico em Franca, apesar da dificuldade de acesso aos documentos, foi alcançado. Não há ferramenta de busca específica sobre o tema no sítio da Prefeitura, e as informações presentes no Diário Oficial devem ser pesquisadas de forma individual, a cada edição do documento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARREIROS, Mario Antônio Ferreira. **O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV): Método de avaliação de impactos por meio de matrizes matemáticas**. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2017.

BASSOI, Lineu. MENEGON JR, Nelson. **Controle Ambiental da Água**. In: PHILLIPI Jr., Arlindo (org) Curso de Gestão Ambiental. São Paulo: Manole. 2014. P. 87-142.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**, DF. Senado Federal. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf. Acesso em 13 jan 2020

_____. **Lei Federal nº 10.257** de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 14 set 2019.

CHAFFUN, Nelson. **Dinâmica global e desafio urbano**. In: BONDUKI, Nabil (org.). Habitat – as práticas bem-sucedidas em habitação, meio

ambiente e gestão urbana nas cidades brasileiras. São Paulo: Studio Nobel, 1996. p. 18-37.

CHAMIÉ, Patrícia Maroja Barata. **Contexto Histórico, sob enfoque urbanístico, da formulação e legalização do EIV.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

DE ARAÚJO, Rogério Palhares de; CAMPANTE, Ana Lúcia. **EIV: questões e desafio de sua implementação. Reflexões a partir da experiência de Belo Horizonte.** *In*: 17º Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – Anais. São Paulo, 2017. P. 1-20.

FERNANDES, Edésio. (2013). **Estatuto da Cidade, mais de 10 anos depois.** Rev. UFMG, Belo Horizonte, 20(1), 212-233

FERREIRA, Mauro. **Planejamento Urbano nos tempos do SERFHAU: O Processo de construção e implementação do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Franca.** São Carlos: USP, 2007. 218 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

FRANCA. **Lei Complementar nº 09**, de 26 de novembro de 1996. Institui o Código do Meio Ambiente do Município de Franca, SP. Franca, 1996.

_____. Lei Complementar nº 137, de 18 de dezembro de 2008.

Dispõe sobre o Parcelamento do Solo no Município de Franca e dá outras providências. Franca, 2008. Disponível em: <https://franca.sp.leg.br/legislacao/codigos>. Acesso em 09 ago 2019.

_____. **Lei Complementar nº 206**, de 26 de junho de 2012. Dispõe sobre a obrigatoriedade do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) no Município de Franca e dá outras providências. Franca, 2012. Disponível em: <https://franca.sp.leg.br/legislacao/lei-complementar-no-206-de-26-de-junho-de-2012>. Acesso em 09 ago 2019.

_____. Portaria nº 095, de 23 de março de 2020. Dispõe sobre a nomeação de membros para compor o Grupo Técnico de Análise - GTA, junto a Secretaria de Planejamento Urbano e dá outras providências. Franca, 2020. Disponível em: http://www.lex.com.br/legis_27364736_PORTARIA_N_95_DE_MARCO_DE_2017.aspx. Acesso em: 11 out 2019

_____. Secretaria de Planejamento Urbano. **Cartilha de Obras.** 2019. Disponível em: <https://www.franca.sp.gov.br/index.category&id=1716&Itemid=1736>. Acesso em: 20 out 2019.

FREIRE. Gerson José de Mattos. **O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) e seu potencial com ferramenta de planejamento.** Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

GIL, Antônio Carlos. **Dados e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Editora Atlas, 1996.

- IBGE. **Censo Demográfico: 2010.** Rio de Janeiro, 2011.
- _____. **Número de municípios com EIV.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html?edicao=25506&t=o-que-e>. Acesso em: 19 jan. 2020.
- IGC - Instituto Geográfico e Cartográfico. **Região Administrativa de Franca.** São Paulo, 2007. Escala 1:500.000. Disponível em: http://www.igc.sp.gov.br/produtos/mapas_ra.aspx?. Acesso em: 24 nov. 2018.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Cadernos do Ministério das Cidades.** Brasília: MCidades/Governo Federal, 2004.
- MONTEIRO, Lívia de Oliveira. **Espacialidades e especificidades: as operações urbanas consorciadas como ferramenta de planejamento e de gestão do espaço.** Tese. (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais. 2014.
- NOGUEIRA, Caroline. **A importância da elaboração do estudo de impacto de vizinhança no desenvolvimento e planejamento urbano.** In: 3º Congresso Internacional de Política Social e Serviço Social: Desafios Contemporâneos – 4 Seminário Nacional de Território e Gestão de Políticas Sociais – 3º Congresso de Direito a Cidade e Justiça Ambiental – Anais. Londrina, 2019. P. 1-15.
- PRIETO, Élisson César. **Audiências, debates e consultas públicas: instrumentos decisórios de planejamento e gestão municipal no Brasil.** In: 4º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável – Anais, Faro, Portugal, 2010.
- ROCCO, Rogério. **Estudo de Impacto de Vizinhança: Instrumento de Garantia as Cidades Sustentáveis.** Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2006.
- ROLNIK, Raquel. (2015). **Guerra dos lugares: a colonização da terra e da moradia na era das finanças.** São Paulo: Boitempo.423p.
- SCHVARSBERG, Benny; MARTINS, Giselle C; CAVALCANTI, Carolina B. (org.) **Estudo de Impacto de Vizinhança: Caderno Técnico de Regulamentação e Implementação.** Brasília: 2016.

Análise da Geração Potencial de Resíduos Sólidos Recicláveis no Município de Rio Claro/SP: Medidas Necessárias à Eficiência no Processo de Coleta Seletiva.

Analysis of the Potential Generation of Recyclable Solid Waste in the Municipality of Rio Claro/SP: Necessary Measures for Efficiency in the Selective Collection Process.

Análisis de la Generación Potencial de Residuos Sólidos Reciclables en el Municipio de Rio Claro/SP: Medidas Necesarias para la Eficiencia en el Proceso de Recolección Selectiva.

Valdemir dos Santos de Lima

Professor Doutor, IESCamp,
Brasil.
valdemir.slima@gmail.com

João Sergio Cordeiro

Professor Doutor, UFSCar,
Brasil.
cordeiro.js@gmail.com

RESUMO

Em meio aos desafios das cidades contemporâneas, a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos correspondem uma das dificuldades de muitos gestores públicos. No caso brasileiro, a institucionalização de práticas que considerem a minimização dos impactos negativos da deposição inadequada dos resíduos sólidos, está prevista na PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010). Nesse sentido, uma das estratégias prescritas na referida legislação refere-se às iniciativas que abarquem a coleta seletiva, sobretudo àquelas que incluam a participação de cooperativas ou de associações de catadores de materiais reutilizáveis constituídas, principalmente, por pessoas em situação de vulnerabilidade social. No que tange aos aspectos mencionados, o município de Rio Claro/SP, por meio da iniciativa de catadores que atuavam no antigo aterro controlado, no ano de 2002, instituiu a COOPERVIVA – Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Material Reaproveitável de Rio Claro. Nesse contexto, o presente estudo objetivou analisar a geração potencial de resíduos sólidos recicláveis no município de Rio Claro/SP, em comparação ao quantitativo encaminhado à COOPERVIVA. O método utilizado foi a pesquisa descritiva-exploratória, a partir do levantamento bibliográfico de fontes primárias e secundárias à coleta dos dados, com abordagem quali-quantitativa. A investigação concluiu que 93,33% dos materiais recicláveis possuem destinação incorreta, sendo que apenas 6,67% são destinados à cooperativa por intermédio da coleta seletiva municipal. Ainda, o estudo apontou os principais aspectos necessários à efetivação da coleta seletiva, em consonância aos resultados obtidos no decorrer da pesquisa, sobretudo considerando o trabalho do catador em conformidade à Lei 12.305/2010.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos. Gestão. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Gerenciamento. Coleta Seletiva.

ABSTRACT

Amid the challenges of contemporary cities, the operation and management of solid waste corresponds to one of the difficulties of many public managers. When it comes to Brazil, the institutionalization of practices that consider the minimization of the negative impacts of inadequate solid waste deposition is provided for in the PNRS - National Solid Waste Policy (Law 12,305/2010). In this sense, one of the strategies prescribed in the aforementioned legislation refers to initiatives that encompass selective collection, especially those that include the participation of cooperatives or associations of reusable materials collectors, constituted mostly by people in situation of social vulnerability. Regarding the mentioned aspects, the municipality of Rio Claro/SP, through the initiation of waste pickers who worked in the former controlled landfill, in 2002, instituted COOPERVIVA - Cooperative of Work of Waste Pickers of Rio Claro. In this context, the present study aimed to analyze the potential generation of recyclable solid waste in the city of Rio Claro/SP, in comparison to the quantity sent to COOPERVIVA. The applied method was descriptive-exploratory research, based on a bibliographic survey of primary and secondary sources to data collection, with a qualitative and quantitative approach. The investigation concluded that 93.33% of recyclable materials have incorrect destination, with only 6.67% being sent to the cooperative through municipal selective collection. Further on, the study pointed out the main necessary aspects for the effectiveness of selective collection, in line with the results obtained during the research, above all considering the collector's work in accordance with Law 12,305/2010.

KEYWORDS: Solid Waste. Operation. National Solid Waste Policy. Management. Selective Collect.

RESUMEN

En medio de los desafíos de las ciudades contemporáneas, la gestión y gestión de los residuos sólidos corresponde a una de las dificultades de muchos gestores públicos. En el caso brasileño, la institucionalización de prácticas que consideren la minimización de los impactos negativos de la deposición inadecuada de residuos sólidos está prevista en el PNRS - Política Nacional de Residuos Sólidos (Ley 12.305/2010). En este sentido, una de las estrategias prescritas en la referida legislación se refiere a iniciativas que engloban la recogida selectiva, especialmente aquellas que incluyen la participación de cooperativas o asociaciones de recolectores de materiales reutilizables constituidas, principalmente, por personas en situación de vulnerabilidad social. En cuanto a los aspectos mencionados, el municipio de Rio Claro/SP, a través de la iniciación de los recicladores que laboraban en el antiguo relleno sanitario controlado, en 2002, instituyó COOPERVIVA - Cooperativa de Trabajo de Recicladores de Rio Claro. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar la potencial generación de residuos sólidos reciclables en la ciudad de Rio Claro/SP, en comparación con la cantidad enviada a COOPERVIVA. El método utilizado fue la investigación descriptiva-exploratoria, basada en un relevamiento bibliográfico de fuentes primarias y secundarias para la recolección de datos, con un enfoque cualitativo y cuantitativo. La investigación concluyó que el 93,33% de los materiales reciclables tiene un destino incorrecto, siendo solo el 6,67% enviado a la cooperativa mediante de la recogida selectiva municipal. Aún así, el estudio señaló los principales aspectos necesarios para la efectividad de la recolección selectiva, en línea con los resultados obtenidos durante la investigación, especialmente considerando el trabajo del recolector de acuerdo con la Ley 12.305/2010.

PALABRAS CLAVE: Residuos sólidos. Administración. Política Nacional de Residuos Sólidos. Administración. Recogida Selectiva.

1. INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, o aumento acentuado de resíduos sólidos, suas causas e consequências, tornou-se um dos problemas centrais na maioria das cidades espalhadas pelo mundo, sobretudo nos aspectos que tangenciam o planejamento urbano e a gestão pública.

A deposição inadequada dos resíduos sólidos afeta diretamente o cotidiano de muitas pessoas, sobretudo àquelas inseridas em territórios com menor investimento em saneamento básico. Nesse sentido, a institucionalização de práticas efetivas à gestão e ao gerenciamento de resíduos sólidos, possibilitam a minimização dos danos sociais e ambientais.

Em meio ao dinamismo da sociedade urbana, é possível observar que muitos indivíduos, em situação de vulnerabilidade social e financeira,

realizam a coleta de alguns tipos de materiais oriundos da massa de resíduos rejeitada pela sociedade. Em muitos casos, tal prática representa a única fonte de sustento desses trabalhadores e de seus familiares: são sujeitos esquecidos em meio à modernidade do consumo.

No que tange aos aspectos mencionados, no caso brasileiro, a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei nº 12.305, sancionada em 2 de agosto de 2010, regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010, prescreve aos municípios a instituição de ações em prol à minimização dos impactos ambientais oriundos, por exemplo, da deposição inadequada dos resíduos sólidos. Nesse contexto, uma das estratégias diz respeito às práticas associadas à coleta seletiva e ao reaproveitamento dos resíduos potencialmente recicláveis, a fim de efetivar a gestão e o gerenciamento

adequado, bem como subsidiar a cadeia da reciclagem no Brasil, o ciclo de vida dos produtos e, desse modo, a minimização da utilização de recursos naturais à produção de novas embalagens.

Não obstante, para a gestão eficiente dos resíduos sólidos recicláveis, é imprescindível a análise de três fatores preponderantes, quais sejam: a) o quantitativo de resíduos sólidos recicláveis e, por conseguinte, os meios necessários à efetivação da coleta seletiva; b) o local de recebimento desses materiais (cooperativas ou associações de catadores responsáveis pela triagem e pela comercialização conforme estabelecido na PNRS) e; c) os investimentos financeiros e infraestruturais à implementação do programa de coleta seletiva.

Desta feita, o objeto maior deste estudo consiste em evidenciar a geração potencial de resíduos recicláveis advindos do município de Rio Claro/SP, a partir da coleta regular realizada e, posteriormente, depositada no aterro sanitário. Paralelo a essa etapa, o trabalho evidenciou a quantidade de materiais recicláveis, provenientes da coleta seletiva, encaminhada à COOPERVIVA – Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Material Reaproveitável de Rio Claro/SP. A referida instituição realiza a triagem e a comercialização dos materiais recebidos.

Em suma, a pesquisa buscou cruzar o quantitativo real de geração de resíduos recicláveis no município, a partir da estimativa do estudo publicado pelo IPEA (2017), comparando-se o montante encaminhado à cooperativa. Cabe destacar que as questões abordadas

no artigo estão atreladas à pesquisa de doutorado, defendida no ano de 2018, intitulada: “Internalização dos Conceitos da ISO 14.001 em Cooperativa de Catadores. O Caso da Cooperativa de Rio Claro/SP”. A investigação teve como escopo a aplicabilidade da implantação da filosofia da ISO 14.001, por meio da elaboração do Sistema de Gestão Ambiental – SGA, em cooperativas ou associações de catadores, tendo como objeto maior a COOPERVIVA/ Rio Claro.

OBJETIVO

A pesquisa consistiu em quantificar a geração potencial de resíduos recicláveis, oriundos do município de Rio Claro/SP, a partir da coleta regular realizada e, posteriormente, depositada no aterro sanitário, em comparação ao montante real de materiais recicláveis encaminhados à COOPERVIVA – Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Material Reaproveitável de Rio Claro. Após, buscou-se destacar os principais aspectos necessários à efetivação da coleta seletiva, a partir dos resultados obtidos, em conformidade à Lei 12.305/2010.

2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O presente estudo pode ser classificado como uma pesquisa descritiva-exploratória. A pesquisa descritiva possui a característica de “não interferência do pesquisador à frequência com que um fenômeno ocorre, sua natureza, características, causas, relações e conexões com outros fenômenos” (BARROS e LEHFELD, 2007). Já a pesquisa exploratória tem por objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, ou seja, visa explicitar a causa analisada, geralmente assume

a forma de pesquisa bibliográfica ou estudo de caso (GIL, 2008).

Nesse contexto, visando o cumprimento do objeto maior desta pesquisa, foi realizada uma pesquisa bibliográfica utilizando-se de fontes primárias e fontes secundárias à coleta de dados. Assim, com relação às fontes primárias, foram efetivadas:

a) entrevistas não estruturadas junto à diretora do Departamento de Resíduos Sólidos – Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento e Meio Ambiente – SEPLADEMA, do município de Rio Claro, no ano de 2016, referente à geração de resíduos e rejeitos;

b) visitas realizadas junto à COOPERVIVA/Rio Claro-SP, bem como entrevistas não estruturadas com a presidente do empreendimento durante os anos de 2016 e 2017.

Com relação às fontes secundárias, o estudo considerou a coleta de informações nos sites dos principais órgãos públicos e privados com relevância quanto ao tema proposto, quais sejam: a) Governo Federal/Ministério do Meio Ambiente; b) Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA); c) Compromisso

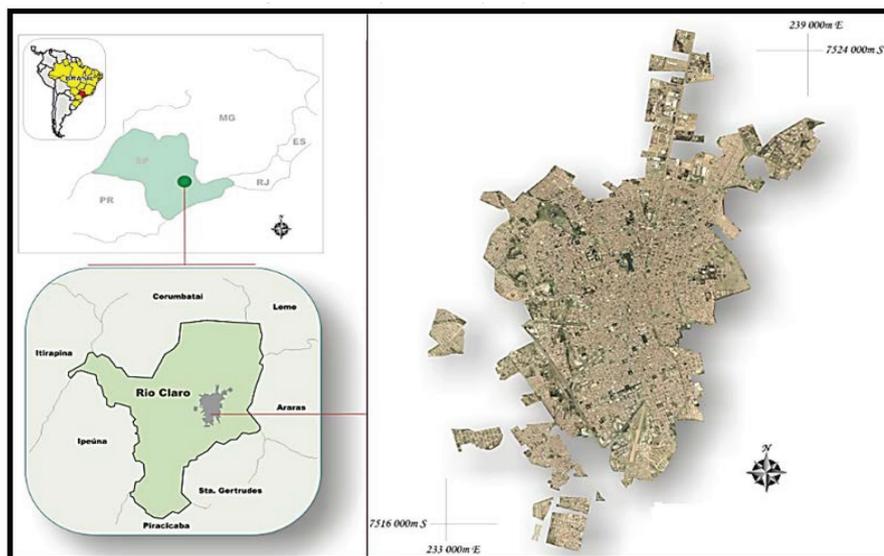
Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE) dentre outros. Também, foram pesquisadas legislações e políticas públicas relacionadas à gestão e ao gerenciamento dos Resíduos sólidos, a saber: a) Lei 12.305/2010; b) Decreto 7404/2010; c) Lei 11.445/2007 e demais normativas, além de artigos científicos que abordam a temática explicitada.

Posteriormente, a partir dos dados obtidos, foram realizadas análise quali-quantitativa, sendo que os dados qualitativos, obtidos por meio dos questionários não estruturados, foram analisados e discutidos ao longo da pesquisa, conforme apontada por Barros e Lehfeld (2007). Já os dados quantitativos foram sistematizados por meio das figuras explicitadas no decorrer do artigo. Os principais descritores utilizados à coleta de dados foram: resíduos sólidos; saneamento básico, Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, coleta seletiva e cooperativas de catadores.

3. RESULTADOS

A cidade de Rio Claro - SP localiza-se a 173 quilômetros a noroeste da capital paulista, na região sudeste do Brasil (Figura 1).

Figura 1: Localização do município e perímetro urbano



Fonte: Lima, 2013 *apud* Rossetti; Pereira, 2006.

Até o ano de 1997, o município depositava os rejeitos, advindos do meio urbano, em Aterro Controlado. Com a necessidade de se adequar às normativas ambientais, a prefeitura municipal implementou o Aterro Sanitário, em área a 5 km do centro urbano às margens da Rodovia Fausto Santomauro (SP-127). Entretanto, no local havia catadores que realizavam o recolhimento dos resíduos recicláveis: uma atividade insalubre e de grande risco aos trabalhadores.

Desse modo, a necessidade da retirada dos sujeitos inseridos nesse ambiente, desencadeada por meio do Termo de Ajuste de Conduta, aplicado por intermédio da Secretaria Estadual do Meio Ambiente à Prefeitura Municipal (SEPLADEMA, 2004), culminou na motivação de criação de uma cooperativa de catadores, a partir da mobilização dos trabalhadores ali presentes, bem como na implantação

de um programa de coleta seletiva municipal.

Assim, diante do contexto de vulnerabilidade e de exclusão social, no ano de 2002, foi instituída a COOPERVIVA – Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Material Reaproveitável de Rio Claro, sob a forma de Sociedade Cooperativa, de natureza Civil sem fins lucrativos, fundamentada na Lei Federal nº 5.764/71 e na legislação complementar vigente. A COOPERVIVA

[...] tem como finalidade social a congregação de profissionais que tenham sua atividade voltada para a coleta seletiva de material reaproveitável, e tem por objetivo principal proporcionar o exercício e o aprimoramento da atividade profissional dos associados, com base na colaboração recíproca, visando sua defesa econômica e social e proporcionando-lhes

condições para o exercício de suas atividades: coleta, triagem, beneficiamento, prestação de serviços e comercialização (COOPERVIVA, 2002, Cap. II, Art. 2º).

O empreendimento iniciou suas atividades em área urbana do município de Rio Claro, cedida por meio do Decreto Municipal nº 7225 de 29 de novembro de 2004. A área total do espaço perfazia 2.205 m², sendo 805 m² de área construída e coberta com 30 catadores associados.

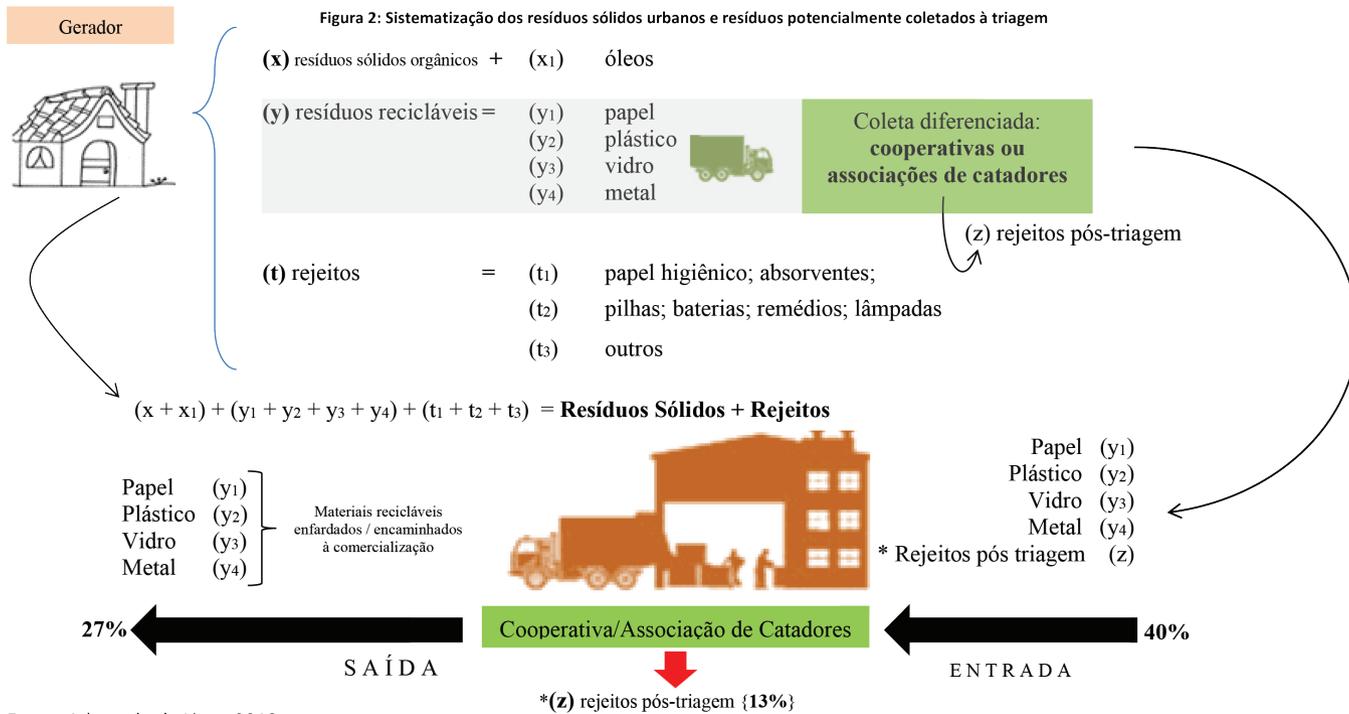
Em 2011, a COOPERVIVA transferiu-se para um novo espaço cedido pela prefeitura municipal, por meio da Lei Municipal 4652 de 17 de dezembro de 2013, que dispõe sobre a concessão de direito real de uso de áreas de propriedade do Município à COOPERVIVA, no prazo de 30 anos revogáveis por mais 30 anos. O novo galpão, inaugurado em novembro de 2011, localiza-se no Distrito Industrial. A cooperativa recebe, aproximadamente, 160t/mês de materiais recicláveis advindos da coleta seletiva do meio urbano, dos estabelecimentos comerciais e das indústrias locais (MARCELINO, 2017). Destaca-se que grande parte dos materiais são oriundos do programa municipal de coleta seletiva realizada pelo município.

No tocante às questões apresentadas, cabe destacar que a cadeia produtiva da reciclagem no Brasil permeia o trabalho desempenhado pelos catadores nos municípios brasileiros. A coleta seletiva de resíduos recicláveis atrela-se diretamente à força de trabalho desempenhada por tais sujeitos, sobretudo na prática do

gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, culminando na inclusão social e na geração de trabalho e renda (LIMA, 2018).

Isto posto, um dos aspectos primordiais ao cumprimento dos itens supracitados, perpassa pela quantificação dos resíduos provenientes da coleta seletiva nos municípios. De acordo com dados obtidos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, por meio do relatório **"A Organização Coletiva de Catadores de Material Reciclável no Brasil: Dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária"**, publicado no ano de 2017, a média de materiais recicláveis misturadas à coleta regular, ou seja, resíduos misturados à rejeitos, correspondem entre 30% e 40%. Assim, para fins de pesquisa, utilizou-se o montante de 40%, a fim de padronizar a quantidade de materiais recicláveis potenciais provenientes da coleta regular realizada no município de Rio Claro/SP.

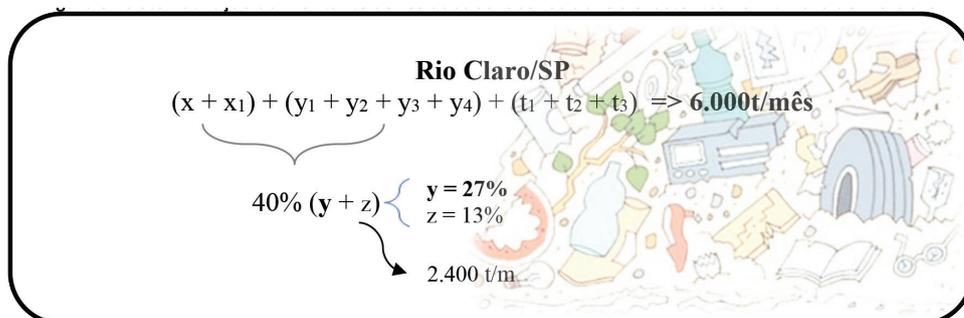
Ademais, a partir de dados obtidos do CEMPRE (2013), do montante de materiais recicláveis que chegam às cooperativas ou às associações de catadores, cerca de 13% caracterizam-se de rejeitos (processo pós-triagem), ou seja, não possuem comercialização. Desta feita, extraíndo-se a quantidade de rejeitos, os resíduos potenciais a serem processados e reinseridos à cadeia produtiva perfazem 27%. Nesse sentido, a fim de subsidiar o entendimento do estudo realizado, a Figura 2 sistematiza o fluxo geracional de resíduos sólidos no meio urbano.



Fonte: Adaptado de Lima, 2018.

Tendo como precípuo as informações supracitadas e a quantidade de resíduos sólidos urbanos produzidos no município de Rio Claro, a partir da entrevista não estruturada realizada com Silva (2016), pode-se chegar aos seguintes valores (Figura 3):

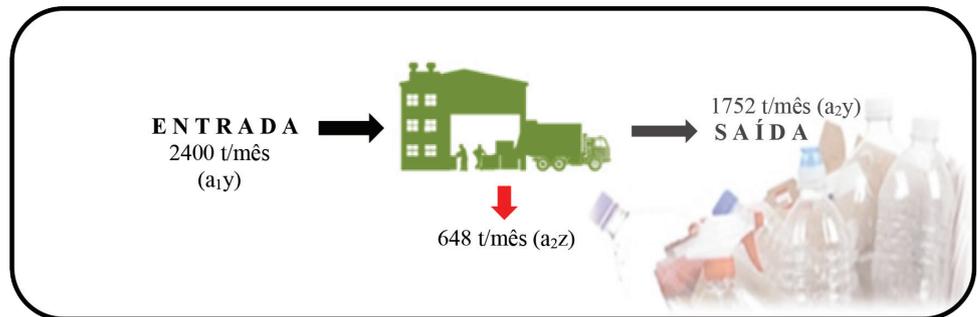
Figura 3 : Sistematização do montante de resíduos sólidos recicláveis existentes no município de Rio Claro



Fonte: Dados obtidos de Silva, 2016. Entrevista não estruturada realizada junto ao Departamento de Resíduos Sólidos - SEPLADEMA. O percentual utilizado à quantificação dos resíduos recicláveis baseou-se nos estudos publicados por IPEA, 2017 e CEMPRE, 2013.

Assim, a quantidade potencial de resíduos recicláveis comercializados materiais recicláveis equivale a 1752t/mês (Figura 2.400t/mês. Considerando-se o valor mencionado, o quantitativo de 4).

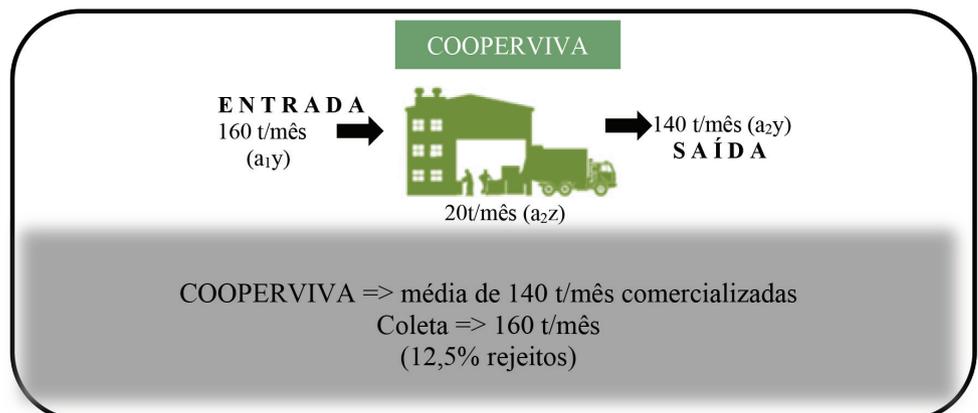
Figura 4: Potencial de resíduos recicláveis a ser comercializado pela cooperativa



Fonte: Dados obtidos a partir do percentual estabelecido por IPEA, 2017, bem como a partir da pesquisa desenvolvida por Lima, 2018.

No entanto, utilizando-se os dados ao empreendimento, bem como obtidos da COOPERVIVA, a partir da a tonelada mensal de resíduos entrevista não estruturada realizada recicláveis comercializados e o com Marcelino (2017), a Figura quantitativo de rejeitos oriundos do 5 destaca o quantitativo real de processo pós-triagem. materiais recicláveis encaminhados

Figura 5: Sistematização de entrada e de saída dos resíduos sólidos recicláveis na COOPERVIVA advindos da coleta seletiva



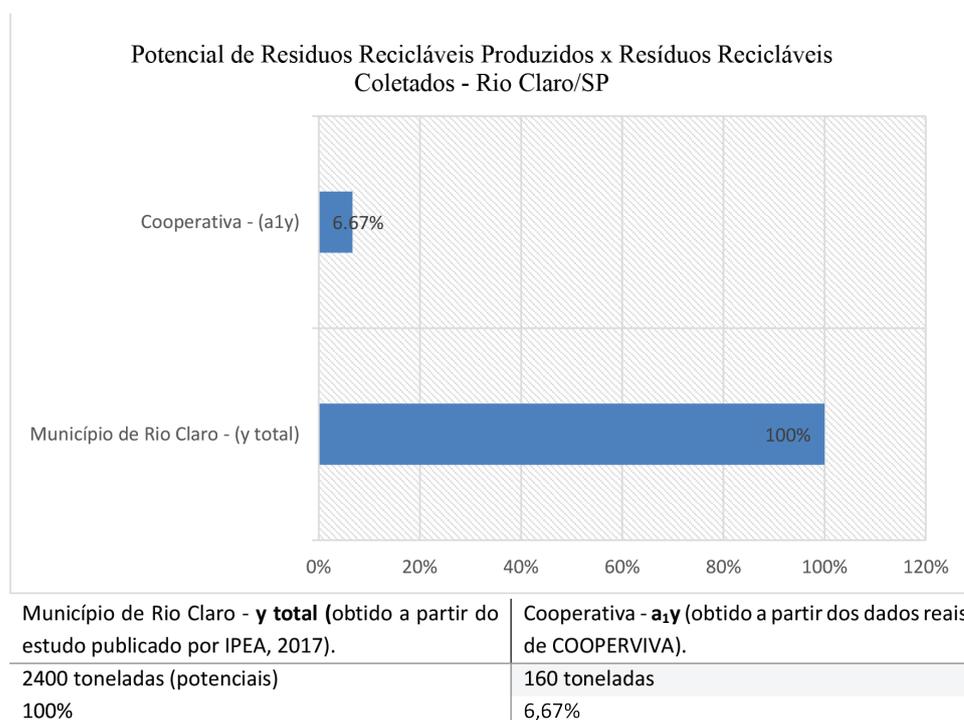
Fonte: Lima, 2018. Dados obtidos por intermédio da entrevista não estruturada com Marcelino, 2017 (COOPERVIVA).

Isto posto, a partir da análise dos seletiva municipal, em comparação valores de entrada dos resíduos aos valores comercializados pela sólidos provenientes da coleta cooperativa, o percentual de rejeitos

pós-triagem perfaz 12,5%. O referido valor corrobora para com a estimativa descrita anteriormente por CEMPRE (2013). Cabe lembrar que a referida instituição estima que 13% do montante de resíduos, provenientes da coleta seletiva no meio urbano, correspondem aos rejeitos.

Assim, considerando-se o valor potencial de resíduos recicláveis produzidos no município (y), bem como o quantitativo encaminhado à cooperativa (a_1y), constata-se que 93,33% do universo potencial possui destinação incorreta, ou seja, são encaminhados ao aterro sanitário e não à cooperativa de catadores (Figura 6).

Figura 6: Gráfico comparativo dos resíduos recicláveis produzidos x resíduos recicláveis coletados - Rio Claro/SP



Fonte: Lima, 2018. Dados obtidos a partir da estimativa apresentada por IPEA, 2017.

Desta feita, evidencia-se que o município de Rio Claro coleta apenas 6,67% do potencial existente de resíduos recicláveis, ou seja, cerca de 93,33% dos materiais recicláveis possuem destinação incorreta de acordo com a PNRS. Assim, a fim de possibilitar meios necessários à eficiência nos processos intrínsecos ao gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos, sobretudo

na categoria dos resíduos recicláveis, alguns fatores são necessários conforme explicitado no Quadro 1. Destaca-se que os pontos abordados refere-se às necessidades abarcadas no decorrer da pesquisa, em conformidade à PNRS, ao município de Rio Claro/SP e demais territórios que anseiam a estruturação de programas de coleta seletiva.

Quadro 1: Plano de Ação em prol à eficiência da coleta seletiva nos municípios

	Ações necessárias (em conformidade aos preceitos dispostos na Lei 12.305/2010)	Plano de Ação
 <p>Gerador</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Definição e fixação de dias e horários específicos à coleta dos resíduos recicláveis; ❖ Equipe de transporte capacitada e treinada; ❖ Projeto de coleta abrangendo a totalidade dos bairros com a participação do catador organizado em cooperativa ou associação. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Definir abrangência da coleta seletiva no território; ❖ Elaborar Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; ❖ Realizar investimentos estruturais em prol à formalização e à solidificação de cooperativas ou associações de catadores; ❖ Estimular ações de conscientização e de sensibilização junto aos moradores em parceria às cooperativas ou associações de catadores
 <p>Transporte</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cronograma contendo os dias e horários específicos à coleta dos resíduos recicláveis; ❖ Equipe de transporte capacitada e treinada; ❖ Projeto de coleta abrangendo os vários locais da cidade visando atender sua totalidade; ❖ Equipamentos adequados visando a segurança dos trabalhadores; ❖ Destinação dos resíduos recicláveis aos catadores organizados; 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Implementar cronograma de coleta seletiva nos bairros; ❖ Implementar programa de formação e de capacitação contínua junto aos coletores e motoristas; ❖ Realizar investimentos estruturais em prol à aquisição e à manutenção dos veículos destinados à coleta seletiva; ❖ Formalizar parceria junto às instituições de catadores.
 <p>Coop/Assoc. de Catadores</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Apoio das prefeituras/entidades de fomento; ❖ Infraestrutura e equipamentos adequados aos catadores - formação / capacitação, segurança, sustentabilidade financeira do cooperado, maquinários em bom estado; ❖ Cumprimento dos marcos legais que favoreçam a cultura cooperativista /associativista; ❖ Autogestão do empreendimento; ❖ Gestão adequada do empreendimento (<i>layout</i>; logística de coleta dos materiais nos domicílios, comércio e indústria; rodízio de poder entre os cooperados); 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Estabelecer parcerias com demais instituições conforme previstas na PNRS, a fim de fomentar o Programa de Coleta Seletiva Municipal; ❖ Realizar investimentos estruturais em prol à formalização e à solidificação da cooperativa ou da associação de catadores; ❖ Formalizar contrato de trabalho conforme descrito na Lei 11.445/2007, Lei 12.305/2010 e Decreto 7404/2010; Decreto 7405/2010; ❖ Realizar ações em conjunto às cooperativas ou associações de catadores em prol à melhoria da coleta dos resíduos recicláveis; ❖ Estipular orçamento anual para o fomento do Programa Municipal de Coleta Seletiva; ❖ Implementar tecnologias em prol à valorização dos materiais recicláveis.

Fonte: Adaptado de Lima, 2018.

Conforme supracitado, para a implementação das ações descritas no Quadro 1, o município deve se engajar ao cumprimento dos itens mencionados. Para tanto, há de se considerar a responsabilidade, por parte do governo municipal, ao empenho, tanto do legislativo quanto do executivo, pelos investimentos financeiros e infraestruturais à eficiência da coleta seletiva, conforme prescreve a Lei 12.305/2010.

É sabido que tais responsabilidades, moral e financeira, também são embutidas à indústria, produtora e, conseqüentemente, legalmente responsável pelos resíduos pós-consumo. Do mesmo modo, a PNRS considera a sociedade, consumidora, na segregação dos resíduos recicláveis na fonte. Assim, é mister o entendimento de todos os atores envolvidos à efetivação de práticas que considerem a coleta seletiva a

partir da figura do catador.

4. CONCLUSÃO

A pesquisa quantificou a geração potencial de resíduos sólidos recicláveis no município de Rio Claro/SP, a partir dos dados obtidos de IPEA (2017). Assim sendo, pode-se concluir que 93,33% do montante depositado no aterro sanitário são materiais que ainda possuem valor agregado, ou seja, apenas 6,67% dos materiais recicláveis são encaminhados à cooperativa, divergindo dos preceitos estabelecidos na PNRS.

Desse modo, no tocante aos aspectos mencionados, alguns questionamentos são pertinentes neste quesito, quais sejam:

- a) A quantidade de veículos destinados à coleta seletiva é suficiente?
- b) O plano logístico da coleta seletiva é efetivo?
- c) Existe um programa contínuo de educação ambiental no município?
- d) O município possui uma política de gestão ambiental voltada à valorização do trabalho do catador, sobretudo à triagem realizada por tais sujeitos?
- e) Como abarcar os resíduos potencialmente reciclados sendo destinados de maneira incorreta ao aterro sanitário?
- f) Como gerenciar os custos referentes à coleta seletiva de maneira que todos compreendam sua reponsabilidade nas etapas descritas pela PNRS?
- g) A coleta, executada por uma empresa terceirizada, é fiscalizada pelo poder público tendo em vista o contrato existente?
- h) Há possibilidade de contratação da própria cooperativa à execução do serviço de coleta seletiva,

haja vista o pertencimento de tais trabalhadores com o serviço prestado e a jurisprudência existente?

É imprescindível ao município a observância dos apontamentos supracitados, com o propósito de se pensar estratégias que subsidiem o equilíbrio ambiental, por meio da gestão integrada dos resíduos sólidos, isso é, do gerador (domicílios, comércios e indústrias) à disposição final. Essas etapas devem ser muito bem planejadas para que haja diminuição no quantitativo de resíduos recicláveis ainda encaminhados ao aterro municipal.

Reitera-se que a valorização do trabalho do catador contribui diretamente à implementação do ciclo de vida do produto, bem como à efetividade de programas de coleta seletiva espalhados pelas diversas cidades brasileiras. Em suma, é mister a institucionalização de políticas que valorizem os empreendimentos constituídos por catadores de materiais recicláveis.

Caso contrário, situações negativas e insalubres permanecerão na essência dos diversos espaços urbanos, sobretudo àqueles com menor investimento em saneamento. Somente assim, por meio do planejamento e da execução, atrelada aos demais atores estipulados na PNRS, os resultados pretendidos poderão ser alcançados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, A.J.S; LEHFELD, N.A.S. **Fundamentos de metodologia científica**. 3ª edição, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 158 p.
- BRASIL. Casa Civil. Lei 12.305/2010,

- de 02 de agosto de 2010. **Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil>>. Acesso em: 15 ago. 2020.
- BRASIL. Casa Civil. Decreto 7.404/2010, 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.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm>. Acesso em: 15 ago. 2020.
- BRASIL. IPEA. **A organização coletiva de catadores de material reciclável no Brasil:** dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária. Disponível em: <
https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2268.pdf>. Acesso em 22 ago. 2020
- COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM – CEMPRE. **Guia de coleta seletiva de lixo.** São Paulo, 2013. 30 p.
- COOPERATIVA DE TRABALHO DOS CATADORES DE MATERIAL REAPROVEITÁVEL DE RIO CLARO (COOPERVIVA). **Estatuto da Cooperviva.** JUCESP, São Paulo, 2002.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- LIMA, V.S. **Estratégias para a gestão de pessoas e economia solidária:** o estudo da cooperativa de trabalho dos catadores de material reaproveitável de Rio Claro-SP. São Carlos; UFSCar, 2013. 101 p.
- LIMA, V.S. **Internalização dos conceitos da ISO 14.001 em cooperativa de catadores:** o estudo da cooperativa de Rio Claro/SP. São Carlos; UFSCar, 2018, 242p.
- MARCELINO, I.F.R. **Entrevista não estruturada concedida à obtenção do quantitativo de materiais recicláveis comercializados pela cooperativa.** Rio Claro, 02 fev. 2017.
- RIO CLARO. Secretaria Municipal de Planejamento, Desenvolvimento e Meio Ambiente (SEPLADEMA). **Cooperativas de catadores de materiais recicláveis e a experiência de Rio Claro pela Cooperviva.** Rio Claro: Prefeitura Municipal, SEPLADEMA, Secretaria de Ação Social e Secretaria de Educação, 2004.
- _____. Prefeitura Municipal. Poder Executivo. **Decreto Municipal nº 7225, de 29 de novembro de 2004.** Dispõe sobre cessão provisória de terreno à COOPERVIVA.
- _____. Secretaria Municipal de Ação Social. **O histórico da Cooperviva.** Rio Claro, SP: Prefeitura Municipal, Secretaria de Ação Social, 2004.
- _____. Prefeitura Municipal. Poder Executivo. **Lei nº 7225, de 17 de dezembro de 2013.** Dispõe sobre concessão de direito real de uso de áreas de propriedade do Município à COOPERVIVA.
- SILVA, R.F. **Entrevista não estruturada concedida à obtenção do quantitativo de resíduos sólidos dispostos no aterro sanitário municipal.** Rio Claro, 25 jun. 2016.

Resiliência Sistêmica sob a Perspectiva do Metabolismo e a Dinâmica de Sistemas como Ferramenta

Systemic Resilience from the Metabolism Perspective and System Dynamics as a Tool

Resiliencia sistêmica desde la perspectiva del metabolismo Urbano y la dinámica del sistema como herramienta

Sidnei Pereira da Silva

Pesquisador Pós-doutorado,
UFSCar, Brasil
sidneisa@gmail.com

Frederico Yuri Hanai

Professor Adjunto, UFSCar,
Brasil
fredyuri@ufscar.br

RESUMO

A complexidade das cidades e os desafios decorrentes de seu planejamento e gestão sustentáveis exigem tratamento de seus processos sob a ótica sistêmica que, no presente estudo, foram trabalhadas por meio do conceito de metabolismo urbano e da modelagem de dinâmica de sistemas. O metabolismo urbano, como concepção de abordagem, viabiliza e facilita a descrição e a análise dos fluxos de materiais e energia, assim como as diversas condições de emissões de gases do efeito estufa em sistema urbano, que interferem diretamente nas condições climáticas e, conseqüentemente, provoca complexas influências nos sistemas urbanos. Assim, sendo usado em associação à dinâmica de sistemas, investigou-se e se propôs como método a modelagem para avaliação dos efeitos dos Gases de Efeito Estufa (GEE's) nas mudanças climáticas e seus impactos em cidades e o aumento de riscos ambientais relacionados e, conseqüentemente, a redução da capacidade resiliente da cidade. O modelo estruturado viabiliza a visualização do efeito cascata dos processos (crescimento urbano, consumo de materiais e energia, aumento das emissões de GEE's, da produção de resíduos e poluentes), identificando relações entre forças motrizes, pressões, estados e impactos do modelo, observou-se quais são as respostas necessárias para cada processo, para avançar e contribuir ao entendimento de seus efeitos, de maneira sistêmica, flexível e transparente. A possibilidade de criar diferentes cenários atuais e futuros do metabolismo urbano usando modelo dinâmico poderão ser testados para facilitar intervenções físicas e ações estratégicas, auxiliando nos processos de tomada de decisão e na formulação de políticas públicas em cidades.

PALAVRAS-CHAVE: metabolismo urbano, dinâmica de sistemas, mudanças climáticas, resiliência.

ABSTRACT

The complexity of cities and the challenges arising from their sustainable planning and management require treatment of their processes from a systemic perspective that, in the present study, were worked through the concept of urban metabolism and the modeling of systems dynamics. Urban metabolism, as a conception of approach, enables and facilitates the description and analysis of material and energy flows, as well as the different conditions of greenhouse gas emissions in the urban system, which directly interfere with climatic conditions and, consequently, causes complex influences on urban systems. Thus, being used in association with the dynamics of systems, a model was investigated and proposed as a method for assessing the effects of Greenhouse Gases (GHGs) on climate change and its impacts on cities and the increase in related environmental risks and, consequently, the reduction of the city's resilient capacity. The structured model makes it possible to visualize the cascade effect of processes (urban growth, consumption of materials and energy, increased GHG emissions, waste and pollutant production), identifying relationships between driving forces, pressures, states and impacts of the model, enabling observe what are the necessary responses for each process, to advance and contribute to the understanding of its effects, in a systemic, flexible and transparent way. The possibility of creating different current and future scenarios of urban metabolism using a dynamic model can be tested to facilitate physical interventions and strategic actions, assisting in decision-making processes and in the formulation of public policies in cities.

KEYWORDS: urban metabolism, systems dynamics, climate change, resilience.

RESUMEN

La complejidad de las ciudades y los desafíos que surgen de su planificación y gestión sostenible requieren el tratamiento de sus procesos desde una perspectiva sistémica que, en el presente estudio, se trabajó a través del concepto de metabolismo urbano y la modelización de la dinámica de sistemas. El metabolismo urbano, como diseño conceptual, permite y facilita la descripción y análisis de los flujos de materiales y energía, así como las diversas condiciones de emisión de gases de efecto invernadero en el sistema urbano, que interfieren directamente con las condiciones climáticas y, en consecuencia, provoca influencias complejas en los sistemas urbanos. Así, siendo utilizado en asociación con la dinámica de sistemas, se investigó y propuso un modelo como método para evaluar los efectos de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) sobre el cambio climático y sus impactos en las ciudades y el aumento de los riesgos ambientales relacionados. y, en consecuencia, la reducción de la capacidad resiliente de la ciudad. El modelo estructurado permite visualizar el efecto cascada de los procesos (crecimiento urbano, consumo de materiales y energía, aumento de emisiones de GEI, producción de residuos y contaminantes), identificando relaciones entre fuerzas impulsoras, presiones, estados e impactos del modelo, posibilitando observar cuáles son las respuestas necesarias para cada proceso, para avanzar y contribuir a la comprensión de sus efectos, de manera sistémica, flexible y transparente. Se puede probar la posibilidad de crear diferentes escenarios actuales y futuros del metabolismo urbano utilizando un modelo dinámico para facilitar intervenciones físicas y acciones estratégicas, asistiendo en los procesos de toma de decisiones y en la formulación de políticas públicas en las ciudades.

PALABRAS CLAVE: metabolismo urbano, dinámica de sistemas, cambio climático, resiliencia.

1. INTRODUÇÃO

As urbanizações são os centros de consumo de recursos e produção de resíduos. Globalmente, as urbanizações acomodam mais de 50% da população mundial e estima-se que sejam responsáveis por 70% da poluição e esgotamento de recursos (SPILLER e AGUDELO, 2011). E, também, como consequência, uma grande produtora de gases do efeito estufa (GEE's) responsáveis pelos efeitos antropogênicos das mudanças climáticas. Somente no Brasil, em 2017, foram lançados na atmosfera mais de 2 GtCO₂eq (SEEG, 2019).

A mudança climática deve ter graves impactos físicos, sociais, ambientais e econômicos em cidades desenvolvidas e em desenvolvimento em todo o mundo (FAIRHURST, 2011). As projeções do clima global atual indicam que as mudanças provavelmente resultarão em aumento de temperaturas, aumento do nível do mar (inundação temporária e permanente), mudanças nos padrões de precipitação e precipitação (inundação e seca),

mudanças na velocidade do vento e mudanças na gravidade e frequência de eventos extremos (IPCC,2014). Essas alterações do clima influenciam diretamente na dinâmica e no funcionamento dos sistemas urbanos.

A resiliência urbana é uma propriedade estrutural dos sistemas urbanos e está relacionada à sua capacidade de se auto-organizar e se adaptar continuamente diante de mudanças e riscos contínuos e imprevisíveis (LI *et al.*, 2018). Os processos adaptativos são explorados como contribuições para a obtenção de um ciclo adaptativo em sistemas socioecológicos urbanos (PICKETT *et al.*, 2014).

Resiliência é um conceito chave quando o assunto é sustentabilidade (PICKETT *et al.*, 2014). Enquanto a sustentabilidade tem como metas a equidade social, a viabilidade econômica e a integridade ecológica (CURWELL *et al.*, 2005; DADON, 2017), conceitualmente, a resiliência é uma estrutura de modelagem que indica os fenômenos que facilitam a

realização de metas normativas de sustentabilidade (CHILDERS *et al.*, 2014).

Por meio do conceito de metabolismo urbano, em que os conceitos e as ferramentas estão essencialmente orientados para a gestão integrada e sustentável dos recursos que afetam um sistema territorial, é possível definir os objetivos e estratégias de intervenção para o desenvolvimento espacial sustentável, ao mesmo tempo que pela resiliência (MAGONI, 2017). Considerando os conceitos e as ferramentas que são orientados para a gestão de sistemas complexos sob incerteza e para a elaboração de soluções *bottom-up*, é possível integrar essas estratégias com soluções adequadas de modo a aumentar a capacidade de adaptação do sistema a situações de risco e os da incerteza.

Muitos pesquisadores de metabolismo urbano utilizam o modelo sistêmico-dinâmico como base de uma estrutura contábil (FERRÃO e FERNANDEZ, 2013), mas também é possível criar modelos sistêmico-dinâmicos relacionando os processos dentro do metabolismo urbano. Utilizando a ferramenta adequada para dinâmica de sistemas é possível apresentar processos dentro de um metabolismo. Esses modelos podem ser utilizados para simular cenários futuros do metabolismo urbano como resultado de intervenções físicas e decisões políticas, auxiliando na tomada de decisão de ações em relação ao espaço urbano.

De uma perspectiva sistêmica, o objetivo deste trabalho foi apresentar e discutir conceitualmente sobre metabolismo e resiliência urbana, assim como abordar os sistemas dinâmicos na modelagem para

produção de cenários e avaliação dos impactos das mudanças climáticas nos centros urbanos. O estudo teve o intuito de apresentar interações entre as variáveis em processos urbanos, no sentido de tornar as cidades mais resilientes, e contribuir à compreensão do impacto das mudanças climáticas de maneira flexível e transparente.

2. URBANIZAÇÃO

Segundos dados do censo IBGE de 2010, a população brasileira era de 190,7 milhões, com uma taxa de urbanização de 84,4% na mesma data, tendo ainda, como consequência, um decréscimo da população rural, com uma redução anual média de 0,7% entre 1991 e 2010 (IBGE, 2010). Esse processo foi acompanhado pela intensa industrialização. O grande desenvolvimento das cidades e das formas de vida urbana é um dos fenômenos que melhor caracteriza nossa civilização contemporânea. A cidade não é um feito recente: é resultante de um processo histórico. Ao longo deste século e do passado observa-se um aumento vertiginoso da migração da população rural para as cidades (SILVA, 2016).

O processo de urbanização no Brasil imprimiu à organização do território uma marca caracterizada pela expansão periférica, pela segregação socioespacial e desigualdade socioambiental, resultantes das formas de inclusão precária aos quais foram submetidas amplas camadas da sociedade (MARICATO, 2001; ROLNIK, 1997 e VILLAÇA, 1999). O processo de urbanização no Brasil, que se acelerou na década de 1970, revelou a complexidade dos problemas que passaram a constituir o cenário das regiões metropolitanas e aglomerações urbanas (SILVA,

2016).

Em virtude dos métodos equivocados de planejamento, as cidades de países em desenvolvimento apresentam uma imensa gama de problemas, presente em toda a rede urbana. Com o crescimento desordenado dos centros urbanos, os problemas sociais e os desequilíbrios ambientais aumentam, apontando para um futuro com baixa qualidade de vida e degradação ambiental acentuada (ROSSETTO, 2003).

Há um reconhecimento crescente de que as áreas urbanas serão profundamente afetadas pelas mudanças climáticas (IPCC, 2013, 2014; CARTER *et al.*, 2015; FAGLIANO e DIEZ ROUX, 2018). Seja em áreas costeiras, no interior ou em locais de grande altitude, as cidades concentram a atividade econômica, a população e as infraestruturas críticas. Portanto, eles também concentram os riscos associados às mudanças climáticas.

As cidades são vulneráveis a mudanças de temperatura devido à alta concentração de população, infraestrutura, bens e commodities. As localizações em áreas de alto risco, como zonas costeiras baixas, planícies aluviais e encostas agravam ainda mais as vulnerabilidades urbanas.

Esses impactos já são sentidos mais duramente em cidades de países pobres e em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, onde o crescimento descontrolado em áreas de alto risco é a norma e as agências municipais muitas vezes não têm capacidade e, em alguns casos, vontade, para lidar com áreas vulneráveis e populações. Ao mesmo tempo, as áreas urbanas altamente desenvolvidas

e industrializadas contam com estruturas e sistemas incapazes de enfrentar os riscos das mudanças climáticas, como desastres naturais. Está ficando claro que as mudanças climáticas afetarão profundamente as cidades, independentemente de sua riqueza ou localização geográfica (OTTO-ZIMMERMANN, 2011).

3. PROBLEMAS URBANOS DEVIDO A MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) indica que aumentos das temperaturas mínimas podem resultar em maiores vulnerabilidades em relação ao abastecimento de alimentos, infraestrutura, saúde, recursos hídricos e sistemas costeiros, do que estimativas intermediárias apontam para perdas significativas na biodiversidade, diminuição da produtividade agrícola global e derretimento glacial (OTTO-ZIMMERMANN, 2011).

A mudança climática deve ter graves impactos físicos, sociais, ambientais e econômicos em cidades desenvolvidas e em desenvolvimento em todo o mundo. As projeções climáticas globais atuais indicam que as mudanças podem resultar em aumento das temperaturas, aumento do nível do mar (inundação temporária e permanente), mudanças nos padrões de precipitação e precipitação (inundações e secas), mudanças na velocidade do vento e mudanças na severidade e frequência de eventos extremos (IPCC, 2014; LINDSAY, 2020). Os riscos e impactos associados a essas mudanças climáticas representam uma séria ameaça à reputação das cidades como prestadoras de serviços e à sua capacidade de cumprir suas próprias metas de crescimento e

desenvolvimento.

Esses impactos nem sempre ocorrem como resultado direto das mudanças climáticas, mas muitas vezes podem surgir de uma cadeia complexa de eventos. Muitos governos e comunidades têm estratégias em vigor para lidar com a variabilidade climática de rotina, no entanto, à luz das mudanças climáticas projetadas, as cidades não podem simplesmente confiar na suposição de que as condições continuarão como nos últimos 50-100 anos. Para cidades em desenvolvimento e desenvolvidas em todo o mundo, o aumento da variabilidade climática levantará novos desafios que exigirão uma gestão sólida a fim de garantir resiliência e permitir o crescimento econômico no futuro (WORLD BANK, 2015).

A degradação do ambiente urbano é um dos principais problemas a serem equacionados nas cidades, uma vez que seus resultados atingem, de maneira geral, o conjunto da população, ainda que não de forma equitativa, considerando as iniquidades presentes no território e a diferença na capacidade de adaptação dos diversos estratos socioeconômicos. Neste sentido, os impactos das transformações ambientais são mais profundos nas áreas mais carentes de infraestrutura e de serviços urbanos.

As mudanças climáticas que têm ocasionado eventos extremos não implicam simplesmente a ampliação dos riscos de desastres naturais, mas a acentuação da possibilidade de que esses ocorram em áreas de urbanização desordenada, já previamente classificadas como de risco, ocupadas pela parcela mais vulnerável da população historicamente não atendida em sua plenitude pelas políticas públicas de acesso à moradia, implicando primeiramente uma questão e um problema socioespacial. O Quadro 1, a seguir, mostra os impactos existentes e projetados da mudança climática em sistemas sociais cruciais e setores urbanos nas cidades.

Como é possível observar no Quadro 1, grande parte dos impactos relacionados às mudanças climáticas tem relação com a água. Assim, a relação entre água, energia e clima é tão importante quanto complexa (PARDOE *et al.*, 2018). As mudanças climáticas têm o potencial de desequilibrar o clima relativamente estável em que a civilização foi construída e comprometer a segurança dos sistemas de água, alimentos e energia (MISRA, 2014). Mudanças no ciclo hidrológico resultantes destas alterações climáticas podem levar a diversos impactos e riscos. Sendo a água um recurso localmente variável, as vulnerabilidades a riscos relacionados, como inundações e secas, diferem entre as regiões.

Quadro 1. Impactos das mudanças climáticas nas cidades

Impactos na Atividade econômica	
Mudanças de temperatura (ondas de calor e frio)	<ul style="list-style-type: none"> • Alterações na demanda, exigências e custos de energia • Mudanças no turismo e recreação
Seca	<ul style="list-style-type: none"> • Interrupção na geração de energia • Escassez de água para indústria
Padrões de precipitação extremas e inundações	<ul style="list-style-type: none"> • Destruição de propriedades comerciais, governamentais e privadas • Danos à infraestrutura local • Perda de receitas • Ameaças a serviços essenciais, energia e telecomunicações etc.
Eventos de tempestades	<ul style="list-style-type: none"> • Perdas econômicas por danos à infraestrutura • Perda de renda do turismo • Custos de evacuação
Aumento do nível do mar/ erosão costeira	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do valor das propriedades à beira mar • Perda catastrófica de ativos costeiros
Outros impactos comuns a cada categoria vertical	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos nos setores produtivos (agricultura e pesca) • Perda de meios de subsistência • Pressão sobre os sistemas de seguro

Impactos na Infraestrutura urbana e ambiente construído	
Mudanças de temperatura (ondas de calor e frio)	<ul style="list-style-type: none"> • Danos a pavimentos e trilhos devido ao calor extremo • Intensificação do efeito “ilhas de calor”
Seca	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldades para sistemas de transporte hidroviário interior • Rebaixamento do nível das águas subterrâneas
Padrões de precipitação extremas e inundações	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecarga dos sistemas de tratamento de águas residuárias e de drenagem urbanas • Interrupção do sistema de transporte: inundações temporárias e permanentes de aeroportos, estradas, linhas ferroviárias e túneis • Alagamentos
Eventos de tempestades	<ul style="list-style-type: none"> • Danos a portos, infraestrutura marítima, assentamentos, estradas, pontes, pavimentação, eletricidade etc.
Aumento do nível do mar/ erosão costeira	<ul style="list-style-type: none"> • Perdas na infraestrutura costeira • Infraestrutura hídrica comprometida
Outros impactos comuns a cada categoria vertical	<ul style="list-style-type: none"> • Ônus para proteger, reparar e manter a infraestrutura • Perda de apelo estético ao ambiente físico • Ameaça à habitação, particularmente baixa renda e assentamentos informais.

Impactos na saúde e segurança humana	
Mudanças de temperatura (ondas de calor e frio)	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade do ar (doenças respiratórias, problemas de pele) • Redução do conforto térmico • Risco para a saúde de populações sensíveis ao calor (jovens e idosos) por insolação e desidratação • Maior risco de contaminação da água
Seca	<ul style="list-style-type: none"> • Desnutrição e desidratação • Redução da disponibilidade de água para saneamento e dessedentação
Padrões de precipitação extremas e inundações	<ul style="list-style-type: none"> • Propagação de doenças transmitidas pela água e pelo ar (vetores); por exemplo, malária, dengue • Mortes por afogamento
Eventos de tempestades	<ul style="list-style-type: none"> • Inundações e destruição
Aumento do nível do mar/ erosão costeira	<ul style="list-style-type: none"> • Intrusão salina (efeitos na água potável, doença dentária resultante)
Outros impactos comuns a cada categoria vertical	<ul style="list-style-type: none"> • Conflitos por recursos • Perda de felicidade / bem-estar

Impactos em Comunidades vulneráveis	
Mudanças de temperatura (ondas de calor e frio)	<ul style="list-style-type: none"> • Mortes por calor devido à má circulação de ar
Seca	<ul style="list-style-type: none"> • Vulnerabilidade de favelas e assentamentos informais • Grande migração rural para as cidades
Padrões de precipitação extremas e inundações	<ul style="list-style-type: none"> • Populações vulneráveis forçadas a se estabelecer em planícies de inundação
Eventos de tempestades	<ul style="list-style-type: none"> • Deslocamento de comunidades vulneráveis • Migração / relocação forçada
Aumento do nível do mar/ erosão costeira	<ul style="list-style-type: none"> • Deslocamento de comunidades costeiras para outras áreas vulneráveis
Outros impactos comuns a cada categoria vertical	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de meios de subsistência em muitos setores • Pressão sobre mulheres, idosos e jovens

Impactos na agricultura e serviços ecossistêmicos	
Mudanças de temperatura (ondas de calor e frio)	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de Pergelissolo • Degelo • Ameaça de incidentes de incêndio florestais mais graves
Seca	<ul style="list-style-type: none"> • Silvicultura urbana (por exemplo, fornecimento de sombra) e perda de safra • Ameaça de incidentes de incêndio florestais mais graves
Padrões de precipitação extremas e inundações	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de habitat • Erosão do solo • Corte do fornecimento de água • Deslizamentos de terra
Eventos de tempestades	<ul style="list-style-type: none"> • Destruição de áreas de pesca e outros sistemas costeiros e interiores
Aumento do nível do mar/ erosão costeira	<ul style="list-style-type: none"> • Intrusão salina: efeitos na água de irrigação
Outros impactos comuns a cada categoria vertical	<ul style="list-style-type: none"> • Efeitos na água de irrigação • Mudança no uso da terra, mudanças nas práticas de cultivo • Insegurança alimentar • Relocalização de empregos • Perda de biodiversidade, ameaças à vegetação costeira, especialmente manguezais

Fonte: ICLEI (2011). ICLEI – Local Governments for Sustainability (2010) Climate Impacts by Region, ADAPT program, ICLEI USA: http://www.icleiusa.org/programs/ climate/Climate_Adaptation/climate-impacts-by-region

Os maiores desafios ambientais das cidades brasileiras consistem em: equacionar o problema das ocupações em áreas de risco ambiental, inclusive com realocação de moradias sempre que necessário; coletar e tratar a totalidade do esgoto produzido; destinar de forma ambientalmente adequada os resíduos sólidos, observada a ordem de prioridade das etapas de gestão e de gerenciamento dos resíduos sólidos (não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos); implantar sistemas completos de drenagem urbana; além de controlar as emissões locais associadas sobretudo ao trânsito de veículos automotores (GONDIM, 2012; IPEA, 2016; GONÇALVES, 2017). Aspecto fundamental a ser

internalizado no desenvolvimento de roteiros metodológicos para a revisão e implementação dos planos diretores municipais é a observância de zoneamentos ambientais prévios, como plataformas de planejamento que resgatem e incorporem a visão ecossistêmica nos ecossistemas heterotróficos urbanos (BPA HABITAT III, 2015)

4. RESILIÊNCIA URBANA

O crescimento do interesse em resiliência proliferou definições, cada uma buscando identificar a grande teoria de seu campo particular (VALE, 2014). O termo tem raízes no latim pós-clássico resiliencia/resilio - como "um fato de evitar" já em 1540, mas também uma "ação de rebote" da raiz latina clássica (KLEIN *et al.*, 2003). O conceito atual, nascido

da matemática e da engenharia mecânica, era frequentemente usado em referência à quantidade de energia por unidade de volume absorvível por um material quando submetido a uma deformação, mas também o valor da deformação no limite elástico do material. O cientista inglês Thomas Young (1807, p. 50), foi um dos primeiros a usar o termo, quando estudava a relação entre a tensão e a deformação de barras metálicas. Tredgold (1824) estendeu esta definição, sugerindo o "módulo de resiliência" como "o número que representa o poder de um material para resistir a uma força impulsiva" (1824, p. 82).

O conceito de resiliência na ecologia, ganhou destaque com o trabalho de Holling (1973) em que ele trabalha com os conceitos de estabilidade e resiliência como comportamento ecológico. Sendo, *"estabilidade a habilidade de um sistema em retornar a um estado de equilíbrio após uma perturbação temporária (quanto mais rapidamente retornar e menos flutuar, mais estável será) e resiliência, que é uma medida da persistência dos sistemas e de sua capacidade de absorver mudanças e perturbações e ainda manter as mesmas relações entre populações ou variáveis de estado"*.

Outra definição mais recente e em consonância com o paradigma ecológico atual destaca o dinamismo, a contingência histórica e os múltiplos caminhos de mudança dentro dos ecossistemas e mostra a evolução ou mudanças contínuas ou periódicas dos sistemas ecológicos em vez da permanência (PICKETT e OSTFELD, 1995). Consequentemente, uma visão de equilíbrio do mundo natural foi substituída por um conjunto de suposições mais inclusivo e sem

equilíbrio. O estado de resiliência pressupõe uma instabilidade do sistema e a capacidade deste de absorver perturbações e reorganizar-se enquanto sofre mudanças.

Outro aspecto importante da mudança nas suposições básicas em direção ao desequilíbrio, é que a regulação do sistema interno não é o único, ou mesmo o mais importante, controle da estrutura e dos processos do sistema (PICKETT et al., 2014). Em vez disso, distúrbios externos, como aqueles que podem resultar de tempestades, inundações e incursões de organismos e materiais à distância, podem ter efeitos estruturantes (JOHNSON e MIYANISHI, 2007). Resiliência no contexto de instabilidade não pode significar o retorno a um ponto ou nível fixo e estável, uma vez que tal estado é ilusório.

Dessa maneira, a resiliência urbana pode ser definida como a quantidade de perturbação que um sistema urbano pode absorver e a capacidade de se ajustar a condições locais instáveis em mudança. A capacidade de se ajustar a essas condições de mudança é a essência da resiliência sob o paradigma contemporâneo de não equilíbrio. Compreender a mudança de paradigma prepara o caminho para uma exploração do conceito ecológico de resiliência de uma forma que o vincula aos sistemas urbanos (PICKETT et al. 2014).

A maior parte dos trabalhos no campo crescente da resiliência urbana raramente se baseiam nas práticas cotidianas dos planejadores. Nos primeiros anos do século XXI, a retórica da resiliência proliferou em narrativas políticas e governamentais em torno das cidades e do planejamento - com a famosa revista

Time dando-lhe a distinção de palavra da moda do ano em 2013 (WALSH, 2013). Aqui, o foco estava no uso da resiliência como uma nova forma de gerenciamento de risco para lidar com as complexidades de grandes sistemas integrados e refletindo um consenso sobre a necessidade de adaptação à incerteza de ameaças futuras. Agora que esse consenso foi alcançado, é vital que os planejadores comecem a implementar a resiliência em vez de apenas destacar seus méritos e, assim, transformar a prática da resiliência urbana (CLARKE, 2017).

Apenas na última década as ideias de resiliência penetraram nos debates da política urbana, criando o que é denominado "a virada da resiliência urbana" (COAFFEE, 2013; IMRIE e LEES, 2014). É importante ressaltar que as maneiras pelas quais as ideias e práticas de resiliência surgiram em tais debates, e sua influência relativa, são altamente específicas para os contextos institucionais e os riscos emergentes enfrentados em locais específicos (CLARKE, 2017).

Trabalhos recentes no campo da resiliência urbana (COAFFEE *et al.*, 2008; AHERN, 2011; BOSHER, 2014; CHELLERI *et al.*, 2015) se aglutinaram em torno de um número de requisitos-chave para a implementação de resiliência aprimorada dentro do ambiente construído. Primeiro, a virada da resiliência deu início a um requisito maior de previsão e preparação: isso inclui fazer planos para eventos previsíveis, mas também construir uma capacidade mais geral para lidar com um futuro incerto que requer novos métodos de avaliação e gestão de risco. Em segundo lugar, há um requisito de considerar vários riscos e perigos de uma forma holística: foi

incentivado o desenvolvimento de políticas e práticas de planejamento que possam responder de maneira flexível e integrada a riscos múltiplos em uma variedade de escalas. Terceiro: o foco na mudança da organização e institucionalização da resposta de resiliência tornou-se fundamental para incorporar os princípios de resiliência nas políticas e práticas de planejamento.

Como tal, as novas abordagens de governança para aumentar a resiliência urbana enfatizam abordagens unidas e colaborativas para a tomada de decisões (CLARKE, 2017). Assim, onde as abordagens tradicionais de risco urbano dependem de uma gama estreita de partes interessadas, as abordagens progressivas precisarão ser mais deliberativas, atraindo uma gama mais ampla de grupos profissionais e comunitários para a tomada de decisões em uma variedade de escalas espaciais, de sistemas coordenados localmente a sistemas centralizados e organizações subnacionais (COAFFEE E CLARKE, 2015). De uma perspectiva de planejamento espacial, a resiliência é uma jornada contínua de melhoria, mas que ajuda a definir os problemas em questão e desenvolver processos de planejamento para mitigar questões emergentes por meio de adaptação, inovação e cooperação, espelhando as observações de Vale (2014) sobre a utilidade múltipla do termo.

O que fica claro nos debates sobre a resiliência urbana é que os planejadores não podem funcionar isoladamente e devem fazer parte de umnexo de gestão urbana mais integrado, com abordagens de design utilizadas para fornecer caminhos adaptativos. Da mesma forma, da perspectiva da governança

urbana, há uma compreensão crescente de que as falhas políticas anteriores oferecem oportunidades de aprendizagem sobre suas “interconexões emergentes” em um mundo complexo, uma compreensão que permite uma política urbana mais integrativa (CHANDLER, 2014).

5. INTEGRAÇÃO ENTRE O METABOLISMO URBANO E O PENSAMENTO DE RESILIÊNCIA

No ordenamento do território e, sobretudo, no setor das infraestruturas territoriais, é muito difundida a utilização de abordagens que possam estar relacionadas com o conceito de metabolismo urbano, conceito que foca os sistemas dissipativos e considera a cidade e o território de forma entrópica, concentrando-se principalmente nos fluxos diretos e indiretos de material, energia e informação.

Vários pesquisadores em seus estudos (BOYDEN *et al.*, 1981; GIRARDET, 1990; WOLMAN, 1965) propuseram analisar os sistemas urbanos com base em princípios e métodos ecológicos. Nessa perspectiva, uma cidade pode ser vista como um organismo gigante que consome materiais e energia do meio ambiente, transforma, acumula e elimina resíduos. Cada etapa do metabolismo urbano deve ser organizada de forma a permitir fluxos confiáveis de energia-material, a fim de minimizar o risco de falhas em cascata no sistema urbano. No entanto, o metabolismo urbano não deve apenas ser resiliente e seguro, mas também atender às necessidades das populações visando à sustentabilidade de equidade social, justiça econômica e aumentar a proteção ambiental (KUSNECOVA *et al.* 2014).

Com o tema da sustentabilidade cada vez mais presente (ROSEN, 2018), uma das principais funções do metabolismo urbano é avaliar e monitorar a sustentabilidade de cidades e regiões ao redor do planeta, coletando informações importantes sobre eficiência energética, ciclagem de materiais, gerenciamento de resíduos e infraestrutura em ambientes urbanos (PINCETL, BUNJE e HOLMES, 2012; DIJST *et al.*, 2018; MUÑOZ e NAVIA, 2018).

A visão geral sobre as características dos sistemas resilientes comuns foi feita a fim de determinar possíveis direções de desenvolvimento do metabolismo urbano resiliente. Como ponto de partida para um sistema sustentável, Fiksel *et al.* (2006) identificaram características principais que contribuem para a resiliência: i) diversidade - existência de múltiplas formas e comportamentos; ii) eficiência - desempenho com consumo modesto de recursos; iii) adaptabilidade - flexibilidade para mudar em resposta a novas pressões; iv) coesão - existência de forças unificadoras ou ligações.

Por intermédio do conceito de metabolismo urbano é possível definir os objetivos e as estratégias de intervenção para o desenvolvimento territorial sustentável de forma estrita, enquanto que por meio do pensamento resiliente é possível integrar essas estratégias com soluções adequadas de forma a potenciar o sistema com capacidades de adaptação a situações de risco reais e potenciais e de incerteza.

Em relação às mudanças climáticas, sejam impulsionadas por forças naturais ou humanas, podem levar a mudanças na probabilidade de

ocorrência ou intensidade de eventos climáticos extremos ou ambos. Portanto, os sistemas resilientes não devem apenas resistir e se adaptar às graves consequências das mudanças climáticas, mas também diminuir o impacto negativo no clima (PNUMA, 2014).

Para integrar o pensamento de resiliência e o metabolismo urbano, com finalidade de avaliar causas e impactos relacionados às mudanças do clima, a identificação dos objetivos estratégicos deve ser baseada no conceito de metabolismo urbano. Nesse sentido, a relação entre territórios e fluxos de recursos locais e globais, que representam um dos principais componentes estruturais do desenvolvimento, é um aspecto central da resiliência, pois os territórios devem ser capazes de interceptar tais fluxos e interagir adaptando-se a essas dinâmicas (MAGONI, 2017).

6. A DINÂMICA DE SISTEMAS COMO METODOLOGIA

Entender o metabolismo urbano (FORRESTER, 1969, 1989) requer investigar a inter-relação das variáveis socioeconômicas, políticas, tecnológicas e culturais envolvidas. A dinâmica do sistema (*System Dynamics* – SD) é uma metodologia e uma técnica de modelagem matemática para enquadrar, entender e discutir questões e problemas complexos. Originalmente desenvolvido na década de 1950, por Jay Forrester, para ajudar os gerentes corporativos a melhorar sua compreensão dos processos industriais, o SD está sendo usado atualmente em todo o setor público e privado para análise e design de políticas (RADZICKI e TAYLOR, 2008).

A metodologia centra-se em compreender como os processos físicos, fluxos de informação e políticas de gestão interagem de forma a criar a dinâmica das variáveis de interesse (SAYSEL *et al.* 2002). Tem sido usado em muitas áreas, incluindo questões de desenvolvimento sustentável regional (SAEED, 1994; BACH e SAEED, 1992), uso do solo urbano (LI *et al.* 2012), planejamento de recursos hídricos (FORD, 1996) e planejamento e gestão regional (GUAN *et al.*, 2011).

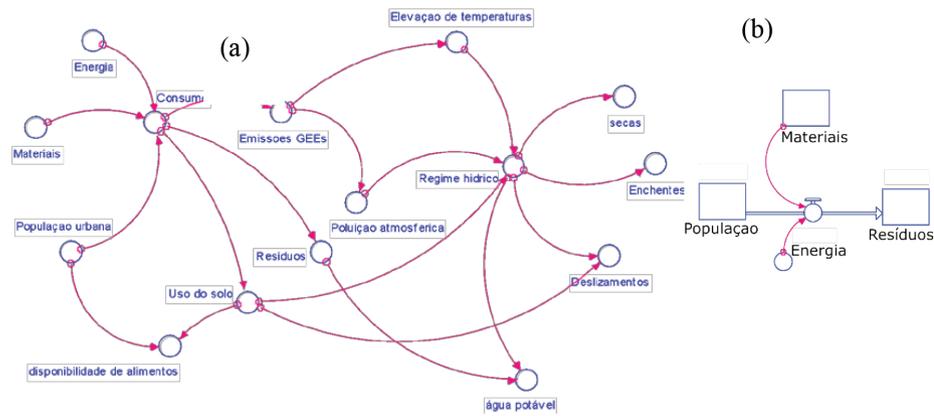
Na linguagem SD, as principais variáveis do sistema são nomeadas como variáveis de nível e variáveis de taxa, respectivamente, que constroem a base matemática de um modelo SD. O terceiro tipo de variável é a variável auxiliar, que representa as etapas detalhadas pelas quais as informações associadas aos estados atuais do sistema (os níveis) são transformadas em taxas para gerar mudanças futuras (COYLE 1997; GUAN *et al.* 2011). Por uma série de variáveis de 'intervalo de tempo', o modelo pode elucidar a interação e a relação entre muitos fatores de influência para realizar um teste de simulação dinâmica. Assim, o objetivo do teste é investigar os estados de mudança e tendências do sistema de energia metabólica urbana em cenários alternativos, a fim de apoiar as políticas e manejos correspondentes (GUAN *et al.* 2011).

Os sistemas podem ser inicialmente representados por diagramas causais (Figura 1a) para facilitar a visualização do processo. Para a criação do modelo é necessário o uso de diagramas de processos (Figura 1b) com representações de estoques (indicadas por caixas), variáveis (círculos) e fluxos (setas). O diagrama causal viabiliza a

visualização do efeito cascata do crescimento urbano, com o aumento de consumo de materiais e energia, e conseqüentemente o aumento das emissões de GEE's e outros poluentes, além do aumento na produção de resíduos. Nos modelos

sistêmicos é possível identificar as relações entre forças motrizes, pressões, estados e impactos, possibilitando observar quais são as respostas necessárias para cada um dos processos envolvidos (Figura 2).

Figura 1. Exemplo esquemático de sistema dinâmico de análise de processos urbanos: (a) diagrama causal para visualização dos processos; e (b) esquemas de fluxos, estoques e variáveis de um modelo dinâmico.



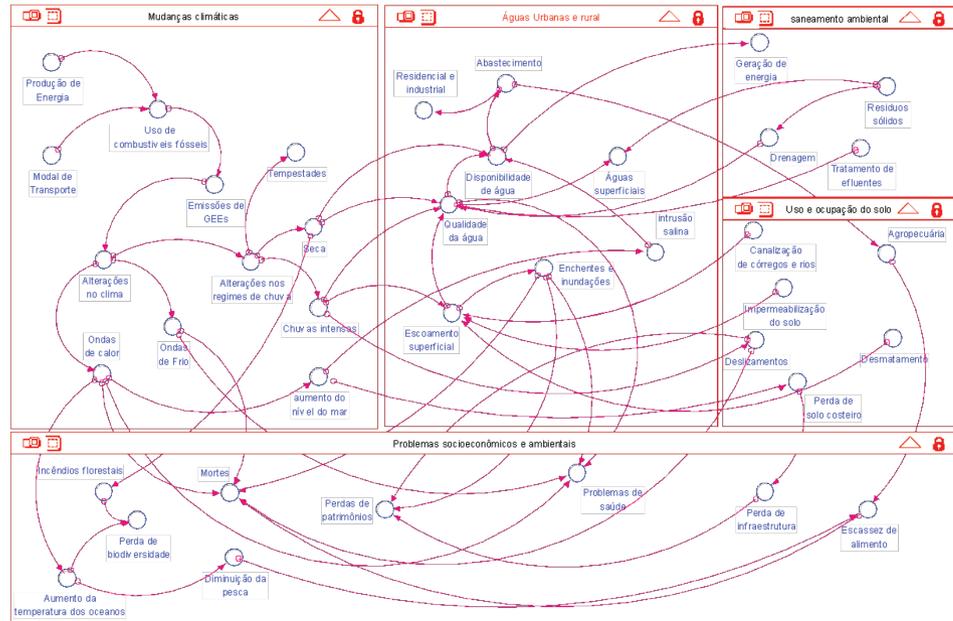
Os processos urbanos dinâmicos e a interconexão entre diferentes conceitos e abordagens devem ser estudados em conjunto. Esses conceitos e abordagens são metabolismo urbano, resiliência e vulnerabilidade urbana e modelagem de dinâmica de sistemas para resolver questões complexas de sistemas de mudança multidimensionais.

são replicados a partir do modelo dinâmico (WINZ *et al.*, 2009).

Enquanto os modelos lineares de previsão estatística dependem de equações desenvolvidas *ex-post*, ou seja, após observações, os sistemas dinâmicos visa primeiro determinar a estrutura do sistema que consiste em relações positivas e negativas entre variáveis, ciclos de *feedback*, arquétipos de sistemas e atrasos (STERMAN, 2000, WOLSTENHOLME, 2003), seguido de projeção *ex-ante*, em que os estados futuros do sistema

É inegável que as mudanças climáticas ocorrem devido à impactos antropogênicos, principalmente, devido às necessidades de consumo das cidades. Cidades populosas necessitam de espaço, adquirido por meio do desmatamento de florestas, e um consumo elevado de energia e recursos para sua manutenção, a energia consumida gerada por combustíveis fósseis aumenta a emissão de gases do efeito estufa responsáveis pelo aquecimento da atmosfera, esse aquecimento, por sua vez, gera instabilidades no clima causando um efeito cascata de instabilidade em outros setores como: produção de alimentos, saneamento, abastecimento de água, saúde pública, dentre outros.

Figura 2. Esquema de modelo em formato de *loop* causal sistêmico para avaliação do impacto das mudanças climáticas nas cidades, baseado no metabolismo urbano. Esse método funciona para visualizar os processos e auxilia na produção de modelos de elaborações de cenários futuros.



Fonte: autoria própria

Dentre os aspectos abordados estão as alterações nos regimes de chuva. Essas modificações são capazes de alterar a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos disponíveis para o abastecimento urbano (VOLSCHAN JUNIOR, 2011). Em relação às secas, além da redução da disponibilidade imediata com a redução de fluxo de águas superficiais, reduzem também a recarga dos aquíferos, comprometendo a capacidade de armazenamento dos reservatórios (ROSENZWEIG et al., 2011). No extremo oposto, as chuvas intensas e concentradas num curto espaço de tempo geram vazões súbitas, provocando inundações, enchentes e, ainda, perda da qualidade da água devido ao transporte de sedimentos e contaminantes para os corpos hídricos. O IPCC aponta

que as mudanças climáticas poderão reduzir a qualidade da água devido a interações entre altas temperaturas e variações de precipitação (IPCC, 2014). Outro aspecto abordado no modelo são as emissões de GEE's provenientes da produção de energia e transporte, responsáveis pelas alterações climáticas e pela mudança no regime de chuvas.

O foco da metodologia de sistemas dinâmicos é capturar a estrutura da situação complexa em termos das interações dos elementos entre eles. Ao utilizar os sistemas dinâmicos para modelar diferentes cenários, é possível testá-los para facilitar o envolvimento com o planejamento.

É evidente que a situação preocupante decorre principalmente

dos efeitos do aumento das emissões de GEE e que isso continuará a suscitar preocupações crescentes pelas condições socioeconômicas (IPCC,2014; FIEDLER, 2018).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de as diversas definições a respeito da resiliência das cidades, o mais importante nessa visão é a necessidade de preservar a qualidade de vida da população residente. Para tanto, um planejamento e gestão de cidades sob a ótica preditiva e da sustentabilidade, orientando ações de resistência a impactos adversos deve se prover de uma análise sistêmica, para análise do todo e com previsões realistas de futuros diante das incertezas decorrentes das mudanças climáticas.

A estruturação de uma ferramenta de modelagem visa, principalmente, instrumentalizar as políticas públicas e a gestão urbana de acordo com as necessidades de sua população sem que, com isso, os impactos socioambientais sejam aumentados, objetivando também soluções sustentáveis, fundamentadas em perspectivas dinâmicas e sistêmicas de acordo com as necessidades socioambientais e as constantes transformações das cidades.

A complexidade das cidades exige o tratamento de seus processos sob a ótica sistêmica, considerando as múltiplas relações ambientais, sociais, econômicas, culturais, políticas e institucionais, que estão interconectadas. Essas conexões requerem abordagens integradas que, no presente estudo, foram trabalhadas por meio do conceito de metabolismo urbano e da modelagem de sistemas dinâmicos para considerar as complexas

questões envolvidas nos processos de transformações multidimensionais.

Este trabalho surge como proposta de uso do conceito de metabolismo urbano como concepção de abordagem e da ferramenta de modelagem dinâmica, buscando viabilizar e facilitar as análises dos fluxos de materiais e energia que envolvam riscos relacionados as alterações climáticas, tendo em vista o aumento da resiliência das cidades, envolvendo as inter-relações das variáveis sociais, econômicas, políticas, tecnológicas, culturais e ambientais envolvidas no âmbito de uma cidade. Estudos sistêmicos que combinem as diferentes frentes relacionadas aos impactos e desastres urbanos como, fatores climáticos, balanços hídricos e informações socioeconômicas são fundamentais para entender a dinâmica entre ações antrópicas, alterações no clima e variações hídricas extremas (seca, inundações, escassez).

A possibilidade de criar diferentes cenários do metabolismo urbano por meio do modelo dinâmico viabilizará simulações futuras e resultados que poderão ser testados para facilitar intervenções físicas e ações estratégicas, auxiliando nos processos de tomada de decisão e na formulação de políticas públicas em cidades.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHERN, J. From fail-safe to safe-to-fail: sustainability and resilience in the new urban world. **Landscape and Urban Planning**, 100, 341–343. 2011

BACH, N.L. e SAEED, K. Food self-sufficiency in Vietnam: a search for a viable solution. **Sys Dyn Rev** 8:129–

148. 1992.

BOSHER, L. Built-in resilience through disaster risk reduction: operational issues. **Building Research & Information**, 42(2), 240–254. 2014.

BOYDEN, S., MILLAR, S., NEWCOMBE, K., O'NEILL, B. **The Ecology of a City and its People: The Case of Hong Kong**. 1981. Australian National University Press, Canberra

CALDARICE, O.; BRUNETTA, G. e TOLLIN, N. **The Challenge of Urban Resilience: Operationalization**. In: Urban Resilience for Risk and Adaptation Governance Theory and Practice. Grazia Brunetta, Ombretta Caldarice, Nicola Tollin, Marti Rosas-Casals e Jordi Morató (EDs). Pp. 1-8. 2019. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-76944-8>

CARTER, J. G.; CAVAN, G.; CONNELLY, A.; GUY, S.; HANDLEY, J.; KAZMIERCZAK, A. Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation, **Progress in Planning**, Volume 95, 2015, Pages 1-66, ISSN 0305-9006, <https://doi.org/10.1016/j.progress.2013.08.001>.

CHANDLER, D. Beyond neoliberalism: resilience, the new art of governing complexity. **Resilience**, 2(1), 47–63. 2014.

CHELLERI, L., WATERS, J. J., OLAZABAL, M. e MINUCCI, G. Resilience trade-offs: addressing multiple scales and temporal aspects of urban resilience. **Environment and Urbanization**, 27(1), 181–198. 2015.

CHILDERS, D. L., PICKETT, S. T. A., GROVE, J. M., OGDEN, L., e WHITMER,

A. Advancing urban sustainability theory and action: Challenges and opportunities. **Landscape and Urban Planning**. 125. 320–328. 2014. . <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.022>

CLARKE, J. **From Maladaptation to Adaptation Towards a resilient urban planning paradigm**. In: The Routledge Handbook of International Resilience. Eds David Chandler and Jon Coaffee. Taylor & Francis Group. Pp213-224. 2017. ISBN: 978-1-315-76500-6. 2017

COAFFEE, J. and CLARKE, J. On securing the generational challenge of urban resilience. **Town Planning Review**, 86(3), 249–255. 2015.

COAFFEE, J. Towards next-generation urban resilience in planning practice: from securitization to integrated place making. **Planning Practice & Research**, 28, 323–339. 2013

COAFFEE, J., MOORE, C., FLETCHER, D. e BOSHER, L. **Resilient design for community safety and terror-resistant cities**. Proceedings of the Institute of Civil Engineers: Municipal Engineer, 161, 103–110. 2008.

COYLE, R.G. System Dynamics Modelling: A Practical Approach. **Journal of the Operational Research Society**. Volume 48, 1997 - Issue 5. Page 544. 1997. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600682>

CURWELL, S., DEAKIN, M., e SYMES, M. (Eds.). **Sustainable urban development**, volume 1: The framework and protocols for environmental assessment. Steven Curwell, Mark Deakin, Patrizia Lombardi, Gordon Mitchell and Ron Vreeker (eds). New York: Routledge. Pps. 238. 2005. ISBN 0-415-32214-6 (hbk)

- DADON, J.R. **Beach Management, Beyond the Double Standard for Client Demands and Environmental Sustainability.** In: Botero C., Cervantes O., Finkl C. (eds) *Beach Management Tools - Concepts, Methodologies and Case Studies.* Coastal Research Library, vol 24, pp 619-634. 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58304-4_31
- FAGLIANO, J.A. e DIEZ ROUX A.V. Climate change, urban health, and the promotion of health equity. *PLoS Med.* ;15(7). 2018. doi:10.1371/journal.pmed.1002621
- FAIRHURST, L. **Describing Impacts at Local Level.** In *Resilient Cities: Cities and Adaptation to Climate Change Proceedings of the Global Forum 2010.* ICLEI publications – Local Governments for Sustainability. Pp. 3-12. 2011. DOI 10.1007/978-94-007-0785-6.
- FERRÃO, P. e FERNÁNDEZ, J. **Sustainable Urban Metabolism.** 2013. Massachusetts Institute of Technology. 259pp
- FIEDLER, B. *Translating National Policy to Improve Environmental Conditions Impacting Public Health Through Community Planning.* 2018. **Springer International Publishing** AG, part of Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-75361-4>
- FIKSEL, J., 2006. **Sustainability and resilience:** towards a system approach, *Sustainability: Science, Practice, & Policy*, 2/2, pp. 14-21
- FORD, A. Testing snake river explorer. **System Dynamic Reviews.** 12:305–329. 1996
- FORRESTER J.W. Lessons from system dynamics modelling. **System Dynamics Review.** 1987. 3(2):136–149, Summer
- FORRESTER, Jay W. **Principles of Systems,** (2^o ed.). Portland, OR: Productivity Press. 1968. 391 pp.
- GIRARDET, H., The metabolism of cities. In: Cadman, D., Payne, G. (Eds.), **The Living City: Towards a Sustainable Future.** Routledge, London, pp. 170-180. 1990.
- GONÇALVES, M.A. **Análise da Sustentabilidade Urbana em Áreas de Expansão do Espaço Urbano de Francisco Beltrão-PR.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional. 2017. 163pp.
- GONDIM, L. M. P. Meio ambiente urbano e questão social: habitação popular em áreas de preservação ambiental. **Cad. CRH,** Salvador, v. 25, n. 64, p. 115-130, abr. 2012.
- GUAN, D; GAO, W; SU, W; LI, H. e HOKAO, K. Modeling and dynamic assessment of urban economy–resource–environment system with a coupled system dynamics–geographic information system model. **Ecol Ind** 11:1333–1344. 2011.
- HOLLING, C. S. Resilience and stability of ecological systems. **Annual Review of Ecology and Systematics,** 4, 1–23. 1973.
- IBGE. **Censo Demográfico 2010.** Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: Acesso em: mar. 2019.

- IMRIE, R. and LEES, L. Sustainable London? The Future of a Global City. **Bristol: Policy Press**. 2014.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC. **Climate change 2013**: The physical science basis. Working Group I contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press. www.ipcc.ch/report/ar5/wg1.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC: **Climate Change 2014**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- JOHNSON, E. A. e MIYANISHI, K. (Eds.). **Plant disturbance ecology**: The process and the response. 2007. Burlington, MA: Academic Press.
- KLEIN, R. J. T., NICHOLLS, R. J. e THOMALLA, F. Resilience to natural hazards: how useful is this concept? **Environmental Hazards**, 5 (1-2), 35-45. 2003. doi:10.1016/j.hazards.2004.02.001.
- KUZNECOVA, T., ROMAGNOLI, F. **System Dynamics Approach within the Context of City Resilience and Urban Metabolism**. In: *The 9th International Conference "Environmental Engineering": Selected Papers*, Lithuania, Vilnius, 22-23 May, 2014. Vilnius: Technika, 2014, pp.1-9. ISBN 978-609-457-690-4. <https://doi.org/10.3846/enviro.2014.125>
- KUZNECOVA, T; ROMAGNOLI, F.; ROCHAS, C. **Energy Metabolism for Resilient Urban Environment: A Methodological Approach**, *Procedia Economics and Finance*, Volume 18, 2014, Pages 780-788, ISSN 2212-5671, [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)01002-8](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)01002-8).
- LI W, WU C, ZANG S (2012) Modeling urban land use conversion of Daqing City, China: a comparative analysis of "top-down" and "bottom-up" approaches. **Stoch Env Res Risk Assess**. doi:10. 1007/s00477-012-0671-0
- LI, WEIFENG, WEIQI, Z., YANG, B., PICKETT, S.T.A, E LIJIAN, H. "The Smart Growth of Chinese Cities: Opportunities Offered by Vacant Land". **Land Degradation & Development** 29 (10): 3512 - 3520. doi:10.1002/ldr.3125. 2018.
- LINDSAY, R. **Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide**. Understanding Climate. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2020. Acesso em maio/2020. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>.
- MAGONI, M. Resilience thinking and urban metabolism in spatial planning: which possible integrations. *City Territ Archit* 4, 19 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40410-017-0074-0>
- MARICATO, E. **Brasil, cidades**: alternativas para a crise urbana. Petrópolis, Vozes, 2001
- MISRA, A. K. Climate change and challenges of water and food security, **International Journal of Sustainable Built Environment**, Volume 3, (1), Pags 153-165, 2014. <https://doi.org/10.1007/s11252-006-0017-0>

- MUÑOZ, E. e NAVIA, R. (2018). Urban metabolism as a key method to assess sustainability of cities. **Waste Management & Research**, 36(8), 661–662. 2018. <https://doi.org/10.1177/0734242X18793339>
- OTTO-ZIMMERMANN, K. **Building the Global Adaptation Community**. In Resilient Cities: Cities and Adaptation to Climate Change Proceedings of the Global Forum 2010. ICLEI publications – Local Governments for Sustainability. Pp. 3-12. 2011. DOI 10.1007/978-94-007-0785-6.
- PARDOE J.; CONWAY, D.; NAMAGANDA, E.; VINCENT, K.; DOUGILL, A. J. e KASHAIGILI, J.J. Climate change and the water-energy-food nexus: insights from policy and practice in Tanzania. **Climate Policy**. Volume 18 (7); Pags 863-877. 2018. <https://doi.org/10.1080/14693062.2017.1386082>
- PICKETT, S. T. A. e OSTFELD, R. S. **The shifting paradigm in ecology**. In R. L. Knight e S. F. Bates (Eds.), A new century for natural resources management (pp. 261–278). Washington, DC: Island Press. 1995.
- PICKETT, S.T.A. , MCGRATH, B. , CADENASSO, M.L. e FELSON, A. J. Ecological resilience and resilient cities. **Building Research & Information**. Vol. 42, No. 2, 143–157. 2014. <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2014.850600>
- PINCETL, S.; BUNJE, P. e HOLMES, T. An expanded urban metabolism method: Toward a systems approach for assessing urban energy processes and causes, **Landscape and Urban Planning**, Volume 107, Issue 3, Pag 193-202, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.06.006>.
- PNUMA. **about climate change mitigation** // <http://www.unep.org/climatechange/mitigation/> - [01.03.2014]
- RADZICKI, M. J. e TAYLOR. R. A. **Origin of System Dynamics**: Jay W. Forrester and the History of System Dynamics. In: U.S. Department of Energy's Introduction to System Dynamics. 2008.
- ROGERS, P. **The etymology and genealogy of a contested concept**. In: The Routledge Handbook of International Resilience. Eds David Chandler and Jon Coaffee. Taylor & Francis Group. Pp13-26. 2017. ISBN: 978-1-315-76500-6.
- ROLNIK, R. **A cidade e a lei – legislação, política urbana e território na cidade de São Paulo**, São Paulo: FAPESP Studio Nobel, 3ed. 1997.
- ROSEN, M. Issues, Concepts and Applications for Sustainability. Glocalism: **Journal of Culture, Politics and Innovation** 3, 2018. <https://doi.10.12893/gjcpi.2018.3.40>
- ROSENZWEIG, C. SOLECKI, W. D.; HAMMER, S. A. e MEHROTRA. S. **Urban Climate Change in Context**. Climate Change and Cities: First Assessment. Report of the Urban Climate Change Research Network, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 3–11.
- ROSSETTO, A. M. (2003) **Proposta de um Sistema Integrado de Gestão Ambiental Urbana (SIGAU) para administração estratégica das cidades**. 133p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de produção. Universidade de Federal de Santa Catarina.

- SAEED, K. **Development planning and policy design: a system dynamics approach.** Avebury, Brookfield. 1994.
- SAYSEL, A. K., BARLAS, Y., YENIGÜ" N, . Environmental sustainability in an agricultural development project: a system dynamics approach. **J Environ Manage** 64:247-260. 2002.
- SILVA, S. P. **Ferramenta de apoio ao manejo de águas pluviais urbanas com base em indicadores de sustentabilidade – SAMSAP.** Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, 2016. 175 p., 2016.
- SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - SEEG. **Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas do Brasil 1970 – 2018.** 2019. Disponível em: < <https://seeg-br.s3.amazonaws.com/2019-v7.0/documentos-analiticos/SEEG-Relatorio-Analitico-2019.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2019.
- SPELLER, M. e AGUDELO, C. **Mapping diversity of urban metabolic functions – a planning approach for more resilient cities.** 5th AESOP Young Academics Network Meeting 2011, the Netherlands. 2011.
- STERMAN, J. D. **Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world.** Boston. Irwin/McGraw-Hill. 2000.. 982 p.
- TREGOLD, T. **Practical Essay on the Strength of Cast Iron and Other Metals.** London: J. Weale. 1824.
- VALE, L. J. The politics of resilient cities: whose resilience and whose city? **Building Research & Information**, 42(2), 191-201. 2014.
- VILLAÇA, F. **Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil.** In: DEÁK, Csaba; SCHIFFER, Sueli Ramos. (orgs). O processo de urbanização no Brasil. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999, p. 169 - 243.
- VOLSCHAN JUNIOR, Isaac. **Vulnerabilidades sócio-econômicas: o saneamento ambiental frente aos cenários das mudanças climáticas: a aplicação do estado do conhecimento sobre a realidade da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.** In: INPE (Org.). Megacidades, Vulnerabilidades e Mudanças Climáticas: Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Escola Politécnic - Universidade Federal do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro): Inpe, 2011. Cap. 3. p. 147-169.
- WALSH, B. Adapt or Die: Why the Environmental Buzzword of 2013 will be Resilience. **Time: Science and Space**, 8 January 2013. Available at: <http://science.time.com/2013/01/08/adapt-or-die-why-theenvironmental-buzzword-of-2013-will-be-resilience/#ixzz2JeE6rFwE> (acesso 01/set/20). 2013
- WINZ, I., BRIERLEY, G., TROWSDALE, S. C. The Use of System Dynamics Simulation in Water Resources Management. **Water Resource Management**. 23, 1301-1323, 2009. <https://doi:10.1007/s11269-008-9328-7>
- WOLMAN, A. **The Metabolism of Cities.** Scientific American, 213, 179-190. 1965. <http://>

dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0965-178

WOLSTENHOLME, E. F. 2003. Towards the definition and use of a core set of archetypal structures in system dynamics. **System Dynamics Review**, 19 (1), pp.7-26. 2003. <https://doi.org/10.1002/sdr.259>

WORLD BANK. **Accelerating Climate-Resilient and Low-Carbon Development: The Africa**

Climate Business Plan. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank 1818 H Street NW, Washington, DC. 165pp. 2015.

YOUNG, T. A. **Course of Lectures on the Natural Philosophy and the Mechanical Arts**. London: Taylor and Walton. 1807.

Gestão de resíduos da construção civil: Soluções para municípios de pequeno porte

Construction waste management: Solutions for small municipalities

Gestión de residuos de la construcción: soluciones para pequeños municipios

José da Costa Marques Neto

Professor Doutor, UFSCar, Brasil.
joseneto@ufscar.br

Gustavo Henrique Vital Gonçalves

Professor Mestre, Unifafibe, Brasil.
Gustavovital@hotmail.com.br

Rodrigo Eduardo Córdoba

Professor Doutor, UFSCar, Brasil.
cordoba@ufscar.br

RESUMO

A atividade da construção civil é caracterizada como um dos setores que mais causam impacto ao meio ambiente seja pela exploração dos recursos naturais ou pelos elevados índices de resíduos gerados. A grande quantidade de resíduos de construção civil (RCC) que são gerados diariamente têm se tornado um dos principais problemas nas áreas urbanas, devido as deposições irregulares em aterros clandestinos, acostamentos, leito de rios e rodovias devem ser resolvidos visando à preservação do meio ambiente. Dentre as técnicas de manejo desses RCC, a reciclagem proporciona a redução dos volumes descartados, ocasionando ganhos econômicos e ambientais. O presente estudo tem como objetivo realizar o diagnóstico do panorama dos RCC de um município de pequeno porte (Orlândia-SP) e apresentar as soluções disponíveis para uma correta destinação do RCC gerado, que podem ser implantadas em municípios similares. As contribuições da pesquisa envolvem apresentar soluções para implantação de diversos destinos para o RCC, objetivando facilitar a segregação e reciclagem desses resíduos, reduzindo os impactos ambientais relacionados à disposição inadequada.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de Construção Civil. Gestão de Resíduos. Municípios Pequenos.

ABSTRACT

Civil construction activity is characterized as one of the sectors that most impact the environment, whether due to the exploitation of natural resources or the high levels of waste generated. The large amount of civil construction waste (RCC) that is generated daily has become one of the main problems in urban areas, due to irregular depositions in clandestine landfills, shoulders, river beds and highways must be resolved in order to preserve the environment. Among the management techniques of these RCC, recycling provides a reduction in the discarded volumes, causing economic and environmental gains. The present study aims to diagnose the panorama of the RCC of a small municipality (Orlândia-SP) and present the solutions available for a correct destination of the generated RCC, which can be implemented in similar municipalities. The research contributions involve presenting solutions for the implantation of several destinations for the RCC, aiming to facilitate the segregation and recycling of these residues, reducing the environmental impacts related to inadequate disposal.

KEYWORDS: Civil Construction Waste. Waste Management. Small Municipalities.

RESUMEN

La actividad de la construcción civil se caracteriza por ser uno de los sectores que más impactan al medio ambiente, ya sea por la explotación de recursos naturales o por los altos niveles de residuos generados. La gran cantidad de residuos de construcción civil (RCC) que se genera diariamente se ha convertido en uno de los principales problemas en las zonas urbanas, debido a deposiciones irregulares en rellenos sanitarios clandestinos, arcenes, cauces y carreteras deben resolverse con el fin de preservar el medio ambiente. Entre las técnicas de manejo de estos RCC, el reciclaje proporciona una reducción en los volúmenes descartados, generando ganancias económicas y ambientales. El presente estudio tiene como objetivo diagnosticar el panorama de los CCR de un municipio pequeño (Orlândia-SP) y presentar las soluciones disponibles para un correcto destino de los CCR generados, que se pueden implementar en municipios similares. Los aportes de la investigación implican presentar soluciones para la implantación de varios destinos para el RCC, con el objetivo de facilitar la segregación y reciclaje de estos residuos, reduciendo los impactos ambientales relacionados con una disposición inadecuada.

PALABRAS CLAVE: Resíduos de la construcción civil. Gestión de Resíduos. Pequeños Municipios.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores mais importantes da economia, entretanto, se apresenta também como grande causadora de impacto ambiental, não somente pelo elevado consumo de recursos naturais, como também pela disposição inadequada de resíduos gerados. Boas práticas de reciclagem e reutilização de resíduos de construção podem impedir a perda de recursos valiosos para aterros (Barritt, 2016).

O Brasil apresenta 5.645 Municípios espalhados por todo território nacional dos quais 80% (oitenta por cento) desses possuem menos de 20 (vinte) mil habitantes, sendo considerados Municípios de pequeno porte e com pouca estrutura para manter um sistema de gestão de resíduos em patamares adequados do ponto de vista sanitário e ambiental (Brasil, 2018).

Responsáveis pela geração de quase 30% dos resíduos sólidos municipais, a maioria carece de informações, dinheiro e quase sempre não possuem pessoal em número e nem contam com corpo técnico qualificado para promoverem uma boa gestão dos seus resíduos.

Toda a cadeia em que o RCC está inserido (geração, manejo e destinação final) é um grande problema para as administrações municipais, visto que estes resíduos constituem uma grande parcela dos resíduos sólidos urbanos (RSU) do município.

A maioria desses municípios empregam ações corretivas em relação aos RCC, realizando limpezas emergenciais dos locais onde ocorreram deposições ilegais, devido à ausência de soluções municipais

satisfatórias para esses resíduos.

A deposição irregular de RCC traz prejuízos ao meio ambiente; causa obstrução de vias de tráfego e enchentes, devido ao assoreamento dos córregos e propicia a proliferação de vetores de doenças.

Em diversos estudos (Chen et al., 2018; Tavira et al., 2018; Sieffert, Huygen, Daudon, 2014) a reciclagem é apontada como uma alternativa para a redução da quantidade de resíduos dispostos nos aterros e em locais irregulares, além de ser uma proposta sustentável para a destinação dos RCC. No entanto, poucas são as iniciativas públicas e privadas na adoção dessa prática. Há também uma deficiência de legislações municipais que abordam o tema, sendo uma parcela muito pequena de municípios que realizam uma gestão eficiente dos resíduos gerados.

O reaproveitamento de RCC é uma alternativa para diminuir o impacto ambiental desses resíduos. A prática é vantajosa em vários aspectos: reduz as chances de deposição em locais clandestinos e contribui para aliviar a pressão sobre aterros de inertes, cada vez mais saturados (Rahimi, Ghezavati, 2018) Para o gerador, representa custos menores com a destinação, além da possibilidade de reaproveitamento de materiais antes descartados e do emprego, na própria obra, de agregados reciclados, em substituição a novas matérias-primas extraídas do meio ambiente.

Embora existam normas técnicas que orientem a utilização do agregado reciclado para determinados usos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) e outras resoluções estaduais e municipais

relacionadas ao gerenciamento de RCD, observa-se que a ausência de metas preestabelecidas em âmbito nacional dificulta a ampliação de práticas de reciclagem desse resíduo, diferentemente do que se vê em diversos países da União Europeia (Bohnenberger et al., 2018)

Em razão disso faz-se necessária a implantação de tecnologias alternativas para minimizar os impactos ambientais, proporcionando o aumento da reciclagem e da reutilização desses resíduos e a destinação adequada dos rejeitos (CÓRDOBA, 2010).

Diante do exposto, esta pesquisa visa apresentar diversas soluções que podem ser implantadas em Orlândia-SP, com base na geração de RCC diária no município, podendo ser utilizadas como parâmetro em outros municípios de pequeno porte.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As etapas de desenvolvimento deste estudo dividem-se em duas fases: a primeira engloba o levantamento quantitativo, a classificação e caracterização dos resíduos de construção civil de Orlândia-SP; e a segunda, à proposição de alternativas tecnológicas para a destinação do RCC.

A fase 1 do estudo está dividido, primeiramente, a caracterização qualitativa do RCC gerado: a composição dos RCC foi realizada no depósito de três das cinco empresas coletoras do município. Foi selecionada uma caçamba em cada um dos depósitos. De cada caçamba, foram selecionadas 5 amostras de 18 litros, totalizando 90 litros. As amostras foram captadas de diferentes pontos da caçamba,

abrangendo todo seu espaço físico. Os materiais foram limpos e separados por tipo. Com uma peneira de areia, os materiais de maior granulometria foram separados dos de menor granulometria e, após essa etapa, efetuou-se a pesagem.

Após se conhecer a composição do RCC gerado no município estudado, foram apresentadas as soluções disponíveis para a destinação correta desse material e podem ser aplicados em municípios com as mesmas características construtivas.

3. RESULTADOS

Indicadores básicos do município

O município de Orlândia localiza-se na região norte do Estado de São Paulo e conta com uma população aproximada de 43.754 habitantes (IBGE, 2018) e área de 291,765 km². No município o setor agroindustrial e o de comércio predominam na sua economia, e conta com PIB per capita de R\$ 19 681,29, IDH de 0,824 e taxa de alfabetização de 92,91%.

Composição dos RCC do município de Orlândia

A caracterização qualitativa é uma das etapas mais importantes para se chegar a um diagnóstico da situação dos RCC em qualquer município.

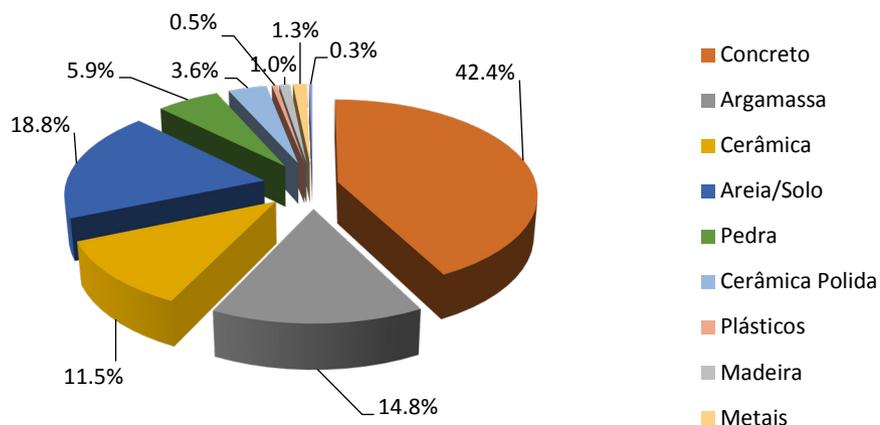
A tipologia e o percentual dos materiais encontrados nos resíduos são um indicador fundamental na proposição de estratégias para o plano de gestão e gerenciamento, conforme proposto na Resolução CONAMA nº 307/02. A Tabela 1 apresenta as massas de cada material encontrado nos RCC das caçambas pesquisadas.

Tabela 1: Massa dos materiais encontradas nas caçambas

Materiais	Massa dos materiais (kg)			
	Caçamba 1 (90 litros)	Caçamba 2 (90 litros)	Caçamba 3 (90 litros)	Total (270 litros)
Concreto	36,7	12,5	79,5	128,7
Argamassa	14,4	40,4	-	44,8
Cerâmica	20,8	14,0	-	34,8
Areia/solo	22,9	22,3	11,8	57,0
Pedra	7,6	4,5	5,7	17,8
Cerâmica Polida	1,9	9	-	10,9
Madeira	0,5	2,4	-	2,9
Ferro	-	0,9	3,0	3,9
Plástico	-	0,2	1,3	1,5
Papel/Papelão	0,6	0,4	-	1,0
Total	105,4	96,6	101,3	303,3

A caracterização do município utilizado por outros estudos. A Figura de Orlândia obteve um índice de 1 apresenta os percentuais dos 1,12 t/m³, valor muito próximo ao materiais contidos nos RCC.

Figura 1: Composição percentual dos RCC gerados



Analisando a Figura 1 percebemos a grande quantidade de resíduos Classe A presentes na composição dos resíduos do município, com predominância da fração mineral. Essa característica mostra o grande potencial de reciclagem para o RCC gerado no município. Pode-se observar que 97% do total caracterizado é composto de concreto, argamassa, solo, cerâmica, pedra, ou seja, materiais potencialmente recicláveis sob a forma de agregados.

A seguir são apresentadas as soluções que podem ser adotadas por gestores municipais para destinação adequada de RCC em municípios com as mesmas características do estudo de caso.

Usina de reciclagem de RCC

As usinas recicladoras de resíduo de construção classe A, ou fração mineral, devem ser projetadas, implantadas e operadas de acordo com diretrizes contidas na norma

técnica ABNT NBR 15114/2004. Resíduos sólidos da construção civil. Áreas de reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação.

A norma define área de reciclagem de resíduos da construção como "área destinada ao recebimento e transformação de resíduos da construção civil classe A, já triados, para produção de agregados reciclados".

A usina deve ser projetada, implantada e operada seguindo-se cuidados básicos para evitar que cause transtornos e danos ambientais. Os seguintes cuidados devem ser observados para implantação de uma usina: isolamento, identificação, segurança, sistema de proteção ambiental e o plano de Controle de Recebimento de Resíduo. Além disso, os impactos do aterro devem ser minimizados, buscando-se a aceitação da população de entorno e respeitando-se a legislação de uso do solo e ambiental.

As usinas operam basicamente com equipamentos de britagem, para diminuição das dimensões do resíduo, e de peneiração, para separar os produtos nos diversos tamanhos.

Foi proposto a implantação de uma usina de planta fixa, que são aquelas instaladas em locais definitivos (Figura 2). Por permitir a utilização de equipamentos maiores e mais potentes, esse tipo de planta possibilita a obtenção de agregados com melhor qualidade, porém sua maior desvantagem são os grandes investimentos necessários para sua instalação.

A matéria-prima obtida pode ser novamente utilizada na indústria da construção civil no formato de: base e sub-base de rodovias; peças pré-moldadas não estruturadas; briquetes para calçadas; blocos muros e alvenaria de casas populares; agregados miúdos para revestimento; agregados para a construção de meios-fios; bocas-de-lobo e sarjetas; entre outros (Manual de Gerenciamento Integrado, IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995).

Os tipos de matéria gerada a partir da reciclagem de RCC, para os resíduos de Classe A são:

- Bica corrida - granulometria variável, utilizada para sub-base de pavimentações, recuperação de vias rurais e serviços de tapa-buracos;
- Areia grossa - granulometria até 2,4 mm, opção para pequenos serviços, argamassa de assentamento e outros;
- Pedrisco - granulometria até 9,5 mm, recomendado para uso na fabricação de artefatos de cimento, bloco de vedação, piso intertravado, entre outros;
- Pedra nº 1 - granulometria até 19 mm, usada em diversas aplicações. Ex.: fabricação de concreto não estrutural e drenagens.
- Pedregulho ou rachão - granulometria acima de 25 mm, usado em diversas aplicações. Ex.: contenção de erosões e voçorocas, drenagens, etc.

Após o processo de reciclagem dos resíduos e produção dos agregados apresentados, o material obtido está pronto para a venda.

Figura 2: Representação esquemática de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil



Fonte: BOHNENBERGER et. al, 2018

Britador móvel

As plantas de britagem móveis são usinas que podem ser deslocadas, podendo, inclusive, serem compartilhadas entre municípios, mostrando uma excelente alternativa para pequenos municípios.

Como benefícios esses britadores proporcionam a eliminação de custos com sucessivas montagens, desmontagens e transportes, podendo ser facilmente

transportadas, utilizando pouca mão de obra, além de diminuir o tempo para instalação e remoção, podendo ser instaladas em pequenas áreas (Figura 3).

Como produtos gerados pelos britadores móveis temos o rachão e bica corrida. Também há geração de pedrisco. O agregado reciclado pode ser aplicado no próprio canteiro de obras onde foi gerado como base e sub-base.

Figura 3: Representação esquemática de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil



Fonte: SINDUCON, 2015

Área de transbordo e triagem

Com o intuito de segregar o RCC e dar-lhe a destinação correta, é proposto a implantação de uma Área de Transbordo e Triagem (ATT).

Os volumes armazenados nos ecopontos são posteriormente encaminhados para as áreas de transbordo e triagem, que também recebem os volumes dos grandes geradores, para reciclagem e/ou beneficiamento.

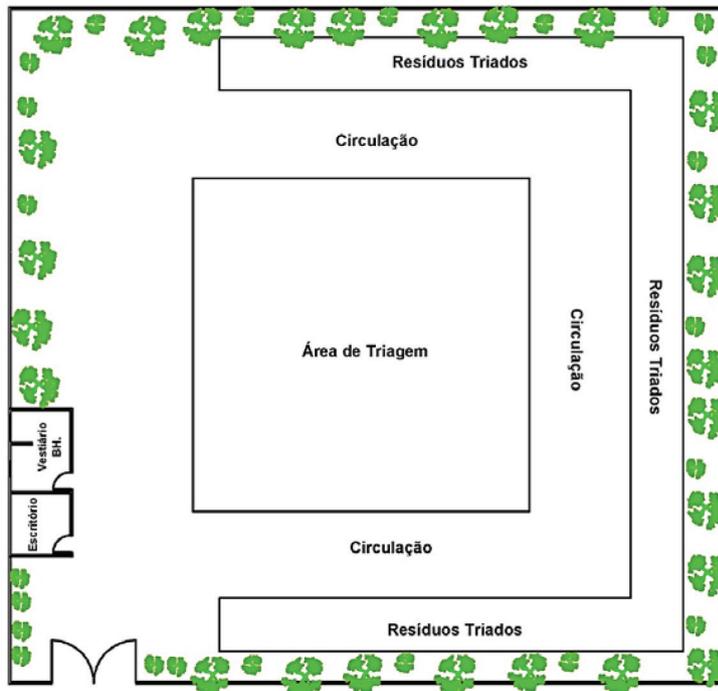
Segundo a NBR 15112, área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT) é uma "área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, sem

causar danos à saúde pública e ao meio ambiente".

A rede de atração de grandes volumes, proporcionada pelas ATT, pode permitir a redução dos custos municipais com a limpeza urbana, com a destinação dos resíduos e com a mitigação dos impactos ocorrentes na gestão corretiva, entre outros. Esses resultados ambientais e socioeconômicos produzidos pela atuação das ATT é de suma importância no gerenciamento integrado dos resíduos da construção civil.

A ATT deverá observar as normas operacionais específicas que tem o objetivo de evitar danos ou riscos à saúde pública e a segurança e minimizar os impactos ambientais adversos. A Figura 4 apresenta um possível layout para implantação de ATT.

Figura 4: Layout proposto para Áreas de Transbordo e triagem



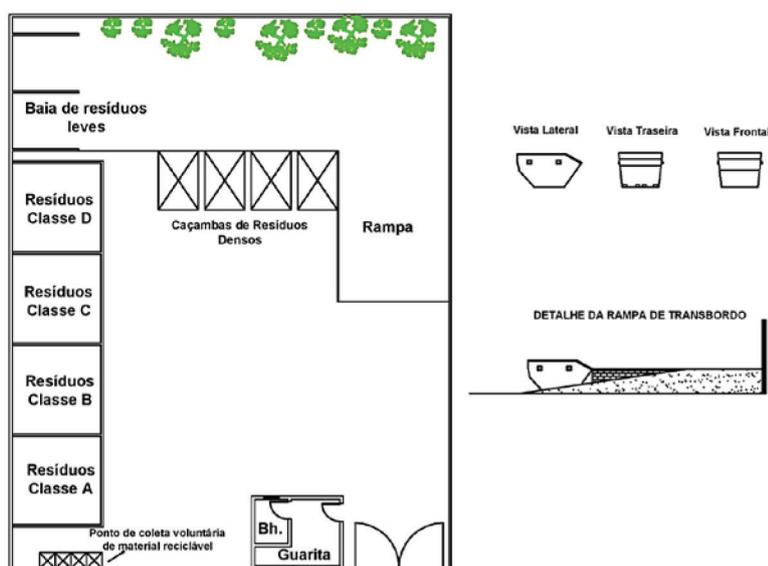
Ecoponto

Outra alternativa para gestão de RCC seria a criação de uma rede de captação de resíduos no município, baseando-se na proposta de Pinto (1999). A proposta para o município se baseia na criação de pontos de entrega voluntária ou ecopontos, estrategicamente instalados em pontos mais críticos de geração de resíduos para recebimento voluntário de pequenos volumes, bem como

na viabilização do fluxo correto dos resíduos, afim de facilitar a reciclagem e o descarte correto do RCC.

O ecoponto é uma área de transbordo e triagem de pequeno porte, destinada à entrega voluntária de pequenas quantidades de resíduos de construção civil, resíduos volumosos e resíduos de coleta seletiva (Figura 5).

Figura 5: Layout proposto para Ecopontos



Os materiais serão destinados ao reaproveitamento, reciclagem e apenas depois de esgotada a possibilidade de aproveitamento ou reciclagem, serão dispostos de forma adequada em aterro licenciado.

4. CONCLUSÕES

As disposições irregulares acarretam impactos ambientais para o solo, água e ar, e ocasionam prejuízos econômicos para o serviço público de limpeza, o qual executa um sistema de gestão corretivo, por meio da limpeza periódica destes

locais, com a finalidade de evitar a proliferação de vetores, degradações ambientais, bem como para garantir o bem estar da população.

A reciclagem foi proposta neste estudo como uma possível solução para o RCC gerado, possibilitando uma destinação correta para esses resíduos. A implantação de ecopontos e áreas de transbordo e triagem permite a diminuição do volume de resíduos sólidos descartados em áreas públicas e demais locais irregulares.

A reciclagem também se mostra um investimento interessante do ponto de vista financeiro para as Prefeituras, pois os custos de implantação e operação são compensados pela redução da necessidade de coleta e deposição do resíduo depositado ilegalmente e pela substituição de agregados naturais para consumo nas obras da municipalidade pelo agregado reciclado.

Tendo em vista a inevitável geração dos Resíduos de Construção civil, a implantação de um sistema de gestão é importante no sentido de superar os cenários de degradação do meio ambiente e da utilização descontrolada de recursos naturais que deveriam ser preservados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. NBR 15.112. (2004). **Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - área de transbordo e triagem - diretrizes para projetos, implantação e operação.** 7 p. Associação de Normas Técnicas: Rio de Janeiro.

_____. NBR 15.114. (2004). **Resíduos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.** 7 p. Associação de Normas Técnicas: Rio de Janeiro.

ABRELPE, Empresas Associadas. (2018). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.** São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2018.pdf>>. Acesso em: 29 de mar 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002: Estabelece diretrizes,**

critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 136, p. 95-96, 17 jul. 2002.

BARRITT, J. (2016). **An overview on recycling and waste in construction. Proceedings of Institution of Civil Engineers: Construction Materials,** Vol.169(2), pp.49-53.

BRASIL. Caixa Econômica Federal – CEF. (2005). **Manejo e gestão de resíduos da construção civil.** Brasília: Caixa, 194p.

BOHNENBERGER, J. C.; PIMENTA, J. F. de P.; ABREU, M. V. S.; COMINI, U. B. CALIJURI, M. L.; MORAES, A. P. de; PEREIRA, I. da S. (2018). **Identificação de áreas para implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição com uso de análise multicritério.** Ambiente Construído, Porto Alegre, vol.18 n.1 Porto Alegre.

CHEN, Q.; ZHANG, Q.; QI, C.; FOURIE, A.; XIAO, C. (2018). **Recycling phosphogypsum and construction demolition waste for cemented paste backfill and its environmental impact.** Journal of Cleaner Production. 186.

CÓRDOBA, R. E. **Estudo do sistema de gerenciamento integrado de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos - SP.** 406 p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

- Orlândia-SP. 2018. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/orlandia/panorama> >. Acesso em: 01 abr. 2020.
- MARQUES NETO, J. C. (2005). **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: RIMA, 162p.
- RAHIMI, M.; GHEZAVATI, V. (2018). **Sustainable multi-period reverse logistics network design and planning under uncertainty utilizing conditional value at risk (CVaR) for recycling construction and demolition waste**. Journal of Cleaner Production, Vol.172, pp.1567-1581.
- RAMANATHAN, C.; NARAYANAN, S. P.; IDRUS, A. B. (2012). **Construction delays causing risks on time and cost-a critical review**. Construction Economics and Building, v. 12, n. 1, p. 37-57.
- SIEFFERT, Y.; HUYGEN, J. M.; DAUDON, D. (2014). **Sustainable construction with repurposed materials in the context of a civil engineering–architecture collaboration**. Journal of Cleaner Production, Vol.67, pp.125-138.
- SINDUSCON CE. **Manual sobre os resíduos sólidos da construção civil**. Fortaleza, 2011. Disponível em: <<http://www.sinduscon-ce.org/ce/downloads/pqvc/Manualde-Gestao-de-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em 15 agost 2020.
- TAVIRA, J.; JIMENEZ, J. R.; CARVALHO, M. T.; EVANGELISTA, L., DE BRITO, J. (2018) **Recycling screening waste and recycled mixed aggregates from construction and demolition waste in paved bike lanes**. Journal of Cleaner Production, 190.

Estudo das práticas de empreendedorismo social em cidades brasileiras

Study of social entrepreneurship practices in brazilian cities

Estudio de prácticas de emprendimiento social en ciudades brasileñas

Ana Carolina Barreto da Silva Couto

Mestre, UFRJ, Brasil
anacarol@poli.ufrj.br

Elaine Garrido Vazquez

Doutora, UFRJ, Brasil
elainevazquez@poli.ufrj.br

Roberto Machado Corrêa

Doutor, UFRJ, Brasil
roberto@poli.ufrj.br

RESUMO

A complexidade dos problemas enfrentados pela sociedade e o déficit de subsídios estatais para enfrentá-los tem levado a busca por soluções mais eficazes, tendo dissolvido os limites entre os setores sociais pré-estabelecidos. Portanto, passou-se a considerar atividades comerciais que sustentem financeiramente atividades não lucrativas. Assim, ocorre um movimento de conexão entre objetivos sociais, sempre relacionado a organizações sem fins lucrativos e aspectos dinâmicos, inovadores e empreendedores do setor de negócios. Desta forma, identifica-se o nascimento de novas práticas de empreendedorismo social, que podem ser compreendidas como ações empreendedoras para a geração de impacto socioambiental positivo. Este artigo, fruto de uma dissertação de mestrado, tem como principal objetivo apresentar o ecossistema de empreendedorismo social, composto pelas iniciativas e pelos atores de suporte, tendo como foco identificar possíveis soluções para lidar com problemas vivenciados pelas cidades brasileiras. As fontes bibliográficas utilizadas na pesquisa foram artigos e livros. Assim como, fontes eletrônicas, que tiveram papel central neste trabalho de revisão e levantamento de dados. No tipo de pesquisa apresentada, os procedimentos de análise dos dados coletados a partir do levantamento dos Atores de Suporte foi predominantemente quantitativo. Ao que se refere às Iniciativas, trabalhou-se numa lógica qualitativa para compreender o cenário do empreendedorismo social no Brasil, tendo como recorte àquelas cujas atividades são voltadas para problemas urbanos.

PALAVRAS-CHAVE: Ecossistema de Empreendedorismo Social. Inovação social. Iniciativas urbanas.

ABSTRACT

The complexity of the problems faced by the society and the deficit of governmental subsidies to address them has led to the search for more effective solutions, having dissolved the limits between the pre-established social sectors. Therefore, commercial activities that financially support non-profit activities started to be considered. Thus, it originated a movement of connection between social objectives, always related to non-profit organizations, and the dynamic of the market. In this way, the birth of new social entrepreneurship practices is identified, which can be understood as entrepreneurial actions to generate positive socioenvironmental impact. This article is the result of a master's degree dissertation, which the objective is to present the ecosystem of social entrepreneurship, composed of initiatives and support actors, focusing on identifying possible solutions to deal with problems experienced by Brazilian cities. The bibliographic sources used in the research were articles and books. As well as electronic sources, which played a central role in this work of reviewing and collecting data. In the type of research presented, the procedures for analyzing the data collected from the survey of Supporting Actors were predominantly quantitative. Regarding the Initiatives, a qualitative logic was used to understand the scenario of social entrepreneurship in Brazil, focusing on those whose activities seek to mitigate urban problems.

PALAVRAS-CHAVE: *Social Entrepreneurship Ecosystem. Social innovation. Urban initiatives.*

RESUMEN

La complejidad de los problemas que enfrenta la sociedad y el déficit de subsidios estatales para enfrentarlos ha llevado a la búsqueda de soluciones más efectivas, habiendo disuelto los límites entre los sectores sociales preestablecidos. Por tanto, se empezaron a plantear actividades comerciales que apoyen económicamente a actividades sin ánimo de lucro. Así, existe un movimiento de conexión entre los objetivos sociales, siempre relacionados con

las organizaciones no lucrativas y los aspectos dinámicos, innovadores y emprendedores del sector empresarial. De esta manera, se identifica el nacimiento de nuevas prácticas de emprendimiento social, que pueden entenderse como acciones emprendedoras para generar impacto socioambiental positivo. Este artículo, resultado de una tesis de maestría, tiene como objetivo principal presentar el ecosistema del emprendimiento social, compuesto por iniciativas y actores de apoyo, enfocándose en identificar posibles soluciones para enfrentar los problemas vividos por las ciudades brasileñas. Las fuentes bibliográficas utilizadas en la investigación fueron artículos y libros. Así como las fuentes electrónicas, que jugaron un papel central en este trabajo de revisión y recolección de datos. En el tipo de investigación presentada, los procedimientos para analizar los datos recopilados de la encuesta de actores secundarios fueron predominantemente cuantitativos. En cuanto a las Iniciativas, se utilizó una lógica cualitativa para comprender el escenario del emprendimiento social en Brasil, enfocándose en aquellos cuyas actividades están enfocadas en problemas urbanos.

PALAVRAS-CHAVE: Ecosistema de Emprendimiento Social. Innovación social. Iniciativas urbanas.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo é uma adaptação da dissertação de mestrado elaborada para a colação do grau de Mestre em Engenharia Urbana. Esta se propôs a compreender o ecossistema - composto pelas iniciativas e pelos atores de suporte - de empreendedorismo social, buscando identificar possíveis soluções para lidar com problemas vivenciados pelas cidades brasileiras. Isto se deu tendo em vista que o campo do empreendedorismo vem crescendo no mundo inteiro, levantando questões como: seria possível utilizar a capacidade criativa e conhecimento sobre a eficiência organizacional e sustentabilidade financeira do mercado para produzir impacto social? Considerando o foco da pesquisa, cabe ainda questionar: É factível ver no empreendedorismo social encaminhamentos para os principais problemas enfrentados pelas cidades brasileiras?

Assim, tem-se vivido o nascimento de um novo campo teórico e prático de empreendedorismo sociais, que pode ser compreendido como ações empreendedoras para a geração de impacto socioambiental positivo no mundo. Portanto, a discussão é atual

e não se limita apenas a um recorte temporal, mas objetiva-se refletir sobre a garantia de qualidade de vida a todos os habitantes da terra, atuais e gerações futuras. Sendo assim, a temática tem potencialidade em contribuir com os gestores das cidades brasileiras.

O aumento do fenômeno do empreendedorismo social é frequentemente vinculado, pelos autores da área, ao agravamento de crises e dos desafios sociais, econômicos e ambientais (PARENTE, et al., 2011). A busca por soluções mais eficazes tem dissolvido os limites entre os setores sociais então estabelecidos. Por consequência, passou-se a considerar atividades comerciais que sustentem financeiramente atividades não lucrativas. Assim, por perceber-se que ocorre um movimento de conexão entre objetivos sociais, sempre relacionado a organizações sem fins lucrativos e aspectos dinâmicos, inovadores e empreendedores do setor de negócios.

Sobre a construção de conceitos, Dees e Anderson (2006) apresentam o empreendedor social como um tipo de empreendedor, uma vez que as características individuais, base da

sua definição, se mantêm ocorrendo, apenas, a agregação da missão social, como razão de ser desses empreendimentos.

Desta forma, uma vez que os empreendimentos tradicionais são mensurados pelo seu retorno financeiro, no caso dos empreendimentos sociais, o sucesso passa a ser medido também pelo impacto social produzido. A visibilidade financeira é importante para a sustentação do negócio, mas não se encontra no lugar central.

O movimento de crescimento do empreendedorismo social no Brasil vem sendo guiado pelos Atores de Suporte, que são fonte de conhecimento e investimento para os empreendedores. Estes atores, assim como dentro da academia, apresentam definições diferentes do que seria empreender socialmente. Muitas destas organizações tiveram, ou ainda têm, influência de organizações estrangeiras. Além, da presença direta de fundações americanas e europeia no país. Isto promove um contexto difuso, onde organizações e pesquisadores são influenciados sem que necessariamente estejam conscientes disto.

Com este pano de fundo considerou-se relevante trabalhar a temática no contexto brasileiro, dada a incipiência da discussão, principalmente por acreditar que tenha elementos que possam contribuir com reflexões voltadas para os problemas enfrentados pelas áreas urbanas.

O caráter atual e interdisciplinar que marca este trabalho se conecta fortemente com complexidade dos problemas enfrentados pela população, administração pública

e sociedade civil nas cidades brasileiras. A ampliação do diálogo e das trocas de conhecimento entre os setores sociais proposta neste trabalho, favorece a inserção de novos agentes. Estes, trazem com referência, a busca pela promoção de melhorias na qualidade de vida da população, agregado a esta equação a sustentabilidade financeira destas iniciativas. O que pode levar a avanços positivos, no que se refere a gestão e a produção de infraestrutura urbana.

2. OBJETIVO

Assim, este artigo tem como principal objetivo apresentar o ecossistema de empreendedorismo social, composto pelas iniciativas e pelos atores de suporte, tendo como foco identificar possíveis soluções para lidar com problemas vivenciados pelas cidades brasileiras.

3. METODOLOGIA

Este trabalho de pesquisa se deu, a partir da busca em sites oficiais, a fim de realizar o levantamento de dados, buscando por informações disponíveis e de fácil acesso das experiências vividas.

No tipo de pesquisa apresentada, os procedimentos de análise dos dados coletados a partir do levantamento dos Atores de Suporte foi predominantemente quantitativo com a análise de 59 atores de suporte atuantes no Brasil. Isto, por considerar que estes em conjunto com os pesquisadores e o próprio governo são agentes multiplicadores das iniciativas. O estudo foi realizado por estes serem o elo que compõem o ecossistema de empreendedorismo social junto aos negócios sociais.

Ao que se refere às Iniciativas, trabalhou-se numa lógica qualitativa para compreender o cenário do empreendedorismo social no Brasil, tendo como recorte àquelas cujas atividades são voltadas para problemas urbanos. Num primeiro momento é apresentado o mapa de negócios de impacto da Pipe Social, extraíndo os dados relevantes para a análise. Num segundo momento elencou-se 15 iniciativas encontradas no Brasil que se propõem a solucionar problemas urbanos.

4. ECOSSISTEMA DE EMPREENDEDORISMO SOCIAL

4.1. Atores de suporte

Os avanços do campo do empreendedorismo social vêm se dando através do incentivo oferecido por diversos Atores de Suporte, como fundações, aceleradoras, instituições de fomento e pelo governo. Dentre elas, a administração pública aparece como um ator que vem ampliando seus esforços para promover o aumento de negócios deste tipo.

Em 2013, os países membros do G8 criaram a Força-Tarefa de Investimento de Impacto Social, que se seguiu da elaboração de relatórios nacionais estabelecendo metas para garantir o crescimento da agenda de investimento em negócios de impacto. Este movimento culminou na fundação da Global Steering Group (GSG) com o objetivo de coordenar o campo de investimentos de impacto dos países membros. (ENIMPACTO, 2018)

Brasil, Índia, Portugal, México e Israel foram convidados a integrar o GSG, que, em 2019, contava com 23 países e a União Europeia no quadro de membros (GSG, 2019).

As diretrizes determinadas pelo GSG levaram a criação Força Tarefa Brasileira de Finanças Sociais (FTFS).

A FTFS conjuntamente com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, através da Secretaria de Inovação e Novos Negócios (SIN/MDIC), formulou a Estratégia Nacional de Investimento e Negócios de Impacto (ENIMPACTO) oficializada em 2017, por meio do Decreto nº 9.244, revogado em 2019 pelo Decreto nº 9.977, de 19 de agosto de 2019.

A FTFS trabalha para que todas as instâncias governamentais assumam papéis de incentivo ao empreendedorismo social. Ela indica que isso ocorra através da atuação estruturada de órgãos da administração pública como compradores, reguladores e fomentadores.

- a) Como COMPRADOR de produtos e serviços provenientes de Negócios de Impacto;
- b) Como REGULADOR: buscando um ambiente legal favorável à alocação de capital em investimentos que tenham impacto socioambiental, parcerias público-privadas de impacto, proteção a investidores, etc;
- c) Como FOMENTADOR: promovendo o empreendedorismo social, aceleração e incubação de negócios e avaliação de impacto. (FTFS, 2017, p. 9)

Além do governo, considera-se os demais Atores de Suporte responsáveis por fomentar o empreendedorismo no país incentivando a criação e auxiliando

no crescimento das Iniciativas, que são o foco do próximo tópico.

Para realizar esta análise partiu-se dos *web sites* de uma amostra de 59 organizações atuantes no ecossistema de empreendedorismo social. Buscou-se dentre as definições

destas organizações quais seriam os fatores chave para a compreensão do conceito de empreendedorismo social. Aqueles encontrados, assim como a frequência que isto ocorre, se encontra exposto na tabela abaixo:

Tabela 1 - Fatores característicos do Ecossistema de Empreendedorismo Social

Fatores citados pelas organizações	Percentual (%)
Sustentabilidade Financeira	71
Inovação / Inovação Social	59
Escalabilidade	54
Governança - Stakeholders	44
Base da Pirâmide (BoP)	29
Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS	27
Mensuração	25

Fonte: COUTO, 2020.

Este levantamento se deu uma vez que se percebeu a recorrência de inclusão destes critérios de construção dos conceitos. Por isso, optou-se por contabilizar a frequência em que os fatores eram apontados como relevantes para o empreendedorismo social.

Inicia-se a análise destes critérios pelos 71% das organizações estudadas que estabelecem claramente que a sustentabilidade financeira é um aspecto relevante para um empreendimento social. Uma vez que a sustentabilidade financeira e a missão social explícita se encontram no centro da compreensão do que seria empreender socialmente.

Um segundo ponto de interesse é a frequência com que estas organizações relacionam empreender socialmente com inovar, tendo em vista que 59% delas também consideram o fator inovação importante para o processo.

Algumas organizações se referem à um ecossistema de Inovação Social e que ele incluiria os empreendimentos sociais (Negócios Sociais, de Impacto ou Inclusivos), Inovação na gestão pública e ONGs. Em alguns casos, levavam em consideração até ações de responsabilidade social de empresas. Estas organizações posicionam a Inovação Social como um grande guarda-chuva, ainda mais amplo que o Empreendedorismo Social, que

neste caso, seria entendido como a criação de um empreendimento social.

Num terceiro ponto, a escalabilidade de um negócio aparece com frequência e é compreendido como necessário para manutenção da sustentabilidade financeira do mesmo. A presença de um nicho de mercado amplo e a capacidade desta organização de ampliar sua atuação para além do nível local, garante a capacidade de manutenção e crescimento do negócio. Ainda, para os investidores de impacto representa a capacidade de retorno do investimento realizado.

Além disto, a compreensão de que o empreendedorismo social busca soluções estruturais e sistêmicas para os problemas sociais, dialoga com a preocupação das organizações junto a escalabilidade do negócio e iniciativa.

O quarto fator do ranking foi citado por 44% das organizações, foi a atenção à governança e a necessidade de ser levar os stakeholders em consideração nas tomadas de decisão. Este aspecto apresenta um importante diálogo com a abordagem europeia, Além de incentivar o ato de pensar em toda a cadeia produtiva desta organização e no impacto da mesma nas pessoas ligadas direta, e indiretamente, a ela.

Na sequência, aparecem outros três aspectos mencionados por 29%, 27% e 25% das organizações estudadas. Nestes fatores, ainda que tenham menor impacto que os demais, ainda assim, tem seu lugar de relevância para a pesquisa.

O foco na base da pirâmide apareceu explicitamente em 29%

das organizações estudadas. Tal fato explicita que a redução de desigualdades realmente é um diferencial do empreendedorismo social brasileiro, em consonância com o que ocorre nos demais países em desenvolvimento.

As organizações aos referirem-se aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável como uma meta a ser aderida pela sociedade civil e o mercado, frequentemente apontam o empreendedorismo social como um caminho para o alcance de todos, ou determinados, ODS.

E para concluir, a preocupação com a mensuração do impacto como um fator essencial aparece em um quarto das organizações estudadas. Ao inserir o aspecto social e ambiental à análise do sucesso destas organizações, deu-se notoriedade para uma fragilidade, que é a falta de sistemas de mensuração de impacto socioambiental. Dois principais sistemas vêm ganhando espaço, o GIIRS (Sistema B) e o IRIS. A falta de implantação de indicadores e sistemas de medição por parte destes empreendimentos dificulta avaliar a escala de impacto destes negócios.

4.2. Iniciativas de empreendedorismo social nas cidades brasileiras

No tópico anterior foi realizada uma análise dos Atores de Suporte. Neste segundo momento, pretende-se completar o estudo sobre o ecossistema de impacto social ao direcionar o olhar para Iniciativas de Impacto.

A fim de identificar os negócios que têm atuado no mercado, auto declarados empreendimentos sociais, buscou-se o principal Mapa

de Negócios de Impacto, elaborado em 2019 pela "Pipe Social".

A Pipe Social (2019) é uma plataforma de conexão entre empreendedores e investidores que acreditam "que a dinâmica de negócios, com gestão profissional, inovação e lucro trazem sustentabilidade e a escala para soluções que fazem um mundo melhor. Seu objetivo é "otimizar esforços para melhor quantificar e qualificar esse mercado". A organização vem trabalhando de maneira alinhada aos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS).

Ao longo da pesquisa foram identificados diversos levantamentos realizados por diferentes organizações, tendo como objetivo compreender melhor o ecossistema de negócios sociais e identificação dos agentes envolvidos.

Optou-se neste texto, por utilizar os dados destacados no Mapa de Negócios de Impacto de 2019 da Pipe, devido ao número superior de negócios levantados; uso explícito de uma metodologia de pesquisa; número elevado de dados; escala

nacional e categorização das iniciativas. Considerou-se que tais elementos trazem credibilidade às informações.

O mapa se deu a partir de levantamento e análise de uma amostra de 1002 negócios. Como instrumento de pesquisa aplicou-se entrevistas semiestruturadas online contendo 45 perguntas, aplicadas entre outubro e dezembro de 2018. A amostra do setor é não exaustiva e os empreendedores se autodeclararam pertencentes a ele. Desta forma, considerou-se um intervalo de confiança de 95%.

Uma vez que a sustentabilidade financeira é um tópico controverso, mesmo entre teóricos, torna-se importante explicitar, que neste caso, considerou-se aceitável empreendimentos que dependam de subsídios para arcar com no máximo 50% de suas despesas operacionais.

O Mapa apresenta 3 definições, que como visto até aqui, é de grande importância para a compreensão do Negócio de Impacto que está sendo tratado no documento estudado. As definições são:

Quadro 1 – Definições usadas no Mapa de Negócios de Impacto

Negócios de impacto	Áreas de impacto	Princípios norteadores para negócios de impacto
Empreendimentos que têm a missão explícita de gerar impacto socioambiental ao mesmo tempo em que produzem resultado financeiro positivo de forma sustentável	Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas foram consolidados pela Pipe Social em seis verticais de impacto socioambiental: Cidadania, Cidades, Educação, Serviços Financeiros, Saúde e Tecnologias Verdes.	Conjunto de quatro princípios e critérios que uma organização deve adotar para ser reconhecida como um negócio de impacto pelos signatários da Carta de Princípios para Negócios de Impacto no Brasil

Fonte: PIPE SOCIAL, 2019. Adaptado pela autora

O Mapa utilizou os quatro princípios estabelecidos na Carta de Princípios da Aliança Pelos Investimentos e Negócios de Impacto (2015) afim de compreender quantos dos negócios autodeclarados, efetivamente enquadravam-se na definição de empreendedorismo social.

Os critérios são:

- a) Compromisso com a Missão Social e Ambiental;
- b) Compromisso com o Impacto Social e Ambiental Monitorado;
- c) Compromisso com a Lógica Econômica;
- d) Compromisso com a Governança Efetiva.

Neste trabalho, deu-se enfoque os Empreendimentos Sociais atuantes na resolução de problemas urbanos, identifica-se que aqueles que visam a construção de Cidades e Comunidades Sustentáveis, o ODS 11, estariam condizentes com o pretendido pela pesquisa. Portanto, equivaleriam a 37% da amostra. Representando 371 negócios.

A Pipe também se utiliza de um sistema próprio de categorização dos negócios, chamado de verticais. Utilizando-se deste outro modelo de categorização, o número de negócios incluídos na vertical de "Cidades" é de 23%, representando 230 iniciativas.

Ainda que a lógica de organização destas iniciativas leve a um número total distinto, tem-se acesso a um quantitativo considerável de negócios, que tem encontrado nos problemas urbanos um mercado de atuação. Logo, este mostra-se capaz de sustentar financeiramente seus empreendimentos em consonância com a geração de impacto socioambiental.

Desta forma, partiu-se da ampla listagem de empreendimentos apresentados no site da PIPE SOCIAL e filtrou-se os negócios que constam na vertical Cidades. Buscou-se por negócios que tivessem sites com informações suficientes para a compreensão do negócio. Foi acrescentado, também pela autora, alguns casos conhecidos previamente pela mesma.

Ao realizar a busca de informação pretendia-se identificar informações como propósito, atuação no Brasil, ano de fundação, negócios que informassem de maneira explícita seu modelo de negócio, além de informações suficientes para apresentar a empresa. A listagem da Pipe Social é composta por empresas que se auto intitularam negócios de impacto, mas não necessariamente esta informação está explícita nos sites das empresas. As informações encontradas nos sites de 15 negócios foram organizadas em formato de ficha em anexo e estão apresentadas neste tópico.

Desta forma, no quadro 2 podem ser vistas as 15 organizações pesquisadas e as suas áreas de atuação. Tendo em vista a diversidade de problemas urbanos enfrentados pelas populações das cidades brasileiras, buscou-se diversificar a área de atuação destas iniciativas.

Seguindo a apresentação do método de escolha das iniciativas, tem-se um segundo aspecto considerado. Optou-se por apresentar organizações em diferentes níveis de implantação. Dentre elas têm-se empresas em fase de incubação, ainda sem fonte de receita e trabalhando da viabilidade de seu produto. Assim como, organizações como Litro de Luz e HomeBiogas, que atual em

diversos países e apresentam uma escala de atuação global.

Ainda neste sentido, pontua-se a preocupação na busca de empreendimentos pensados para periferias e assentamentos irregulares, assim como populações ribeirinhas. Também, buscou-

se organizações atuantes fora do Sudeste do país, onde ocorre a concentração de empreendimentos sociais, exemplos disto são a Coopsolar e a Várzea Engenharia.

O quadro síntese da pesquisa realizada se encontra abaixo:

Quadro 2 – Síntese dos empreendimentos sociais urbanos estudados

Nome	Área de atuação	Local de atuação	Síntese
Cidade Sem Fome	Hortas Urbanas / Alimentação	São Paulo (SP) e Agudo (RS)	Organização não governamental (ONG) que desenvolve projetos de agricultura sustentável e orgânica em áreas urbanas e rurais, baseados.
Colab	Gestão	Nacional	Colab App é um aplicativo gratuito em formato de rede social focada para cidadania. O Colab.gov é um monitor de gestão de demandas e suporte ao cidadão.
Coopsolar	Energia	Paraíba	Cooperativa trabalhando para difundir e viabilizar a energia solar fotovoltaica no nosso país.
Cuko Condomínios Inteligentes	Habitação	Não Informado	Plataforma que transforma condomínios em espaços eficientes, com comunidades conscientes, que evitam desperdício, reduzem custos e os impactos no planeta.
Ecomat Soluções em Sistemas Construtivos	Habitação	Ceará	Empresa de construção civil que tem como objetivo a redução de entulhos de construção e resíduos do tipo termoplásticos.
Enguia	Energia	Online	A primeira ferramenta de relacionamento B2B2C, B2B e B2C para alimentação de repositório de dados através de consultoria eletrônica em eficiência energética.
Gove	Gestão	Nacional	Negócio de impacto social que existe para auxiliar prefeitos, secretários e técnicos a transformarem as administrações públicas municipais em organizações mais eficientes.
HomeBiogas	Energia	Global	Sistema autônomo que gera energia limpa, renovável e sustentável, que produz gás de cozinha usando, apenas, restos de comida e esterco animal.
Litro de Luz	Energia	Nacional	Leva luz para moradores de comunidades locais, que não possuam acesso à energia elétrica.
OnBoard	Transporte	São Paulo e Belo Horizonte	Uma plataforma capaz de integrar, em escala global, os sistemas de transporte urbano de passageiros.
PliviOn	Monitoramento de clima	São Paulo	Monitoramento climático preciso, que usa rede de estações meteorológicas proprietárias de baixo custo e entrega alertas de risco antecipados para população e empresas.

Terra Nova	Regularização fundiária	Nacional	Empresa social que trabalha com a mediação de conflitos humanos para a Regularização Fundiária de Interesse Social em áreas urbanas ocupadas irregularmente.
Triciclos Gestão sustentável de resíduos	Resíduos	América do Sul	Empresa de engenharia para uma economia circular que existe para eliminar o conceito de 'lixo'.
Urban Ideas	Espaço público	Nacional	Empresa que tem como objetivo democratizar o acesso à informação sobre as cidades por meio de cursos e palestras.
Várzea Engenharia	Habitação	Belém (PA)	Construtora de edificações com elevação hidráulica natural, de madeira biossintética com repelente natural, fossa com biodigestores, energia renovável, comunicação Ad-Roc.

Fonte: COUTO, 2020.

O quadro a seguir permite a visualização de como estes empreendimentos têm se proposto a atuar frente aos problemas urbanos. Estes são problemas comuns, que são, frequentemente, identificados ao analisarmos as cidades brasileiras. Certamente, a pesquisa por mais iniciativas representaria a identificação de novas soluções propostas, no entanto, como foi anteriormente estabelecido, este trabalho se propôs a apresentar os negócios sociais como forma possível de enfrentamento dos problemas, sem que isso represente esgotar as centenas de iniciativas atuantes no mercado. É possível perceber o uso de tecnologia, a criatividade e a agilidade do mercado atuando ativamente, tendo como objetivo mitigar os problemas e produzir impacto positivo. A possibilidade de contratação destes negócios permite que se reduza o impacto da lentidão burocrática do Estado, a tendência é que seja possível realizar mais testes de soluções propostas e busque-se manter os custos baixos.

Quadro 3 – Empreendimentos sociais, problemas urbanos e soluções

Nome	Problema que se propõe resolver	Soluções
Cidade Sem Fome	Desertos alimentares urbanos e alta taxa de desemprego nas grandes cidades	Construção de hortas em terrenos desocupados e escolas. Contratação de mão de obra local.
Colab	Difícil gestão das demandas feitas pela população pelo poder público e falta de eficiência das ouvidorias	Aplicativo possibilita a população colaborar com zeladoria urbana e participação em tomadas de decisões. Além de oferecer um sistema gestão mais eficientes e inovador na administração pública.
Coopsolar	Dificuldade de acesso à energia solar devido aos altos preços	Sistema coletivo de geração de energia solar que dá acesso a consumidores mesmo sem telhado ou imóvel próprio aos benefícios da energia solar. Esta se utiliza da perspectiva de economia de escala

Cuko Condomínios Inteligentes	Modelo de moradia em edificações multifamiliares acarreta a necessidade de gestão dos recursos usados e dejetos gerados	Reduz impacto ambiental e custos de condomínios desenvolvendo um programa baseado em 4 metas: eficiência hídrica, eficiência energética, reciclagem e emissão de CO2.
Ecomat Soluções em Sistemas Construtivos	Alta quantidade de dejetos gerados pela indústria da construção civil	Reutiliza e recicla resíduos termoplásticos e resíduos de construção, fabrica materiais de base para construções sustentáveis
Enguia	Dificuldade de entendimento do consumidor a respeito do seu próprio consumo de energia e falta de conhecimento das empresas de energia sobre o mercado	Plataforma que elabora diagnóstico e prognóstico energético apresentando os potenciais de redução de consumo
Gove	Ineficiência da administração pública	Ferramenta que identifica problemas de ordem fiscal do município por meio da coleta de dados públicos e entrevistas e sugere soluções para mitigá-los.
HomeBiogas	Dificuldade de acesso a gás de cozinha por diversas famílias e alta taxa de geração de resíduos orgânicos	Sistema doméstico de biogás que transforma restos de comida e esterco animal em gás de cozinha limpo e fertilizante líquido diariamente.
Litro de Luz	Deficiência no acesso de algumas comunidades carentes a energia elétrica	Tecnologia simples, econômica e ecologicamente sustentável, composta por garrafas plásticas, painéis solares e lâmpadas LED.
OnBoard	Dificuldade de gestão de sistemas de transporte público de forma integrada	Sistema de bilhetagem digital que incluem ferramentas desde o transporte público municipal até o transporte rodoviário.
PliviOn	Falta de acesso a dados meteorológicos a população, empresas e ao governo com baixo custo	O sistema permite a configuração de variáveis meteorológicas que fazem sentido para que cada negócio decida como receber os alertas em tempo real.
Terra Nova	Alto número de áreas ocupadas irregularmente, sem que seus moradores sejam capazes de regularizar a sua situação.	Atua na mediação entre proprietários e ocupantes nas questões envolvendo Regularização Fundiária permitindo que as famílias moradoras do local obtenham o título de propriedade dos lotes, e os proprietários sejam indenizados.
Triciclos Gestão sustentável de resíduos	Excesso de resíduos gerados, sem que ocorra a implantação de política reversa	Promove a economia circular desde a criação dos produtos, até a logística reversa.
Urban Ideas	Falta de apropriação dos espaços públicos pela população	Presta consultoria, assessoria e realiza projetos urbanos com foco nas pessoas e a interação delas com o espaço público.
Várzea Engenharia	Desastres relacionados às cheias e secas enfrentadas pelas populações ribeirinhas	Construção de edificações elevadas pensadas especialmente para regiões alagadiças com detalhes como a escolha do material, construção da fossa, energia fotovoltaica, sistema de comunicação. Tudo para dar uma vida digna ao morador de regiões ribeirinhas.

Fonte: COUTO, 2020.

Portanto, a realização de parcerias entre empreendimentos sociais e o governo garante a conquista de escalabilidade dos empreendimentos sociais. Reduzindo os riscos políticos da implantação de novas propostas.

Tendo sido feita a apresentação dos empreendimentos pesquisados, buscou-se no Quadro 4 compilar a relação entre os dois agentes do ecossistema de empreendedorismo social. Ao longo do levantamento

feito, ficou claro como os Atores de suporte são importantes para a criação destas iniciativas, assim como a sua influência sobre a forma como o ecossistema evolui.

Das quinze iniciativas pesquisadas, apenas duas não apresentam nos seus *websites* a realização de formações, acelerações, conquista de prêmio que financiam seu crescimento. Como pode ser visto a seguir:

Quadro 4 – Atores de suporte que apoiaram as Iniciativas pesquisadas

Iniciativas	Ator de suporte
Cidade Sem Fome	Certificado pela Ashoka Prêmio FINEP de Inovação Dubai International Award for Best Practice to Improve the Living Environment (DIABP) 2010, concedido pela UN Habitat Financiamento: Rotary Club, Fundação Cargill e biotecnologia Biogen Cooperação: Projeto Brasil em Metzingen, Secretaria de Desenvolvimento, Trabalho e Empreendedorismo da Prefeitura de São Paulo, Horizonte Fértil e Roof Water Farm da Universidade Técnica de Berlim
Colab	Parceria com a UN Habitat Aceleração: parceria da Artemisia e Estação Hack São Paulo from Facebook Prêmios: BID, World Summit Awards, New Cities Foundation, Pitch Gov do Governo do estado de São Paulo e Departamento de estado Americano
Coopsolar	Não informado
Cuko Condomínios Inteligentes	Aceleração: BNDS Garagem e Liga Ventures Prêmio: SAP Innomarathon
Ecomat Soluções em Sistemas Construtivos	Não informado
Enguia	Formação: Shell Iniciativa Jovem, Startup Rio Aceleração: Lab Habitação: Inovação Moradia (parceria Artemisia e Gerdau) Tração e escalada: NTT Data – Open Innovation Prêmio: Enel Energy Start, Smart Cities, Engie Prêmio Innovation Week, Smart City Business America

Gove	<p>Acelerada pela parceria da Artemisia e Estação Hack São Paulo from Facebook</p> <p>Premio: Massachusetts Institute of Technology (MIT)</p>
HomeBiogas	<p>Prêmio: finalista do Postcode Lottery Green Challenge</p> <p>Doação: Horizonte 2020, o maior programa de Pesquisa e Inovação da União Europeia</p>
Litro de Luz	<p>Parceria: Instituto Nissan</p> <p>Patrocínio: NeoSolar, Unipower, SS Solar, LED Planet</p> <p>Prêmio: Zayed Future Energy prize, The ST Andrews prize for the environment, Tecnologia Social – Fundação Banco do Brasil</p>
OnBoard	<p>Prêmios: Coletivo – inovação em mobilidade urbana, Connected Smart Cities – Cidades do Futuro no Brasil, Smart City Business Brazil e Bots Brasil Awards.</p> <p>Parceria: Toyota Mobility Foundation, Governo do Estado de Minas Gerais.</p> <p>Aceleração: Ford Fund Lab – Inovação em mobilidade em parceria com a Artemisia, Ahead - parceria da Visa com a Starup farm.</p>
PliviOn	<p>Parceria: United 4 Smart Sustainable Cities (ONU),</p> <p>Incubação: Google for Startups residency, Redbull Basement</p> <p>Aceleração: parceria da Artemisia e Estação Hack São Paulo from Facebook, Programa ScaleUp Endeavor</p> <p>Financeiro: Din4mo</p>
Terra Nova	<p>Investidor: Move Investimentos</p> <p>Redes: Schwab Foundation for Social Entrepreneurship, Ashoka e Rede Folha de Empreendedores Socioambientais</p>
Triciclos Gestão sustentável de resíduos	<p>Prêmios e reconhecimento: Certificado B, Ashoka, Schwab Foundation for Social Entrepreneurship e World Economic Forum.</p> <p>Aceleração: Circular Economy 100 da Ellen Macarthur Foundation.</p>
Urban Ideas	<p>Incubação: Mackenzie Incubadora</p>
Várzea Engenharia	<p>Incubação: Parque Científico de Tecnologia Guamá – PCT GUAMÁ</p>

Fonte: COUTO, 2020.

Em sua grande maioria, os empreendimentos se dão através dos espaços abertos por pelos atores de suporte, através das incubadoras e nas redes de relacionamento. O financiamento destas ideias, também, se utiliza dos agentes.

Na sequência do que foi apresentado,

pontua-se a presença de entidades governamentais nesta lista. Como foi dito, o governo pode atuar como comprador, regulador e fomentador destes empreendimentos. A sua atuação nestes moldes pode ser vista em cinco das treze organizações que informam atores de suporte, podendo ampliar ainda mais esta

lista, se forem incluídos os casos em que o governo é cliente da empresa estudada.

5. CONCLUSÃO

Este artigo se propôs a apresentar o ecossistema composto pelas iniciativas e pelos atores de suporte de empreendedorismo social brasileiro, buscando identificar possíveis soluções para se lidar com a gama de problemas vivenciados pelas cidades.

Foram analisadas 59 organizações que se enquadram na categoria atores de suporte para empreendimentos sociais. Dentre as informações oferecidas nos *sites* delas, foi possível identificar os fatores que as mesmas conectam ao empreendedorismo social. Os fatores mais citados foram sustentabilidade financeira, inovação, escalabilidade e governança.

Na sequência, voltou-se o olhar para as Iniciativas, por serem o segundo componente do ecossistema de empreendedorismo social, a fim de alcançar o objetivo principal da pesquisa. Para isso, utilizou-se o Mapa de Negócios de Impacto da Pipe Social, que permitiu a percepção de que este é um campo fértil e que existem centenas de iniciativas em diversos níveis de implementação, atuando especificamente nas cidades.

O levantamento das iniciativas focadas nas cidades brasileiras se justificou pela compreensão de que ao incorporar novos atores a busca por soluções inovadoras para questões como: habitação, transporte, saneamento, poluição, gestão pública, governança, ocupação de espaços públicos, entre outras questões a serem melhoradas

na estrutura das cidades; é ampliado o número de soluções criadas. Além disso, as soluções tendem a se adequar ainda mais a realidade, uma vez que se originam na vivência dos cidadãos sobre a cidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIANÇA PELOS INVESTIMENTOS E NEGÓCIOS DE IMPACTO. **Carta de Princípios para Negócios de Impacto no Brasil**. 2015.

COUTO, Ana Carolina. **Estudo de iniciativas práticas de empreendedorismo social em cidades brasileiras**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

DEES, J. Gregory; ANDERSON, Beth Battle. *Framing a theory of social entrepreneurship: building on two schools of practice and thought*. Arnova, pp. 39-65 2006.

ENIMPACTO. **Negócios que resolvem problemas socioambientais. Texto-base da Estratégia Nacional de Investimentos e Negócios de Impacto**. 2018.

FTFS. **Gestores municipais compram soluções de negócios de impacto**. 2017.

GSG, 2019. **Site oficial do GSG**. Disponível em <<https://gsgii.org/about-us/#aboutgsg>>. Acesso em novembro de 2019.

PARENTE, Cristina et al. **Empreendedorismo social: contributos teóricos para a sua definição**. In: Encontro Nacional

de Sociologia Industrial, das Organizações e do Trabalho Emprego e Coesão Social: da crise da regulação à hegemonia da globalização, XIV, Lisboa, 2011.

PIPE SOCIAL. **2º Mapa de negócios de impacto: social + ambiental.** 2019. Disponível em < <https://www.pipe.social/produtos/mapa2019>>

Da conceituação de mobilidade urbana ao desenvolvimento de modelo de análise e avaliação para a aplicação em cidades médias brasileiras

From the conceptualization of urban mobility to the development of analysis and evaluation model for application in medium-sized Brazilian cities

Del conceptualización de movilidad urbana al desarrollo de modelo de análisis y evaluación para su aplicación en ciudades brasileñas de tamaño médio

Lara Reis Rodrigues

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo (Universidade de Franca - UNIFRAN), Brasil
larareisrodrigues8@gmail.com

Orientador: Lucas Antônio de Araújo

Doutor em História (Universidade Estadual Paulista - UNESP), Brasil
lucas.araujo@unifran.edu.br

Coorientador: Maximiliano Engler Lemos

Mestre em Engenharia Urbana (Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR), Brasil
maxengler@gmail.com

RESUMO

Ao longo das décadas, os sistemas de transporte foram se desenvolvendo conforme a demanda do crescimento da malha urbana das cidades e, com o posterior incentivo da indústria automobilística no Brasil, a motorização individual permitiu ainda mais sua ampliação indefinida e não planejada, inclusive as de médio porte, identificando-se, assim, uma relação direta entre o padrão de desenvolvimento urbano das cidades e as possibilidades de mobilidade consolidadas nas mesmas. Através deste entendimento, o presente projeto de pesquisa em andamento possui como objetivo geral o estudo e a elaboração de modelo de análise e avaliação, relativo à mobilidade urbana, para sua aplicação em cidades médias brasileiras, seu objeto de estudo. Para a elaboração deste protótipo, é necessário identificar uma série de critérios avaliativos, além de seus respectivos graus de medição, para que se possa definir o Índice de Qualidade de Mobilidade Urbana (IQMU) das cidades detentoras deste padrão. A identificação desses parâmetros é a principal problemática a ser considerada nesta pesquisa exploratória, de cunho analítico, a qual será desenvolvida mediante metodologia de abordagem quantitativa-qualitativa, sendo necessários aprofundados levantamentos bibliográficos sobre a temática, análises teóricas, utilização de um SIG (Sistema de Informação Geográfica) para estudos morfológicos, além da efetuação de análises práticas em campo. Estando este trabalho em sua fase inicial, constata-se, neste momento, que a quantidade de critérios avaliativos a serem identificados é indeterminada e variada, não possuindo uma quantia específica a ser alcançada e dependendo muito do desenvolvimento de análise desta flexível pesquisa, devido às particularidades que cada cidade apresenta.

PALAVRAS-CHAVE: Mobilidade urbana. Cidades médias brasileiras. Modelo de análise.

ABSTRACT

Over the decades, transportation systems have developed according to the demand for the growth of the urban mesh of cities and, with the subsequent encouragement of the automobile industry in Brazil, individual motorization has allowed even more its indefinite and unplanned expansion, including those of medium size, thus identifying a direct relationship between the urban development pattern of cities and the mobility possibilities consolidated in them. Through this understanding, the present research project in progress has as its general objective the study and the elaboration of an analysis and evaluation model, related to urban mobility, for its application in Brazilian medium cities, its object of study. For the elaboration of this prototype, it is necessary to identify a series of evaluation criteria, in addition to their respective degrees of measurement, in order to define the Urban Mobility Quality Index (UMQI) of the cities that hold this standard. The identification of these parameters is the main problem to be considered in this exploratory research, of an analytical nature, which will be developed through a quantitative-qualitative approach methodology, requiring in-depth bibliographical surveys on the theme, theoretical analyzes, use of a GIS (Geographic Information System) for morphological studies, in addition to carrying out practical analysis in the streets. As this work is in its initial phase, it appears that the number of evaluation criteria to be identified is undetermined and varied, not having a specific amount to be achieved and depending a lot on the development of the analysis of this flexible research, due to the peculiarities that each city presents.

KEYWORDS: Urban mobility. Brazilian medium cities. Analysis model.

RESUMEN

A lo largo de las décadas, los sistemas de transporte se han desarrollado de acuerdo con la demanda del crecimiento de la red urbana de ciudades y, con el posterior impulso de la industria automotriz en Brasil, la motorización individual ha permitido aún más su expansión indefinida y no planificada, incluidas las de tamaño mediano, identificando así una relación directa entre el patrón de desarrollo urbano de las ciudades y las posibilidades de movilidad consolidadas en ellas. A través de este entendimiento, el presente proyecto de investigación en curso tiene como objetivo general el estudio y la elaboración de un modelo de análisis y evaluación, relacionado con la movilidad urbana, para su aplicación en ciudades medianas brasileñas, su objeto de estudio. Para la elaboración de este prototipo, es necesario identificar una serie de criterios de evaluación, además de sus respectivos grados de medición, a fin de definir el Índice de Calidad de Movilidad Urbana (ICMU) de las ciudades que poseen este estándar. La identificación de estos parámetros es el principal problema a considerar en esta investigación exploratoria, de carácter analítico, que se desarrollará a través de una metodología de enfoque cuantitativo-cualitativo, requiriendo estudios bibliográficos en profundidad sobre el tema, análisis teóricos, uso de un SIG (Sistema de Información Geográfica) para estudios morfológicos, además de realizar análisis prácticos en campo. Estando este trabajo en su fase inicial, en este momento, se observa que la cantidad de criterios de evaluación a identificar es indeterminada y variada, no teniendo una cantidad específica a alcanzar y dependiendo mucho del desarrollo del análisis de esta investigación flexible, debido a las particularidades que presenta cada ciudad.

PALABRAS CLAVE: *Movilidad urbana. Ciudades medianas brasileñas. Modelo de análisis.*

1 INTRODUÇÃO

No século XXI, intensificaram-se as problemáticas relacionadas à mobilidade urbana nas cidades brasileiras, sendo responsáveis por uma notória quantidade de acidentes de trânsito em todos os anos. O trânsito é considerado como um dos mais importantes elementos que englobam a temática da mobilidade urbana, ocorrendo principalmente em seus leitos carroçáveis, local da via por onde percorrem os veículos automotores, e em suas calçadas, nas quais trespassam os pedestres.

Em conformidade com Dyckman (1970), a problemática do trânsito nas cidades existe devido às complicações de conformação e planejamento urbano junto com a tecnologia do transporte. Jacobs (1961) estabelece que as ruas de uma cidade são seus "órgãos mais vitais", uma vez que se tratam dos principais locais públicos do espaço urbano. Sendo assim, conforme explica Vasconcelos (1985), o trânsito não se trata apenas de uma questão técnica, mas também de questões

sociais e políticas, já que representa o fluxo de pessoas no meio urbano, em uma sociedade industrial capitalista. Mediante ao explicitado, constata-se que são diversos os aspectos sociais, culturais, políticos e econômicos que devem ser considerados ao estabelecer o entendimento sobre a temática do trânsito.

Em contrapartida, a mobilidade urbana pode ser entendida como as condições que permitem o deslocamento de pessoas e bens na zona urbana de uma cidade, independentemente do tipo de transporte utilizado, sendo este individual ou coletivo, motorizado ou não, tendo como uma de suas principais problemáticas, o crescimento da taxa de motorização individual, principalmente nas economias emergentes (GOMIDE; GALINDO, 2013 apud BARBOSA, 2015, p. 2). Diferentemente do trânsito, a mobilidade urbana se relaciona com o direito de ir e vir dos cidadãos no meio urbano, as formas como os habitantes usufruem dos espaços públicos e como se deslocam,

estando diretamente associada com as questões de acessibilidade e de habitabilidade nas cidades.

Sobretudo com a crescente urbanização da década de 1950, a grande maioria das cidades brasileiras, inclusive as de pequeno e médio porte, foram se consolidando e se irradiando desordenadamente, como uma consequência da necessidade de suprir, rapidamente, as emergências em habitação e em infraestrutura básica de uma população urbana que, cada vez mais, se difundia e se ampliava de maneira consideravelmente rápida, fazendo com que a malha urbana das cidades se espraiasse de modo indefinido e não planejado, na tentativa de suportar essa demanda. Através desta compreensão, a configuração das cidades se relaciona com os modos como a mobilidade urbana se consolida neste espaço urbano, estando vinculada também, por este motivo, com a utilização do veículo automotor, visto que o crescimento da motorização individual é um dos principais fatores que contribuem para as problemáticas do trânsito na atualidade.

O desenho disperso da maioria das áreas urbanas está diretamente relacionado à evolução do transporte automotivo, uma vez que o mesmo influencia no tamanho, na localização e na forma das cidades, assim como também nos hábitos da população local (VIEIRA; MORASTONI, 2013 apud PIAZZA; VIEIRA, 2017 p. 24). O padrão de consumo humano também tem provocado notáveis preocupações relacionadas às questões de mobilidade urbana, ocasionando em questionamentos e em pesquisas que se referem à relação existente entre os diferentes padrões de expansão urbana e os custos sociais

e ambientais (CAMAGNI *et al.*, 2002 apud BARBOSA, 2015, p. 2). Assim sendo, os aspectos comportamentais e culturais das pessoas que habitam em uma determinada cidade também influenciam no modo como se consolida a mobilidade urbana e, conseqüentemente, em como se desenvolvem as inter-relações entre os cidadãos neste espaço urbano.

A mobilidade urbana é uma questão que envolve variados aspectos sociais, técnicos, políticos, sociais, urbanísticos e paisagísticos, dentre outros os quais interferem no uso do espaço urbano e na locomoção de um local a outro pelas pessoas. Com isto, de acordo com Mello e Portugal (2017), as políticas e estratégias territoriais urbanas estão considerando, cada vez mais, essa questão, de modo que seja fundamental um plano de mobilidade comprometido com a sustentabilidade, visando oferecer uma qualidade de vida mais satisfatória aos habitantes.

Deste modo, a Lei Federal nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana, estabeleceu, aos municípios com mais de 20 mil habitantes, a obrigatoriedade de elaboração de Planos de Mobilidade Urbana (PMU). Entretanto, segundo a explicativa de Mello e Portugal (2017), apenas uma mínima porcentagem dos valores disponibilizados para a alocação de recursos é utilizada, além de haver a ausência de uma cultura de planejamento na grande maioria das cidades, o que acarreta em uma melhoria não eficiente da mobilidade nesses municípios, segundo os mesmos autores.

É de suma importância a compreensão de que a mobilidade urbana está diretamente relacionada

com a qualidade de vida das pessoas. Conforme explica Gehl (2013), o espaço público precisa ser convidativo aos seus habitantes, para que os índices de caminhabilidade cresçam, visando o ir e o vir com dignidade para todos. Todavia, para que essa consideração seja efetivada, é necessário que sejam priorizadas as obras de infraestrutura voltadas às calçadas e aos demais espaços urbanos para o uso dos pedestres, ao invés de serem dadas as preferências pelo alargamento viário e por demais obras que instigam as pessoas a utilizarem ainda mais o veículo automotor.

Os usos e os percursos atribuídos a um determinado espaço urbano por seus usuários estão também vinculados com os tipos de edificações e com a variedade de usos do solo existentes ali naquele local. Deste modo, a forma como a mobilidade se consolida nas cidades está diretamente interligada com a morfologia urbana que nelas se desenvolveu com o passar do tempo, isto é, os aspectos de seu traçado viário, os tipos de uso do solo, a hierarquia viária existente no local, a relação de cheios e vazios urbanos, tudo isso contribui significativamente nas formas de uso e de circulação deste espaço, intervindo de maneira direta na questão da mobilidade da área em questão.

Sabendo-se da quantidade de aspectos que envolvem a temática da mobilidade urbana, é necessário destacar a importância desta questão para a promoção da qualidade de vida das pessoas nos espaços públicos e a necessidade da realização de estudos aprofundados e experimentos teóricos e práticos que promovam possíveis soluções para ao menos algumas das principais problemáticas relacionadas à mobilidade no espaço

urbano.

Através deste entendimento, a exposta pesquisa trabalha com objetos de estudo para a realização das análises de mobilidade urbana: as cidades médias brasileiras. A escolha deste padrão de cidade deve-se ao fato de que sua expansão urbana e seus desenvolvimentos econômico, social, urbanístico e político ainda estão em processo de andamento, o que possibilita uma análise mais aprofundada e completa sobre os critérios de avaliação em relação à mobilidade urbana a serem considerados no modelo de análise a ser proposto.

Ademais, as cidades médias, por apresentarem formulações e revisões de seus planos diretores e por possuírem legislações mais específicas relacionadas à mobilidade, como por exemplo, o plano viário, são mais benéficas para serem analisadas em relação às cidades de pequeno porte, as quais ainda estão no início de seu desenvolvimento urbano e da elaboração de suas legislações mais aprofundadas e específicas acerca da temática que será analisada.

Conforme estabelece Silva (2013), percebe-se que não há uma definição ou uma conceituação estabelecida sobre o que venha a ser uma cidade média, sendo a questão conceitual uma das notórias dificuldades nos estudos sobre tais cidades, de modo que exista uma certa complexidade na discussão sobre sua terminologia, definição ou classificação. O elemento populacional, segundo a mesma autora, é o critério mais utilizado para o estabelecimento da definição de uma cidade como média, além da menção às suas dimensões. A adjetivação como cidade média conduz ao entendimento da relação

com a escala de grandeza e, sendo assim, o contingente populacional é visto como algo de significância para essa consideração (MAIA, 2010 apud SILVA, 2013).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) institui que cidade média é aquela que apresenta uma população que varia de 100.000 (cem mil) a 500.000 (quinhentos mil) habitantes, entretanto, para a Organização das Nações Unidas (ONU), as cidades médias são aquelas que possuem aglomerações entre 100.000 (cem mil) a 1.000.000 (um milhão) de habitantes (FRANÇA, 2007, p. 51-52 apud SILVA, 2013, p. 62).

Isto posto, as interpretações e entendimentos sobre o que venha a ser de fato uma cidade média e qual a sua verdadeira variação populacional são distintas e diversificadas, dependendo de análises realizadas por diferentes pesquisadores ou entidades, já que tal questão se trata da principal adjetivação a ser considerada, mesmo havendo controvérsias. Estabelecendo um mínimo entendimento sobre a questão das cidades médias, é de notória importância compreender que mesmo que a grande maioria das cidades médias brasileiras apresentem determinadas características de desenvolvimento urbano semelhantes e, conseqüentemente, possuam aspectos de mobilidade urbana e de transporte público em comum, cada uma das cidades deste padrão, ainda assim, detém suas particularidades e especificidades. Uma cidade média localizada na região Nordeste do Brasil, como exemplo, possivelmente não apresentará os mesmos padrões diversificados de serviços e de comércio como os de uma cidade

média inserida no interior da região Sudeste, uma região de maior prosperidade econômica no país (SOUZA, 2003, p.30-31 apud SILVA, 2013).

No entanto, mesmo diante de certas diferenciações dentre todas as cidades médias brasileiras, as quais ocorrem devido às amplas diversidades econômicas, sociais, culturais e históricas em relação a cada região do país, é notória a semelhança entre tais cidades com relação ao processo de expansão urbana ainda em andamento e às características do transporte público e privado utilizado, o que propicia o entendimento de que mesmo com suas especificidades e aspectos próprios, as cidades médias podem ser tidas como o objeto de estudo geral para a presente pesquisa devido à compreensão de apresentarem processos parecidos, em muitos fatores, de formação e de desenvolvimento ao longo do tempo.

Através dessa compreensão, a presente pesquisa possui as cidades médias como o objeto de estudo e o objetivo principal em elaborar modelo de análise, contendo critérios avaliativos relacionados às questões e às problemáticas de mobilidade urbana mais gerais e em comum dessas cidades, com o intuito da possibilidade de aplicação deste protótipo em qualquer cidade média do Brasil, o que acarretaria na instituição de determinados valores sobre os seus Índices de Qualidade de Mobilidade Urbana (IQMU), os quais mediriam os fatores que precisariam ser modificados ou implementados em uma determinada cidade para que seu IQMU detenha um valor mais elevado e, conseqüentemente, para que a mobilidade e a qualidade de vida de seus habitantes seja mais

benéfica e funcional.

Muitos são os critérios a serem considerados para a elaboração deste modelo analítico, o que se considera como a principal problemática a ser solucionada ao longo do desenvolvimento da pesquisa e, assim sendo, é de suma necessidade a análise de diversos modelos já existentes ou já propostos por diferentes pesquisadores e entidades, de modo a identificar quais foram os padrões avaliativos considerados pelos mesmos e, com isso, seria possível a identificação de possíveis fatores e critérios a serem implementados e aplicados em cidades médias do Brasil, aperfeiçoando-os e complementando-os com aspectos que serão analisados mediante a proposta metodológica prática experimental, qualitativa, e teórica, quantitativa.

De acordo com um dos modelos analisados por Lopes (2010, p. 3), o Modelo *LUTI (Land Use and Transport Interaction)*, a interação entre o uso do solo urbano e sistema de transportes deve ser considerada. Entende-se que a consideração e a modelagem dinâmica e integrada entre o uso do solo e o transporte estabelecem uma possibilidade para a concretização de uma mobilidade urbana sustentável, a qual se relaciona com o conceito de estabelecimento de uma cidade acessível e convidativa para todos (LOPES, 2010, p. 3). Realmente, as formas de uso consolidadas em uma determinada zona urbana da cidade estão diretamente relacionadas com o modo como se desenvolve o sistema de transporte e a acessibilidade neste local.

O sistema de transporte consolidado em uma cidade possui uma notória relevância para seus índices de

desenvolvimento urbano e, por este motivo, pode ser considerado como um importante instrumento de reestruturação urbana e um vetor de expansão urbana controlada e direcionada, porém, para que isso ocorra, é necessário que o transporte esteja inserido no planejamento integrado das cidades, consoante a explicativa de Lopes (2010, p. 2). Com este entendimento, constata-se, inicialmente, que o sistema de transporte é um dos instrumentos de maior importância a ser considerado pelos critérios avaliativos do protótipo a ser desenvolvido, uma vez que muito contribui para o crescimento dos índices de qualidade relacionados à mobilidade urbana das cidades.

Por meio de toda a discorrida explanação, nota-se o quão amplo e complexo é o entendimento acerca do que venha a ser de fato a mobilidade e como diversos elementos estruturais, morfológicos, políticos, econômicos, sociais e históricos interferem em sua plena funcionalidade e em seu desenvolvimento nas cidades, principalmente em relação às cidades médias brasileiras, as quais ainda passam por um processo de expansão e de consolidação, o que também intervém na mobilidade, isto é, nas formas de locomoção estabelecidas. Constata-se que a temática de estudo é muito abrangente e, por este motivo, é necessário um conhecimento teórico e experimental prático muito aprofundado acerca das principais conceituações, além de intensas análises sobre modelos e critérios de análise já propostos.

A grande maioria das cidades médias brasileiras, as quais são o foco da presente pesquisa, possui uma série de problemáticas relacionadas à mobilidade urbana no que diz respeito ao trânsito de veículos automotores e

à escassa acessibilidade ofertada aos pedestres e aos ciclistas. No entanto, muitos são os questionamentos sobre como identificar tais problemáticas de cada cidade e se a resolução das mesmas realmente acarretaria em uma mobilidade mais benéfica aos habitantes de um determinado espaço urbano. Ademais, é de suma importância a compreensão de que cada cidade é uma particularidade, um organismo vivo em constante transformação ao longo do tempo e, por isso, deve ser analisada separadamente como objeto de estudo.

Apesar deste entendimento, mesmo que cada uma das cidades médias brasileiras tenha suas características, tipos de serviços e problemáticas próprios, este padrão de cidades apresenta processos de crescimento e desenvolvimento urbano semelhantes, devido à determinados fatores históricos, políticos, sócio culturais e territoriais, o que muito se relaciona com a maneira de como se consolida a mobilidade urbana, uma vez que a mesma está diretamente relacionada com os processos de expansão urbana de uma cidade.

Mediante este pensamento, a primordial problemática dessa pesquisa é a identificação dos critérios, fatores e parâmetros que caracterizam uma mobilidade urbana de qualidade para cidades médias brasileiras, as quais ainda estão em processo de expansão e de desenvolvimento urbano, além da determinação de graus de medição de relevância em relação a tais fatores e critérios avaliativos, isto é, o estabelecimento de valores estipulados sobre o quanto um determinado fator é essencial para a cidade, de acordo com suas especificidades, para que seja

possível a elaboração do modelo de análise e avaliação, o qual seria o responsável pela identificação das características que devem ser aperfeiçoadas ou modificadas nessas cidades.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Formular modelo de análise e avaliação a ser aplicado com praticidade em qualquer cidade média brasileira, a fim de estabelecer parâmetros e critérios avaliativos, além de seus respectivos graus de medição, para que se possa definir o Índice de Qualidade de Mobilidade Urbana (IQMU) de uma determinada cidade deste padrão e para concretizar o entendimento sobre quais aspectos relacionados à mobilidade necessitam ser aperfeiçoados, desenvolvidos ou implementados no espaço urbano analisado. Trata-se de modelo avaliativo o qual deverá conter uma série de aspectos a serem considerados, cada qual com seu grau de relevância, para a concretização funcional e prática do processo avaliativo.

Com a elaboração deste protótipo analítico, seria possível a sua aplicação em qualquer cidade média brasileira e a determinação de seu Índice de Qualidade de Mobilidade Urbana (IQMU), havendo a compreensão sobre quais são as melhorias que a cidade avaliada de acordo com os critérios e aspectos contidos neste modelo necessita para a promoção de um espaço urbano mais acessível, mais caminhável, mais habitável e mais convidativo a todas as pessoas, de maneira a proporcionar aos seus habitantes o maior índice de qualidade de vida urbana possível.

2 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conceituar e realizar fundamentação teórica aprofundada acerca da temática de mobilidade urbana, com o intuito de buscar um conhecimento mais nítido sobre suas considerações; analisar sobre como o conceito de mobilidade foi modificado ao longo do tempo através da forma como as cidades foram se expandindo e se desenvolvendo ao longo das décadas; analisar e comparar diferentes modelos e critérios avaliativos já existentes, elaborados e propostos por outros pesquisadores e entidades, a fim de estabelecer comprovações teóricas e práticas sobre a aplicabilidade dos mesmos; e determinar entendimento sobre as cidades médias brasileiras, apresentando suas principais características morfológicas, suas formas de expansão urbana ao longo dos anos, seus principais meios de transporte, dentre outros aspectos.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa se dará por meio de caráter exploratório, uma vez que, segundo ressalta Gil (2002), possui o objetivo de desenvolver determinada ideia ou protótipo, pretendendo-se fornecer hipóteses em condições de serem testadas. Trata-se, então, de uma pesquisa dotada de muita flexibilidade e que, por este motivo, conduz a procedimentos relativamente sistemáticos para a obtenção de dados e de observações empíricas (GIL, 2002). À vista do exposto, esta pesquisa exploratória envolve levantamentos bibliográficos, entrevistas com cidadãos, experiências práticas com as problemáticas acerca da mobilidade urbana de algumas cidades médias brasileiras e análise de outros exemplos de modelos e protótipos que possam auxiliar ou

estimular o desenvolvimento do estudo de caso. Isto posto, cabe ressaltar que a condição exploratória desta pesquisa apresenta cunho analítico, por envolver aprofundados estudos e análises cautelosas sobre as informações empíricas conseguidas pelo estudo em campo e também sobre os dados disponíveis em referenciais bibliográficos selecionados pela pesquisadora.

A partir deste entendimento, a apresentada pesquisa deverá ocorrer mediante metodologia de abordagem quantitativa-qualitativa, apresentando embasamento teórico e quantitativo, visto que, inicialmente, serão realizados levantamentos bibliográficos sobre a conceituação e o aprofundamento teórico sobre a temática de Mobilidade Urbana e Trânsito, além de estabelecer um pleno entendimento sobre possíveis conceituações a respeito das cidades médias brasileiras, por meio de livros, artigos, dissertações, teses e demais trabalhos científicos. Também serão realizadas análises sobre as políticas públicas e legislações aprovadas em relação ao assunto em pauta, como por exemplo, a Lei Federal nº 12.587, do ano de 2012, que instituiu a Política Nacional de Mobilidade Urbana.

A abordagem quantitativa também abrangerá estudos sobre os aspectos de morfologia urbana de alguns exemplos de cidades médias brasileiras, que serão efetuados através do software espanhol de Sistema de Informação Geográfica (SIG) denominado *gvSIG*, por meio do qual é possível aplicar diversos atributos vetoriais na imagem de sensoriamento remoto, em formato *.tiff*, de uma determinada cidade. A utilização do SIG é fundamental para esta análise pois permite a visualização e a análise da relação

existente entre o as tipologias do traçado urbano e as circunstâncias por meio das quais se consolidam os sistemas de transporte.

Por meio da visualização e da edição da imagem de sensoriamento remoto no *gvSIG*, análises de uso do solo urbano, de hierarquia viária, de cheios e vazios urbanos, dentre outras de cunho morfológico poderão ser realizadas, com o intuito de estabelecer melhores compreensões acerca das características em comum e em diferença entre algumas cidades médias brasileiras, já que o traçado viário e as especificidades morfológicas de um município se relacionam diretamente com a forma de como se consolida a mobilidade em seu espaço urbano.

Sabendo-se que a primordial problemática deste trabalho se trata justamente da identificação de específicos critérios e fatores avaliativos, assim como de seus respectivos graus de relevância em valores a serem determinados, no intuito de compor o almejado modelo de análise para cidades médias brasileiras, que é o objetivo principal da pesquisa, têm-se como parcela da metodologia quantitativa essencial a pesquisa e a análise de diversos critérios e modelos avaliativos, relacionados à temática, já propostos por outros profissionais, pesquisadores e entidades, em trabalhos científicos ou técnicos.

Ademais, para a resolução da problemática em identificar todos os fatores e critérios específicos e necessários para a satisfatória aplicabilidade do modelo proposto em qualquer cidade média do Brasil, é necessário realizar, além de extensos levantamentos bibliográficos e análises teóricas, a

aplicação prática constante de tais critérios, já propostos ou não por outros pesquisadores e entidades, em diferentes cidades de médio porte ao longo do país e estabelecer o grau de importância de cada um dos fatores estabelecidos também por meio de análises comparativas teóricas e práticas.

Em virtude disso, constantemente será necessário comprovar, por meio de comparações realizadas entre cidades distintas, a aplicabilidade e a funcionalidade destes critérios avaliativos e o quão relevante os mesmos são para um município de médio porte, o que será medido por determinados valores a serem estipulados. Esses valores poderão ser considerados de 0 a 1, sendo o valor 0 o mais baixo e o valor 1 o mais alto, ou seja, o critério avaliativo que apresentar este último valor como seu grau de relevância possuirá, conseqüentemente, uma elevada influência na consolidação de um satisfatório Índice de Qualidade de Mobilidade Urbana (IQMU) de uma cidade.

Tais valores também serão estipulados mediante pesquisas analíticas teóricas e práticas comparativas. Ao final da identificação de todos os critérios avaliativos, resultando no objetivado protótipo de análise, e após sua aplicação em uma determinada cidade média brasileira, é necessário identificar quais são os fatores estabelecidos no modelo dentre os quais a cidade apresenta e assim, seria possível realizar uma média aritmética com os respectivos valores numéricos (variantes de 0 a 1) dos critérios que a cidade atende, resultando em um valor final que também possuiria variação de 0 a 1, o que determinaria o seu Índice de Qualidade de Mobilidade Urbana

(IQMU).

À vista disso, compreende-se que tais valores deverão ser considerados dentro deste intervalo de 0 a 1 devido à possibilidade de ser o mais preciso e exato possível, em valores decimais, quanto à relevância de um determinado critério avaliativo. Outrossim, este intervalo de valores poderá ser ainda mais aperfeiçoado, comprovado e testado ao longo do andamento da pesquisa, sobre se realmente seria o mais adequado para a aplicação nos critérios avaliativos. Este aperfeiçoamento também será realizado através de levantamentos bibliográficos e comprovações práticas, as quais serão desenvolvidas por meio de aplicações-teste destes valores numéricos em alguns dos critérios avaliativos estabelecidos, visando a experimentação e a determinação de sua funcionalidade e aplicabilidade.

Por conseguinte, além de todo o diverso levantamento bibliográfico e das comparações analíticas a serem realizadas sobre a temática, o método também apresentará um embasamento experimental e qualitativo, em que a pesquisadora necessitará usufruir de todos os meios de transporte público e privado no espaço urbano, além do caminhar pelas ruas de ao menos uma cidade média brasileira, para o entendimento prático das reais necessidades diárias dos habitantes em relação à mobilidade e ao direito de ir e vir dos mesmos pelo espaço urbano, de maneira a realizar análises sobre possíveis fatores avaliativos a também serem considerados no modelo analítico para o IQMU.

Isto posto, para que o método qualitativo não se baseie apenas no empirismo, na percepção e

na observação da pesquisadora, identificou-se a necessidade em desenvolver questionário de campo a ser aplicado com a população local de uma determinada cidade média do Brasil, como Franca, localizada no interior de São Paulo, por exemplo. Hipoteticamente, este questionário de campo poderia trazer conclusões específicas sobre as insatisfações e as maiores necessidades dos cidadãos acerca da mobilidade e da acessibilidade disponível aos pedestres nas calçadas.

Assim sendo, as considerações respondidas e propostas pela população da cidade escolhida para a aplicação do questionário devem possuir um valor significativo para a proposição dos critérios analíticos que comporão o modelo de avaliação, uma vez que a mobilidade urbana se trata das maneiras de como se consolida o deslocar das pessoas pelo espaço urbano e por isso, não é possível desenvolver um protótipo analítico que avalie o IQMU de uma cidade sem considerar o conhecimento empírico da população que habita neste espaço, pois são os habitantes que utilizam e usufruem da cidade diariamente quem realmente entendem na prática e na experiência sobre suas reais necessidades de deslocamento e de acessibilidade.

4 RESULTADOS

Mesmo que esta relatada pesquisa ainda esteja em sua fase inicial, é possível constatar, neste momento, que a quantidade de fatores e critérios avaliativos a serem identificados para a consolidação deste protótipo é indeterminada e variada, não possuindo, deste modo, uma quantia específica de parâmetros a ser alcançada, dependendo muito

do desenvolvimento de análise da pesquisa. Em vista disso, observa-se, de imediato, que a notória flexibilidade da mesma está diretamente relacionada com os distintos graus de complexidade dos processos de desenvolvimento e de crescimento urbano e com as particularidades que cada uma das cidades médias brasileiras apresenta, sendo necessárias, por este motivo, análises variadas e cautelosas acerca das características, problemáticas e necessidades habituais presentes no espaço urbano das cidades deste padrão, a fim de determinar critérios e parâmetros que sejam realmente capazes de avaliar e analisar a qualidade da mobilidade urbana desses municípios.

Por demais, o exposto trabalho possui como hipótese, isto é, como resultado esperado, o entendimento de que se tais fatores e características, com seus respectivos graus de medição, que contribuem para a consolidação de uma mobilidade de qualidade no espaço urbano, forem plenamente identificados, será possível a concretização do modelo analítico e avaliativo, o qual poderá ser aplicado em qualquer cidade média brasileira e, dessa maneira, a hipótese será testada em uma parte prática da pesquisa em que haverá a consideração deste modelo de análise em uma determinada cidade deste padrão em pauta, como por exemplo, na cidade de Franca, localizada no nordeste paulista.

Com a aplicação do protótipo avaliativo em uma determinada cidade média brasileira, poderá ser identificado o seu Índice de Qualidade de Mobilidade Urbana devido aos resultados em valores numéricos conseguidos por meio da consideração dos critérios

avaliativos, cada qual com seu grau de medição e de relevância, constatando-se se realmente o modelo detém todos os parâmetros e requisitos essenciais para a plena avaliação sobre a funcionalidade e sobre a caracterização da mobilidade urbana do município em análise e, assim, caso o protótipo proposto não atenda aos anseios e às necessidades avaliativas durante o processo prático de sua aplicação, a hipótese inicial seria negada, sendo essencial a reformulação deste protótipo, de maneira a realizar a identificação de novos possíveis parâmetros para a consolidação da praticidade de sua aplicação.

5 CONCLUSÃO

A apresentada pesquisa em andamento, a qual se norteia através do estudo e da análise de possíveis critérios avaliativos para a elaboração de modelo de análise relativo à qualidade de mobilidade urbana a ser aplicado em cidades médias brasileiras, exige conhecimentos teóricos, experimentais e práticos extremamente aprofundados. Não obstante, trata-se de um projeto de pesquisa de notável relevância para o desenvolvimento urbano das cidades e de pleno interesse público para que as prefeituras municipais possam aplicar o modelo a ser desenvolvido e constatar quais são os fatores e critérios que devem ser aperfeiçoados para que o Índice de Qualidade de Mobilidade Urbana dessas cidades possa apresentar melhorias e aumentos significativos, visando o estabelecimento de um maior bem-estar dos cidadãos e, conseqüentemente, uma maior qualidade de vida no espaço público urbano.

Outrossim, a elaboração deste

protótipo de análise referente aos aspectos essenciais para a consolidação de mobilidade urbana de qualidade é uma maneira de proporcionar um entendimento extremamente amplo e preciso sobre as reais necessidades e disparidades existentes entre as cidades médias brasileiras, em relação a esta temática, buscando-se novos métodos, critérios e fatores avaliativos para a possibilidade de aplicação deste protótipo.

A exposta pesquisa trará a participação dos cidadãos e a consideração da opinião pública a respeito da funcionalidade e da qualidade da atual situação de mobilidade urbana em sua cidade, o que será realizado durante o processo metodológico qualitativo, em que serão efetuadas análises e entrevistas com a população local determinados municípios para que as mesmas sejam atribuídas e aplicadas nos estudos de elaboração dos critérios avaliativos para a elaboração do modelo de análise.

Este trabalho apresenta certos riscos de prosseguimento, os quais são associados às possíveis dificuldades de aprofundamentos teórico, experimental e prático a respeito da determinação dos fatores avaliativos assim como do estabelecimento de seus respectivos graus de medição de relevância, sendo questões consideradas como as primordiais problemáticas a serem solucionadas ao longo da pesquisa. Por outro lado, a essência substancial do trabalho, que é contribuir cientificamente para a consolidação de um espaço urbano mais caminhável, justo e convidativo, deve ser compreendida como um grande benefício para o desenvolvimento econômico, social e urbano das cidades médias

brasileiras.

AGRADECIMENTO

Aos meus pais e às minhas duas irmãs, que sempre me apoiaram e me encorajaram nos estudos e nas pesquisas. À Universidade de Franca, por propiciar meu acesso à iniciação de pesquisa científica, sendo esta área a que eu pretendo seguir e me aperfeiçoar ao longo da vida. Ao Prof. Me. Maximiliano, por todo o incentivo que conferiu a mim para adentrar no universo da pesquisa científica e por toda a confiança, paciência e dedicação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Adriana Silva. **Mobilidade urbana para pessoas com deficiência no Brasil: um estudo em blogs.** Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP, 2015.

CAMAGNI, Roberto; GIBELLI, Maria Cristina; RIGAMONTI, Paolo. **Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion.** Ecological Economics, 40(2), 2002, 199-216. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00254-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00254-3) > Acesso em: março de 2020.

DYCKMAN, John W. **O Transporte Urbano in Cidades: A Urbanização da Humanidade.** Zahar Editores. Rio de Janeiro – RJ, 1970.

FRANÇA, Iara Soares de; PEREIRA, Anete Marília; SOARES, Beatriz Ribeiro; MEDEIROS, Douglas Leite. **Cidade Média, Polarização Regional e Setor de Educação Superior: Estudo de Montes Claros, no Norte de Minas Gerais.** Revista Formação, Presidente

- Prudente, v. 2, n.16, 2009, p. 52-70.
- GEHL, Jan. **Cidades Para Pessoas**. Tradução Anita Di Marco. São Paulo – SP. Editora Perspectiva, 2013.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 4 ed., 2002.
- GOMIDE, Alexandre de Ávila; GALINDO, Ernesto Pereira. **A mobilidade urbana: uma agenda inconclusa ou o retorno daquilo que não foi**. Estudos Avançados, 27(79), 2013, 27-39. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142013000300003> > Acesso em: março de 2020.
- JACOBS, Jane. **The Death and Life of Great American Cities**. Random House, Inc, 1961.
- LOPES, Simone Becker. **UMA FERRAMENTA PARA PLANEJAMENTO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL COM BASE EM MODELO DE USO DO SOLO E TRANSPORTES**. Tese de Doutorado apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes. São Carlos – SP, 2010. 200 p.
- MAIA, Doralice Sátyro. **Cidades Médias e Pequenas do Nordeste: Conferência de Abertura**. In: LOPES, D. M. F.; HENRIQUE, W. (Orgs.) **Cidades Médias e Pequenas: Teorias, Conceitos e Estudos de Caso**. Salvador: SEI, 2010. p.15-41.
- MELLO, Andréa; PORTUGAL, Licínio. **Um procedimento baseado na acessibilidade para a concepção de Planos Estratégicos de Mobilidade Urbana: o caso do Brasil**. Eure, vol. 43, nº 128, p. 99-125. Rio de Janeiro – RJ, 2017.
- PIAZZA, Gustavo Antonio; VIEIRA, Rafaela. **ESPACIALIZAÇÃO DO ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE (IC) COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO PARA MOBILIDADE URBANA DOS BAIROS CENTRO E BADENFURT EM BLUMENAU (SC)**. Revista Raega, v. 40, p. 23-34, Universidade Federal do Paraná. Curitiba – PR, 2017.
- SILVA, Andressa Lourenço da. **BREVE DISCUSSÃO SOBRE O CONCEITO DE CIDADE MÉDIA**. Geongá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia Maringá, v. 5, n.1, 2013, p. 58-76.
- SOUZA, Marcelo Lopes de. **ABC do desenvolvimento urbano**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- VASCONCELOS, Eduardo Alcântara. **O que é Trânsito**. Editora Brasiliense. São Paulo – SP, 1985.
- VIEIRA, Rafaela; MORASTONI, Raíza. **Qualidade das calçadas na cidade de Camboriú/SC: em busca da acessibilidade e mobilidade sustentável para área turística**. Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo, 7(2), 2013, p. 239.

Mobilidade Urbana: a importância de instrumentos urbanísticos para transportes mais inclusivos e sustentáveis

Urban Mobility: the importance of urbanistic solutions for inclusive and sustainable transportation

Movilidad urbana: la importancia de los instrumentos de planificación urbana para un transporte más inclusivo y sostenible

Cláudio José Franzolin

Professor Doutor, PPGD-
Direito, Puc Campinas, Brasil
claudiofranzolin@puc-
campinas.edu.br

Bruna Carpentieri Moreira

Graduanda, IC, Puc Campinas,
Brasil.
bruna_carpen@hotmail.com

RESUMO

Como ensina Edésio Fernandes, “a reforma urbana tem que se dar dentro e fora da ordem jurídica, dando sentido jurídico, sociopolítico e filosófico”, considerando, destaca o autor, que cidades são criações coletivas, o que significa que elas devem ser partilhadas entre todos, assegurando o acesso dos cidadãos aos mais variados serviços e equipamentos públicos da cidade. Nesse sentido, destaca-se a mobilidade como fundamental. Vale ressaltar que são imprescindíveis condições de mobilidade urbana nas cidades, de maneira que sejam acessíveis a todos os cidadãos e também que não sejam poluidoras. Para tanto, a mobilidade deve sempre integrar o discurso jurídico do planejamento urbano. Nessa rota, são importantes os instrumentos urbanísticos para a promoção da participação mais efetiva da comunidade e do debate acerca da necessidade de se estabelecer a interconexão entre uso do solo, expansão do tecido urbano das cidades e os desafios envolvendo mobilidade urbana, a fim de que se efetivem outros direitos como uma cidade mais sustentável, inclusão da pessoa com deficiência na dinâmica da vida urbana, autodeterminação etc. Para tal, o método é dedutivo, e a forma de abordagem envolve a interpretação civil constitucional do direito.

PALAVRAS-CHAVE: Cidades sustentáveis. Mobilidade urbana. Instrumentos urbanísticos.

ABSTRACT

According to Edésio Fernandes’ teachings, the urban reform has to happen both inside and outside the legal order, making juridical, sociopolitical and philosophical sense, taking into account that cities, as emphasized by the author, are collective creations, which means that they are shared by everyone. Just as importantly, citizens’ access to the most varied services and public equipment in the city must be assured. In this regard, mobility stands out as a fundamental issue. It’s worth mentioning that city mobility conditions are essential so that full accessibility may be granted to all citizens in conformity with sustainability policies. For that, mobility must be part of the urban planning legal discourse. In this sense, urbanistic instruments are important in order to promote more effective community participation and debate about the need to establish interconnection among use of the soil, city urban grid expansion, and the urban mobility challenges, with the purpose to make other rights effective such as a more sustainable city, the inclusion of people with disabilities in urban life, self-determination, etc. A deductive methodology has been used for this purpose, and the approach involves civil constitutional interpretation of the law.

KEYWORDS: Sustainable cities. Urban mobility. Urbanistic instruments

RESUMEN

Como Edésio Fernandes enseña reforma urbana tiene que tener lugar dentro y fuera del ordenamiento jurídico, dando un significado legal, sociopolítico y filosófico, teniendo en cuenta, señala el autor, qué ciudades son creaciones colectivas, lo que significa que deben ser compartidas entre todos, asegurando el acceso de los ciudadanos a los más variados servicios y equipamientos públicos de la ciudad. Al respecto, la movilidad se destaca como fundamental. Cabe destacar que las condiciones de movilidad urbana en las ciudades son esenciales, para que sean accesibles a todos los ciudadanos y también que no son contaminantes. Para ello, la movilidad debe integrar siempre el discurso jurídico del urbanismo. En este curso, los instrumentos de planificación urbana son importantes para promover la participación más

efectiva de la comunidad y el debate sobre la necesidad de establecer la interconexión entre el uso del suelo, la expansión del tejido urbano de las ciudades y los desafíos relacionados con la movilidad urbana, con el fin de hacer otros derechos como ciudad más sostenible, la inclusión de las personas con discapacidad en la dinámica de la vida urbana, la autodeterminación, etc. Para ello, el método es deductivo, y el enfoque implica la interpretación civil constitucional del derecho.

PALABRAS CLAVE: Ciudades sostenibles. Movilidad urbana. Instrumentos de planificación urbana

1 SACHS, Jeffrey D. **A era do desenvolvimento sustentável** [Trad. Jaime Araújo; Revisão: Pedro Elói Duarte]. Lisboa, Conjuntura Actual Editora, 2017, p. 12.

2 UNITED NATIONS. **Goal 11: Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable.** 2020. Disponível em: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>> Acesso em 21/08/2020

3 "Globally, more people live in urban areas than in rural areas today. In 2018, 55 per cent of the world's population resided in urban areas. Overall, 4.2 billion people resided in urban settlements compared to 3.4 billion in rural areas. Over the coming decades, the level of urbanization is expected to increase in all regions, but with considerable variation. Latin America and the Caribbean, and Northern America have been highly urbanized, with over 80 per cent of their population estimated to be urban in 2018 and a projected percentage of nearly 90 per cent in 2050. Europe, with nearly three quarters of its population living in urban areas in 2018, is expected to reach 80 per cent urban in 2040 and nearly 85 per cent by 2050. Meanwhile, Oceania is expected to have an almost stable percentage urban, rising from nearly 70 per cent today to slightly over 70 per cent in 2050". (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). *World Urbanization Prospects 2018: Highlights*

I. INTRODUÇÃO

Conforme Jeffrey D. Sachs, "a economia mundial é não só extraordinariamente desigual, mas também extraordinariamente perigosa para a própria Terra"¹. Só que o Planeta Terra não tem dono nem titularidade; é uma casa comum, um ser complexo e que incorpora variados componentes e, por isso, demanda zelo, cuidado com os recursos naturais e também com os bens e serviços ambientais que a integra. Após a Conferência de Estocolmo que permitiu consagrar a primeira sensibilização de que a proteção ambiental deve ser um esforço comum e mundial, em 1987 teve o Relatório Brundtland reconhecendo que o desenvolvimento deve ser sustentável; depois, em 1992, ocorreu a Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro na qual estabeleceram-se metas para o Século XXI por meio da Agenda 21; mais tarde, em 2015, é criada a Agenda 2030, contemplando 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS – e 169 metas, além de 300 indicadores. Dentre os objetivos, destaque-se o Objetivo 11 que aponta a necessidade de que as cidades e comunidades sejam sustentáveis². Nessa rota, sustentabilidade demanda uma compreensão que envolve também qualidade de vida, bem-estar e a possibilidade de os indivíduos deslocarem-se de forma mais ampla e com mais autonomia possível. Nesse contexto, é preciso repensar a questão de mobilidade, não

apenas, sob a perspectiva do meio utilizado – veículo, por exemplo – mas, acima de tudo de uma cidade que assimile transportes de baixo carbono, que incorpore tecnologias que potencialize o deslocamento mais eficiente e que se articule com a preservação ambiental. Ou seja, é preciso também, envolver infraestruturas que assimilem valores ambientais articulados à mobilidade urbana.

Assim, é possível estabelecer conexão de sentido como a mobilidade urbana sustentável, o que significa afirmar que até 2030 todos tenham acesso aos meios de transporte seguros, acessíveis e sustentáveis, com prioridade às pessoas vulneráveis, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos, entre outras metas ligadas ao desenvolvimento sustentável da área urbana. Pelo menos é o que se espera.

Ressalte-se que, conforme o relatório *2018 Revision of World Urbanization Prospects*, produzido pela Divisão Populacional do Departamento de assunto Econômicos e Sociais da ONU (*The Population Division of the Department of Economic and Social Affairs*), dentre as populações rurais e urbanas mundiais, 55% da população mundial atual vivem em áreas urbanas e, até 2050, essa população pode aumentar para 70%³, o que representará, aproximadamente, 5 bilhões de pessoas vivendo em cidades pelo mundo todo. Dentre os vários impactos negativos, merece destaque os desafios para

(ST/ESA/SER.A/421), page 5, available at: <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf>> acesso em 31/08/2020

4 Jones, T. [et al] (2019). Brasil/Reino Unido Mobilidade Urbana Saudável: Resumo dos principais resultados e recomendações. Universidade de Brasília. Páginas 26-30. Disponível em: <<https://d1qmdf3vop2l07.cloudfront.net/still-lagoon.cloudvent.net/hash-store/2992f48431e5ec068a80b99b3cc3c2.pdf>> acesso em 31/08/2020

5 ASSEMBLEIA GERAL DA ONU. Declaração Universal dos Direitos humanos. Disponível em: <https://declaracao1948.com.br/declaracao-universal/declaracao-direitos-humanos/?gclid=CjwKCAjwqML6BRAHEiwAdquMnW-JHG4AkV5EiPx35EnKhU_B_76sRV8Q22yL9FpDIwjiZhoC7JcQAvD_BwE> acesso em 03/09/2020

6 Jones, T. [et al] (2019). Brasil/Reino Unido Mobilidade Urbana Saudável: resumo dos principais resultados e recomendações. Universidade de Brasília. Páginas 37-38. Disponível em: <<https://d1qmdf3vop2l07.cloudfront.net/still-lagoon.cloudvent.net/hash-store/2992f48431e5ec068a80b99b3cc3c2.pdf>> acesso em 31/08/2020

infraestruturas urbanas relacionadas à promoção de políticas públicas voltadas para a mobilidade, pois elas é que irão contribuir para fomentar o acesso do cidadão a todos os espaços urbanos e contribuirão para dar mais efetividade à liberdade de locomoção dos indivíduos e, assim, empoderarem-se na condução de suas vidas.

Um estudo feito pelo projeto Mobilidade Urbana Saudável (MUS), a partir de uma parceria entre a Universidade de Brasília (UnB), a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e também a Universidade de Oxford no Reino Unido, demonstrou a profunda conexão entre mobilidade, saúde e bem-estar.

Ou seja, “quanto mais às pessoas caminham e andam de bicicleta, menor a chance de relatarem doenças crônicas, como hipertensão, depressão e obesidade abdominal, e maior a probabilidade de uma pontuação alta nas medidas de qualidade de vida”⁴. Por outro, a falta de mobilidade causa inúmeros problemas sociais, demonstrados nesse mesmo estudo da MUS. Assim, infraestrutura de mobilidade, calçadas e ciclovias são de extrema importância para a locomoção de classes mais baixas, as quais, muitas vezes, não possuem automotores para deslocarem-se para atenderem suas situações existenciais básicas do dia-a-dia, como: trabalhar, levar os filhos na escola, acessarem áreas de lazer em espaços públicos urbanos.

Ademais, mobilidade também há interface com a promoção dos direitos humano. A Declaração Universal de Direitos Humanos estabelece de maneira clara a

igualdade, a liberdade, direito a lazer, a horas limitadas de trabalho, e um nível de vida que assegura saúde e bem-estar para todos⁵. Tais aspectos estão associados, portanto, à mobilidade urbana, o que demonstra, a importância de instrumentos urbanísticos que incorporem planejamento nas cidades para implantação de mobilidade urbana sob a perspectiva mais ampla possível.

Isto é, mobilidade voltada somente para acesso de deslocamento por meio de automotores é uma percepção exclusivista e reducionista, ainda que ela tenha o intuito de melhoras do tráfego urbano. É que a falta de acessibilidade prejudica a vida da população periférica⁶ a qual dispõe somente de transporte público, muitas vezes precário, sem contar os riscos que ele pode expor os usuários, diariamente, à poluição e aos riscos de acidentes.

Desse modo, os instrumentos urbanísticos necessários devem estar interconectados, com a melhora da infraestrutura das cidades desde que incorporem soluções para a mobilidade urbana.

Aliás, na Carta Mundial de Direito à Cidade, fruto do Fórum Social Mundial do ano de 2005, realizado na cidade de Porto Alegre, expressamente, contempla no seu item XIII, que as cidades devem garantir mobilidade e circulação, o que significa, prossegue, “um sistema e transporte públicos acessíveis a todas as pessoas segundo um plano de deslocamento urbano e interurbano, e com base nos meios de transportes adequados as diferentes necessidades sociais (de gênero, idade, incapacidade) (...), com preços adequados a renda dos cidadãos(ãs). Será estimulado o

uso de veículos não contaminantes e reservando áreas aos pedestres de maneira permanente a certos momentos do dia”⁷.

É preciso destacar que mobilidade urbana é regida por princípios os quais são caros para promoção da pessoa humana. Ademais, a mobilidade urbana, cada vez mais, está associada aos valores ecológicos, como redução do consumo de energia, baixo carbono, transportes integrados e inteligentes⁸, além do que a mobilidade é conexa com direitos humanos, quando ela envolve, por exemplo, acessibilidade para deficientes e idosos.

Em suma, mobilidade está associada ao direito à cidade, sintetizado por Lefbvre, quando destaca que dito direito envolve direito à liberdade, à individualização na sociedade, ao habitat e ao habitar⁹.

II. OBJETIVOS

II.I Objetivo Geral

- Apresentar o conceito de mobilidade urbana no contexto normativo;
- Apontar as fontes normativas que dizem respeito ao sentido jurídico de mobilidade urbana

II.II Objetivos Específicos

- I. Conceituar o direito da pessoa ao meio ambiente sustentável
- II. Fixar o fundamento jurídico-dogmático de instrumento urbanístico, em especial a articulação da cooperação entre poder público, sociedade e iniciativa privada para construção de cidades que incorporem valores mais sustentáveis;
- III. Destacar alguns princípios

de mobilidade urbana que se articulam com cidades mais sustentáveis para serem observados e efetivados.

III. METODOLOGIA

O método é dedutivo e se concentra na compreensão do estudo da mobilidade sob uma perspectiva sistemática do ordenamento jurídico, inspirados pelos valores constitucionais, principalmente, as questões relacionadas ao desenvolvimento urbano fundado como um interesse local mas, também, nacional (art. 21, XX, da CF/88)¹⁰ e na realização de um direito social e no direito fundamental da igualdade, e no objetivo da construção de uma sociedade justa e solidária e na liberdade individual. Sobre liberdade, José Afonso da Silva¹¹, destaca cinco grupos: liberdade individual: liberdade de locomoção e de circulação; liberdade de pensamento: opinião, religião, informação, dentre outros; liberdade de expressão coletiva, liberdade de ação profissional e liberdade de conteúdo econômico e social. Neste último, por exemplo, inclui, liberdade econômica, livre iniciativa, dentre outros. Dentre todas as apontadas, o foco é a liberdade de locomoção, que é associada ao ir e vir, enfim, de deslocar-se, merecendo ênfase, para nós, a mobilidade urbana, reconhecida, no art. 144, § 10º da Constituição Federal.

II.I Caracterização do tema de estudo

Pensar em instrumentos urbanísticos é dispor sobre os meios legais para que o poder público possa intervir no espaço urbano; são ações legalmente previstas para que se estimule a construção do espaço público a partir de múltiplos olhares e mais

7 CARTA MUNDIAL DO DIREITO À CIDADE. Disponível em: <https://5cidade.files.wordpress.com/2008/04/carta_mundial_direito_cidade.pdf> Acesso 17/11/2020

8 Perego, Bruno Estéfan. **O conceito de smart cities aliado à mobilidade urbana**: contribuições e casos de sucesso no Brasil e no mundo (1) . (s/d)Edição do Kindle.

9 LEFBVRE, Henri. **O direito à cidade** [Tradução: Rubens Eduardo Frias]. São Paulo, Centauro, Editora, 2001, p. 134.

10 BRASIL. CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> acesso em 01/09/2020

11 SILVA, José Afonso da. **Comentário contextual à Constituição**. 4ª ed. São Paulo, Malheiros, 2007, p. 70.

participação, e, também, direcionar o espaço nas cidades¹². O Estatuto da Cidade, Lei 10.257/2001¹³ prevê em seu artigo 4º os seguintes instrumentos urbanísticos da política urbana nacional:

I – Planos nacionais, regionais e estaduais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social;

II – Planejamento das regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões;

III – Planejamento municipal (plano diretor; disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo; zoneamento ambiental; plano plurianual; diretrizes orçamentárias e orçamento anual; gestão orçamentária participativa; planos, programas e projetos setoriais; planos de desenvolvimento econômico e social)

IV – Institutos tributários e financeiros (imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana - IPTU; contribuição de melhoria; incentivos e benefícios fiscais e financeiros;)

V – Institutos jurídicos e políticos (desapropriação; servidão administrativa; limitações administrativas; tombamento de imóveis ou de mobiliário urbano; instituição de unidades de conservação; instituição de zonas especiais de interesse social; etc)

VI – Estudo prévio de impacto ambiental (EIA) e estudo prévio de impacto de vizinhança (EIV) (BRASIL, 2001)

No que diz respeito aos instrumentos urbanísticos, inspirado sob a perspectiva da mobilidade, é importante associar cidades mais

sustentáveis, englobando entre os inúmeros desdobramentos, acesso a “infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações” (art. 2º, inciso I), promovendo a “oferta de equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população e às características locais” (art. 2º, inciso V).

Detendo-se no Plano Diretor, enquanto um instrumento urbanístico, o qual não tem natureza só jurídica, mas, também, político-ordenatória da cidade, ele pode permitir a integração de políticas públicas as quais estejam associadas aos meios de transporte, acessibilidade, coordenação na projeção de implementação de infraestrutura urbana com aptidão para compatibilizar mobilidade, valorização do espaço público utilizado pelo cidadão, ordenação de obras edificações, projetos para a cidade etc.

Nesse contexto, trata-se um valioso instrumento para a ordenação do processo de urbanização de forma mais prospectiva, o que permite incluir as questões relacionadas à mobilidade. É que a mobilidade contribui para o desenvolvimento local, para que não exista uma ocupação aleatória do espaço urbano, auxilia na preservação ambiental, previne conflitos, além de impedir ou até mesmo rearranja o aspecto social espacial quando se refere às populações carentes¹⁴. Vale ressaltar que em seu artigo 41º, inciso V, o Estatuto da cidade dispõe sobre a obrigatoriedade do Plano Diretor em municípios de mais de 20 mil habitantes, e de plano de transporte integrado para cidade

12 FERREIRA, João Sette Whitaker. Alcances e limitações dos Instrumentos Urbanísticos na construção de cidades democráticas e socialmente justas. 2003. Disponível em: <https://cidadesparaquem.org/textos-academicos/2013/2/13/alcances-e-limitaes-dos-instrumentos-urbanisticos-na-construo-de-cidades-democrticas-e-socialmente-justas>. Acesso em 07/09/2020

13 BRASIL. ESTATUTO DA CIDADE. L. 10.257, de 10 de Julho de 2001. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm> acesso em 01/09/2020

14 FARIA, Regiane. **O Estatuto da Cidade e o Transporte Público Coletivo Como Instrumento para a Implementação da Mobilidade Urbana Sustentável**. [Dissertação de mestrado Administração Pública na Escola de Governo Paulo Neves de Carvalho da Fundação João Pinheiro]. 2010. Disponível em: <<http://tede.fjp.mg.gov.br/handle/tede/193>> acesso em 17/11/2020.

15 BRASIL. CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> acesso em 01/09/2020

16 FARIA, Regiane. **O Estatuto da Cidade e o Transporte Público Coletivo Como Instrumento para a Implementação da Mobilidade Urbana Sustentável.** [Dissertação de mestrado Administração Pública na Escola de Governo Paulo Neves de Carvalho da Fundação João Pinheiro]. 2010. Disponível em: <<http://tede.fjp.mg.gov.br/handle/tede/193>> acesso em 17/11/2020.

17 BRASIL. L. 12.587/2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm> acesso em 01/09/2020

18 CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. Texto para discussão. **IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.** Brasília, Rio de Janeiro, 2016, p. 17. [Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6637/1/td_2194.pdf> Acesso 17/11/2020].

19 CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. Texto para discussão. **IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.** Brasília, Rio de Janeiro, 2016, p. 17. [Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6637/1/td_2194.pdf>].

com população maior que 500 mil sendo este, disposto no § 2º, do dito artigo. Para se entender a relevância do Plano diretor, sua obrigatoriedade também vem prevista no art 182 da nossa Constituição Federal¹⁵.

Assim, tanto o plano diretor como o plano de transporte integrado devem se preocupar com mobilidade e acessibilidade, traduzindo as necessidades da população e características de cada município, conforme as peculiaridades econômicas, sociais, políticas e culturais da cidade.¹⁶

Sob a perspectiva legislativa, é preciso também destacar, quando se analisa a promoção da liberdade de locomoção no espaço urbano, a Política de Mobilidade Urbana¹⁷, instituída pela Lei 12.587/2012, a qual, no seu art. 4º, inciso II, delimita mobilidade urbana como a “condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano”.

Mais especificamente, quando se articula instrumentos urbanísticos com mobilidade e possível, também, incluir os novos desafios para que as cidades sejam mais sustentáveis, conforme os ensinamentos de Carlos Carvalho. Ele explica que desenvolvimento sustentável compreende três eixos, quais sejam, econômico, social e ambiental, e essa trilogia pode se estender para a mobilidade urbana¹⁸.

Assim, mobilidade urbana sob a perspectiva ambiental significa: tecnologias mais limpas do ponto de vista ambiental (emissões e ruídos); veículos e infraestrutura adequados ao ambiente da operação (áreas de preservação histórica ou ambiental); baixa intrusão visual; planejamento

urbano e transporte integrado. Sob a perspectiva econômica da mobilidade do sistema de transporte significa cobrir custos, balancear oferta e demanda; investir constantemente nas redes de transporte. Finalmente, sob a perspectiva social da sustentabilidade no contexto da mobilidade, se concretiza por meio de tarifas inclusivas (combate à imobilidade dos mais pobres), de atendimento às áreas mais carentes com custo compatível à renda desses usuários (serviços sociais), de equidade no uso do espaço urbano¹⁹, dentre outros aspectos. Tal contexto se articula com a Política Nacional de Mobilidade Urbana, conforme se depreende do art. 5º, ao elencar os seguintes princípios:

- I - acessibilidade universal;
- II - desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais;
- III - equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo;
- IV - eficiência, eficácia e efetividade na prestação dos serviços de transporte urbano;
- V - gestão democrática e controle social do planejamento e avaliação da Política Nacional de Mobilidade Urbana;
- VI - segurança nos deslocamentos das pessoas;
- VII - justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços;
- VIII - equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros;
- IX - eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana. (BRASIL 2012)

Acrescente-se, ademais, que a

Política Nacional de Mobilidade Urbana possui objetivos. Os objetivos, conforme Chinelli, Perlingeiro, na prática, “estabelecem obrigações para os municípios, no sentido de utilizar a mobilidade para a redução das desigualdades e promoção da inclusão social, para a promoção do acesso aos serviços básicos e equipamentos sociais, para a melhoria nas condições urbanas da população no que se refere à acessibilidade e à mobilidade, para a promoção do desenvolvimento sustentável com a mitigação dos custos ambientais e socioeconômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades, e para a utilização da gestão democrática como instrumento e garantia da construção contínua do aprimoramento da mobilidade urbana”²⁰. Ditos objetivos, constante da lei são:

- I - reduzir as desigualdades e promover a inclusão social;
- II - promover o acesso aos serviços básicos e equipamentos sociais;
- III - proporcionar melhoria nas condições urbanas da população no que se refere à acessibilidade e à mobilidade;
- IV - promover o desenvolvimento sustentável com a mitigação dos custos ambientais e socioeconômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades; e
- V - consolidar a gestão democrática como instrumento e garantia da construção contínua do aprimoramento da mobilidade urbana. (BRASIL 2012)

A Política de Mobilidade Urbana pode ser considerada um verdadeiro avanço no que diz respeito ao direito à cidade, pois possui um

quadro de normas que tendem a proporcionar o acesso à cidade a grupos sociais mais vulneráveis. O problema é que ela está carente de efetividade. É nessa rota, que os instrumentos urbanísticos podem ganhar destaque, por exemplo, por meio do Plano Diretor, enquanto um plano que demanda participação popular para sua construção e, por isso, a comunidade pode exigir que nele constem aspectos de mobilidade sob a perspectiva social, ambiental e econômica.

Ademais, vale destacar que, pensar em mobilidade urbana, corresponde a buscar assimilar, de forma prática, o Objetivo 11 de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030. No referido objetivo, relacionado às cidades e comunidades sustentáveis, destaca, dentre suas metas, proporcionar o acesso á sistemas de transportes seguros, acessíveis e sustentáveis, com especial atenção para os mais vulneráveis como crianças, pessoas com deficiência e idosos; transportes menos poluidores, e, por derradeiro, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis (11.7).

V. RESULTADOS

Espera-se que com esse trabalho, seja possível contribuir para reflexões sobre o conceito de mobilidade e a importância de se articular a situação existencial da pessoa e, assim, potencializar direitos humanos na prática. Não só. Espera-se com esse trabalho, subsidiar a importância de estudos mais transdisciplinares, pois a mobilidade envolve questões jurídicas, ambientais, sociais, econômicas, políticas. Desponta a importância de uma percepção crítica e global da mobilidade, a expandir

20 CHINELLI, Christine Kowal; PERLINGEIRO, Mayra Soares Pereira Lima [et al]. Mobilidade e acessibilidade. GUEDES, André Luis Azevedo; SOARES, Carlos Alberto Pereira; RODRIGUEZ, Martius Vicente Rodriguez y [Organizadores]. Smart cities: cidades inteligentes nas dimensões: planejamento, governança, mobilidade, educação e saúde. [Rede brasileira de cidades inteligentes; Universidade Federal Fluminense]. 2020: p. 128-134, em especial, p. 129.

a análise do jurista para que ele dialogue mais com a arquitetura, com as engenharias, com os temas, enfim, relacionados à cidade. Não bastam leis. É preciso coletar análises críticas para a compreensão dos desafios para a mobilidade urbana, a partir de outros ramos do saber e da ciência. Em suma, a compreensão das legislações existentes, embora indispensáveis, o interprete deve incorporar novos sentidos civilizatórios e transdisciplinares para que se construa uma mobilidade urbana que realmente seja sustentável.

CONCLUSÃO

Ressalte-se, primeiramente, que a Constituição Federal consagrou novas dimensões para o direito à cidade, a demandar um conjunto de Diretrizes previstas no Estatuto da Cidade. Só que ele deve estabelecer diálogos com novos contornos normativos. É o que ocorre, por exemplo, quando envolve mobilidade urbana. Nessa rota, ganha destaque os instrumentos urbanísticos. Os instrumentos urbanísticos incorporam novos valores e estimulam formatos de articulações que promovem novas roupagens jurídicas para a organização e rearranjos das cidades. Um desses instrumentos é o Plano Diretor. O Plano Diretor demanda a participação de todos porque a cidade é de todos. Assim, mobilidade é uma questão de interesse coletivo. Ainda, mobilidade estabelece estreita conexão de sentidos com o desenvolvimento sustentável das cidades, de maneira que ela deve assimilar valores ambientais, sociais e econômicos. E a roupagem jurídica para melhor construir uma cidade sustentável sob a perspectiva da mobilidade é destacar a importância dos instrumentos urbanísticos. Por

exemplo, o plano diretor necessita para sua eficácia jurídica, de uma participação democrática e representativa em sua elaboração, e nessa elaboração precisa incorporar os aspectos de mobilidade, afinal, mobilidade está associada à acessibilidade, inclusão, liberdade individual e garantia de cidadania.

AGRADECIMENTOS

Nós coautores, agradecemos, primeiramente, à PUC-Campinas, haja vista que ela estimula e proporciona todos os meios para avançarmos nas pesquisas; agradecemos, igualmente, ao BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento), que fomenta a pesquisa subsidiando a bolsa de pesquisa de IC, mas, acima de tudo, que permite a ciência viva em períodos tão difíceis; e também aos organizadores desse Evento denominado 1º Simpósio Brasileiro Cidades + Resilientes. A coautora destaca também o agradecimento ao seu orientador de IC, Professor Doutor Cláudio José Franzolin, também coautor nesse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSEMBLEIA GERAL DA ONU. **Declaração Universal dos Direitos humanos**. Paris, 10 de dezembro de 1948. Disponível em: <https://declaracao1948.com.br/declaracao-universal/declaracao-direitos-humanos/?gclid=CjwKCAjwqML6BRAHEiwAdquMnW-JHG4AkV5EiPx35EnKhU_B_76sRV8Q22yL9FpDIwjiZhoC7JcQAvD_BwE> acesso em 03/09/2020

BRASIL. CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>

acesso em 01/09/2020

BRASIL. L. 10.257, DE 10 DE JULHO DE 2001. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm> acesso em 01/09/2020

BRASIL. L. 12.587, DE 3 DE JANEIRO DE 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm> acesso em 01/09/2020.

CARTA MUNDIAL DO DIREITO À CIDADE. Disponível em: <https://5cidade.files.wordpress.com/2008/04/carta_mundial_direito_cidade.pdf> Acesso em 17/11/2020

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. Texto para discussão. **IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Brasília, Rio de Janeiro, 2016, p. 17. [Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6637/1/td_2194.pdf].

CHINELLI, Christine Kowal; PERLINGEIRO, Mayra Soares Pereira Lima [et al]. Mobilidade e acessibilidade. GUEDES, André Luis Azevedo; SOARES, Carlos Alberto Pereira; RODRIGUEZ, Martius Vicente Rodriguez y [Organizadores]. **Smart cities: cidades inteligentes nas dimensões: planejamento, governança, mobilidade, educação e saúde**. [Rede brasileira de cidades inteligentes; Universidade Federal Fluminense]. 2020: p. 128-134, em especial, p. 129.

FARIA, Regiane. **O Estatuto da Cidade e o Transporte Público Coletivo Como Instrumento para a Implementação da Mobilidade Urbana Sustentável**. [Dissertação

de mestrado Administração Pública na Escola de Governo Paulo Neves de Carvalho da Fundação João Pinheiro]. 2010. Disponível em: <<http://tede.fjp.mg.gov.br/handle/tede/193>> acesso em 17/11/2020.

FERREIRA, João Sette Whitaker. **"Alcances e limitações dos Instrumentos Urbanísticos na construção de cidades democráticas e socialmente justas"**. 2003. Disponível em: <<https://cidadesparaquem.org/textos-academicos/2013/2/13/alcances-e-limitacoes-dos-instrumentos-urbanisticos-na-construcao-de-cidades-democraticas-e-socialmente-justas>> acesso em 07/09/2020

JONES, T. [et al]. **Brasil/Reino Unido Mobilidade Urbana Saudável: Resumo dos principais resultados e recomendações**. 2019. Universidade de Brasília. Disponível em: <<https://d1qmdf3vop2l07.cloudfront.net/still-lagoon.cloudvent.net/hash-store/2992f48431e5ec068a80b99b3cc3c2.pdf>> acesso em 31/08/2019

LEFBVRE, Henri. **O direito à cidade** [Tradução: Rubens Eduardo Frias]. São Paulo, Centauro, Editora, 2001.

PEREGO, Bruno Stéfan. **O conceito de smart cities aliado à mobilidade urbana: Contribuições e Casos de Sucesso no Brasil e no Mundo**, s/d.

SACHS, Jeffrey D. **A era do desenvolvimento sustentável** [Trad. Jaime Araújo; Revisão: Pedro Elói Duarte]. Lisboa, Conjuntura Actual Editora, 2017, p. 12.

SILVA, José Afonso da. **Comentário contextual à Constituição**. 4ª ed. São Paulo, Malheiros, 2007.

UNITED NATIONS. **Goal 11: Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable.** 2020. Disponível em: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>> Acesso em 21/08/2020

UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION. **World Urbanization Prospects 2018: Highlights** (ST/ESA/SER.A/421). 2019. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf>>

A Importância do Instrumento Jurídico de Zona Especial de Interesse Social e das Habitações de Interesse Social para a concretização da função Social da propriedade privada urbana: uma análise a partir da ocupação do Parque Oziel na cidade de Campinas

The Importance of Legal Instruments of a Special Social Interest Area and Social Interest Housing for the Realization of the Social Function of Urban Private Property: An Analysis from the Occupation of Parque Oziel in the city of Campinas

La relevancia de los instrumentos legales de Zonas Especial de Interés Social y de Alojamiento de Interés Social para la Realización de la Función Social de la Propiedad Urbana Privada: Un Análisis desde la Ocupación del Parque Oziel en la ciudad de Campinas.

Caio Mendonça Lari Nóbrega

Graduando, PUC-Campinas, Brasil.

caiomln4@gmail.com

Claudio José Franzolin

Professor Doutor, PPGD, PUC-Campinas, Brasil

claudiofranzolin@puc-campinas.edu.br

RESUMO

A Constituição Federal eleva como direito fundamental a propriedade privada, mas, também, que ela seja exercida em sintonia com a função social. Tal compreensão ressoa na propriedade urbana, em favor da cidade, o que significa afirmar que ela deve corresponder com várias Diretrizes elencadas no Estatuto da Cidade (L. 10.257/2001). Um aspecto a considerar é que as cidades passam a se destacar como centros de desenvolvimento econômico e também a concentrar desafios, tais quais, direito de moradia e a necessária expansão para a população do acesso aos serviços e equipamentos públicos, e não apenas para, apenas, uma parte dela. Nessa rota, destaca-se a importância de efetivar instrumento jurídico denominado Zona Especial de Interesse Social e das Habitações de Interesse Social para a implantação de políticas públicas voltadas a efetivar o direito social fundamental de acesso à moradia, mas, sem desconsiderar a participação da coletividade. Nesse aspecto, destacamos o Parque Oziel, enquanto uma situação de mobilização e organização quanto à participação social para alçar o direito de moradia. Assim, o foco é analisar o instrumento urbanístico em destaque e a sua importância quando envolve o direito fundamental de moradia nos centros urbanos. Para tanto o método será o dedutivo e a abordagem do tema será realizada sob a perspectiva do direito civil constitucional. **PALAVRAS-CHAVE:** Zona Especial de Interesse Social e das habitações de Interesse Social. Direitos humanos. Direito urbanístico.

ABSTRACT

The Federal Constitution elevates private property as a fundamental right, but its the social function too. To study the connexion between the urban property and property urban which means that it must focus in the Directives listed in the City Statute (L. 10.257 / 2001). One of the aspect about the this research that the cities is the centers of economic development and also to concentrate challenges, such as housing rights and the expansion for the entire population, access to public services and facilities, and not just for just a part of it. In this sense, the importance of implementing a legal instrument called the "Special Zone of Social Interest" and Social Interest Housing" is highlighted for the implementation of public policies aimed at implementing the fundamental social right of access to housing, but the public policies also involves the participation of the community for them to be implemented. To the contexto we describe an especific situation that is Parque Oziel until. Its an organization and as a demand for social participation to raise the right to housing. Thus, the focus is to analyze this urbanistic instrument and the need to realize the fundamental right to housing in urban centers. Therefore, the method will be deductive and the theme will be approached from the perspective more sensible to the constitutional principles.

KEYWORDS: Special Zone of Social Interest and Social Interest Housing. Human rights. Urban law

RESUMEN

La Constitución Federal eleva la propiedad privada como un derecho fundamental, pero también que se ejerza en consonancia con la función social. Ese entendimiento resuena en la propiedad urbana, a favor de la ciudad, lo que significa que debe corresponder con varias Directivas enumeradas en el Estatuto de la Ciudad (L. 10.257 / 2001). Un aspecto a considerar es que las ciudades empezar a destacarse como centros de desarrollo económico y también a concentrar desafíos, como el derecho a la vivienda y la expansión para toda la población,

el acceso a servicios e instalaciones públicas, y no solo para solo una parte de ella. En esta ruta, se destaca la importancia de implementar un instrumento legal denominado Área Especial de Interés Social y Vivienda de Interés Social para la implementación de políticas públicas orientadas a implementar el derecho social fundamental de acceso a la vivienda, pero sin dejar de lado que las políticas públicas también involucran la participación de la comunidad para su implementación. En este sentido, destacamos Parque Oziel hasta su organización y como una demanda de participación social para plantear el derecho a la vivienda. Por tanto, el foco es analizar este instrumento urbanístico y la necesidad de realizar el derecho fundamental a la vivienda en los centros urbanos. Por tanto, el método será deductivo y el tema se abordará desde la perspectiva del derecho civil constitucional.

PALABRAS CLAVE: Zona Especial de Interés Social y Vivienda de Interés Social. Derechos humanos. Derecho urbanístico.

1 LOUREIRO, Francisco Eduardo. **A propriedade como relação jurídica complexa**. Rio de Janeiro, 2003, p.9. Ademais, Ressalte-se, apenas que, mesmo Locke, árduo defensor da soberania da propriedade privada, no texto supracitado não argumentava em favor de um uso indiscriminado da propriedade privada, apontando sempre o valor da produção nas terras em que se é dono. (LOCKE, John. **Segundo Tratado sobre o Governo Civil**. Ob cit. p.94)

2 Conforme BONAVIDES, Paulo. **Do Estado liberal ao Estado social**. 9ª ed. São Paulo: Malheiros, 2009, p. 62.

3 BARROSO, Luis Roberto. **Curso de direito constitucional**: os conceitos fundamentais e a construção do novo modelo. 9ª ed. São Paulo, Saraiva, 2020, p.99.

4 BARROSO, Luis Roberto. **Curso de direito constitucional**. Ob. cit. p. 99.

5 BARROSO, Luis Roberto. **Curso de direito constitucional**. Ob. cit. p. 99.

6 BARROSO, Luis Roberto. **Curso de direito constitucional**. Ob. cit. p. 100.

7 FACHIN, Luiz Edson. **Teoria crítica do direito civil**: a luz do novo código civil brasileiro. 2ª Ed. Rio de Janeiro, Renovar, 2003, p. 78.

1. INTRODUÇÃO

Num primeiro momento, a propriedade se justificava como poder que o titular tinha sobre ela, como por exemplo, razões divinas; depois, a partir do século XVIII, ela ganhou inspiração liberal¹, ou seja, a propriedade privada passou a ser expressão máxima do poder do titular sobre a coisa para atender exclusivamente seus interesses privados. O que ocorreu é que, com a ascensão do Estado Social, este se fortalece e passa assumir novas funções e se preocupar com a promoção de direitos sociais e a assunção de deveres para promover vida digna aos cidadãos, como educação, moradia, proteção da infância, saúde dentre outros. Revelam-se também, as contradições entre a igualdade política e formal e, também a desigualdade social².

No contexto contemporâneo destaca-se o Estado Constitucional, "caracterizado pela passagem da Constituição para o centro do sistema jurídico"³, ou seja, significa afirmar que a Constituição "desfruta não apenas uma supremacia formal que sempre teve, mas, também, de uma supremacia material axiológica"⁴. Quer dizer, essa constitucionalização revela novos contornos, pois, coloca os valores constitucionais no eixo central da interpretação jurídica, fortalecendo uma hermenêutica,

conforme Barroso⁵, fundada na: *i.* normatividade dos princípios; *ii.* abertura do sistema; *iii.* argumentação mais afinada à sensibilidade aos variados interesses, muitas vezes, envolvendo valores e princípios, ou seja, supera-se a era da subsunção de incidência da norma ao fato, apenas. Em suma, há um pluralismo axiológico com distintos interesses que interagem e com multifacetados direitos que promovem o livre desenvolvimento da personalidade.

Sublinhe-se, portanto, que o Estado, mais do que conduzir políticas públicas, deve também promover direitos fundamentais⁶. Significa, por exemplo, que, a propriedade privada também estabelece conexão com a função⁷ para realização de direitos fundamentais, à medida que, ao titular dela, deve-se assegurar bens essenciais (por exemplo, financiamento habitacional para aquisição da casa própria; suspensão da cobrança das parcelas de financiamento em tempos de pandemia dentre outras situações), bem de família, proteção patrimonial visando o mínimo existencial. Ademais, propriedade privada também pode ser estudada em consonância com certos aspectos relacionados ao direito de moradia.

E nessa rota fixamos o estudo da propriedade privada urbana e

direito de moradia e a interface com instrumentos urbanísticos, no caso, aqui, neste estudo, o Plano Diretor e a Zona Especial de interesse social.

Ou seja, estudar ditos instrumentos demandam novos parâmetros hermenêuticos de maneira que sociedade, mercado e poder público articulem posturas mais cooperativas para a: *i.* novos deveres ao titular da propriedade privada; *ii.* a funcionalização da propriedade privada e novos interesses como, moradia, meio ambiente, bens comuns etc.

Detendo-se sob a perspectiva funcional, basta analisar os arts. 182, 185, além dos artigos 183, 186 e 191 (sobre imóvel rural), bem como art. 5º, XXVI, todos da Constituição Federal (CF/88); ainda, há a propriedade privada urbana a qual deve se alinhar aos fundamentos constitucionais, em especial, a dignidade da pessoa humana e livre iniciativa, aos objetivos da Carta Magna, quais sejam, uma sociedade livre, justa e solidária, o desenvolvimento nacional e erradicação da pobreza e da marginalização e, também, a redução das desigualdades sociais e regionais (art. 3, I, II e III, da CF/88).

Ademais, a propriedade urbana deve estar articulada com direitos sociais, como direito à moradia, ao transporte, ao lazer (art. 6º, da CF/88); há também, a importância da União para instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos (arr. 20, XX, da CF/88).

A partir desses aspectos, embora todos esses direitos estejam

interconexos, o foco, nesse trabalho, é o direito à moradia. O direito de moradia é um bem irrenunciável, é um direito humano⁸, um direito de personalidade, com proteção constitucional e civil, enfim, o bem jurídico “moradia” é inerente à pessoa e independe do objeto físico; é um direito inerente a todo ser humano e, por isso, deve se efetivar no contexto urbano. É o que se vê, por exemplo, nos instrumentos urbanísticos, como a concessão de uso (art. 183, §1º, CF/88; art. 4º, IV, h, da L. 10.257/2001, EC); e ainda, há a L. 11.977/2009 (L. Minha Casa Minha Vida - MCMV). De forma especial, esta última lei trouxe a regularização fundiária (art. 46), os assentamentos irregulares (art. 47, VI), a regularização fundiária de Interesse social (art 47, VII). Reconhece-se, porém, a importância de o administrador público municipal manejar os instrumentos urbanísticos para a efetividade do direito de moradia.

Sob a perspectiva histórica, vale mencionar a situação quando, *em meados dos anos 80, na cidade de Recife, houve um alto déficit habitacional, em que pese, ainda em 2019, o déficit é 71 mil moradias*⁹. *Retomando, surgiria na referida cidade, as chamadas Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), áreas essas de natureza urbana e voltadas para a população mais pobre; ditas áreas foram instituídas por meio de lei municipal*¹⁰. Tal proposta de ZEIS, pensada e aplicada desde os anos 80 na cidade pernambucana, foi incorporada ao Estatuto da Cidade art. 4º, V, f, da L. 10.257/2001-EC); depois, na Lei 11.977/2009 e, mais recentemente, na Lei 13.465/2017.

Um dos objetivos principais da ZEIS é a promoção de habitações

8 “Artigo 22 - Direito de circulação e de residência: 1. Toda pessoa que se encontre legalmente no território de um Estado tem o direito de nele livremente circular e de nele residir, em conformidade com as disposições legais; (...)”> (CIDH. **Convenção Americana de Direitos Humanos**. Pacto de San José da Costa Rica. Disponível em: < <http://www.oas.org/pt/cidh/mandato/Basicos/convencion.pdf> > Acesso 20 de novembro 2020.

9 *Déficit habitacional no Recife chega a 71 mil moradias*. **Radio Jornal Pernambuco**. Recife, 23 de set. de 2019. Disponível em <<https://radiojornal.ne10.uol.com.br/noticia/2019/09/23/deficit-habitacional-no-recife-chega-a-71-mil-moradias-176663>>

10 BRASIL. **Lei 13.465/2017**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/lei/l13465.htm > Acesso 19 de novembro 2020.

de interesse social (HIS)¹¹, ou seja, habitação para pessoas de baixa renda e assim, evitar gentrificação e periferização.

Particularmente em Campinas, a questão do direito de moradia também houve situação de debate. No ano de 1997, surge uma mobilização popular, liderada por Gentil Ribeiro, para a ocupação de uma área de cerca de 1.500.000 m² - atual Parque Oziel - da cidade de Campina/São Paulo. A motivação de tal mobilização foi desencadeada a partir da situação de desemprego e da conseqüente perda de possibilidade de pagamento de alugueis dentro da área urbana campineira. Dita ocupação revelaria a iniciativa popular na busca pela efetivação de direitos, ante a inércia de quase 30 anos do Poder Público no provimento de moradia digna para essa parcela da população.

Tendo em vista esse caso, deve-se pensar em formas para o município promover, de fato, a efetivação constitucional acerca da moradia para todos. Defende-se que as Zonas Especiais de Interesse Social se revelam como um instrumento político-jurídico para concretizar o tal direito de moradia sempre tendo em vista o compromisso, não só com a função social da propriedade urbana mas também com a melhor ordenação do solo urbano.

Na verdade, a utilização dos instrumentos urbanísticos deve ter em mira que direito à moradia é direito fundamental, enquanto um direito inerente a cada ser humano. O caso do Parque Oziel se apresenta como um embate que poderia ter sido evitado, se já dispusesse o Município de Campinas, de políticas públicas para efetivar direito de moradia, já naquela época. Talvez,

se na ordenação do território urbano já houvesse a construção de políticas públicas por meio de instrumentos urbanísticos, com a efetiva participação popular, os instrumentos urbanísticos já teriam sido aperfeiçoados de forma mais eficiente. Mas ainda, hoje, moradia é um direito e um desafio à sua efetivação no espaço urbano.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Apresentar, em breve contexto, conceito de Zonas Especiais de Interesse Social, juntamente com as Habitações de Interesse Social, e sua relevância na ideia moderna de cidade.
- Delimitar conceitualmente a função social da propriedade.

Objetivo Específico

- Definir direito à propriedade privada Urbana à luz do Estatuto da Cidade.
- Analisar, sob a perspectiva da moradia, a participação popular na efetivação desse direito para a criação de uma cidade inteligente e mais inclusiva, tendo em vista o caso do Parque Oziel.

1. METODOLOGIA

O método utilizado será o dedutivo. A partir de então, busca-se compreender o conceito moderno de propriedade privada urbana sob a perspectiva de como ela se articula com o direito de moradia e a função social, termo este consignado no art. 5º, XXXIII, da CF/88 e no art. 1.228, do Código Civil, expressão essa dotada de vagueza semântica, o que exige do intérprete um esforço de constante atualização e atividade hermenêutica. Concorre

11 Guiapararegulamentação e implementação de Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS em Vazios Urbanos. Brasília [Ministério das Cidades]. 2009.

nesse sentido, o conceito de uso funcional da propriedade urbana e as Zonas Especiais de Interesse Social. Focado no contexto da Zona Especial de Interesse social, é possível uma releitura da doutrina sob a perspectiva do direito civil constitucional, pois direito de moradia é direito humano e direito fundamental social, conforme art. 7, VI; está também associado ao domicílio de alguém e ao direito de habitação.

Contextualiza-se ainda, a importância da política pública com participação popular. Por isso, numa perspectiva empírica, aponta-se, na cidade de Campinas entre os anos de 1996 e 1997, o caso da busca por moradia que mais tarde seria Parque Oziel. Uma mobilização popular desencadeada para se efetivar o direito à moradia ante a inércia do poder público. Tal contexto pode servir para subsidiar a preocupação com cidades mais inclusivas e, assim, criar espaços urbanos de caráter menos segregacionistas e comunitariamente saudável.

CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Essencialmente, a pesquisa se fixa em direção do direito à cidade tendo como foco a interconexão com o direito à moradia sob a perspectiva do instrumento urbanístico. "O direito à cidade se afirma como exigência"¹² e, nesse contexto, apontam-se as questões relacionadas à moradia.

Moradia, conforme Nalini, representa o "teto"; o "teto" é "imprescindível à garantia da maior parte de todos os demais direitos"¹³. É só pensar no domicílio, na habitação, enfim, um direito inalienável, imprescritível, extrapatrimonial, direito inerente à pessoa.

Voltando a frase de Lefebvre, de nada adianta que a moradia (art. 6º, *caput*, CF/88) seja garantida às pessoas se o conjunto complexo de direitos o qual emana da cidade forem ignorados (como a mobilidade, a saúde, a segurança, saneamento, transporte público etc).

Analisar de forma crítica e analítica a relação entre propriedade privada urbana e função social da propriedade perpassa, necessariamente, na preocupação acerca da efetividade do instrumento jurídico Zonas Especiais de Interesse Social e Habitações.

Entende-se Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) como aquelas zonas que estão fixadas a partir do ângulo competencial dos municípios, por meio de regras especiais de uso e de ocupação do solo em áreas destinadas para população de baixa renda¹⁴. Conforme o Ministério da Cidade¹⁵, o compromisso desse instrumento jurídico-urbanístico alinha-se aos ditames de direito à moradia, ou seja, utilizando o solo da cidade aos interesses sociais e funcionalizando a propriedade privada urbana.

Delimitado dito instrumento urbanístico, ele dá mais relevância para propriedade privada urbana no contexto contemporânea. Quando se reconhece que o direito de propriedade como direito de usar e gozar da propriedade¹⁶, por outro, dito direito deve ser analisado à luz de outro disposto constitucional, o art. 170, *caput* e II, apontando, expressamente, o compromisso com sua função social.

A funcionalidade da propriedade privada urbana é mais nítida, a medida que se analisa o Estatuto da Cidade. Longe de deslegitimar

12 LEFEBVRE, Henri. **Direito à Cidade**. Trad. Rubens Eduardo Frias, São Paulo. 5ª ed. Centauro Editora, 2008, p 117.

13 NALINI, José Renato. **Direitos que a cidade esqueceu**. São Paulo, Revista dos Tribunais, 2011, p. 38.

14 CRUZ, Anna Cristina de Moura. **Análise dos parâmetros urbanísticos para regulamentação das zonas especiais de interesse social**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil)-Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

15 MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Guia para regulamentação e implementação de zonas especiais de interesse social – ZEIS em Vazios Urbanos**. Brasília: 2009, p. 17.

16 NERY JR., Nelson; ABOUD, Georges. **Direito Constitucional Brasileiro**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2017, p. 298.

17 FENSTERSEIFER, Tiago. **A Função Social como Elemento constitutivo do núcleo normativo-axiológico do direito de (à) propriedade – uma leitura comprometida com a realidade social brasileira.** Curitiba, 2005, p. 13-14.

18 GASPERIN, Sabine Tams. Segurança da posse: elemento essencial à efetivação plena do direito fundamental à moradia. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, v. 9, n. 1: 1-20 (2014).

19 “Los asentamientos irregulares son aglomeraciones y regímenes de vivienda que surgen de manera espontánea y no planificada, están autogestionados y se establecen por iniciativa de los pobres urbanos. En general se caracterizan por la precariedad de la infraestructura y las condiciones de alojamiento. El término asentamiento irregular se usa cada vez más, aunque también se emplean otros términos como “barrios de

chabolas”, “tugurios”, “pueblos jóvenes”, “villas miseria” y “favelas”, entre otros. 30. La categoría de asentamientos irregulares comprende varias categorías con diversos grados de reconocimiento oficial o, dicho de otro modo, con un estatuto de tenencia “ambiguo” o “híbrido”, por ejemplo el uso o la ocupación regularizados o no regularizados de tierras y/o viviendas, en terrenos públicos, privados o consuetudinarios, subdivisiones no autorizadas de tierras o viviendas de propiedad legal y diversas formas de acuerdos de alquiler, legalizados o no de algún modo” (NAÇÕES UNIDAS. Consejo de derechos humanos. Informe de la Relatora Especial sobre una vivienda adecuada como elemento integrante del derecho a un nivel de vida adecuado y sobre el derecho de no discriminación a este respecto (Dez/2012), p. 8 [Disponível em: https://www.ohchr.org/Documents/HRBodies/HRCouncil/RegularSession/Session22/A.HRC.22.46_sp.pdf > Acesso 21 de novembro 2020)

20 GASPERIN, Sabine Tams. **Segurança da posse: elemento essencial à efetivação plena do direito fundamental à moradia.** Ob cit. p. 1

a posse de uma propriedade privada urbana, o que é garantido constitucionalmente a todos os cidadãos (art. 5º, *caput*, CF/88), a legislação referida aponta como fator essencial e determinante para o uso da propriedade a contribuição para justiça e interesse social (art. 1º, parágrafo único e art. 2º, XVI). Em suma, conforme Fensterseifer, a função social é elemento constitutivo do conceito jurídico de propriedade. Isto é, “importa dizer que a função social não é um elemento externo, um mero adereço do direito de propriedade, mas elemento interno sem o qual não se perfectibiliza o suporte fático do direito de propriedade”¹⁷

Dessa forma, atualmente não faz sentido dissertar sobre propriedade privada dissociada de sua função social. Propositamente abstrato e genérico para uma maior liberdade interpretativa e utilitária, a função social (art. 5º, XXIII e 170, III, CF/88) impõe ao proprietário, o dever de utilizar o solo de maneira a compatibilizar seus interesses, mas, também, exercê-lo em sintonia aos outros valores dignos de tutela. É só pensarmos no patrimônio histórico e cultural, na água, nas florestas urbanas. Mas não só. Articular moradia, instrumento urbanístico e função social da propriedade é também proporcionar uma roupagem jurídica para superar assentamentos informais, enquanto “fruto da negligência do Estado que, muitas vezes, se omiti em planejar e instituir políticas públicas de produção de habitação para baixa renda”¹⁸, afinal, “as populações dos assentamentos informais¹⁹ padecem com a fragilidade da moradia irregular e/ou clandestina”²⁰.

Sem dúvida, essa concepção é

21 COMPARATO, Fabio Konder. **A Afirmação Histórica dos Direitos Humanos**. 6ª Ed. Saraiva, 2008, p. 75.

22 GOMES, Orlando. **Ensaio de Direito Civil e Direito do Trabalho**. Rio de Janeiro: Aide, 1986.

23 ANDRADE, Diogo de Calasans Melo. **O Princípio da Função Social da Propriedade Urbana**. São Cristóvão, Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Sergipe, 2013, passim 70-74.

24 “Aunque la descripción completa de la magnitud de ‘la seguridad de la tenencia’, como se reconoce en el marco del derecho internacional de los derechos humanos, presenta diversos desafíos que todavía no se han resuelto adecuadamente, la Relatora Especial subraya que la seguridad de la tenencia debe entenderse como un concepto que engloba, como mínimo: a) la protección jurídica contra el desalojo forzoso,

el hostigamiento y otras amenazas; b) el reconocimiento jurídico por las autoridades, pero también por los agentes privados, del derecho a vivir en un lugar seguro en condiciones de paz y dignidad; ese reconocimiento comprende el apoyo de las autoridades y un acceso equitativo a todos los servicios públicos y la disponibilidad de estos; c) la justiciabilidad; o, dicho de otro modo, la capacidad de exigir por la vía legal la seguridad de la tenencia; para que ese criterio sea verdaderamente efectivo puede ser necesario prestar asistencia jurídica con miras a facilitar el acceso a medidas de recurso eficaces; y d) cualquier otro aspecto que se requiera como medida susceptible de facilitar el disfrute de otros aspectos del derecho a una vivienda adecuada en pie de igualdad con el resto de los ciudadanos” (NAÇÕES UNIDAS. Consejo de derechos humanos. Ob cit. p. 17)

25 ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Agenda Habitat II. ONU, 1996. p. 34

plenamente coerente, aqui podendo citar a ideia de Comparato ao definir função social como um “poder-dever ao proprietário sancionável pela ordem pública”²¹, ou, ainda, conforme Orlando Gomes, quando aponta que função social da propriedade é a “idoneidade de atingir e obter fins sociais”²².

Já, Diogo de Calasans Melo, associa direito e função, ou seja “direito-função”; significa afirmar que o direito do proprietário de atender aos seus interesses exclusivos, pode também, esbarrar em determinado contexto, aos fins coletivos e sociais²³.

Considerando esses desdobramentos da função social da propriedade urbana, quando articulados com os apontamentos sobre as ZEIS e o direito à cidade, faz-se necessária uma breve menção ao direito de moradia. Dito direito é um direito humano. Nessa rota, a Relatoria Especial da ONU definiu o conceito de “moradia adequada”²⁴, entendendo essa como um local privado que esteja num contexto de infraestrutura, serviços públicos, segurança jurídica, estabilidade estrutural, qualidade ambiental, saúde, além de outros fatores.

Resumindo, “Moradia adequada significa mais do que ter um teto sobre suas cabeças”²⁵.

Nesse sentido, é importante, portanto, trazer algumas reflexões, ainda que breves, do caso do Parque Oziel como um exemplo, da importância da funcionalidade social e das ZEIS e HIS no contexto urbano contemporâneo.

Resumidamente, a ocupação do atual Parque Oziel ocorreu por conta da construção das Rodovias Santos

Dumont e Anhanguera, nos anos 50, pelo governo do Estado de São Paulo que desapropriou uma área chamada "fazendo Taubaté" que amalgamava diversas residências familiares. Essas pessoas foram pessimamente realocadas num local sem as menores condições estruturais, de infraestrutura precária e com baixo aproveitamento das terras disponibilizadas²⁶.

Por conta desse descaso municipal, as famílias lá presente, lideradas por Gentil Ribeiro, ocuparam uma grande área na periferia de Campinas, entre os anos de 1996 e 1997, na qual os proprietários estavam há anos em dívidas com o fisco²⁷

Nessa rota, percebe-se que tal ocupação, a despeito da importância do movimento em questão em direção da busca pelo direito à moradia, representa a realidade de milhares famílias ao redor do Brasil. Hoje, há o instrumento urbanístico ZEIS e as HIS para efetivar o direito de moradia. A regularização, de fato, do Parque Oziel ocorreu apenas no ano de 2004, através do Decreto nº 14.918/2004.

Em suma, é preciso pensarmos em rearranjos urbanos, levando em conta a importância de se estabelecer direito de moradia, porém, alinhado às realidades de cada área, mas, acima de tudo, promovendo segurança jurídica. Nessa rota, demanda do administrador e do legislador, fornecerem mecanismos jurídicos, técnicos e também apoio para aperfeiçoamento quanto à regularização das áreas e assentamentos regulares de forma plena e segura.

Como aponta Anthony Ling, apenas quando se regulariza, num primeiro

momento, áreas é que se inicia a diminuição de barreiras para, a partir daí, prossegue, a "evolução gradual da qualidade de moradia"²⁸, pois, arremata, "exigir construção de vagas de garagem, recuo de ajardinamento, telhados verdes ou limites de adensamento não fará com que as nossas favelas milagrosamente se tornem a Suíça"²⁹.

2. RESULTADOS

Apresentado o conceito de função social de propriedade urbana na presente pesquisa, e compreendido o instrumento jurídico urbanístico, revela como há mecanismos os quais podem contribuir para que as cidades sejam mais inclusivas e também mais aparelhadas para que ela seja mais sensível à promoção dos valores da pessoa humana.

O resultado principal é apresentar a necessidade, cada vez mais, cooperativa e compartilhada entre poder público, sociedade e iniciativa privada, alinhados para que o direito de moradia se efetive, mas, ainda, prescindem desafios. Apresentamos como exemplo o Parque Oziel, a partir de dados e informações colhidas sob uma perspectiva abstrata, coletadas no site do dito local. Mas, é importante destacar como essas áreas especiais podem ser utilizadas para atenderem a promoção do direito humano de moradia. Tal resultado, permite, ainda, subsidiar a importância de se considerar como subsídio teórico para cidades mais sustentáveis sob a perspectiva social.

CONCLUSÃO

A partir do exposto, mostra-se absolutamente crucial o diálogo entre os ramos do Direito em busca

26 RIBEIRO, Claudia Maria Lima. ***Ou é casa ou é nada: um estudo sobre a lógica de ocupação dos espaços construídos à margem da legislação de Campinas.*** Dissertação de mestrado em urbanismo, FAU, PUC CAMPINAS. 2006. P. 70-71.

27 MENEGAÇO, Rúbia; SILVA, José Paulo Mendes da; THEWES, Thomas; UNVERZAGT, Andreas.

Parque Oziel – A História de uma Ocupação. História, Instituições, Pessoas. Mimeo, Campinas – SP, 2005. p. 9.

28 LING, Anthony. **O que são cidades inteligentes dentro da realidade brasileira?** Caos Planejado, 2020. Disponível em <<https://caosplanejado.com/como-pensar-as-smart-cities-dentro-da-realidade-brasileira/>>.

29 LING, Anthony. **O que são cidades inteligentes dentro da realidade brasileira?** Caos Planejado. Ob cit.

de uma normatização mais precisa e coligada, respeitando a autonomia dos indivíduos e de suas respectivas propriedades, sem deixar de observar criticamente o uso dessa terra para que a garantia do direito à moradia não fique exclusivamente exposta em legislações na Carta Magna brasileira, mas consiga ser imposta dentro da realidade nacional.

Nessa rota, o presente trabalho buscou apresentar um (as ZEIS) de vários instrumentos jurídico-administrativos para a efetivação da função social e consolidação dos direitos mínimos de todo cidadão em território brasileiro.

Porém, igualmente, a partir da análise da ocupação do Parque Oziel, a pesquisa percebeu uma demora demasiada do poder público na aplicação de tais instrumentos jurídicos, o que impossibilitou por diversos anos o exercício do direito à moradia de uma relevante parcela social da cidade de Campinas.

Dessa forma, observa-se como extremamente necessária a intervenção da sociedade, por meio de mobilizações populares, na busca pela efetivação de suas garantias constitucionais.

Além disso, o presente trabalho apresentou um raciocínio claro de que, ao invés de mobilizações populares nesse sentido proporcionarem desordem no município, elas na realidade estabelecem uma forma de busca por uma cidade inteligente e sustentável, uma vez que o objetivo dessa participação popular é a utilização funcional do solo, fator determinante para a construção de uma cidade moderna e inteligente.

Finalizando, o presente projeto

espera não somente esclarecer conceituações por vezes problemáticas, como da função social ou mesmo da propriedade privada, mas apresentar formas e exemplos objetivos para a efetivação de direitos e garantias fundamentais na busca por uma cidade inteligente, sustentável e menos segregada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, a Pontifícia Universidade Católica de Campinas, pelo apoio à pesquisa ao ser selecionado para desenvolver Iniciação Científica sob a orientação do Prof. Cláudio José Franzolin, que é também coautor nesse trabalho científico; agradecemos, também, ao Banco Interamericano de Desenvolvimento por fomentar pesquisas envolvendo a preocupação com cidades mais sustentáveis e inclusivas e ao proporcionar bolsa de Iniciação Científica.

Agradecemos também à UFSCar, que, ao promover o Simpósio Cidades + Resilientes, permitiu que o presente trabalho fosse selecionado para integrar a obra coletiva comemorativa, denominada "Engenharia Urbana em Debate".

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Diogo de Calasans Melo. **O Princípio da Função Social da Propriedade Urbana**. São Cristóvão, Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Sergipe, 2013.

BARROSO, Luis Roberto. **Curso de direito constitucional**: os conceitos fundamentais e a construção do novo modelo. 9ª ed. São Paulo, Saraiva, 2020.

- BONAVIDES, Paulo. **Do Estado liberal ao Estado social**. 9ª ed. São Paulo: Malheiros, 2009.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso em 20 de novembro de 2020.
- BRASIL. Lei 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade**. Brasília, DF: Senado Federal. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em 20 de novembro de 2020.
- BRASIL. **Lei 13.465**, de 6 de setembro de 2017. Brasília, DF: Senado Federal. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/lei/l13465.htm> . Acesso em 20 de novembro de 2020.
- CARVALHO, Francisco José. **Teoria da Função Social do Direito**. Curitiba: Juruá, 2011.
- CIDH. **Convenção Americana de Direitos Humanos**. Pacto de San José da Costa Rica. Disponível em: <<http://www.oas.org/pt/cidh/mandato/Basicos/convencion.pdf>> Acesso 20 de novembro 2020
- COMPARATO, Fabio Konder. **A Afirmação Histórica dos Direitos Humanos**. 6ª Ed. Saraiva, 2008.
- CRUZ, AnnaCristina de Moura. **Análise dos parâmetros urbanísticos para regulamentação das zonas especiais de interesse social**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil. Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012).
- GASPERIN, Sabrine Tams. Segurança da posse: elemento essencial à efetivação plena do direito fundamental à moradia. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, v. 9, n. 1: 1-20 (2014). [Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/issue/view/794/showToc>> Acesso 21 de novembro 2020).
- GHILARDI, Flavio Henrique. **O lugar dos pobres na cidade de Campinas-SP: questões a partir da urbanização da ocupação do Parque Oziel, Jardim Monte Cristo e Gleba B**. São Paulo, [Dissertação de Mestrado – Universidade de São]. São Paulo, 2012.
- Guia para regulamentação e implementação de Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS em Vazios Urbanos**. Brasília [Ministério das Cidades]. 2009.
- GOMES, Orlando. **Ensaio de Direito Civil e Direito do Trabalho**. Rio de Janeiro: Aide, 1986.
- LEFEBVRE, Henri. **Direito à Cidade**. [Trad. Rubens Eduardo Frias]. São Paulo. 5ª ed. Centauro Editora, 2008
- LING, Anthony. O que são cidades inteligentes dentro da realidade brasileira? Caos Planejado, 2020. Disponível em <<https://caosplanejado.com/como-pensar-as-smart-cities-dentro-da-realidade-brasileira/>>.
- LOUREIRO, Francisco Eduardo. **A propriedade como relação jurídica complexa**. Rio de Janeiro,

2003.

MAGALHÃES, Inês. **Como delimitar e Regular Zonas Especiais de Interesse Social**. Secretaria Nacional de Habitação, Brasília, 2009.

MENEGAÇO, Rúbia; SILVA, José Paulo Mendes da; THEWES, Thomas; UNVERZAGT, Andreas. **Parque Oziel – A História de uma Ocupação**. História, Instituições, Pessoas. Mimeo, Campinas – SP, 2005.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Guia para regulamentação e implementação de zonas especiais de interesse social – ZEIS em Vazios Urbanos**. Brasília: 2009.

NAÇÕES UNIDAS. Consejo de derechos humanos. **Informe de la Relatora Especial sobre una vivienda adecuada como elemento integrante del derecho a un nivel de vida adecuado y sobre el derecho de no discriminación a este respecto** (Dez/2012), p. 8 [Disponível em: https://www.ohchr.org/Documents/HRBodies/HRCouncil/RegularSession/Session22/A.HRC.22.46_sp.pdf > Acesso 21 de novembro 2020)

NALINI, José Renato. **Direitos que**

a cidade esqueceu. São Paulo, Revista dos Tribunais, 2011.

NERY JR., Nelson; ABOUD, Georges. **Direito Constitucional Brasileiro**. São Paulo: Editora Revista do Tribunais, 2017.

PARQUE OZIEL. História. Disponível em <<https://parqueoziel.wordpress.com/historia/#:~:text=O%20in%C3%ADcio%20oficial%20da%20ocupa%C3%A7%C3%A3o,o%20fisco%20h%C3%A1%20muitos%20anos.>> Acesso em 30 de agosto de 2020.

PIRES, Lilian Regina Gabriel Moreira. **Função Social da Propriedade Urbana e Plano Diretor**. Belo Horizonte: Fórum, 2007.

RAMOS, Felipe. **A Produção de Habitações de Interesse Social em Maringá**. Maringá: Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Maringá, 2015.

RIBEIRO, Claudia Maria Lima. **Ou é casa ou é nada: um estudo sobre a lógica de ocupação dos espaços construídos à margem da legislação de Campinas**. Dissertação de mestrado em urbanismo [Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Puc-Campinas]. 2006.

Biossecagem de lodo de esgoto usando reatores em escala laboratorial: comparação de ensaios realizados e literatura

Sewage sludge biodrying using laboratory-scale reactors: comparison of tests performed and literature

El secado biológico de los lodos de desagüe usando reactores a escala de laboratorio: comparación de ensayos realizados y literatura

Juliana da Silva Oliveira

Graduanda em Engenharia Civil, UFSCar, Brasil. juliana.oliveira@estudante.ufscar.br

Cali Laguna Achon

Professora Doutora do Departamento de Engenharia Civil, UFSCar, Brasil. caliachon@ufscar.br

Renan Felício dos Reis

Professor do Instituto Federal de São Paulo, IFSP, Câmpus São Roque, Brasil. renan.felicio@ifsp.edu.br

RESUMO

O lodo gerado nas estações de tratamento de esgoto (ETE) é um resíduo sólido que deve passar por todas as possibilidades de tratamento e recuperação antes de ser encaminhado para destinação ou disposição final ambientalmente adequada. Uma das alternativas de tratamento para o lodo de esgoto é a biossecagem, que reduz o volume e a umidade do lodo através do aquecimento produzido pela atividade microbiana, preservando o poder calorífico e favorecendo seu aproveitamento energético. Dentre os fatores que influenciam a biossecagem, destaca-se: o tratamento da ETE, a proporção de materiais estruturantes e componentes biológicos auxiliares, o revolvimento da massa, o teor de umidade inicial e a taxa de aeração. Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar o avanço do estudo do processo de biossecagem de lodo gerado em ETE, através de ensaios realizados em escala laboratorial no Brasil. Para tanto, foram analisados 20 ensaios, realizados majoritariamente com lodo anaeróbico coletado na ETE Monjolinho de São Carlos – SP, em que foi avaliado e comparado, ao longo do processo de biossecagem, os seguintes parâmetros: sólidos totais, sólidos voláteis, temperatura e umidade. Os resultados demonstraram que, para o lodo de esgoto anaeróbico, utilizado em 16 dos 20 ensaios analisados, os melhores resultados foram obtidos para umidade inicial próxima a 62% e com taxa de aeração constante de 2,00 L/min.Kg_{ST}. Considerando os ganhos reais do processo de biossecagem para lodo de ETE, recomenda-se a realização de trabalhos futuros variando outros parâmetros, visando compreender melhor o comportamento destes no processo de biossecagem.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de ETE. Secagem de lodo. Biossecagem.

ABSTRACT

The sludge generated in Wastewater Treatment Plans (WWTP) is a solid waste that must pass through all possible treatments and recovery before being sent to a final destination or environmentally appropriate disposal. An alternative for the treatment of sewage sludge is biodrying, which reduces the volume and moisture of sludge through the heating produced by microbial activity, preserving the calorific power and favoring its energetic use. Among the factor that influences the biodrying process, there is: sludge origin, airflow rate, proportion of the mixture and its structural and bulking agents, frequency of turning and initial moisture content. The aim of this work is to analyze sewage sludge biodrying, through comparison of tests performed using laboratory-scale reactors and literature. Therefore, 20 essays, carried out mainly with anaerobic sludge collected at the WWTP Monjolinho of São Carlos - SP, were analyzed, in which the following parameters were compared during the biodrying process: total solids, volatile solids, temperature and humidity. Thus, it was concluded that for the anaerobic sewage sludge, used in 16 of the 20 essays, the best results were obtained for initial humidity close to 62% and with a constant aeration rate of 2,00 L/min.Kg_{ST}. Considering the real gains from the biosecurity process for sewage sludge, it is recommended to carry out future works varying other parameters, in order to better understand their behavior in the biodrying process.

KEYWORDS: Sewage Sludge. Sludge drying. Biodrying.

RESUMEN

El lodo generado en plantas de tratamiento de aguas residuales, es un residuo sólido que debe pasar por todas las posibilidades de tratamiento y recuperación antes de ser encaminado a destinación o disposición final ambientalmente adecuada. Una de las alternativas de tratamiento para el lodo de desagüe es el secado biológico, que reduce la humedad y el volumen del lodo mediante el calentamiento producido por la actividad microbiana, conservando el poder calorífico, y favoreciendo su aprovechamiento energético. Entre los factores que influyen en el secado biológico, están: el tipo de tratamiento de la planta, la proporción de materiales estructurantes y componentes biológicos auxiliares, el movimiento de revolver la masa, el grado de humedad inicial y la tasa de aireación. Así, este trabajo tiene como objetivo evaluar el avance del estudio del proceso de secado biológico del lodo, a través de ensayos realizados a escala de laboratorio en Brasil. Para ello, se analizaron 20 ensayos, realizados principalmente con lodo anaeróbico recolectado en la ETE Monjolinho de São Carlos - SP, en los cuales se evaluaron y compararon los siguientes parámetros durante el proceso de secado biológico: sólidos totales, sólidos volátiles, temperatura y humedad. Los resultados mostraron que, para el lodo de desagüe anaeróbico, utilizado en 16 de los 20 ensayos analizados, los mejores resultados se obtuvieron para una humedad inicial cercana al 62% y con una tasa de aireación constante de 2,00 L/min.Kg_{ST}. Considerando el carácter prometedor del proceso de secado biológico para lodo, se recomienda la realización de trabajos futuros, variando otros parámetros, con el fin de comprender mejor el comportamiento de estos en el proceso de secado biológico.

PALABRAS CLAVE: Lodo de ETE. Secado de lodo. Secado Biológico

INTRODUÇÃO

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) atuam no tratamento do esgoto sanitário, através de operações e processos físicos, químicos e biológicos, em que são gerados subprodutos sólidos, líquidos e gasosos. O lodo de ETE é um dos subprodutos sólidos do tratamento do esgotamento sanitário, e deve passar por todas as possibilidades de tratamento e recuperação através de processos tecnológicos e economicamente viáveis, antes de serem destinados ou dispostos de forma ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Uma vez realizada a digestão da matéria orgânica nos processos biológicos do tratamento, o lodo biológico (aeróbio ou anaeróbio) apresenta teor de umidade entre 95 a 98%, isto é, apenas 2 a 5% de teor de sólidos totais, sendo necessária a etapa de desaguamento, responsável pela remoção de água livre, gerando uma massa com maior teor de sólidos (ACHON et al., 2017). Esta etapa permite a melhoria nas condições

de manejo do lodo, através da redução do volume para destinação ou disposição final, e também do tratamento para aumento do poder calorífico visando incineração (CORDEIRO, 2001).

Posteriormente, o lodo desaguado pode ser encaminhado para um processo de secagem, resultando em uma redução significativa do volume do lodo, podendo atingir 95% de sólidos totais (ACHON et al., 2017), dependendo do sistema e tecnologia adotada. A secagem biológica ou biossecagem é um método natural, que tem como objetivo remover a água do lodo a partir do calor gerado durante a degradação da matéria orgânica, sob uma constante taxa de aeração (HUILIÑIR e VILLEGAS, 2015). A matriz orgânica resultante deste processo, devido ao seu significativo poder calorífico, pode ser utilizada para fins energéticos através da combustão (WINKLER et al., 2013).

Dentre os parâmetros que afetam o processo de biossecagem estão o tipo de tratamento ao qual o resíduo

foi submetido previamente, o teor de umidade inicial da matriz, a taxa de aeração, a adição de componentes biológicos auxiliares ou *bulking agents*, a proporção de mistura e o revolvimento da massa.

Segundo Cai et al. (2012), o processo de biossecagem pode ser dividido em quatro etapas: fase mesofílica, na qual ocorre o maior aumento da temperatura; primeira fase termofílica, que ocorre quando a temperatura alcança valores maiores que 50 °C; segunda fase termofílica, na qual a temperatura aumenta novamente acima de 50 °C após o revolvimento da mistura, em seguida começa a decrescer; e a fase de resfriamento, na qual a temperatura decresce até retomar a temperatura ambiente.

Dessa forma, o revolvimento não deve ser realizado antes da fase termofílica, uma vez que diminui a temperatura da matriz a temperatura ambiente, e, posteriormente, a temperatura tende a aumentar a uma taxa menor do que a apresentada inicialmente. Assim, considerando um regime de revolvimento ideal, a matriz é homogeneizada, aumentando a porosidade, a atividade microbiana e a degradação da matéria orgânica (CAI et al., 2015).

Segundo Hulliñir e Villegas (2015), o teor de umidade inicial é importante pois, se for muito alto, limita o transporte de oxigênio e a atividade microbiana é prejudicada, e, se for muito baixa, a atividade microbiana será retardada, sendo de 50% a 70% o teor de umidade ideal para a biossecagem. Já a taxa de aeração pode influenciar a temperatura dentro do reator, visto valores elevados desta taxa podem fazer com que a matriz não atinja a fase termofílica,

resultando em uma secagem predominantemente por fenômenos físicos, enquanto que valores baixos podem ser insuficientes para o processo aeróbio, não ocorrendo acréscimo de temperatura.

Quanto à utilização de *bulking agents*, Zhao et al. (2010) observaram que o lodo desaguado contém pouca quantidade de material orgânico biodegradável, elevada umidade e baixa porosidade. Logo, é necessário a adição de componentes auxiliares para garantir a eficiência do processo, visando regular a umidade, e aumentar a matéria orgânica biodegradável e a porosidade da matriz. Exemplos destes materiais são: serragem, cavaco de madeira, palha, lodo biosseco, pó de café, cascas de arroz, dentre outros (HAO, YANG e JAHNG, 2018).

Por fim, assim como as características do esgotamento sanitário variam em função dos usos, do clima, e da situação social e econômica, as características do lodo de ETE também variam de acordo com a localidade. Diante disto, os ensaios de Reis (2017) Lucatti et al. (2017); Lucatti (2018) e Almeida (2020) visaram identificar, justificar e corrigir as discrepâncias entre os resultados obtidos no Brasil e a bibliografia internacional, adequando os parâmetros do processo às condições regionais do lodo utilizado. Desta forma, esta pesquisa visa avaliar o avanço da pesquisa acerca do processo de biossecagem de lodo de esgoto no Brasil, através da análise dos métodos, materiais e resultados obtidos por estes autores.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar os resultados dos ensaios de

biossecagem de lodo de tratamento de esgoto em escala laboratorial, obtidos por autores brasileiros, assim como os métodos e materiais utilizados, e compará-los com os resultados da bibliografia internacional.

MATERIAIS E MÉTODOS

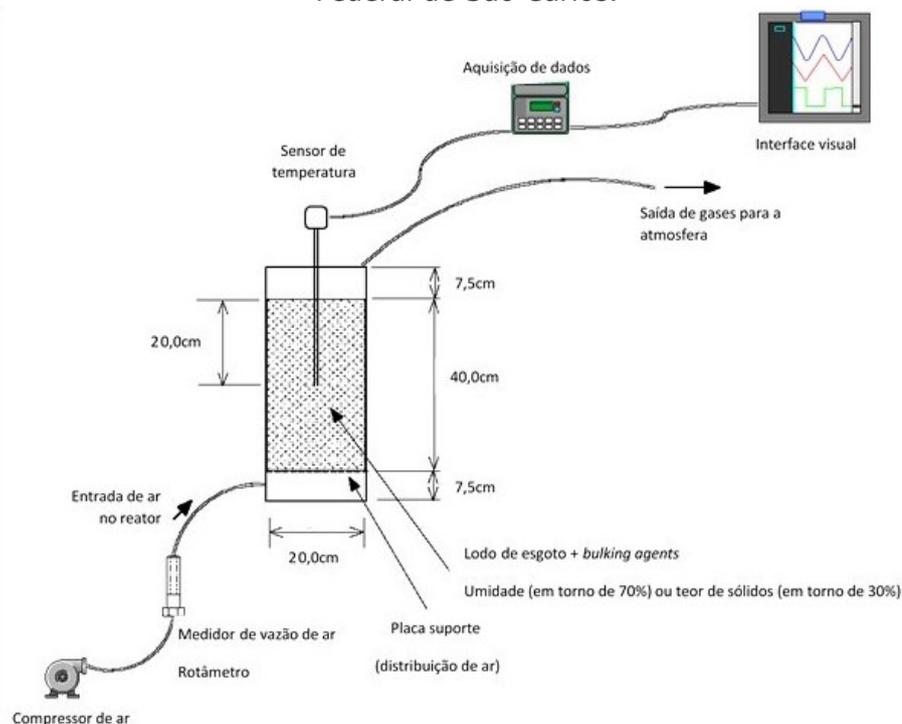
Complementando os dados obtidos por Reis et al. (2019), utilizou-se a plataforma de dados do The Science Direct para realizar uma revisão bibliográfica acerca do tema. Para tanto, utilizou-se a fórmula (*biodrying OR bio-drying OR biodried*) AND (*sludge*) AND (*sewage*), comparou-se os dados retornados, e obteve-se 29 periódicos cujo objeto de estudo é a biossecagem de lodo proveniente de estação de tratamento de esgoto, datados entre 2012 e 2020. Ademais, inclui-se para discussão uma publicação de 2010, que não foi

encontrada através da fórmula, mas contempla o assunto estudado.

Posteriormente, analisou-se os ensaios realizados em cada publicação, e foi realizada a compilação e sistematização dos resultados obtidos. Concomitantemente, foi realizada a compilação e sistematização dos resultados das pesquisas realizadas na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), por Reis (2017), Lucatti et al. (2017), Lucatti (2018) e Almeida et al. (2019) e Almeida (2020).

Os ensaios de biossecagem realizados na UFSCar, ocorreram em um sistema contendo dois reatores, instalados no Laboratório de Saneamento do Departamento de Engenharia Civil (DECiv), conforme especificações da Figura 1.

Figura 1: Esquema do sistema de biossecagem instalado na Universidade Federal de São Carlos.



Fonte: REIS (2017) e Lucatti *et al.* (2017).

O sistema de biossecagem (Figura 1) é composto por:

- 1 (um) computador com sistema para armazenamento de dados de temperatura, monitorada constantemente.
- 2 (duas) sondas para monitoramento da temperatura;
- 2 (dois) reatores com capacidade de 15L adaptado com mangueiras de entrada e saída de ar (ver Figura 2);

- 2 (dois) rotômetros para controlar a vazão de ar de entrada;
- 1 (um) compressor de ar;

Os dois reatores utilizados, conforme ilustra a Figura 2, foram construídos em chapas de inox com isolamento das paredes, fundo e tampa em material refratário, sendo este totalmente vedado, evitando a perda de temperatura e vapor (ar quente).

Figura 2: Reatores utilizados nos ensaios



Fonte: REIS (2017) e Lucatti *et al.* (2017).

Por fim, foram comparados os resultados entre a bibliografia internacional e os ensaios realizados na Universidade Federal de São Carlos, quanto ao valor de sólidos totais do lodo, ao valor de sólidos totais da matriz, à taxa de aeração, à adição de componentes biológicos auxiliares ou *bulking agents*, à

proporção de mistura e ao regime de revolvimento da massa.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Na Tabela 1, são apresentados os trabalhos referenciados, utilizados na análise bibliográfica.

Tabela 1: Publicações sobre biossecagem de lodo de ETE

Título	Data de Publicação	Revista
Effect of air-flow rate and turning frequency on bio-drying of dewatered sludge	Julho 2010	Water Research
Moisture variation associated with water input and evaporation during sewage sludge bio-drying	Agosto 2012	Bioresource Technology
Influence of forced air volume on water evaporation during sewage sludge bio-drying	Setembro 2013	Water Research
The biodrying concept: An innovative technology creating energy from sewage sludge	Novembro 2013	Bioresource Technology
Importance of Initial Moisture Content and Bulking Agent for Biodrying Sewage Sludge	Dezembro 2013	Drying Technology
Biodrying of sewage sludge: Kinetics of volatile solids degradation under different initial moisture contents and air-flow rates	Dezembro 2014	Bioresource Technology
The Effects of Different Mechanical Turning Regimes on Heat Changes and Evaporation During Sewage Sludge Biodrying	Maio 2015	Drying Technology
Simultaneous effect of initial moisture content and airflow rate on biodrying of sewage sludge	Outubro 2015	Water Research
Bacterial communities and their association with the bio-drying of sewage sludge	Março 2016	Water Research
Measurement of moisture content using time domain reflectometry during the biodrying of sewage sludge with high electrical conductivity	Março 2016	Drying Technology
Structure modification and extracellular polymeric substances conversion during sewage sludge biodrying process	Setembro 2016	Bioresource Technology
A new model of batch biodrying of sewage sludge, Part 1: Model development and simulations	Fevereiro 2017	Drying Technology
A new model of batch biodrying of sewage sludge, Part 2: Model calibration and validation	Março 2017	Drying Technology
Biodrying performance and bacterial community structure under variable and constant aeration regimes during sewage sludge biodrying	Julho 2017	Drying Technology
Lignocellulose biodegradation in the biodrying process of sewage sludge and sawdust	Agosto 2017	Drying Technology
New insights into biodrying mechanism associated with tryptophan and tyrosine degradations during sewage sludge biodrying	Novembro 2017	Bioresource Technology
Combustion characteristics of biodried sewage sludge	Fevereiro 2018	Waste Management
Decomposition of lignocellulose and readily degradable carbohydrates during sewage sludge biodrying, insights of the potential role of microorganisms from a metagenomic analysis	Junho 2018	Chemosphere
Complete genome sequence provides insights into the biodrying-related microbial function of <i>Bacillus thermoamylovorans</i> isolated from sewage sludge biodrying material	Julho 2018	Bioresource Technology
Co-biodrying of sewage sludge and organic fraction of municipal solid waste: Role of mixing proportions	Julho 2018	Waste Management
Sewage sludge drying method combining pressurized electro-osmotic dewatering with subsequent bio-drying	Setembro 2018	Bioresource Technology

Micropollutant biodegradation and the hygienization potential of biodrying as a pretreatment method prior to the application of sewage sludge in agriculture	Fevereiro 2019	Ecological Engineering
Biodegradation of volatile solids and water mass balance of bio-drying sewage sludge after electro-dewatering pretreatment	Mai 2019	Waste Management
Multivariate insights of bulking agents influence on co-biodrying of sewage sludge and food waste: Process performance, organics degradation and microbial community	Setembro 2019	Science of The Total Environment
Co-biodrying of sewage sludge and organic fraction of municipal solid waste: A thermogravimetric assessment of the blends	Julho 2019	Waste Management
The biodrying process of sewage sludge – a review	Julho 2019	Drying Technology
Filling in sewage sludge biodrying gaps: Greenhouse gases, volatile organic compounds and odour emissions	Novembro 2019	Bioresource Technology
The Organic Degradation and Potential Microbial Function in a 15-Day Sewage Sludge Biodrying	Mai 2020	Compost Science & Utilization
Adding a recyclable amendment to facilitate sewage sludge biodrying and reduce costs	Outubro 2020	Chemosphere
Insights into characteristics of organic matter during co-biodrying of sewage sludge and kitchen waste under different aeration intensities	Novembro 2020	Environmental Technology & Innovation

Fonte: adaptado de Reis et al. (2019) e atualizado para 2020.

A partir dos trabalhos levantados foi possível analisar os parâmetros relacionados ao processo de biossecagem em cada um deles, e, posteriormente, comparar com os dados obtidos nos ensaios realizados por Reis (2017), Lucatti et al. (2017), Lucatti (2018) e Almeida (2020). Os ensaios de Reis (2017), apresentados nas Tabelas 2 e 3, utilizaram amostras de lodo anaeróbio desaguado coletadas na ETE Monjolinho em São Carlos – SP, após o desaguamento mecânico em centrífuga e aplicação de polímero. Como *bulking agent*, foi utilizado cavaco de madeira peneirado, com dimensões entre 5 e 15 mm.

Os ensaios de Reis (2017),

Tabela 2: Comparação dos dados iniciais dos ensaios realizados por Reis (2017) com os dados da literatura.

Ensaio	Proporção (m:m) ¹	Taxa de Aeração (L/min.Kg _{ST})	Revolvimento (dias)	Temperatura Máxima (°C)	Duração (dia)
1	5,85:1	0,52 - 0,75	6º, 12º, 15º e 18º	35,32	20
2	5,85:1	0,49 - 0,72	6º, 12º, 15º e 18º	36,31	20
Varição na literatura	Variado	0,24 – 3,00	Variado	25²≥	7 a 24

Notas: ¹ Proporção lodo:*bulking agents*. ² Temperatura ideal para a ocorrência da fase termofílica (WU, 2018). Fonte: AUTOR, 2020

O aumento de temperatura ao longo da fase termofílica, responsável pelo ensaio de biossecagem confirma a ocorrência de atividades biológicas no reator. No entanto, a temperatura máxima atingida foi inferior a temperatura ideal para a ocorrência da fase termofílica, responsável pela biossecagem. Dessa forma, a secagem ocorreu principalmente por fenômenos físicos, em função da aeração forçada.

Tabela 3: Comparação dos resultados dos ensaios realizados por Reis (2017) com os dados da literatura.

Ensaio	Sólidos Totais – Lodo (%)	Sólidos Voláteis – Lodo (%)	Sólidos Totais Inicial – Matriz (%)	Sólidos Voláteis Inicial – Matriz (%)	Sólidos Totais Final – Matriz (%)	Sólidos Voláteis Final – Matriz (%)
1	33,698	52,588	39,963	61,427	45,591	54,683
2	33,698	52,588	39,963	61,427	47,367	54,665
Variação na literatura ¹	11,75 – 26,50	52,10 – 68,30	22,00 – 47,00	70,10 – 95,52	23,5 – 78,44	50,89 – 76,10

Notas: ¹ Resultados de Yang *et al.* (2014) foram descartados, pois utilizaram taxas variadas de sólidos totais para investigar a influência da umidade inicial na biossecagem do lodo. Fonte: AUTOR, 2020

Conforme a Tabela 3, apesar do teor de sólidos totais (%) da matriz inicial encontrar-se dentro do intervalo apresentado na literatura consultada, o teor de sólidos voláteis estava abaixo dos valores reportados na literatura internacional. Isso pode implicar que a amostra de lodo utilizada possuía um menor teor de matéria orgânica, o que, por sua vez, pode explicar o fato de o processo não ter atingido a fase termofílica, devido à insuficiência de nutrientes para a ação das bactérias termofílicas.

Os ensaios realizados por Lucatti *et al.* (2017), apresentados nas Tabelas 4 e 5, também utilizaram amostras de lodo anaeróbico desaguado coletadas na ETE Monjolinho em São Carlos – SP, após o desaguamento mecânico em centrífuga e aplicação de polímero. Como *bulking agent* foi utilizado cavaco de madeira peneirado, cujas dimensões não foram informadas.

Tabela 4: Comparação dos dados iniciais dos ensaios realizados por Lucatti et al. (2017), com os dados da literatura.

Ensaio	Proporção (m/m) ¹	Taxa de Aeração (L/min.Kg _{ST})	Revolvimento (dias)	Temperatura Máxima (°C)	Duração (dias)
1	16:3	0,43 - 1,30	5 ^o e 7 ^o	33,25	10
2	16:3	0,46 - 1,37	5 ^o e 7 ^o	33,75	10
3	9:1	0,92 - 1,84	11 ^o e 17 ^o	28	20
4	16:3	0,40 - 0,57	11 ^o e 17 ^o	29	20
5	9:1	1,00	4 ^o , 8 ^o , 12 ^o e 16 ^o	31	20
6	9:1	1,00	4 ^o , 8 ^o , 12 ^o e 16 ^o	32	20
Variação na literatura	Variado	0,24 – 3,00	Variado	²55≥	7 a 24

Notas: ¹ Proporção lodo:*bulking agents*. ² Temperatura ideal para a ocorrência da fase termofílica (WU, 2018). Fonte: AUTOR, 2020

Embora a temperatura da matriz tenha aumentado, confirmando a ocorrência de atividades biológicas no reator, os ensaios de Lucatti et al. (2017), assim como os de Reis (2017), não apresentaram o perfil de temperatura na biossecagem indicado por Cai et al. (2015), isto é, não alcançou a fase termofílica, caracterizada por temperaturas acima de 50 °C. Dessa forma, apesar da ocorrência de atividades biológicas, a perda de umidade ocorreu principalmente por fenômenos físicos, em função da aeração forçada.

Tabela 5: Comparação dos resultados dos ensaios realizados por Lucatti et al. (2017), com os dados da literatura.

Ensaio	Sólidos Totais – Lodo (%)	Sólidos Totais Inicial – Matriz (%)	Sólidos Totais Final – Matriz (%)
1	25,7	31,8	34,5
2	25,7	30,2	31,9
3	26,1	35,4	45,4
4	26,1	32,7	34,0
5	38,2	46,6	59,9
6	38,2	46,6	52,7
Varição na literatura ¹	11,75 – 26,50	22,00 – 47,00	23,5 – 78,44

Notas: ¹ Resultados de Yang *et al.* (2014) foram descartados, pois utilizaram taxas variadas de sólidos totais para investigar a influência da umidade inicial na biossecagem do lodo.

Fonte: AUTOR (2020).

Comparando-se os teores de sólidos totais finais da matriz, conforme Tabela 5, em razão do regime de revolvimento utilizado, nota-se que a realização de quatro revolvimentos, adotado tanto por Reis (2017) quanto por Lucatti *et al.* (2017), nos ensaios 5 e 6 de Lucatti *et al.* (2017), obtiveram resultados mais positivos, assim como a adesão de uma taxa de aeração constante.

Os ensaios realizados por Lucatti

(2018), apresentados nas Tabela 6 e 7 por sua vez, utilizaram amostras de lodo anaeróbico e aeróbico. As amostras de lodo anaeróbico desaguado foram coletadas na ETE Monjolinho em São Carlos – SP, enquanto as amostras de lodo aeróbico foram coletadas na ETE Ribeirão Preto em Ribeirão Preto – SP. Como *bulking agents*, foi utilizado cavaco de madeira em cubos, de dimensões aproximadas 1x1x2 cm, e ração de coelho.

Tabela 6: Comparação dos dados iniciais dos ensaios realizados por Lucatti (2018) com os dados da literatura.

Ensaio	Lodo - Tipo	Proporção (m/m) ¹	Taxa de Aeração (L/min.Kg _{ST})	Revolvimento (dias)	Temperatura Máxima (°C)	Duração (dias)
1	Aeróbio	8:1:1	1,00	4º, 8º, 12º e 16º	37,9	20
2	Anaeróbio	8:1:1	1,00	4º, 8º, 12º e 16º	39,9	20
3	Aeróbio	8:1:1	2,00	4º, 8º, 12º e 16º	33,06	20
4	Anaeróbio	8:1:1	2,00	4º, 8º, 12º e 16º	33,19	20
5	Aeróbio	15:3:2	1,00	4º, 8º, 12º e 16º	33,06	20
6	Anaeróbio	15:3:2	1,00	4º, 8º, 12º e 16º	41,63	20
7	Aeróbio	15:3:2	2,00	4º, 8º, 12º e 16º	32,25	20
8	Anaeróbio	15:3:2	2,00	4º, 8º, 12º e 16º	38,5	20
Varição na literatura	Variado	Variado	0,24 – 3,00	Variado	25,5 ≥	7 a 24

Notas: ¹ Proporção lodo:*bulking agents*. ² Temperatura ideal para a ocorrência da fase termofílica (WU, 2018). Fonte: AUTOR, 2020

Neste conjunto de ensaios, Lucatti (2018) tomou como ponto de partida os ensaios realizados por Lucatti *et al.* (2017). Com isso, adotou como padrão uma taxa de aeração constante e revolvimentos a cada quatro dias. Ademais, além do cavaco de madeira, utilizou ração de coelho como *bulking agent*, visando aumentar o material orgânico biodegradável da matriz. matriz colaborou para o aumento da temperatura, permitindo atingir a fase mesofílica. Contudo, ainda não foi possível atingir a fase termofílica, sendo a temperatura máxima dentro do reator igual a 41,63°C. Também observou-se que, para uma mesma proporção lodo:*bulking agents* e mesma taxa de aeração, o lodo anaeróbio atingiu temperaturas sutilmente maiores que o lodo aeróbio.

A adição de matéria orgânica na

Tabela 7: Comparação dos resultados dos ensaios realizados por Lucatti (2018) com os dados da literatura.

Ensaio	Lodo - Tipo	Sólidos Totais – Lodo (%)	Sólidos Totais Inicial – Matriz (%) ²	Sólidos Totais Final – Matriz (%)
1	Aeróbio	22,7	30,7	33,9
2	Anaeróbio	22,4	28,3	32,5
3	Aeróbio	20,1	25,0	35,9
4	Anaeróbio	27,3	34,2	45,4
5	Aeróbio	23,6	33,3	36,4
6	Anaeróbio	20,5	29,8	36,2
7	Aeróbio	19,6	32,0	37,5
8	Anaeróbio	22,8	30,4	34,5
Varição na literatura ¹	Variado	11,75 – 26,50	22,00 – 47,00	23,5 – 78,44

Notas: ¹ Resultados de Yang *et al.* (2014) foram descartados, pois utilizaram taxas variadas de sólidos totais para investigar a influência da umidade inicial na biossecagem do lodo. ² Calculado antes da adição da ração de coelho. Fonte: AUTOR (2020).

Comparando-se as taxas de aeração adotadas, notou-se que, para as taxas de aeração de 1,00 L/min.Kg_{ST} obteve-se maiores elevações de temperatura na matriz, enquanto que as vazões de entrada de ar de 2,00 L/min.Kg_{ST} propiciaram maior secagem do lodo (redução de umidade e aumento do teor de sólidos totais).

Em sua pesquisa, Almeida (2020) visou identificar o efeito da taxa de aeração, da proporção de

lodo: *bulking agents*, e da umidade inicial da matriz no processo de biossecagem. Para tanto, realizou oito ensaios de biossecagem, dos quais quatro estão analisados neste trabalho. As amostras de lodo anaeróbio utilizada foram coletadas na ETE Monjolinho em São Carlos – SP, e utilizou-se como *bulking agents* serragem (2 mm) e ração de coelho, conforme apresentados nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8: Comparação dos dados iniciais dos ensaios realizados por Almeida (2020) com os dados da literatura.

Ensaio	Proporção (m/m) ¹	Taxa de Aeração (L/min.Kg _{ST})	Revolvimento (dias)	Temperatura Máxima (°C)	Duração (dias)
1	6:1:2	1,00	4 ^o , 8 ^o , 12 ^o e 16 ^o	43,13	20
2	6:1:3	1,00	4 ^o , 8 ^o , 12 ^o e 16 ^o	42,13	20
7	6:1:3	2,00	10 ^o , 14 ^o e 16 ^o	65,44	20
8	6:1:5	2,00	10 ^o , 14 ^o e 16 ^o	64,62	20
Varição na literatura	Variado	0,24 – 3,00	Variado	25≥	7 a 24

Notas: ¹ Proporção lodo: *bulking agents*. ² Temperatura ideal para a ocorrência da fase termofílica (WU, 2018). Fonte: AUTOR, 2020

Em comparação à pesquisa de Lucatti (2018), para uma mesma taxa de aeração e mesmo regime de revolvimento, porém uma proporção maior de *bulking agents* na matriz, Almeida (2020) atingiu temperaturas mais elevadas em seus ensaios de biossecagem, em função do aumento do material orgânico biodegradável da matriz. Em contrapartida, apesar do aumento significativo na temperatura da matriz, os ensaios 1 e 2 não atingiram a fase termofílica.

De acordo com a Tabela 8, para os

ensaios 7 e 8, a uma taxa de aeração de 2,00 L/min.Kg_{ST}, os revolvimentos foram realizados em função da temperatura da matriz. Desta forma, o primeiro revolvimento ocorreu no 10^o dia, quando a temperatura tende a cair após a fase termofílica. Com isso, todos os revolvimentos ocorreram em momentos de queda de temperatura, auxiliando assim na homogeneização da matriz, na melhora do ambiente para as atividades microbianas e, conseqüentemente, na elevação da temperatura.

Tabela 9: Comparação dos resultados dos ensaios realizados por Almeida (2020) com os dados da literatura.

Ensaio	Sólidos Totais – Lodo (%)	Sólidos Voláteis – Lodo (%)	Sólidos Totais Inicial – Matriz (%)	Sólidos Voláteis Inicial – Matriz (%)	Sólidos Totais Final – Matriz (%)	Sólidos Voláteis Final – Matriz (%)
1	20,63	58,00	32,45	75,9	30,14	71,73
2	20,63	58,00	32,36	76,21	31,37	70,88
7	18,19	53,29	37,67	73,6	53,27	64,76
8	18,19	53,29	38,52	73,28	70,64	66,22
Variação na literatura ¹	11,75 – 26,50	52,10 – 68,30	22,00 – 47,00	70,10 – 95,52	23,5 – 78,44	50,89 – 76,10

Notas: ¹ Resultados de Yang et al. (2014) foram descartados, pois utilizaram taxas variadas de sólidos totais para investigar a influência da umidade inicial na biossecagem do lodo. Fonte: AUTOR, 2020

Por fim, ao comparar o teor de sólidos totais, observa-se que os ensaios 7 e 8 descritos na Tabela 9, possuem um teor de sólidos totais da matriz inicial próximo a 38%, isto é, uma umidade da matriz inicial próxima à 62%. Estes ensaios apresentaram resultados melhores quanto a elevação de temperatura e redução de massa e umidade, quando comparados aos ensaios 1 e 2, com umidade inicial próxima a 68% (ou teor de sólidos inicial do lodo de 32%).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que o tratamento prévio do lodo, a umidade e o teor de sólidos totais da matriz inicial, assim como taxa de aeração, a proporção lodo:*bulking agents* e o regime de revolvimento, são fatores de grande influência na elevação da temperatura dentro do reator, e, por consequência, no processo de biossecagem. Dessa forma, devido ao caráter variável do lodo, decorrente das características do esgotamento sanitário e da forma de tratamento adotada, é necessário realizar mais pesquisas sobre o processo de biossecagem de lodo de ETEs no Brasil, considerando as

peculiaridades regionais e locais.

Para o lodo de esgoto anaeróbico coletado na ETE Monjolinho de São Carlos – SP, utilizado em 16 dos 20 ensaios aqui apresentados, obteve-se melhores resultados para uma umidade inicial próxima a 62% (sólidos totais inicial da matriz próximo à 38%), com taxa de aeração constante de 2,00 L/min. Kg_{ST}, e utilizando serragem e ração de coelho como *bulking agents*.

Considerando o caráter inovador do processo de biossecagem para lodo de ETE, recomenda-se a realização de trabalhos futuros, e a variação dos parâmetros (origem do lodo, umidade inicial, taxa de aeração, proporção da matriz e regime de revolvimento) e *bulking agents* utilizados, assim como uma melhor caracterização prévia dos elementos da matriz, principalmente do lodo de esgoto, visando compreender o comportamento destes no processo de biossecagem.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento

Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para realização desta pesquisa (Processo CNPq 122772/2019-9).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHON, C. L. KELLNER, E. AKUTSU, J. **Subsídios para a gestão de esgotamento sanitário: abordagem da fase sólida.** In: AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P. et. al. (Org.). Recursos Hídricos: gestão e sustentabilidade. 2. ed. Tupã: ANAP, 2017. 224p.

ALMEIDA, M. C. R. **Efeito da Taxa de Aeração, da Proporção Mássica e da Umidade da Matriz Inicial no Processo de Biossecagem de Lodo de ETE.** São Carlos, SP, 2020. 150p. Tese de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Universidade Federal de São Carlos, 2020.

ALMEIDA, M. C. R.; LUCATTI, T. B. M.; ACHON, C. L.; REIS, R. F.; AKUTSU, J. **Influência da taxa de aeração no processo de biossecagem de lodo gerado em Estação de Tratamento de Esgoto.** In: 30 Congresso da ABES 2019, 2019, Natal/RN. 30º CBESA da ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2019.

ANDREOLI, C. V., VON SPERLING, M., FERNANDES, F. **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG; Companhia de Saneamento do Paraná, 2001. p.484.

BRASIL (2010). Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Congresso Nacional, Brasília, DF, 2010.

CAI, L., CHEN, T-B., GAO, D., YU, J. **Bacterial communities and their association with the bio-drying of sewage sludge.** Water Research. v.90, p.44-51, 2016a.

CAI, L., CHEN, T-B., GAO, D., ZHENG, G-D., LIU, H-T., PAN, T-H. **Influence of forced air volume on water evaporation during sewage sludge bio-drying.** Water Research. v.47, p.4767-4773, 2013.

CAI, L., CHEN, T-B., ZHENG, S-W., LIU, H-T., ZHENG, G-D. **Decomposition of lignocellulose and readily degradable carbohydrates during sewage sludge biodrying, insights of the potential role of microorganisms from a metagenomic analysis.** Chemosphere. v.201, a.127136, 2018a.

CAI, L., GAO, D., CHEN, T-B., LIU, H-T., ZHENG, G-D., YANG, Q-W. **Moisture variation associated with water input and evaporation during sewage sludge bio-drying.** Bioresource Technology. v.117, p.13-19, 2012.

CAI, L., GAO, D., HONG, N. **The effects of different mechanical turning regimes on heat changes and evaporation during sewage sludge biodrying.** Drying Technology. v.33, p.1151-1158, 2015.

CAI, L., KRAFFT, T., CHEN, T-B., GAO, D., WANG, L. **Structure modification and extracellular polymeric substances conversion during sewage sludge biodrying process.** Bioresource Technology. v.216, p.414-421, 2016b.

CAI, L., KRAFFT, T., CHEN, T-B., LV, W-Z., GAO, D., ZHANG, H-Y.

- New insights into biodrying mechanism associated with tryptophan and tyrosine degradations during sewage sludge biodrying.** *Bioresource Technology*. v.244, p.132- 141, 2017.
- CAI, L., ZHENG, S-W., SHEN, Y-J, ZHENG, G-D., LIU, H-T., WU, Z-Y. **Complete genome sequence provides insights into the biodrying-related microbial function of *Bacillus thermoamylovorans* isolated from sewage sludge biodrying material.** *Bioresource Technology*. v.260, p.141-149, 2018b.
- CAI, L.; GAO, D.; HONG, N. **Measurement of moisture content using time domain reflectometry during the biodrying of sewage sludge with high electrical conductivity.** *Drying Technology*, v. 35, p. 108-115, 2017.
- CORDEIRO, J. S. Processamento de lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs). In: ANDREOLLI, C. V. (2001) Coord. **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final.** Capítulo 9. Rio de Janeiro: ABES.
- GONZÁLEZ, D.; GUERRA, N.; COLÓN, J.; GABRIEL, D.; PONSÁ, S.; SANCHÉZ, A. **Filling in sewage sludge biodrying gaps: Greenhouse gases, volatile organic compounds and odour emissions.** *Bioresource Technology*, v. 291, a. 121857, 2019.
- HAO, Z., YANG, B., JAHNG, D. **Spent coffee ground as a new bulking agent for accelerated biodrying of dewatered sludge.** *Water Research*. v.138, p. 250-263, 2018.
- HAO, Z.; YANG, B.; JAHNG, D. **Combustion characteristics of biodried sewage sludge.** *Waste Management*, v. 72, p. 296-305, 2018.
- HUILIÑIR, C.; PÉREZ, J. **A new model of batch biodrying of sewage sludge, Part 2: Model calibration and validation.** *Drying Technology*, v. 35, p. 666-679, 2017.
- HUILIÑIR, C.; PÉREZ, J.; OLIVARES, D. **A new model of batch biodrying of sewage sludge, Part 1: Model development and simulations.** *Drying Technology*, v. 35, p. 651-665, 2017.
- HUILIÑIR, C.; VILLEGAS, M. **Simultaneous effect of initial moisture content and airflow rate on biodrying of sewage sludge.** *Water Research*, v. 82, p. 118-128, 2015.
- LI, Q., LU, X., GUO, H., YANG, Z., LI, Y., ZHI, S., ZHANG, K. **Sewage sludge drying method combining pressurized electro-osmotic dewatering with subsequent bio-drying.** *Bioresource Technology*, v.263, p. 94-102, 2018.
- LI, Q.; ZHI, S.; YU, X.; LI, Y.; GUO, H.; YANG, Z.; ZHANG, S. **Biodegradation of volatile solids and water mass balance of bio-drying sewage sludge after electro-dewatering pretreatment.** *Waste Management*, v. 91, p. 9-19, 2019.
- LUCATTI, T. B. M. **Análise do processo de biossecagem de lodo de esgoto em sistema com controle de temperatura e vazão de entrada de ar.** São Carlos, SP, 2018. 44p. Relatório Científico – Coordenadoria dos Programas de Iniciação Científica e Tecnológica –

- Universidade Federal de São Carlos, 2018. 1-14, 2019.
- LUCATTI, T. B. M.; ACHON, C. L.; REIS, R. F.; CORDEIRO, J. S.; AKUTSU, J. **Estudo do processo de biossecagem de lodo de ETE**. In: Congresso ABES/FENASAN, 2017, São Paulo. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2017.
- MA, J.; ZHANG, L.; MU, L.; ZHU, K.; LI, A. **Multivariate insights of bulking agents influence on co-biodrying of sewage sludge and food waste: Process performance, organics degradation and microbial community**. Science of The Total Environment, v. 681, p. 18-27, 2019.
- PILNÁČEK, V.; INNEMANOVÁ, P.; ŠERES, M.; MICHALÍKOVÁ, K.; STRÁNSK, Š.; WIMMEROVÁ, L.; CAJTHAML, T.
- Micropollutant biodegradation and the hygienization potential of biodrying as a pretreatment method prior to the application of sewage sludge in agriculture**. Ecological Engineering, v. 127, p. 212-219, 2019.
- REIS, R. F. **Sistema de Remoção de Água de Lodo Gerado em Estação de Tratamento de Esgoto com Duas Fases: Desaguamento Inicial em Leito de Drenagem Seguido de Biossecagem**. São Carlos, SP, 2017. 256p. Tese de doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - Universidade Federal de São Carlos, 2017.
- REIS, R. F.; CORDEIRO, J. S.; FONT, X.; ACHON, C. L. **The biodrying process of sewage sludge - a review**. Drying Technology, v. 37, p. 1-14, 2019.
- VILLEGAS, M., HUILIÑIR, C. Biodrying of sewage sludge: **Kinetics of volatile solids degradation under different initial moisture contents and air-flow rates**. Bioresource Technology. v.174, p.33-41, 2014.
- WANG, K.; WANG, Y.-Y.; CHEN, T.-B.; ZHENG, G.-D.; CAO, M.-K.; CAI, L. **Adding a recyclable amendment to facilitate sewage sludge biodrying and reduce costs**. Chemosphere, v. 256, a. 127009, 2020.
- WANG, Y.-Y.; ZHENG, S.-W.; GAO, D.; CAI, L. **The Organic Degradation and Potential Microbial Function in a 15-Day Sewage Sludge Biodrying**. Compost Science & Utilization, v. 28, p. 49-57, 2020.
- WINKLER, M.-K.H.; BENNENBROEK, M. H.; HORSTINK, F. H.; VAN LOOSDRECHT, M. C. M.; VAN DE POL, G.-J. **The biodrying concept: An innovative technology creating energy from sewage sludge**. Bioresource Technology, 147, p. 124-129, 2013.
- WU, Z-Y., CAI, L., KRAFFT, T., GAO, D., WANG, L. **Biodrying performance and bacterial community structure under variable and constant aeration regimes during sewage sludge biodrying**. Drying Technology. 36:1, p. 84-92, 2018.
- YANG, B., ZHANG, L., JAHNG, D. **Importance of initial moisture content and bulking agent for biodrying sewage sludge**. Drying Technology. v.32, p. 135-144, 2014.
- ZHANG, D.; LUO, W.; LIU, Y.; YUAN, J.; LI, G. **Co-biodrying of sewage sludge and organic fraction of municipal solid waste: A**

- thermogravimetric assessment of the blends.** Waste Management, v. 95, p. 652-660, 2019.
- ZHANG, D., LUO, W., YUAN, J., LI, G. **Co-biodrying of sewage sludge and organic fraction of municipal solid waste: Role of mixing proportions.** Waste Management. v.77, p. 333-340, 2018.
- ZHANG, D.; XU, Z.; WANG, G.; HUDA, N.; LI, G.; LUO, W. **Insights into characteristics of organic matter during co- biodrying of sewage sludge and kitchen waste under different aeration intensities.** Environmental Technology & Innovation, v. 20, p. 101-117, 2020.
- ZHANG, H.-Y.; KRAFFT, T.; GAO, D.; ZHENG, G.-D.; CAI, L. **Lignocellulose biodegradation in the biodrying process of sewage sludge and sawdust.** Drying Technology, v. 36, p. 316-324, 2018.
- ZHAO, L.; GU, W-M.; HE, P-J.; SHAO, L-M. **Effect of air-flow rate and turning frequency on bio-drying of dewatered sludge.** Water Research. v.44, p. 6144-6152, 2010.

Instrumentos Urbanísticos na Região Administrativa Central do Estado de São Paulo

Urban Instruments in the Central Administrative Region of the State of São Paulo

Instrumentos Urbanísticos en la Región Administrativa Central del Estado de São Paulo

Sandra Batista Medeiros

Mestranda em Engenharia Urbana, UFSCAR, Brasil
sandrabmed@gmail.com

Luciana Márcia Gonçalves

Professora Doutora, UFSCar, Brasil

arq.luciana.ufscar@gmail.com

RESUMO

Com o aumento exponencial da população nos centros urbanos a nível global, as preocupações sobre os impactos decorrentes do desenvolvimento das cidades foram pauta em conferências internacionais nas últimas décadas. A partir da importância a nível local na gestão eficiente do território e dos instrumentos urbanísticos disponíveis para amenizar os impactos da urbanização, este trabalho tem por objetivo investigar instrumentos urbanísticos na análise da construção de cidades mais sustentáveis e resilientes em 26 municípios da Região Administrativa Central do Estado de São Paulo. Por meio de dados públicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sistematizou-se resultados referentes aos municípios analisados quanto à existência e revisão do plano diretor e legislação de dez instrumentos urbanísticos. Assim, com o planejamento urbano eficiente, a utilização dos instrumentos urbanísticos e a participação popular na definição dos planos de gestão das cidades é possível tornar as cidades mais resilientes e sustentáveis para que o impacto da urbanização seja mínimo.

PALAVRAS-CHAVE: Cidades resilientes. Instrumentos urbanísticos. Municípios paulistas.

ABSTRACT

With the exponential increase of the population in urban centers at a global level, concerns about the impacts resulting from the cities development have been the subject of international conferences in recent decades. Based on the importance at the local level in the efficient management of the territory and the urban instruments available to mitigate the impacts of urbanization, this work aims to investigate urban instruments in the analysis of constructions of cities more sustainable and resilient in the 26 municipalities of the Central Administrative Region of the State of São Paulo. Through public data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the results for the analyzed municipalities were systematized regarding the existence and review of the master plan and legislation of ten urban instruments. Thus, with efficient urban planning, use of urban instruments, and popular participation in the setting of city management plans is possible to make cities more resilient and sustainable so that the impact of urbanization is minimal.

KEYWORDS: Resilient cities. Urban instruments. Municipalities of São Paulo.

RESUMEN

Con el aumento exponencial de la población en los centros urbanos a nivel mundial, las preocupaciones sobre los efectos del desarrollo de las ciudades han sido objeto de conferencias internacionales en las últimas décadas. Basándose en la importancia que tiene a nivel local la gestión eficiente del territorio y los instrumentos urbanísticos disponibles para mitigar los efectos de la urbanización, esta labor tiene por objeto investigar los instrumentos urbanísticos en el análisis de la construcción de ciudades más sostenibles y resistentes en 26 municipios de la Región Administrativa Central del Estado de São Paulo. A través de datos públicos del Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), se sistematizaron los resultados referentes a los municipios analizados en cuanto a la existencia y revisión del plan director y la legislación de diez instrumentos urbanísticos. Así pues, con la planificación urbana eficiente, el uso de instrumentos urbanísticos y la participación popular en la definición de los planes de gestión de las ciudades, es posible hacer que las ciudades sean más resistentes y sostenibles para que el impacto de la urbanización sea mínimo.

PALABRAS CLAVE: Ciudades resilientes. Instrumentos urbanísticos. Municipios de São Paulo.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento exponencial da população nos centros urbanos a **nível** global, as preocupações sobre os impactos decorrentes do desenvolvimento e urbanização das cidades foram pauta nas últimas décadas em conferências internacionais com diversos chefes de Estado. A exemplo, a Conferência das Nações Unidas sobre Aglomerados Urbanos (Habitat I) realizada em Vancouver, em 1976, e a Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos (Habitat II) de Istambul, em 1996, na qual foram discutidos planos de ação para promover políticas adequadas nos âmbitos local e regional, urbano e rural, com a participação diversificada dos atores sociais.

No final do século XX, como medida para refletir e repensar o modelo de desenvolvimento de consumo dos recursos naturais provenientes do impacto da atividade antrópica, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), em 1992, no Rio de Janeiro, conhecida como ECO-92 ou Rio-92, 20 anos após a primeira grande reunião de chefes de estado em Estocolmo, Suécia (OLIVEIRA, 2016).

Os 179 países participantes da Rio 92 assinaram a Agenda 21 Global, um programa de ação baseado num documento de 40 capítulos, que constituiu uma abrangente tentativa coletiva, em escala mundial, de promover um novo padrão de desenvolvimento denominado "sustentável". A Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para a composição de sociedades sustentáveis, em diferentes contextos geográficas, combinando métodos de justiça

social, eficiência econômica e proteção ambiental, no anseio da mudança para esse novo modelo de desenvolvimento para o século XXI (OLIVEIRA, 2016).

Partindo da experiência da adoção dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), em 2000 pela Organização das Nações Unidas (ONU), a Agenda 2030 é um plano de ação em vigência que reafirma as discussões das edições CNUMAD na qual determina 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas. Destaca-se o ODS 11 que busca tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Para isso, destaca-se a Meta 11.a "Apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento", e a Meta 11.b "Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis" (ONU, 2015).

A Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III) realizada em Quito, capital do Equador em 2016 reafirmou o compromisso das reuniões anteriores na busca pela promoção do desenvolvimento urbano sustentável de maneira integrada e coordenada nos níveis global, regional, nacional, subnacional

e local, com a participação de todos os atores da sociedade (ONU, 2016).

O evento ainda concebeu a Nova Agenda Urbana, documento gerado durante a Habitat III cuja implementação contribuiu para a execução da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e para o alcance dos ODS e de suas metas, com destaque para o ODS 11 sobre tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (ONU, 2016).

No Brasil, o processo da consolidação da Constituição Federal de 1988 foi enriquecido com a participação de movimentos sociais e multisetoriais que, com a pauta da reforma urbana, lograram com a inclusão de um capítulo específico sobre política urbana com instrumentos para a garantia da função social da cidade e da propriedade (BONDUKI, 2018).

Entretanto, o texto constitucional carecia ainda de uma legislação específica de abrangência nacional para que esses instrumentos pudessem ser regulados e implementados. O Estatuto da Cidade (EC), instituído pela lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, foi esse documento responsável pelas diretrizes para a política urbana do país a fim de conceber cidades mais sustentáveis, democráticas e equitativas. Em seu Art.2º, sobre as diretrizes gerais da política urbana, prever a ordenação e controle do uso do solo para evitar a exposição da população a riscos de desastres (BRASIL, 2001).

A lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), alterou o EC em seu Art. 42-B

sobre a delimitação dos trechos com restrições à urbanização e dos trechos sujeitos a controle especial em função de ameaça de desastres naturais, visto que o crescimento da população urbana e o aumento da sua densidade afetam diretamente na ocupação irregular do solo e de áreas de riscos ambientalmente frágeis (BRASIL, 2012).

A campanha “Construindo Cidades Resilientes: Minha cidade está se preparando!” **é uma iniciativa global** lançada em 2010 pelo Escritório das Nações Unidas para Redução de Risco de Desastres (UNISDR). Dentre as dez orientações para os gestores públicos locais, estão medidas sobre social, governança, economia e ambiental para lidar com as demandas de cidades mais resiliente e sustentável (ONU, 2012).

Entre os países participantes, o Brasil possui o maior número de cidades inscritas. A adesão não torna a cidade mais resiliente, mas demonstra o compromisso em fomentar ações e elencar prioridades para redução de riscos a nível local.

Para o recorte de análise, selecionou-se a Região Administrativa Central (RAC) do Estado de São Paulo na qual é composta por 26 municípios, dentre eles 16 participantes da campanha “Construindo Cidades Resilientes” — Américo Brasiliense, Araraquara, Borborema, Cândido Rodrigues, Fernando Prestes, Gavião Peixoto, Ibitinga, Itápolis, Matão, Motuca, Nova Europa, Porto Ferreira, Santa Ernestina, Santa Rita do Passa Quatro, São Carlos e Taquaritinga — e 10 não participantes — Boa Esperança do Sul, Descalvado, Dobrada, Dourado, Ibaté, Ribeirão Bonito, Rincão, Santa Lúcia, Tabatinga e Trabiçu (ONU, 2020).

Assim, com planejamento urbano eficiente, a utilização dos instrumentos urbanísticos e participação popular na definição dos planos de gestão das cidades é possível tornar as cidades mais resilientes e sustentáveis para que o impacto da urbanização seja mínimo.

Ressalta-se que este artigo faz parte de uma pesquisa do mestrado em andamento cujo objetivo geral é analisar os efeitos da aplicação dos instrumentos urbanísticos em Araraquara-SP implementados pela gestão municipal após as diretrizes disponibilizadas pelo Estatuto da Cidade no processo de elaboração e revisão do Plano Diretor.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo investigar instrumentos urbanísticos nos 26 municípios que compõem o total da Região Administrativa Central do Estado de São Paulo na análise da construção de cidades mais sustentáveis e resilientes.

3 METODOLOGIA

Por meio de dados públicos da Pesquisa de Informações Básicas Municipais - MUNIC (2019) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sistematizou-se resultados referente aos 26 municípios pertencentes a Região Administrativa Central do Estado de São Paulo quanto à existência e revisão do plano diretor e dez instrumentos urbanísticos que apresentam maior incidência: legislação sobre zona especial de interesse social, zona de interesse especial, perímetro urbano, parcelamento do solo, zoneamento ou uso e ocupação do solo, outorga onerosa do direito de construir, contribuição de melhoria, estudo de

impacto de vizinhança, código de obras e concessão do uso especial para fins de moradia.

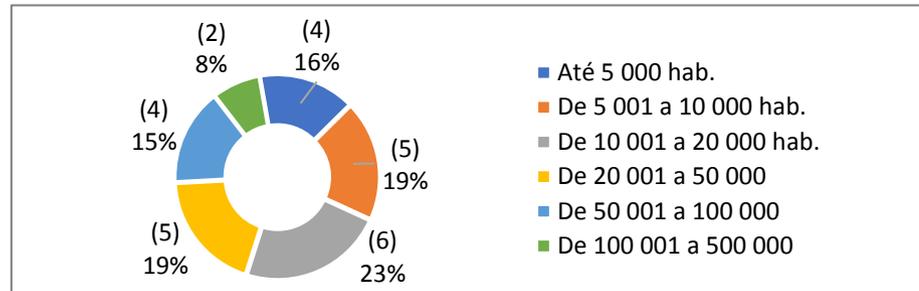
Como classificação para análise dos instrumentos, dividiu-se em períodos baseados na Constituição Federal (1988), no Estatuto da Cidade (2001), no prazo nacional para elaboração obrigatória do Plano (2006) e a coleta de dados da Pesquisa MUNIC (2018), sendo assim anteriores a 1988, entre 1989 e 2001, entre 2002 e 2006, e entre 2007 e 2018.

4 RESULTADOS

Foram analisadas, de forma comparativa, a legislação urbana dos 26 municípios integrantes da Região Administrativa Central (RAC) do Estado de São Paulo. Ressalta-se que alguns desses instrumentos já eram aplicados antes da Constituição Federal e do Estatuto da Cidade, entretanto, careciam de regulamentação específica.

Quanto ao porte dos municípios estudados com a população estimada para o ano de 2019, Cândido Rodrigues, Gavião Peixoto, Motuca e Trabiju estão classificados em até 5000 habitantes; Dobrada, Dourado, Fernando Prestes, Santa Ernestina e Santa Lúcia, estão entre 5001 a 10000 habitantes; Boa Esperança do Sul, Borborema, Nova Europa, Ribeirão Bonito, Rincão e Tabatinga estão entre 10001 a 20000 habitantes; Américo Brasiliense, Descalvado, Ibaté, Itápolis e Santa Rita do Passa Quatro estão entre 20001 a 50000 habitantes; Ibitinga, Matão, Porto Ferreira e Taquaritinga estão entre 50001 a 100000 habitantes; Araraquara e São Carlos estão entre 100001 a 500000 habitantes (Figura 1).

Figura 1: População estimada para as cidades integrantes da RAC (2019), com classificação de tamanho por habitante



Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

Alguns dessas cidades eram distritos de Araraquara e São Carlos, e foram desmembrados e elevados para a categoria de município. Quanto a população estimada, apresentam uma proporção bem distribuída entre os portes de municípios. As duas cidades mais populosas, São Carlos e Araraquara, são responsáveis pela dinâmica da região.

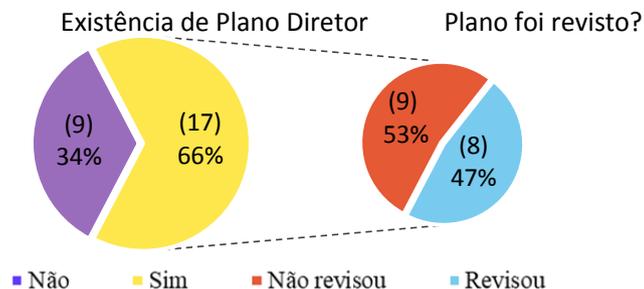
4.1 Planos Diretores e revisão nos municípios da Região Administrativa Central

O primeiro instrumento analisado foi o Plano Diretor. Por entendê-lo como a ferramenta básica da política de desenvolvimento e parte integrante do planejamento municipal, investigou-se sua existência e se caso houve revisão, já que o

Estatuto da Cidade (EC) recomenda que esta seja feita no mínimo a cada 10 anos. Pelo critério populacional, 42% dos municípios da RAC tem a obrigatoriedade da elaboração do PD segundo o EC.

No universo das 26 cidades, 66% municípios possuem Plano Diretor (Figura 2). Como classificação para análise desse instrumento, dividiu-se em períodos baseados na Constituição Federal (1988), no Estatuto da Cidade (2001), no prazo nacional para elaboração obrigatória do Plano (2006) e a coleta de dados da Pesquisa MUNIC (2018): não há nenhum plano diretor vigente com a data anterior a 1988 ou entre 1989 e 2001; entre 2002 e 2006, oito planos ainda vigentes; entre 2007 e 2018, nove planos vigentes.

Figura 2: Existência e revisão de Plano Diretor nas cidades da RAC



Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

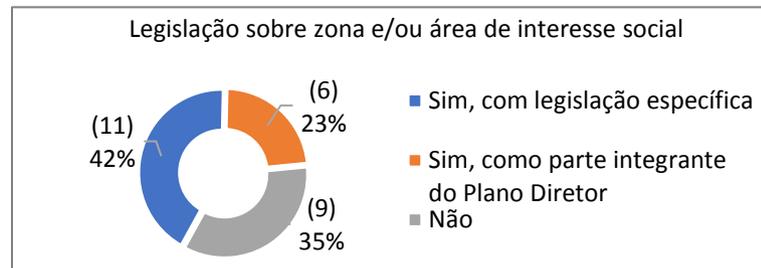
Sobre a revisão do PD, 47% das cidades integrantes da RAC realizaram: um município revisou em 2009, um em 2014, dois em 2016, dois em 2017, e dois em 2018. Outro item contemplado na análise foi a situação sobre a elaboração do PD. Nenhum dos municípios da RAC estava em fase de elaboração de PD em 2018, ano da Pesquisa MUNIC.

4.2 Instrumentos Urbanísticos

A seguir, estão os resultados referente aos dez instrumentos urbanísticos selecionados nesse trabalho. Assim como na análise do Plano Diretor, dividiu-se em períodos baseados na Constituição Federal (1988), no Estatuto da Cidade (2001), no prazo nacional para elaboração obrigatória do Plano (2006) e a coleta de dados da Pesquisa MUNIC (2018).

As **Zonas ou Áreas Especiais de Interesse Social** correspondem a porções do território de uma cidade destinadas a moradia para a população de baixa renda. Esse instrumento avança nas questões sobre o acesso à terra urbanizada e propõe parâmetros específicos construtivos. Consequentemente, seu uso permite a inclusão de camadas sociais consideradas marginalizadas da cidade, já que não puderam ocupar as regiões mais centrais e melhor servidas de serviços urbanos, além de ampliar o mercado imobiliário para o setor de baixa renda (ROLNIK; SAULE JUNIOR, 2001). Analisando a regulamentação sobre zona de interesse social, 65% possuem o instrumento sendo 42% dos municípios possuem legislação específica e 23% como parte integrante do PD (Figura 3).

Figura 3: Legislação sobre zona e/ou área de interesse social da RAC



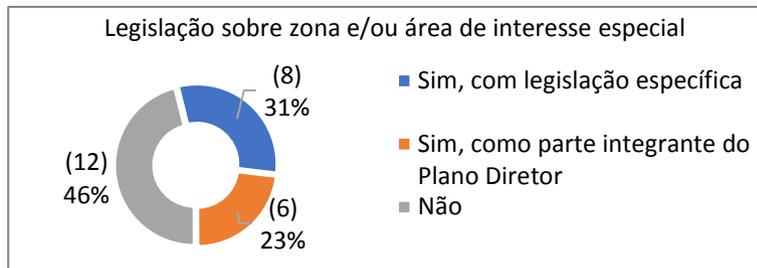
Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

Quanto ao período de promulgação dessas leis específicas, nenhuma com a data anterior a 1988; entre 1989 e 2001, uma lei vigente; entre 2002 e 2006, uma lei vigente; e entre 2007 e 2018, nove leis vigentes.

As **Zonas de interesse especial** correspondem a áreas delimitadas que visam a proteção de mananciais

e do patrimônio cultural, histórico, paisagístico e arqueológico (BRASIL, 1979). Analisando a regulamentação sobre zona e/ou área de interesse especial, 46% não possuem o instrumento, enquanto 54% possuem o instrumento sendo 31% dos municípios possuem legislação específica e 23% como parte integrante do PD (Figura 4).

Figura 4: Legislação sobre zona e/ou área de interesse especial da RAC



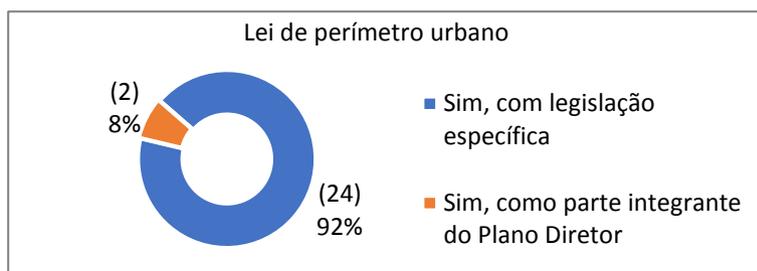
Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

Quanto ao período de promulgação dessas leis específicas, nenhuma com a data anterior a 1988; entre 1989 e 2001, uma lei vigente; entre 2002 e 2006, duas leis vigentes; e entre 2007 e 2018, cinco leis vigentes.

A **Lei de perímetro urbano** define a divisão territorial do município em zonas urbanas e rurais com o intuito de controlar a oferta de solo com

potencial construtivo e a expansão horizontal. Assim, oferece ao gestor as possibilidades em direcionar as políticas públicas e otimização dos serviços urbanos (IBGE, 2017). Analisando a regulamentação sobre perímetro urbano, todos os municípios da RAC possuem o instrumento, sendo 92% dos municípios possuem legislação específica e 8% como parte integrante do PD (Figura 5).

Figura 5: Legislação sobre perímetro urbano da RAC



Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

Quanto ao período de promulgação dessas leis específicas, uma lei com a data anterior a 1988; entre 1989 e 2001, quatro leis vigentes; entre 2002 e 2006, nenhuma lei vigente; e entre 2007 e 2018, vinte leis vigentes.

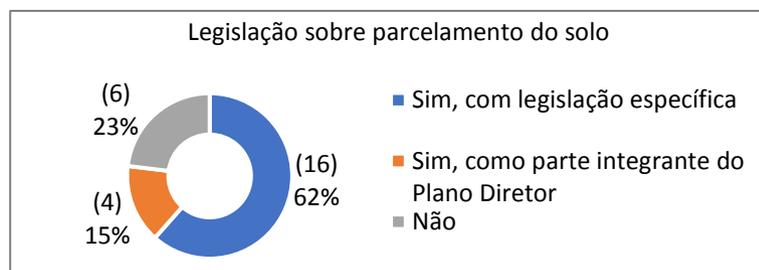
O **Parcelamento do solo urbano**

é previsto como competência do município pela Constituição Federal (1988), mas as normas de parcelamento estão definidas anteriormente na lei federal nº 6766/1979. Entretanto, sofreu alterações e complementações para adequar às dinâmicas decorrentes do processo de urbanização. Quanto a

definição, são dispostas basicamente duas modalidades para subdivisão de uma gleba em lote: loteamento, quando há a abertura de novas vias de circulação, e desmembramento ou remembramento, com o aproveitamento do sistema viário existente (BRASIL, 1979).

Analisando a regulamentação sobre parcelamento do solo, 23% não possuem o instrumento, enquanto 77% possuem o instrumento sendo 62% dos municípios possuem legislação específica e 15% como parte integrante do PD (Figura 6).

Figura 6: Legislação sobre parcelamento do solo da RAC



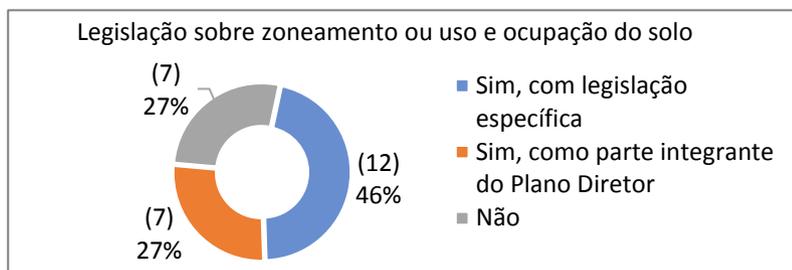
Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

Quanto ao período de promulgação dessas leis específicas, três leis com a data anterior a 1988; entre 1989 e 2001, duas leis vigentes; entre 2002 e 2006, três leis vigentes; e entre 2007 e 2018, nove leis vigentes.

A **legislação de zoneamento é responsável pela divisão** do território entre área urbana e de expansão em zonas diferenciadas, na qual **são aplicados parâmetros** para orientar o uso e ocupação do solo como coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação

e atividades permitidas nos lotes. Esse instrumento possui um histórico conflituoso e político entre o interesse privado e a ação dos governos municipais (ROLNIK; SAULE JUNIOR, 2001; VILLAÇA, 1995). Analisando a regulamentação sobre zoneamento ou uso e ocupação do solo, 27% municípios não possuem o instrumento, enquanto 73% possuem o instrumento sendo 46% dos municípios possuem legislação específica e 27% como parte integrante do PD (Figura 7).

Figura 7: Legislação sobre zoneamento ou uso e ocupação do solo da RAC



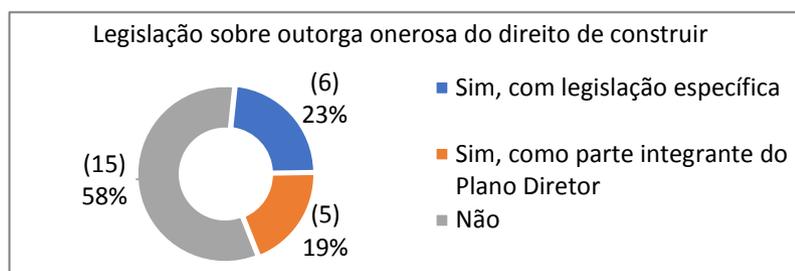
Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

Quanto ao período de promulgação dessas leis específicas, nenhuma com a data anterior a 1988; entre 1989 e 2001, duas leis vigentes; entre 2002 e 2006, quatro leis vigentes; e entre 2007 e 2018, seis leis vigentes.

A **Outorga onerosa do direito de construir**¹ consiste na possibilidade de o município conceder um potencial construtivo acima do limite básico permitido pelo coeficiente de

aproveitamento em relação entre a área do terreno e a área edificável a partir de pagamento proporcional pelo proprietário. Analisando a regulamentação sobre outorga onerosa do direito de construir, 58% não possuem instrumento, enquanto 42% possuem o instrumento sendo 23% dos municípios possuem legislação específica e 19% como parte integrante do PD (Figura 8).

Figura 8: Legislação sobre outorga onerosa do direito de construir da RAC



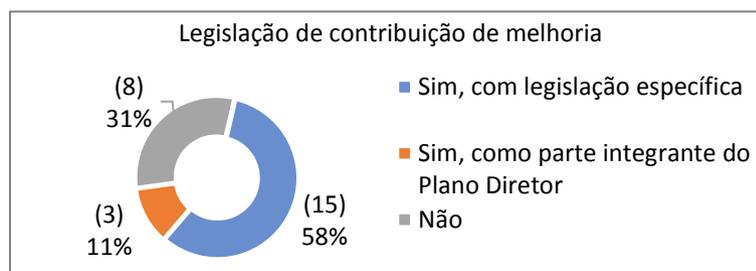
Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

Quanto ao período de promulgação dessas leis específicas, nenhuma com a data anterior a 1988, entre 1989 e 2001 ou entre 2002 e 2006; todas as seis leis vigentes tem data entre 2007 e 2018.

A **Contribuição de melhoria** é um tributo cobrado pela União, pelos Estados ou pelos Municípios com a finalidade de retornar os custos de obras públicas na valorização imobiliária provocada (PEREIRA et al.,

2018). Está presente na Constituição desde 1934, no Código Tributário Nacional de 1966 e no Estatuto da Cidade. É comum sua aplicação sobre obras de pavimentação viária. Analisando a regulamentação sobre contribuição da melhoria, 31% não possuem o instrumento, enquanto 69% possuem o instrumento sendo 58% dos municípios possuem legislação específica e 11% como parte integrante do PD (Figura 9).

Figura 9: Legislação sobre contribuição da melhoria da RAC



Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

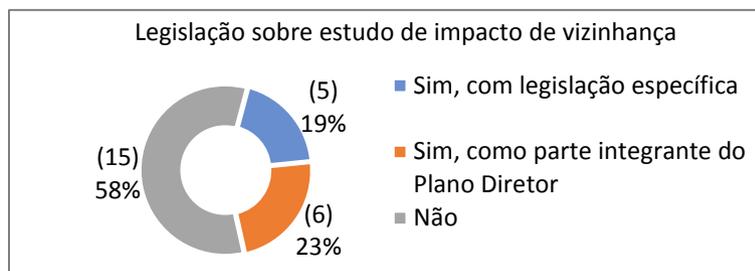
1 Este instrumento era denominado Solo Criado cujos fundamentos são anteriores ao Estatuto da Cidade (REZENDE et al., 2009).

Quanto ao período de promulgação dessas leis específicas, seis leis vigentes com a data anterior a 1988; entre 1989 e 2001, três leis vigentes; entre 2002 e 2006, duas leis vigentes; e entre 2007 e 2018, quatro leis vigentes.

O **Estudo de impacto de vizinhança** (EIV) consiste na análise dos efeitos negativos e positivos decorrentes da implantação de novos empreendimentos e

atividades públicas ou privadas em área urbana para obtenção de licença para construção, ampliação e funcionamento, expedida pelo poder público municipal. Analisando a regulamentação sobre estudo do impacto de vizinhança, 58% não possuem o instrumento, enquanto 42% possuem o instrumento sendo 19% dos municípios possuem legislação específica e 23% como parte integrante do PD (Figura 10)

Figura 10: Legislação sobre estudo de impacto de vizinhança da RAC



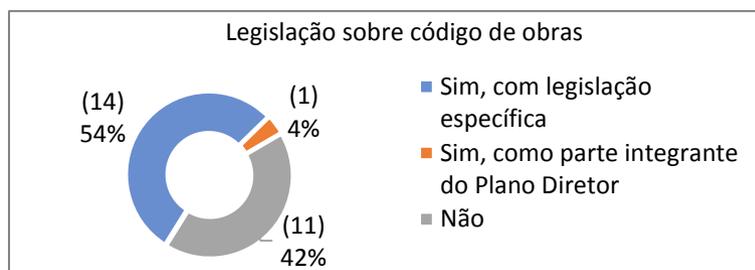
Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

Quanto ao período de promulgação dessas leis específicas, nenhuma com a data anterior a 1988, entre 1989 e 2001 ou entre 2002 e 2006; todas as cinco leis vigentes tem data entre 2007 e 2018.

O **Código de obras** permite a gestão municipal exercer controle e fiscalização sobre o espaço edificado e seu entorno no intuito de garantir conforto ambiental, segurança, acessibilidade e salubridade edilícia.

Na ausência do código de obras, a legislação atuante é o Código Sanitário Estadual. Em São Paulo, está vigente pela lei nº 10.083, de 23 de setembro de 1998. Analisando a regulamentação sobre código de obras, 42% não possuem o instrumento, enquanto 54% possuem, sendo 54% dos municípios possuem legislação específica e 4% como parte integrante do PD (Figura 11).

Figura 11: Legislação sobre código de obras da RAC



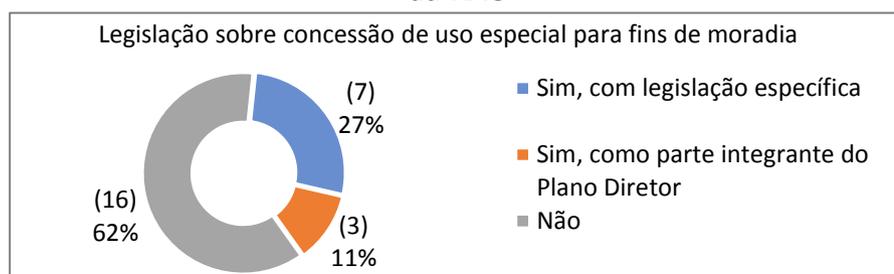
Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

Quanto ao período de promulgação dessas leis específicas, três leis vigentes com a data anterior a 1988; entre 1989 e 2001, três leis vigentes; nenhuma lei entre 2002 e 2006; e entre 2007 e 2018, oito leis vigentes.

Em contraste com o instrumento urbanístico Usucapião Urbano, utilizado para destinação social de imóveis urbanos privados, a **Concessão do direito especial de uso para fins de moradia** é aplicada

na regularização fundiária de terras públicas ocupadas informalmente pela população de baixa renda (ROLNIK; SAULE JUNIOR, 2001). Analisando a regulamentação sobre concessão de uso especial para fins de moradia, 62% não possuem o instrumento, enquanto 38% possuem, sendo 27% dos municípios possuem legislação específica e 11% como parte integrante do PD (Figura 12).

Figura 12: Legislação sobre concessão de uso especial para fins de moradia da RAC



Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

Quanto ao período de promulgação dessas leis específicas, nenhuma com a data anterior a 1988; duas leis vigentes entre 1989 e 2001; nenhuma lei entre 2002 e 2006; e entre 2007 e 2018, cinco leis vigentes.

5. CONCLUSÃO

Observa-se uma diversificação entre o porte dos municípios em análise e os instrumentos utilizados, visto que alguns destes são amplamente conhecidos pela gestão pública local devido ao seu uso anterior ao Estatuto da Cidade, como o de perímetro urbano, parcelamento do solo, código de obras e contribuição de melhoria, cuja legislação específica incide acima de 50%.

Quanto ao período de promulgação das leis específicas, encontram-se em sua maioria no período mais recente entre 2007 e 2018, possivelmente, baseado na experiência própria ou de outros municípios com o apoio do Ministério das Cidades com a divulgação e capacitação sobre o Estatuto da Cidade para as prefeituras e equipes técnicas.

O instrumento Zona especial de interesse social recebeu projeção após a implantação do programa federal de habitação Minha Casa Minha Vida (MCMV), em 2009. Na análise do instrumento, a maioria dos municípios com legislação específica referem-se a um período posterior ao MCMV. Entretanto, dois municípios, Gavião Peixoto com população interior a 5000

habitantes, e Fernando Prestes com população entre 5001 e 10000, possuíam legislação específica regulamentada respectivamente em 2001 e 2006. Gavião Peixoto desenvolveu obrigatoriamente tal legislação devido a implantação de uma unidade da empresa de aviação Embraer.

Destaca-se que os dois maiores municípios da Região Central, São Carlos e Araraquara, inseriram a legislação do zoneamento como parte integrante do Plano Diretor, garantindo a estabilidade das regras de uso e ocupação estabelecidas.

Na análise da Outorga onerosa do direito de construir, dos 6 municípios com população acima de 50001 habitantes, apenas Matão não possuem o instrumento, e Ibitinga possui como parte integrante do Plano Diretor. Os demais, Araraquara, Descalvado, Porto Ferreira, Santa Rita do Passa Quatro, São Carlos e Taquaritinga, regulamentaram a outorga como legislação específica, demonstrando mais amadurecimento com o uso do instrumento.

Na análise do Estudo de impacto de vizinhança, observou-se uma motivação específica do instrumento para cada realidade municipal. No caso da cidade de Dobrada, cuja população é entre 5001 a 10000, o instrumento está vigente desde 2009 por legislação específica. Entretanto, por meio do decreto municipal nº 1.684, de 10 de janeiro de 2018, regulamentou o Estudo de impacto de vizinhança para instituir o horário de funcionamento de estabelecimentos comerciais, provavelmente considerado um impacto relevante para a cidade.

Apesar da existência diversificada

dos instrumentos urbanísticos nos municípios analisados com legislação recente ou, por vezes, desatualizada, este trabalho proporciona abertura para uma análise mais profunda e específica dos instrumentos em cada município, devido a carência em qualificar a atuação local dessas legislações.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONDUKI, N. Dos movimentos sociais e da luta pela reforma urbana na constituinte ao estatuto da cidade (1981-2001). In: BONDUKI, N. **A luta pela reforma urbana no Brasil**: Do seminário de Habitação e Reforma Urbana ao Plano Diretor de São Paulo. São Paulo: Instituto Casa da Cidade, 2018.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979: dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Disponível em: http://planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm. Acesso em: 13 ago. 2020.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001: regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: http://planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 10 ago. 2020.

BRASIL. Lei nº 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; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Disponível em: http://planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm. Acesso em: 10 ago. 2020.

DOBRADA. Decreto nº 1.684, de 10 de janeiro de 2018: Regulamenta o Estudo de Impacto de Vizinhança nos termos do art. 70, da Lei Municipal nº 1.360, de 29 de abril de 2009, Código de Posturas. Disponível em: <http://www.dobrada.sp.gov.br/images/docs/Decretos/2018/Decreto-1684-2018-Regulamentacao-Estudo-Impacto-Vizinhanças.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2020.

IBGE. **Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos no Brasil:** uma primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE, 2017

IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros:** 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2019

OLIVEIRA, Leandro. A geopolítica do desenvolvimento sustentável na CNUMAD-1992 (ECO-92): entre o Local e o Global, a Tensão e a Celebração. **Revista de Geopolítica**, v. 2, n. 1, p. 43–56, 2016.

ONU. **Como Construir Cidades Mais Resilientes:** um guia para gestores públicos locais. Escritório das Nações Unidas para Redução de

Riscos de Desastres, 2012. Disponível em: https://unisdr.org/files/26462_guia gestores publicos web.pdf. Acesso em: 11 ago. 2020.

ONU. **Nova Agenda Urbana.** Organização das Nações Unidas, 2016. Disponível em: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Portuguese-Brazil.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.

ONU. **Escritório das Nações Unidas para Redução de Risco de Desastres (UNDRR):** Participating Local Government. Disponível em: <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/cities/brazil> Acesso em: 10 ago. 2020.

PEREIRA, Gislene; FERNANDES, Cintia Estefania; CHULIPA MÖLLER, Luiz Fernando; CAVALCANTI, Carolina. **Contribuição de Melhoria:** Caderno Técnico de Regulamentação e Implementação de Instrumentos do Estatuto da Cidade, Brasília: Ministério das Cidades, 2018.

Rezende, V. F.,

REZENDE, Vera; FURTADO, Fernanda; OLIVEIRA, Maria Teresa de; JORGENSEN JUNIOR, Pedro. A Outorga Onerosa do Direito de Construir e o Solo Criado: uma necessária avaliação das matrizes conceituais. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, [S.l.], v. 11, n. 2, p. 51, nov. 2009

ROLNIK, Raquel; SAULE JÚNIOR, Nelson. **Estatuto da Cidade:** guia para implementação pelos municípios e cidadãos. Brasília: Polis, 2001.

Villaça, Flávio. A crise do planejamento urbano. **São Paulo em perspectiva**, v. 9 n. 2, p. 45-51, 1995.

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