

2022.1/2

v3n



**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.3, n.1/2 (2022). São Carlos: 2022.

v.3, n.1/2 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 de Cassia Martinelli  
 Guerreiro  
 Profa. Dra. Elza Luli Miyasaka

## Editoração

Priscila Kauana Barelli Forcel

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

Prof. Dr. Érico Masiero  
 Profa. Dra. Denise Balestrero Menezes

## Conselho Editorial

- Prof. Dr. Rodrigo Melo Porto | EESC-USP
- Prof. Dr. Valdir Schalch | EESC-USP
- Prof. Dr. Paulo Sérgio Scalize | UFG
- Profa. Dra. Regina Mambelli Barros | 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

Editorial ..... 5  
 Prof. Dr. João Sergio Cordeiro

## ARTIGOS

USO DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE E GESTÃO TERRITORIAL: UM ESTUDO PARA REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA ..... 8

Felipe Facci Inguaggiato  
 Tatiane Ferreira Olivatto  
 Fábio Noel Stanganini

AVALIAÇÃO DOS PLANOS DIRETORES APÓS O ESTATUTO DA CIDADE: UM ESTUDO DE RIO CLARO-SP ..... 25

Renan César Silva Caldas  
 Maria Paula Rosa Freato  
 Leticia Musembani  
 Érico Masiero  
 Elza Luli Miyasaka  
 Luciana Márcia Gonçalves

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COM O EMPREGO DE DIFERENTES METODOLOGIAS: ESTUDO DE CASO EM GOIOERÉ/PR ..... 44

Felipe Facco Mendes Ferreira  
 Generoso De Angelis Neto

EMIÇÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA COM BASE NA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NA ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA ..... 64

Maria Eduarda da Silva Ferreira  
 Geovana Mantovani Rodrigues  
 Herlandí de Souza Andrade  
 Érica Leonor Romão  
 Mariana Consiglio Kasemodel

ANÁLISE AMBIENTAL DE CEMITÉRIO ATRAVÉS DA

- 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. Licinio 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

## MATRIZ DE SWOT – ESTUDO DE CASO ..... 78

Eduardo Antonio Maia Lins  
Sarah Maia Pianowski  
Magda Marinho Braga  
Rui Pedro Cordeiro Abreu de Oliveira  
Adriana da Silva Baltar Maia Lins

## ANÁLISE DE PONTOS ESTRATÉGICOS PARA RECEBIMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS POR SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA NO CEARÁ ATRAVÉS DE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW) ..... 94

Gabriel Ferdinando Moreira Pesente  
Sarah Maia Pianowski  
Viviane Gomes Monte  
Magda Marinho Braga  
Eduardo Antonio Maia Lins

## ANÁLISE DE ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS SOBRE A COMPOSTAGEM ..... 103

Amanda Rodrigues Fernandes  
Mila Abifadel Fernandes  
Maria Cristina Rizk

## RESUMOS

Teses e Dissertações

## INVESTIGACIÓN APLICADA A LA GESTIÓN DE RIESGO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO, PARA FINES DE PLANIFICACIÓN URBANA. CASO PILOTO: "EROSIÓN EN LA CIUDAD DE SÃO CARLOS" ..... 118

Ilena Carolina Osorio Acosta  
Denise Balestrero Menezes

## UM ESTUDO SOBRE A MOBILIDADE ATIVA DE IDOSOS EM UMA CIDADE DE PORTE MÉDIO A PARTIR DA ABORDAGEM SOCIOECOLÓGICA..... 120

Luciana Mação Bernal  
Suely da Penha Sanches

## REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL: IDENTIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS E LACUNAS COM APOIO EM ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA ..... 122

Lígia Lulai Ferreira  
Cali Laguna Achon

## AVALIADORES ..... 124

## COMISSÃO EDITORIAL ..... 125



A Engenharia Urbana em Debate é registrada no Creative Commons

O conteúdo dos artigos é de inteira responsabilidade dos autores.

### A ENGENHARIA URBANA E SEUS DESAFIOS

**Prof. Dr. João Sergio Cordeiro**

Doutor em Hidráulica e Saneamento

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana  
Universidade Federal de São Carlos \_ PPGEU/UFSCar

orcid: [0000-0002-6294-8871](https://orcid.org/0000-0002-6294-8871)

[cordeiro@ufscar.br](mailto:cordeiro@ufscar.br)

Na década de 1970, a população brasileira era de cerca de 90 milhões de pessoas assim distribuídas: 45% na área rural e 55 % nas áreas urbanas. Passados pouco mais de 50 anos, a população total mais que dobrou, passando para cerca de 215 milhões (IBGE 2022). Analisando-se o crescimento urbano nesse período, observa-se que em 1970 os centros urbanos contavam com população aproximadamente de 50 milhões de pessoas. Em 2022 a inversão do sistema urbano e rural mostra que 85% encontram-se em áreas urbanas e cerca de 15% em áreas rurais. A análise desses dados mostra que a população urbana passou de cerca de 50 milhões em 1970 para mais de 180 milhões em 2022.

Em 50 anos, no Brasil ocorreu crescimento urbano de 130 milhões de pessoas. Esse fato tem exigido análise crítica por parte dos administradores municipais, responsáveis por elaborar projetos para busca de soluções de engenharia e econômicas que possibilitem a melhoria da qualidade de vida. Em 2022, cerca de 17 centros urbanos têm populações acima de 1 milhão de habitantes, e cerca de 50 cidades têm aproximadamente 500 mil habitantes. Isso representa 1,2 % dos 5 568 municípios. De que forma a engenharia urbana deve se portar frente a essa realidade?

Deve-se lembrar que qualquer que seja a cidade uma infraestrutura mínima é necessária, tais como: habitação, energia, sistema de água, coleta de esgotos, manejo de águas pluviais, limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos, sistemas de comunicação, transporte urbano, uso e ocupação de solo de forma adequada, escolas, hospitais, comércio, indústria, praças públicas, parques. Todas são fundamentais em relação à vida normal em comunidade com qualidade de vida.

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

No entanto, com a análise de dados em relação ao Brasil nota-se que o déficit habitacional é avaliado em 5,87 milhões de unidades. Em 2016 (5,657 milhões); em 2017 (5,97 milhões); em 2018 (5,87 milhões). Verifica-se, através desses dados, que esse problema vem se mantendo praticamente inalterado. As políticas públicas de habitação não têm sido efetivas. O uso e ocupação do solo em grande parte dos centros urbanos com topografia de elevados

desníveis e aspectos geológicos frágeis, têm provocado grandes desastres, com perdas de vida e de patrimônio.

Com relação aos sistemas de saneamento básico (Sistema de Abastecimento de Água, Sistema de Esgotamento e Tratamento de Esgotos Sanitários, Sistema de controle e manejo de águas Pluviais e Sistema de Limpeza Urbana e Resíduos Sólidos) têm sofrido, em alguns casos, de extrema deficiência em cidades dos mais diversos portes. Temas de relevância tais como: Perdas de Água e de Energia, Gestão de resíduos de ETAs e ETEs, atendimento às Normas ISO 24 510, 24 511 e 24 512, ainda pouco conhecidas nas companhias de saneamento (Sistemas de Água e Esgotos) têm levado ao funcionamento inadequado de parte considerável desse setor.

Segunda o IBGE 2018, cerca de 72 milhões de pessoas não dispõem de redes coletoras de esgotos sanitários. Já o tratamento de esgotos só se conforma em locais que dispõem de redes coletoras. Assim, aumentam os níveis de poluição de cursos d'água por matéria orgânica, que pode implicar na perda de mananciais, implicando em problemas seríssimos em fontes disponíveis de água para abastecimento.

Reportagem publicada no Jornal Estado de São Paulo em 6 de maio de 2022 mostra que várias empresas estatais podem perder a concessão em cerca de 1.000 cidades em virtude do não atendimento aos requisitos necessários, definidos pela ANA – Agência Nacional das Águas em relação à Lei 14 026 de 2020 – Marco Regulatório do Saneamento.

A necessidade de se entender a dinâmica das cidades de maneira relativamente profunda, faz com que a preparação de profissionais com formação adequada, entre as mais variadas áreas de atuação na engenharia urbana exige do profissional o entendimento da rede de interrelações entre os setores diversos, que podem formar teia de entrelaçamento dentro do espaço urbano disponível. Fluxo de pessoas, veículos motorizados, veículos não motorizados, fluxo de energia, sistemas de água, sistemas de esgotos, manejo de águas pluviais, necessitam ser entendidos, mas não como caixas de conhecimento estanques.

Dentre os 17 objetivos da ONU – Organização das Nações Unidas para os anos 2030, no mínimo os objetivos 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15 possuem forte interação dentro dos centros urbanos. A responsabilidade de buscar e garantir melhorias dos mesmos é papel de administradores e responsáveis pela engenharia envolvida.

De que forma cursos de graduação em engenharia civil, ambiental e sanitária podem se colocar de forma que seus alunos entendam melhor a dinâmica das cidades? O Observatório da Engenharia, coordenado pela Universidade Federal de Juiz de Fora, mostra que em 2018 a habilitação em engenharia civil tinha cerca de 1150 cursos (aproximadamente 1000 em entidades privadas); engenharia ambiental com quase 400 cursos (mais de 300 em entidades privadas). Obviamente não está se discutindo a qualidade dos cursos, no entanto há necessidade de que coordenadores de cursos e o corpo docente discuta os prementes problemas urbanos que tanto afligem as cidades.

Um dos graves problemas é a questão do manejo de águas pluviais, que ainda hoje é tratado com conceitos de engenharia que necessitam ser mudados. A grande maioria dos cursos não enfoca esses conceitos de forma adequada, olhando o crescimento urbano sem se preocupar em equacionar essa questão em conjunto com o uso e ocupação do solo. Não existem normas técnicas que balizem essa lacuna. Esses fatos têm trazido inúmeros problemas como: deslizamentos, inundações com mortes e perdas econômicas.

A indústria da construção tem passado por rápidas mudanças que devem ser mostradas aos futuros engenheiros, pois a evolução dessas mudanças já está sendo exigidas em novos projetos. Dessa forma, docentes devem incluir em seus programas novas tecnologias. Uma delas é a Tecnologia BIM – Building Information Modeling. (Modelo da Informação da Construção) que têm por propósito melhorar a eficiência e sustentabilidade dos projetos, além de ter melhor previsibilidade de resultados finais.

# USO DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE E GESTÃO TERRITORIAL: UM ESTUDO PARA REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA

*Use of Remotely-Piloted Aircraft as a tool for territorial analysis and management. a study for Urban Land Regularization*

*Uso de aeronaves pilotadas a distancia como herramienta de análisis y gestión territorial: un estudio para la regularización del suelo urbano*

## Felipe Facci Inguaggiato

Doutorando do Prog. de Pós-Graduação em Eng. Urbana  
Univ. Fed. São Carlos  
[orcid: 0000-0001-7932-4865](https://orcid.org/0000-0001-7932-4865)  
fp.facci@hotmail.com

## Tatiane Ferreira Olivatto

Doutoranda do Prog. de Pós-Graduação em Eng. Urbana  
Univ. Fed. São Carlos  
[orcid: 0000-0002-5770-7088](https://orcid.org/0000-0002-5770-7088)  
tatianeolivatto@yahoo.com.br

## Fábio Noel Stanganini

Doutor pelo Prog. de Pós-Graduação em Eng. Urbana  
Univ. Fed. São Carlos  
[orcid: 0000-0002-2497-2395](https://orcid.org/0000-0002-2497-2395)  
fstanganini@ufscar.br

## Resumo

A gestão de áreas urbanas isoladas é um desafio para o poder público municipal, principalmente em municípios de pequeno porte, cuja disponibilidade orçamentária é muitas vezes limitada. Neste sentido, o uso da aerofotogrametria digital, utilizando aeronaves remotamente pilotadas (RPA), popularmente conhecidas como Drones, surge como uma alternativa de subsídio à gestão urbana, tendo em vista seu baixo custo, operabilidade simplificada e possibilidade de imageamento de pequenas áreas em um curto espaço de tempo. Visando avaliar a viabilidade do uso desta tecnologia, este trabalho teve por objetivo o emprego de uma RPA (modelo Phantom 4 Pro) para coleta de dados em uma área urbana isolada no Município de Guararema – SP. A metodologia utilizada contemplou a coleta de pontos de apoio no intuito de atribuir acurácia posicional às imagens, resultando na construção de material cartográfico georreferenciado (ortofoto e modelo digital de elevação) e com qualidade submétrica. Foi verificado que os produtos podem ser utilizados para fins de regularização fundiária, permitindo a vetorização de feições como quadras, lotes, construções, infraestrutura urbana e vegetação, além da extração de curvas de nível. Os produtos se enquadram na classificação de qualidade PEC Classe A, com escala de referência técnica de 1:1000, reafirmando-os como alternativa para atualização da base cadastral de prefeituras e como fonte de informações de qualidade para a o planejamento e gestão de áreas urbanas.

**Palavras-chave:** Aeronave Remotamente Pilotada, Gestão Urbana, Atualização Cartográfica, Geoprocessamento, Engenharia Urbana.

## Abstract

The management of isolated urban areas is a challenge for the municipal government, especially in small municipalities, whose budget availability is often limited. In this sense, the use of digital aerophotogrammetry, using remotely piloted aircraft (RPA), popularly known as Drones, appears as an alternative of subsidy for urban management, given its low cost, simplified operability and possibility of imaging small areas in a short time. Aiming to assess the feasibility of using this technology, this work aimed to use a RPA (Phantom 4 Pro model) for data collection in an isolated urban area in the municipality of Guararema - SP. The methodology used included the collection of support points in order to attribute positional accuracy to the images, resulting in the construction of georeferenced cartographic material (orthophoto and digital elevation model) and with submetric quality. It was found that the products can be used for land regularization purposes, allowing the vectorization of features such as blocks, lots, buildings, urban infrastructure and vegetation, in addition to the extraction of contour lines. The products fit into the PEC Class A quality classification, with a technical reference scale of 1:1000, reaffirming them as an alternative for updating the municipal registry database and as a source of quality information for the planning and management of urban areas.

**Keywords:** Remotely-Piloted Aircraft, Urban Management, Cartographic Updating, Geoprocessing, Urban Engineering.

## Resumen

La gestión de áreas urbanas aisladas es un desafío para el gobierno municipal, especialmente

Data da Submissão:  
18novembro2021  
Data da Aprovação:  
02fevereiro2022  
Data da Publicação:  
15abril2022

en los municipios pequeños, cuya disponibilidad presupuestaria suele ser limitada. En este sentido, el uso de aerofotogrametría digital, utilizando aeronaves pilotadas a distancia (RPA), popularmente conocidas como Drones, aparece como un subsidio alternativo a la gestión urbana, dado su bajo costo, operabilidad simplificada y posibilidad de captar áreas pequeñas en poco tiempo. Con el objetivo de evaluar la viabilidad del uso de esta tecnología, este trabajo tuvo como objetivo utilizar un RPA (modelo Phantom 4 Pro) para la recolección de datos en una zona urbana aislada del municipio de Guararema - SP. La metodología utilizada incluyó la recolección de puntos de apoyo con el fin de atribuir precisión posicional a las imágenes, dando como resultado la construcción de material cartográfico georreferenciado (ortofoto y modelo de elevación digital) y con calidad submétrica. Se verificó que los productos pueden ser utilizados con fines de regularización de la tenencia de la tierra, permitiendo la vectorización de características como bloques, lotes, edificaciones, infraestructura urbana y vegetación, además de la extracción de curvas de nivel. Los productos encajan en la clasificación de calidad PEC Clase A, con una escala de referencia técnica de 1: 1000, reafirmando los como alternativa para la actualización de la base de datos del registro municipal y como fuente de información de calidad para la planificación y gestión de áreas urbanas.

**Palabras clave:** Aeronave Pilotada a Distancia, Gestión Urbana, Actualización Cartográfica, Geoprocusamiento, Ingeniería Urbana.

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização iniciado na década de 1980 em cidades de pequeno porte levaram ao advento de loteamentos residenciais e conjuntos habitacionais populares, difundindo diversas problemáticas espaciais. Considerando que grande parte dos instrumentos urbanos presentes na legislação nacional estavam pertinentes ao planejamento de cidades de médio e grande porte (MOREIRA e TERBECK, 2015), iniciou-se um debate acerca das metodologias voltadas a atualização de bases cartográficas de municípios de menor dimensão (PADIAL *et al.*, 2018; PESSOA *et al.*, 2019).

Comparativamente, enquanto na década de 1950 a taxa de urbanização no país era de 36,2%, no ano de 2010 esse número elevou-se para 84,4% (IBGE, 2010). As cidades de pequeno porte também caminharam a um aumento relativo em escala nacional. No ano de 1940, 857 municípios apresentavam população inferior a vinte mil habitantes, ao passo que, no ano de 2010, esse

número elevou-se a 4.471 (STAMM *et al.*, 2013).

Neste cenário de mudança, questões como adensamento populacional, problemas de infraestrutura urbana e desigualdades socioeconômicas se evidenciaram nos municípios brasileiros, enfatizando a indispensabilidade do planejamento urbano (VILLAÇA, 2001). Apesar disso, as alternativas articuladas pelo poder público não abordavam necessariamente embates no espaço urbano, refletindo na falta de uma política urbana preventiva e que observe o espaço urbano como um local de interação entre processos socioeconômicos e espaciais (ROLNIK, 2015; VILLAÇA, 1999).

Uma dentre várias justificativas para explicar esses impasses parte da atual lacuna no conhecimento sobre a importância de entender o território como a melhor forma de inferir e aplicar políticas públicas em escalas locais (BATISTA DE FRANÇA, 2017). De tal modo, observa-se o

surgimento de ocupações irregulares – conceituado como uma ocupação desordenada, através de invasões irregulares ou empreendimentos clandestinos – que se apresentam, majoritariamente, como um espaço para exercício da moradia (ROCHA e SILVEIRA, 2017).

Estas ocupações podem ainda divergir conceitualmente em sua configuração, uma vez que elas podem se consolidar tanto em formato de favelas e de ocupações de movimentos sociais (DE LIMA RAMIRES, 2020), quanto em estruturas de condomínios de alto padrão socioeconômico, como o loteamento na Represa Billings, em São Paulo (LOLIVE e OKAMURA, 2020). Do ponto de vista da infraestrutura, estas tipologias de ocupação diferenciam-se, pois, enquanto a primeira carece de obras como sistema de abastecimento de água e coleta de esgoto, rede de distribuição de elétrica e sistema viário, a segunda as apresenta. No caso dos condomínios de alto padrão, destaca-se ainda o conceito de privatização do espaço como um todo, o que vai além da ocupação de movimentos sociais, por exemplo.

A falta da regulamentação do espaço urbano pode levar a problemas que vão desde arrecadação de impostos ineficiente - visto que grande parcela dessas ocupações não contém dados cadastrais ou os mesmos são computados de forma defasada, refletindo a negligência na fiscalização e cobrança de impostos municipais (PESSOA *et al.*, 2019; DE LIMA RAMIRES, 2020) – à problemas de mobilidade urbana decorrentes, por exemplo, do fechamento de grandes extensões urbanas e consequente desconexão de sistemas viários.

Neste contexto, a utilização de elementos cartográficos georreferenciados para o registro de informações territoriais, inclusive para a elaboração de mapas temáticos – sejam eles referentes a rede viária urbana, de drenagem, de cadastro tributário e imobiliário, planialtimétrico e de serviços de infraestrutura – contribuem de maneira significativa para gestão e planejamento urbano.

Além das técnicas já bem difundidas de topografia, ferramentas de geoprocessamento e levantamento aerofotogramétrico tradicionais também são utilizadas para o levantamento cartográfico desses elementos, contudo, seus elevados custos operacionais (GALLACHER, 2016), atrelado a dificuldades técnicas e burocráticas, demonstram que são poucos os municípios que dispõem de recursos financeiros para subsidiar o planejamento de seu espaço e suas respectivas dinâmicas de alterações ao longo dos anos.

Para efeito de constatação, o levantamento topográfico, em cenário nacional, é realizado por uma série de cartas homogêneas e articuladas, elaboradas mediante um compilado de cartas já existentes, em escalas que variam entre 1:1000.000 e 1:20.000 da superfície terrestre, inviabilizando a análise de problemáticas espaciais em escala local (MACHADO e CAMBOIM, 2019). O mapeamento voltado a regulação e regularização de áreas urbanas demanda escalas detalhadas, que variam entre 1:500 e 1:2.000.

Neste sentido, o uso de imagens de alta resolução espacial é cada vez mais utilizado no que se refere a questões relacionadas a gestão

urbana, através da utilização das aeronaves remotamente pilotadas (RPA) (GALLACHER, 2016; CURETON, 2020), responsáveis pela inserção de novas funcionalidades e alternativas para organização territorial urbana. Assim, a utilização das RPAs se apresenta como uma alternativa para a realização de levantamentos aerofotogramétricos que exigem maior detalhamento.

Dentre os principais benefícios dessa evolução tecnológica, destacam-se, além de seu baixo custo operacional, a simplicidade operacional, principalmente se comparado à outras alternativas de aquisição de imagens que utilizam helicópteros e aviões de pequeno porte (ALLAIRE *et al.*, 2019; THOMAS *et al.*, 2019). Por esta razão, as aplicabilidades variam desde atualização cadastral, acompanhamento de fenômenos urbanos e ambientais, assim como a produção de bases cartográficas sólidas para o cenário atual – como a regularização fundiária.

A maioria dos municípios de pequeno porte dispõem de ferramentas ou instrumentos que auxiliem na construção e atualização de suas bases cartográficas (PINTO *et al.*, 2020), implicando num material defasado que, por sua vez, impossibilita a gestão do espaço urbano de forma eficiente e segura. Com isso, é de suma importância avaliar a potencialidade das RPAs como ferramenta de obtenção de imagens de alta resolução espacial para construção de uma base cartográfica georreferenciada de forma rápida e eficiente (LIM *et al.*, 2020; MBARGA MBARGA *et al.*, 2020).

O presente artigo visa avaliar o uso técnicas de aerofotogrametria digital para produção de ortofotos e curvas de nível georreferenciadas obtidas por meio de uma RPA, demonstrando o seu potencial na atualização de bases cartográficas. Para tal, propõe-se o uso técnicas de fotointerpretação para a regularização fundiária urbana numa ocupação irregular isolada, localizada em Guararema, um município de pequeno porte do Estado de São Paulo.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

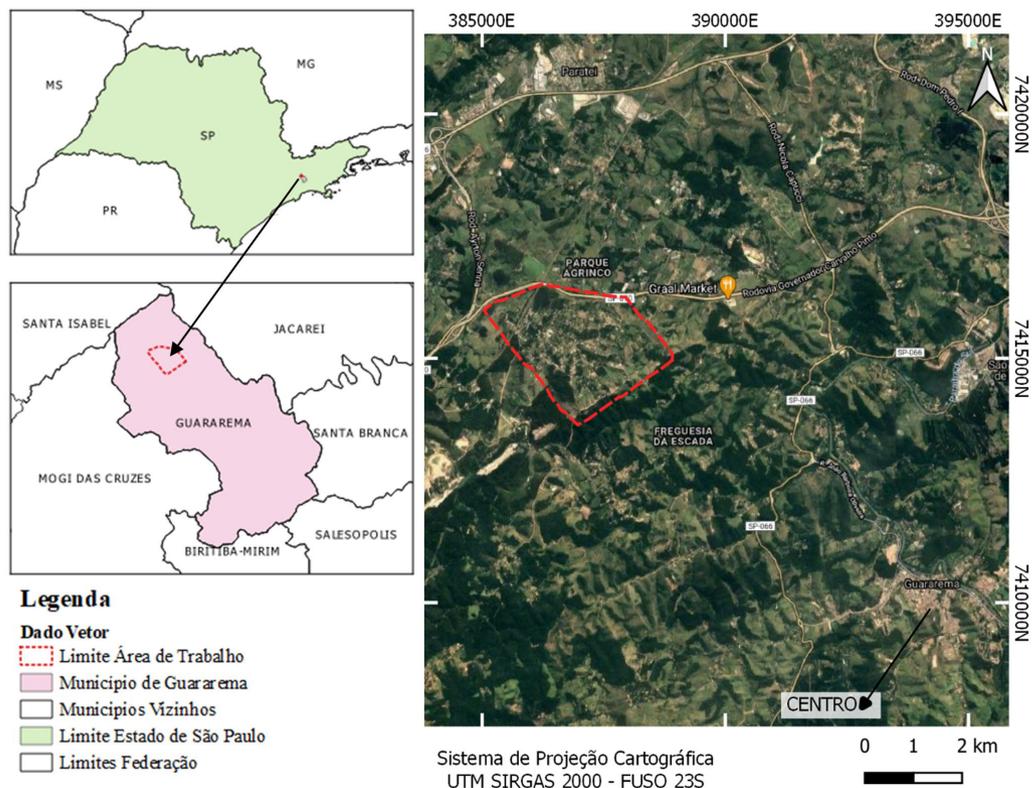
A área de estudo localiza-se ao norte do Município de Guararema, na circunvizinhança do Município de Jacareí e Mogi das Cruzes (SP), Região Metropolitana de São Paulo e Alto Tietê, apresentando características urbanas voltadas a casas de alto padrão socioeconômico e chácaras de recreio. A área se situa entre duas rodovias de acesso, Ayrton Senna da Silva e a Presidente Dutra, atribuindo alto grau de fluidez aos deslocamentos e acessibilidade ao local (Figura 1).

A ocupação irregular está a sete quilômetros da região central de Guararema, segregada geograficamente do perímetro urbano do município, provendo de infraestrutura urbana, como postes, energia, sistema de abastecimento e coleta seletiva feita pela prefeitura, conforme o IBGE (2020).

De acordo com o SEADE (2020), Guararema possui 29.429 habitantes e renda per capita de R\$ 33.920,21, com economia dividida entre indústrias, serviços, ecoturismo e

agropecuária. O município é dotado de sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário, tratamento e abastecimento de água e coleta de lixo – em nível de atendimento, em porcentagem, de 51,10%, 79,79% e 98,86%, respectivamente. De acordo com o IBGE Cidades (2020), a vegetação do município é composta pelo bioma Mata Atlântica.

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: Autores (2020).

Segundo a metodologia proposta por Veiga (2002), o dimensionamento de municípios de pequeno porte abrange aqueles com população de até 50 mil habitantes. O IBGE (2011) vai ao encontro dessa proposição, tipificando municípios de pequeno porte como aqueles que possuem população entre 20 mil e 50 mil habitantes. Desse modo, o município pode ser configurado através dessa conceituação, pois vai ao encontro de ambas metodologias. De acordo com Pinto *et al.* (2020), são estes

os municípios que apresentam dificuldades no processo de atualização das bases cartográficas, levando, conseqüentemente, a perda de receitas, como apresentado na sessão anterior.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

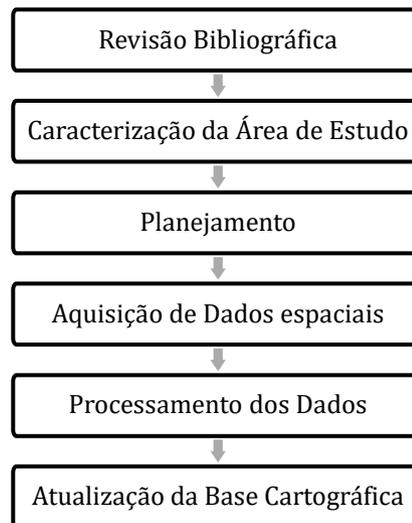
Nesta sessão são apresentados os materiais e métodos empregados no desenvolvimento deste trabalho. A metodologia adotada baseou-se numa análise da atualização da

base cartográfica digital por meio de aeronaves remotamente pilotadas. Para tal, considerou-se a metodologia de Estudo de Caso, visto que essa representa uma forma de apurar tópicos empíricos sobrepondo-os a estratégias preestabelecidas, ligando questões experimentais a eventos contemporâneos (YIN, 2015; GIL, 2002).

considerados importantes para o planejamento urbano, como a regularização fundiária, no qual a atualização de bases cartográficas por meio de RPAs se apresenta como uma alternativa de baixo custo a municípios de pequeno porte. A metodologia adotada foi desenvolvida em etapas, conforme detalhado no fluxograma da Figura 2.

A partir do estudo proposto são sistematizados instrumentos

Figura. 2 – Fluxograma da metodologia.



Fonte: Autores (2020).

Na etapa de planejamento foram estabelecidas a altura do voo e as porcentagens de sobreposição das fotografias, sendo que estes parâmetros influenciam diretamente na qualidade final dos produtos cartográficos, bem como na determinação do número de linhas de voo que, por sua vez, impactam o consumo de bateria e o tempo de voo. Esta etapa foi desenvolvida com o auxílio do software Map Pilot (vide Figura 3a) e foi adotada a altura de 120 metros e sobreposições de 80%

longitudinal e 70% lateral.

Condições climáticas e características do entorno também precisam ser consideradas nesta etapa, que inclui também a escolha da distribuição dos pontos de apoio no solo, que devem estar alocados na área de forma homogênea e de acordo as características da área. Nesta etapa utilizou-se o Google Earth Pro para estabelecer a posição de 21 pontos de apoio (Figura 3b).

Para a aquisição de dados espaciais a RPA utilizada foi um quadricóptero (drone) da empresa DJI, modelo Phantom 4 PRO e um coletora GNSS Zenith35 Pro (555 canais independentes, Fase da portadora L1/L2 e código C/A e P Precisão:

Horizontal - 0.003 m + 0.1 ppm  
Vertical - 0.0035 m + 0.4 ppm) em ambiente Android, por possuir uma autonomia de bateria satisfatória para a área de cobertura e uma câmera que atende as especificações.

Figura 3 – Etapa de planejamento. (a) Plano de voo. (b) Pontos de apoio.



Fonte: Autores (2020).

O processamento dos pontos de apoio foi realizado no software GeoPec e o processamento dos produtos cartográficos, ortomosaico e curvas de nível, foi realizado no software Metashape Photoscan.

A partir destes produtos, a atualização da base cartográfica foi desenvolvida no software livre *QGIS*. Visando a finalidade do estudo de caso para regularização fundiária, os aspectos verificados nos produtos finais se relacionam à:

- i. Padrão de Exatidão Cartográfica;
- ii. Fotointerpretação das feições de interesse;
- iii. Disponibilização de feições de altimetria.

### 3.1. Padrão de Exatidão Cartográfica

A precisão dos produtos

aerofotogramétricos (restituições, ortofotocartas, ortomosaico, entre outros) tem sua acurácia posicional maior que a dimensão do *pixel* da fotografia aérea convencional, uma vez que os vários procedimentos agregam um conjunto de atributos que atribuem um maior valor ao produto final. Esta precisão cartográfica consiste na menor grandeza medida no terreno, capaz de ser representada no desenho, em uma escala de 1:100, 1:250, 1:500 e etc. Neste sentido, aspectos como acurácia posicional do produto aerofotogramétrico é condicionada por fatores como escala, resolução espacial, apoio terrestre (ponto de apoio em solo), aerotriangulação e restituição estereofotogramétrica (ROCHA, 2001).

Assim, as cartas são classificadas em Classes A, B e C conforme seu

Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), estabelecido no Decreto 89.817 (BRASIL, 1984) e descrito no Quadro 1. Portanto, afim de validar a acurácia posicional horizontal e vertical para fins de atualização

cartográfica, os produtos resultantes do levantamento e processamento foram enquadrados nos critérios do PEC com o auxílio da ferramenta GeoPec (SANTOS, 2019).

Quadro 1: Critérios de Avaliação PEC

Carta	Planimetria		Altimetria	
	PEC - Escala da Carta	Erro Padrão	PEC - Escala da Carta	Erro Padrão
<b>Classe A</b>	0,5mm x Escala	0,3mm x Escala	0,50 x Equidistância	0,33 x Equidistância
<b>Classe B</b>	0,8mm x Escala	0,5mm x Escala	0,60 x Equidistância	0,40 x Equidistância
<b>Classe C</b>	0,1mm x Escala	0,6mm x Escala	0,75 x Equidistância	0,50 x Equidistância

Fonte: Adaptado de Rocha (2001).

### 3.2. Fotointerpretação das feições de interesse

Visando verificar a viabilidade da utilização da ortoimagem resultante para fins de atualização de base cartográfica, especificamente para regularização fundiária urbana, propôs-se a fotointerpretação das principais feições de interesse para estes fins, destacando-se a vetorização de construções, divisa de lotes, praças, áreas verdes, postes, bocas de lobo, calçadas, vias, arborização de vias, vegetação, cursos d'água, A.P.P., alta tensão, sinalização de trânsito, lombada, entre outros (BRASIL, 2017).

### 3.3. Disponibilização de feições de altimetria

Outro produto alvo de atualização de base cartográfica tratando-se de regularização fundiária urbana são as curvas de nível do terreno de metro em metro. O produto inicial pós-processamento fornecido pela etapa de aquisição de dados é a nuvem densa de pontos, a partir desta, foi

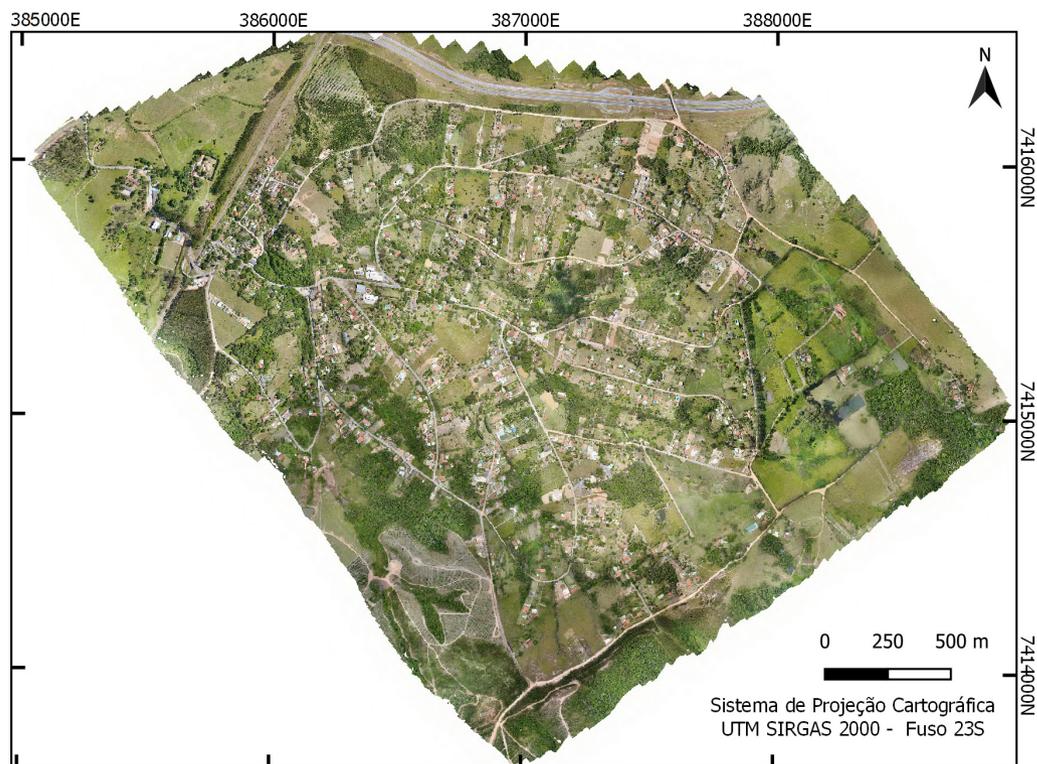
realizada a classificação dos pontos do terreno, no software Metashape Photoscan, permitindo, por fim, exportar as curvas de nível.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao todo, foram realizados 6 voos, com duração aproximada de 215 minutos ao todo, para cobrir uma área total de 643 hectares, resultando numa coleta total de 713 fotos. O tempo médio de processamento dos produtos cartográficos foi de 540 minutos, resultando num produto final com tamanho de pixel de 4,1 centímetros e acurácia posicional de 2,98 milímetros na horizontal e 2,78 centímetros na vertical. A Figura 4 se refere ao ortomosaico resultante.

Às coordenadas geográficas que podem ser observadas na Figura 4 foi atribuída precisão cartográfica após a adição dos pontos de apoio no solo. Ao todo, foram utilizados 21 pontos de apoio que, após processados no software GeoPec, atribuíram PEC Classe A para os produtos resultantes.

Figura 4 - Recobrimento Aerofotogramétrico da área de estudo.



Fonte: Autores (2020).

Nas figuras 5b e ,6b verifica-se a qualidade geométrica da ortofoto gerada e processada pelos parâmetros previamente estabelecidos. É possível identificar o potencial da utilização dessas imagens, visto a qualidade da resolução espacial obtida em uma escala de representação consideravelmente grande no que concerne à outros materiais cartográficos existentes no mercado atualmente.

Um dos principais gargalhos da fotogrametria tradicional é o elevado custo e procedimentos burocráticos para aquisição dos

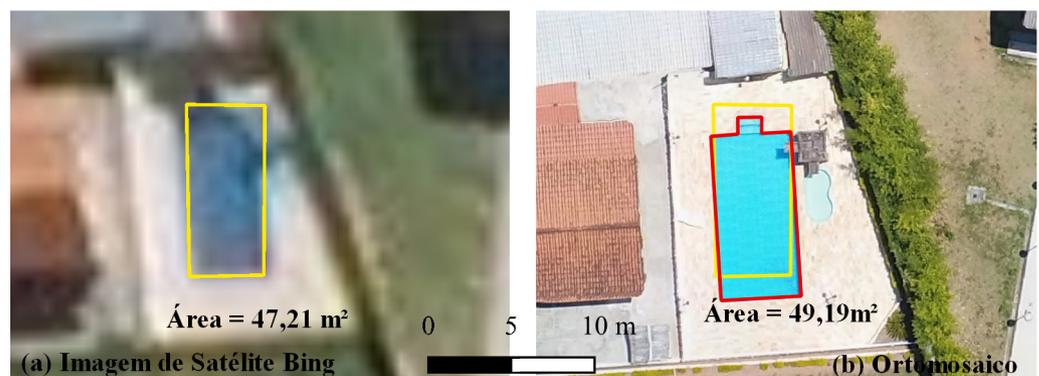
produtos, o que inviabiliza seu uso para pequenas/médias áreas e locais intensamente urbanizados. Em prefeituras de municípios de pequeno porte, por exemplo, cuja arrecadação não comporta a compra de aerofotografias tradicionais ou imagens de satélite com resolução espacial suficiente para fins de cadastro técnico e ambiental, muitas vezes recorre-se aos exaustivos trabalhos de campo ou utiliza-se produtos disponíveis gratuitamente, como imagens do Landsat, Google Earth ou Bing (ver Figuras 5a e 6a), o que inviabiliza análises com alto nível de detalhamento.

Figura 5. Comparação na escala 1:1000 entre imagem de satélite Bing (a) e ortomagem (b).



Fonte: Autores (2020).

Figura 6. Comparação na escala 1:500 entre imagem de satélite Bing (a) e ortofoto (b).



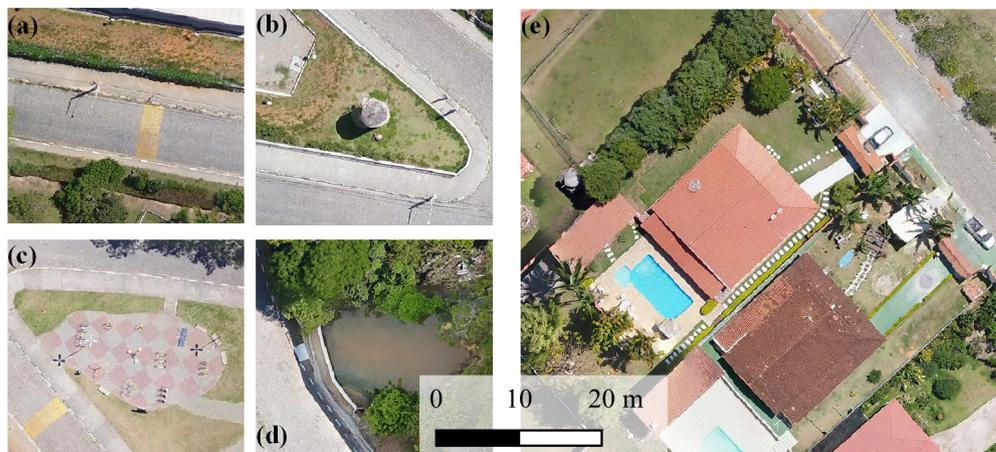
Fonte: Autores (2020).

Um outro aspecto relevante no que diz respeito à regularização de unidades habitacionais urbanas está relacionada à delimitação (vetorização) e mensuração de propriedades e construções, o que pode ser considerada uma vantagem para ortomagens RPAs, uma vez que o tamanho dos pixels se encontra na proporção dos centímetros. A Figura 6 compara a delimitação e a área resultante de uma piscina na imagem do Bing e na Ortomagem resultante.

Além disso, de acordo com a Lei de Regularização Fundiária Urbana (BRASIL, 2017), que em seu Artigo 35 aponta os requisitos mínimos para projetos de regularização fundiária, verifica-se que a ortofoto resultante se mostrou eficaz na identificação das "unidades, as construções, o sistema viário, as áreas públicas, os acidentes geográficos e os demais elementos caracterizadores do núcleo a ser regularizado", como demonstrado na Figura 7. Uma limitação da

ortofoto que ainda não dispensa a visita a campo é o levantamento da numeração das unidades habitacionais e identificação dos usos comerciais e residenciais, bem como a confirmação da quantidade de pavimentos de cada unidade habitacional.

Figura 7. Identificação de infraestruturas existentes na área em escala 1:1000. (a) Poste, sistema viário e lombada; (b) Caixa d'água; (c) Área Pública/praçã; (d) Sistema de drenagem/boca de lodo e represa; (e) unidades, divisa de propriedades e construções.



Fonte: autores (2020).

Outro requisito da Lei de Regularização Fundiária Urbana (BRASIL, 2017) é o estudo preliminar de conformidades com questões ambientais. Para tal, é essencial a identificação de fragmentos de vegetação, cursos d'água e nascentes. Dentro desse cenário, destacam-se as normas ambientais voltadas a proteção das Áreas de Proteção Permanente (APPs), conceituadas como "áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com função de preservar e proteger os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, o solo e o bem estar da população" (BRASIL, 1965), inseridas no Novo Código Florestal, aprovado como Lei n. 12.651 (BRASIL, 2012).

Essas questões, muitas vezes não são contempladas por estudos e

relatórios que utilizam imagens de satélite de baixa resolução, como por exemplo o Landsat. A Figura 8 é um exemplo da possibilidade de identificação de represas, cursos d'água e fragmentos da vegetação inseridos ou não em áreas de APP. Também é possível observar locais em as APPs sofreram intervenção por meio de usos antrópicos e usos construtivos.

Vale ainda ressaltar que existem algumas limitações na fotointerpretação relacionadas à feições ambientais. Uma delas diz respeito à identificação de nascentes, que não dispensa visita a campo para confirmação de sua localização. Outra se refere à identificação das espécies, quando requerido por órgão ambiental responsável, e delimitação

de alguns cursos d'água quando recobertos por vegetação densa.

Em relação ao uso e ocupação da área de estudo, é possível observar que a mesma possui alguns equipamentos, como torres de rádio, fios de alta tensão e um sistema viário que acompanha grande parte de sua extensão territorial, além da passagem de uma rodovia. Ainda é possível observar alguns corpos hídricos na região (cursos d'água, represas e lagoas).

regionais fomentam e induzem o uso e ocupação da área, embora de modo ilegal, uma vez que possui inúmeros equipamentos urbanos. O fato de a região fazer parte da área de atuação de empresas prestadoras de serviços de energia elétrica e de saneamento facilita a acessibilidade à infraestrutura básica pelas ocupações ali estabelecidas. A Figura 9 apresenta o uso e ocupação da área, destacando o tipo de ocupação predominantemente residencial do tipo chácaras de recreio.

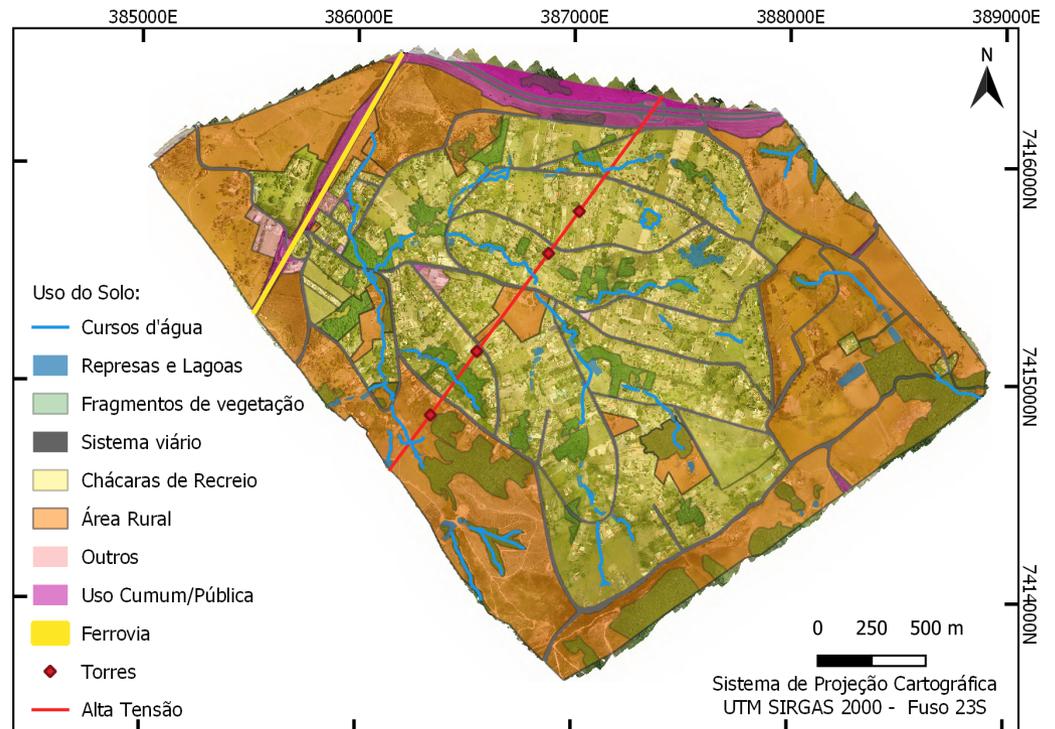
Desse modo, observa-se que as condicionantes socioespaciais

Figura 8. Delimitação de feições ambientais existentes na área de estudo.



Fonte: Autores (2020).

Figura 9. Uso do solo na área de estudo.

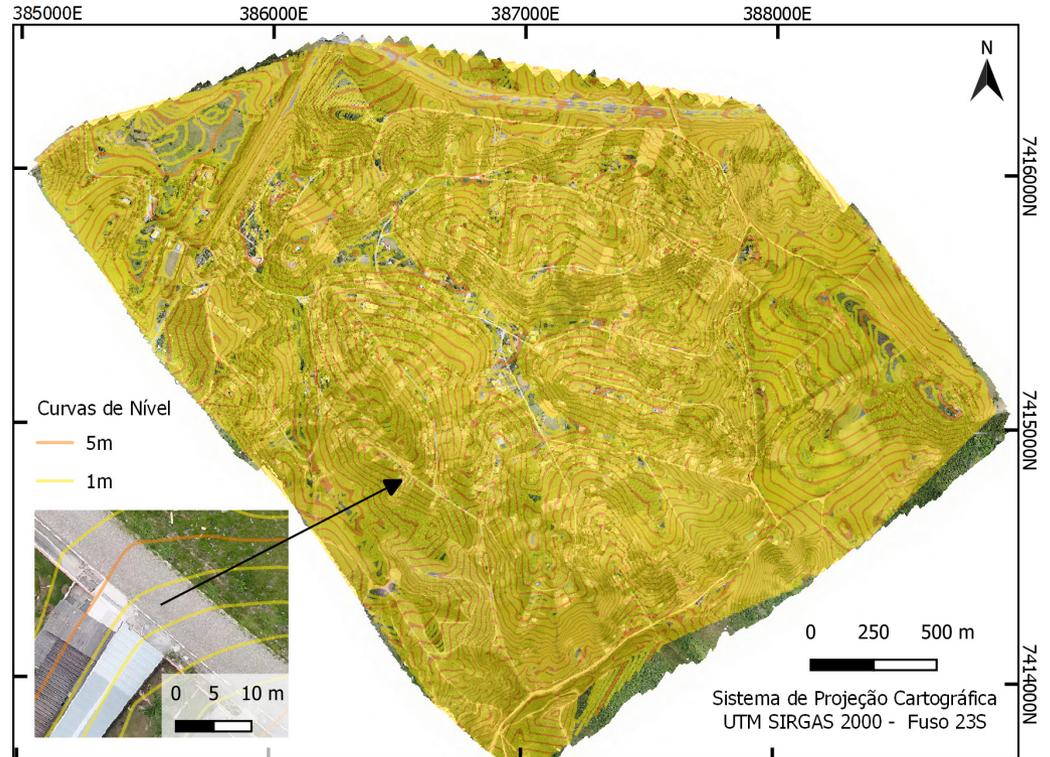


Fonte: Autores (2020).

Por fim, a Lei de Regularização Fundiária Urbana (BRASIL, 2017) exige o levantamento planialtimétrico georreferenciado. No caso das RPAs, dentre a diversidade de produtos altimétricos possíveis, modelos digitais de elevação e curvas de níveis estão entre os mais desejados. No caso da atualização de base cadastral para fins de regularização fundiária, as curvas de nível são mais comuns e, cabe salientar que somente após a atribuição dos pontos de apoio é que as cotas passam a ser

altitudes ortométricas e, portanto, consideradas georreferenciadas. No caso específico da área de estudo, as curvas resultantes são de intervalo de 1 metro (vide Figura 10), o que permite análises em escalas locais, sendo possível observar acidentes geográficos naturais e artificiais, como por exemplo, erosões e voçorocas, sistemas viários excessivamente íngremes e avaliação do sistema de drenagem urbana.

Figura 10. Ortomosaico e curvas de nível.



Fonte: Autores (2020).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados comprovaram a aplicabilidade dos produtos provenientes de RPAs para fins de atualização cartográfica planialtimétrica georreferenciada, bem como para subsidiar os mapeamentos e análises exigidos durante o processo de regularização fundiária urbana. Além disso, a ortofoto e as curvas de nível resultantes apresentaram resolução espacial satisfatória para a realização de estudos e análises de unidades habitacionais, infraestrutura urbana existente, aspectos ambientais, uso do solo e estudo da topografia local.

Foi possível verificar que o uso das RPAs para geração de imagens,

curvas de nível e fotointerpretação se mostrou uma importante ferramenta para análise da gestão territorial e planejamento urbano. O estudo levantou também questões que necessitam de um maior enfoque, visto que a expansão urbana no território brasileiro está em contínua movimentação, principalmente em municípios de pequeno e médio porte que tem como característica central a expansão urbana acelerada.

Dentre essas questões, observa-se a regularização fundiária urbana, que carece de ferramentas para sua viabilização e soluções de suas problemáticas socioeconômicas e de infraestrutura urbana. Por um lado,

destacam-se regiões periféricas que carecem de infraestrutura e ficam expostas à situação de risco, como deslizamentos de terra. Por outro, empreendimentos de alto padrão que se desenvolvem sem regularização, como a Represa Billings.

Assim, a utilização das RPAs também se mostra uma alternativa à gestão de problemas históricos referentes a habitação e regularização de terras, visto que sua utilização permite a análise do uso e ocupação do solo em melhor acurácia, menor escala espaço-temporal. Considerando que a escassez de recursos financeiros em prefeituras de municípios de pequeno porte muitas vezes é um fator limitante para a regularização fundiária urbana e atualização de base cartográfica de forma geral, esta ferramenta é promissora devido ao baixo custo de aquisição de dados.

Nesse sentido, essa ferramenta tende também a ter impacto positivo ao auxiliar o processo de tomada de decisões no que tange ao planejamento urbano e ambiental, dando suporte na validação e implementação de novas estratégias. Ainda no que concerne a gestão municipal, uma outra possível aplicação das imagens de RPAs se refere à tributação, possibilitando a atualização dos imóveis municipais e a criação de um banco de dados com informações espaciais.

#### **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

#### **REFERÊNCIAS**

ALLAIRE, F.C.J.; LABONTÉ, G.; TARBOUCHI, M.; ROBERGE, V. Recent advances in aerial vehicles real-time trajectory planning. *Journal of Unmanned Aerial Vehicle Systems*, v. 7, n. 4, p. 259-295, 2019. doi: [dx.doi.org/10.1139/juvs-2017-0004](https://doi.org/10.1139/juvs-2017-0004)

BATISTA DE FRANÇA, K. Os gargalos para a provisão habitacional em municípios de pequeno porte: análise do programa Minha Casa, Minha Vida. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 7, n. 3, p. 325-339, 2017. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/Urbe/article/view/22055>. Acesso em: 12 nov. 2020.

BRASIL. *Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965*. Institui o Código Florestal Brasileiro (revogada). Brasília: Diário Oficial da União. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm). Acesso em: 14 nov. 2020.

BRASIL. *Decreto n.º 89.817, de 20 de junho de 1984*. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Brasília: Diário Oficial da União. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/d89817.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d89817.htm). Acesso em: 09 nov. 2020.

BRASIL. *Lei n.12.651, de 25 de maio de 2012*. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Brasília: Diário Oficial da União. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 14 nov. 2020.

BRASIL. *Lei n.13.465, de 11 de julho de 2017*. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana. Brasília:

- Diário Oficial da União. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/lei/l13465.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13465.htm). Acesso em: 13 nov. 2020.
- CURETON, P. *Digital Twins, smart cities and drones* (1a ed., Vol. 1.). Abingdon: Routledge, 2020.
- DE LIMA RAMIRES, J. C.. Avaliação da Produção Acadêmica sobre Ocupações Irregulares: Contribuições da Geografia Urbana. *Revista Eletrônica Da Associação Dos Geógrafos Brasileiros*, v.1, n. 31, p. 225-259, 2020. Disponível em: <https://desafioonline.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/9844>. Acesso em: 14 nov. 2020.
- GALLACHER, D. Drone Applications for Environmental Management in Urban Spaces: A Review. *International Journal of Sustainable Land Use and Urban Planning*, v. 3, n. 4, p. 1-14, 2016. DOI: [doi.org/10.24102/ijslup.v3i4.738](https://doi.org/10.24102/ijslup.v3i4.738)
- GIL, A.C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa* (4a ed.) São Paulo: Atlas, 2002.
- IBGE. *Censo Brasileiro de 2010*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.
- IBGE. *Perfil dos municípios brasileiros*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011.
- IBGE. *Cidades e Estados*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020.
- LIM, S.-H.; CHOI, K.-M.; CHO, G.-S. A Study on 3D Model Building of Drones-Based Urban Digital Twin. *Journal of Cadastre & Land InformatiX*, v. 50, n. 1, p.163-180, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22640/lxsiri.2020.50.1.163>
- LOLIVE, J.; OKAMURA, C. Política Pública da Água: o exemplo da pesquisa-ação sobre ocupações irregulares em áreas protegidas na Bacia Hidrográfica do Reservatório do Guarapiranga em São Paulo. In: GUTIERREZ, D. (org.) *Seminários das águas da Amazônia: Coletânea, Manaus*: IMPA, 2020.
- MACHADO, A. A.; CAMBOIM, S. P. Mapeamento colaborativo como fonte de dados para o planejamento urbano: desafios e potencialidades. *Urbe. Rev. Bras. Gest. Urbana*, v. 11, e20180142, 2019. doi: [doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180142](https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180142)
- MBARGA MBARGA, T.C.; ASOGWA, V.N.; OKEKE, F.; NDUKWU, R. Advantages of a Digital Cadastre Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Tool to Support Better Governance and Land Administration in Cameroon: An Exploratory Study. In: FIG Working Week 2020: Smart surveyors for land and water management, 2020, Amsterdam, Netherlands. *Anais...* Amsterdam, Netherlands: FIG, 2020, p. 1-14.
- MOREIRA, T.; TERBECK, M. Planos diretores municipais de pequeno porte no Paraná: Cianorte, Rondon e São Tomé. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 7, n. 2, p. 227-236, 2015. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/Urbe/article/view/5167>. Acesso em 11 nov. 2020.
- PADIAL, F.A.; ALMEIDA, J.R.; RESENDE, J.T.; ROSALEN, D.L. Cadastro Técnico Multifinalitário como Tecnologia Inovadora para Uso em Cidades com Gestão Sustentável.

- REGENT. *Revista Eletrônica de Gestão, Engenharia e Tecnologia da Faculdade Técnica de Piracicaba*, v. 3, n. 1, 2018. Disponível em: <https://fateppiracicaba.edu.br/regent/index.php?journal=FATEP&page=article&op=view&path%5B%5D=19&path%5B%5D=21>. Acesso em 12 nov. 2020.
- PESSOA, L.C.; FILHO, A.A.R.; ROCHA, J.V.V. O Cadastro Multifinalitário como ferramenta no Planejamento Urbano. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 1, p. 915-916, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2018.44.538-561>
- PINTO, G.R.; SALES, L.G.L.; CAVALCANTI, A.C.G.; PIRES, A.L.; PEREIRA, J.D.A. Levantamento de Dados Matriciais com Aeronaves Remotamente Tripuladas. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 3, p. 12636-12649, 2018. DOI: [doi.org/10.34117/bjdv6n3-214](https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-214)
- ROCHA, M.S.M.; SILVEIRA, R.R. Da Regularização Fundiária das Ocupações Irregulares do Solo Urbano e a Concretização do Direito Social à Moradia. *Revista de Direito Urbanístico, Cidade e Alteridade*, v. 3, n. 2, p. 72-87, 2017. doi: [dx.doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2525-989X/2017.v3i2.2625](https://doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2525-989X/2017.v3i2.2625)
- ROCHA, R. S. *Exatidão Cartográfica para cartas digitais urbanas*. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- ROLNIK, R. *Guerra dos Lugares: a colonização da terra e da moradia na era das finanças*. São Paulo: Boitempo, 2015.
- SANTOS, A. P. (2019) *GeoPEC*, versão: 3.5.1. Disponível em: <http://www.geopec.com.br/p/software-geopec.html>. Acesso em: 25 out. 2020.
- SEADE. *Banco de Dados de Informações dos Municípios Paulistas*. Departamento Gráfico da Fundação Seade. São Paulo: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados, 2020.
- STAMM, C.; STADUTO, J.A.R.; LIMA, J.F. DE.; WADI, Y.M. A população urbana e a difusão das cidades de porte médio no Brasil. *Interações (Campo Grande)*, v. 14, n. 2, p. 251-265, 2013. doi: [doi.org/10.1590/S1518-70122013000200011](https://doi.org/10.1590/S1518-70122013000200011)
- THOMAS, O.; STALLINGS, C.; WILKINSON, B. Unmanned aerial vehicles can accurately, reliably, and economically compete with terrestrial mapping methods. *Journal of Unmanned Vehicle Systems*, v. 8, n. 1, p. 57-74, 2019. doi: [doi.org/10.1139/juvs-2018-0030](https://doi.org/10.1139/juvs-2018-0030)
- VEIGA, J. E. da. *Cidades imaginárias: o Brasil é menos urbano do que se calcula*. Campinas: Editora Autores Associados, 2002. Disponível em: <http://www.econ.fea.usp.br/zeeli/>. Acesso em: 12 nov. 2020.
- VILLAÇA, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DÉAK, C.; SCHIFFER, S. R. (Orgs). *O processo de urbanização no Brasil*. São Paulo: Edusp, 1999. Cap. 6, p. 170-243.
- VILLAÇA, F. *Espaço intra-urbano no Brasil*. 2. ed. São Paulo, SP: Studio Nobel: FAPESP. 2001.
- YIN, R.K. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos* (5ª ed.). Porto Alegre: Bookman, 2015.

# AVALIAÇÃO DOS PLANOS DIRETORES APÓS O ESTATUTO DA CIDADE: UM ESTUDO DE RIO CLARO-SP

*Evaluation of the Master Plans after the City Statute: a study of Rio Claro-SP*

*Evaluación de los Plan Maestro después del Estatuto de la Ciudad: un estudio de Rio Claro-SP*

## Renan César Silva Caldas

Mestrando do Prog. de Pós-Graduação em Eng. Urbana Univ. Fed. São Carlos  
orcid: [0000-0001-5523-9068](https://orcid.org/0000-0001-5523-9068)  
renan.csc@hotmail.com

## Maria Paula Rosa Freato

Mestranda do Prog. de Pós-Graduação em Eng. Urbana Univ. Fed. São Carlos  
orcid: [0000-0001-8845-9761](https://orcid.org/0000-0001-8845-9761)  
mariafreato@estudante.ufscar.br

## Letícia Musembani

Especialista em Gestão de Cidades e Planej. Urb. e em Gestão de Projetos  
orcid: [0000-0002-8171-5643](https://orcid.org/0000-0002-8171-5643)  
musembani@outlook.com

## Érico Masiero

Professor Doutor do Prog. de Pós-Graduação em Engenharia Urbana Univ. Fed. de São Carlos  
orcid: [0000-0001-8665-335X](https://orcid.org/0000-0001-8665-335X)  
erico@ufscar.br

## Elza Luli Miyasaka

Professora Doutora do Prog. de Pós-Graduação em Engenharia Urbana Univ. Fed. de São Carlos  
orcid: [0000-0003-4480-9672](https://orcid.org/0000-0003-4480-9672)  
elza.miyasaka@ufscar.br

## Resumo

As cidades médias brasileiras passaram a desempenhar novas e importantes posições nos contextos mundial e nacional, principalmente por vivenciarem profundas transformações econômicas e sociais. Com a promulgação do Estatuto da Cidade, em 2001, regulamentando os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, houve mudanças significativas na administração pública e no papel do cidadão na estrutura social. Com a hipótese de que estas mudanças não estejam sendo incorporadas nos Planos Diretores, acarretando em prejuízos ao desenvolvimento municipal e à população, foi realizado um estudo comparativo entre os Planos Diretores elaborados após a aprovação do Estatuto da Cidade em uma cidade média, Rio Claro (SP). Para tal, foi realizada a caracterização do município, bem como um levantamento das principais Legislações Municipais relacionadas ao tema no período de 2001 a 2021. A partir dos dados levantados, foi possível realizar uma análise comparativa entre os Planos Diretores de 2007 e 2017, bem como as respectivas Leis Complementares, identificando as potencialidades e fragilidades presentes na aplicação dos instrumentos pelo município. Como resultado, verificaram-se fragilidades sociais na expansão urbana da cidade e ausência da prática de muitos dos instrumentos como ferramenta de gestão territorial.

**Palavras-chave:** Plano Diretor, Estatuto da Cidade, Cidades Médias, Rio Claro.

## Abstract

Brazilian medium-sized cities began to play new and important positions in the global and national contexts, mainly because they experienced profound economic and social transformations. With the promulgation of the City Statute in 2001, regulating articles 182 and 183 of the Federal Constitution of 1988, there were significant changes in public administration and in the role of citizens in the social structure. With the hypothesis that these changes are not being incorporated into the Master Plans, causing damage to municipal development and the population, a comparative study was carried out between the Master Plans elaborated after the approval of the City Statute in a medium-sized city, Rio Claro (SP). To this end, the characterization of the municipality was carried out, as well as a survey of the main Municipal Legislations related to the subject in the period from 2001 to 2021. From the data collected, it was possible to carry out a comparative analysis between the Master Plans of 2007 and 2017, as well as the respective Complementary Laws, identifying the potentialities and weaknesses present in the application of the instruments by the municipality. As a result, there were social weaknesses in the urban expansion of the city and the absence of the practice of many of the instruments as a territorial management tool.

**Keywords:** Master Plan, City Statute, Medium Cities, Rio Claro.

## Resumen

Las ciudades brasileñas de tamaño mediano comenzaron a jugar nuevos e importantes puestos en los contextos global y nacional, principalmente porque experimentaron profundas transformaciones económicas y sociales. Con la promulgación del Estatuto de la Ciudad, en 2001, que regula los artículos 182 y 183 de la Constitución Federal de 1988, se produjeron cambios importantes en la administración pública y en el papel de la ciudadanía en la estructura

**Luciana Márcia  
Gonçalves**

Professora Doutora do  
Prog. de Pós-Graduação em  
Engenharia Urbana  
Univ. Fed. de São Carlos  
orcid: [0000-0002-8206-239X](https://orcid.org/0000-0002-8206-239X)  
lucianamg@ufscar.br

social. Con la hipótesis de que estos cambios no se están incorporando a los Planes Directores, resultando en daños al desarrollo municipal y a la población, se realizará un estudio comparativo entre los Planes Directores elaborados tras la aprobación del Estatuto de la Ciudad en una ciudad de tamaño medio. , Rio Claro (SP). Para ello, se realizó la caracterización del municipio, así como un relevamiento de la principal Legislación Municipal relacionada con el tema en el período 2001 al 2021. A partir de los datos recolectados, fue posible realizar un análisis comparativo entre los Planes Directores de 2007 y 2017, así como las respectivas Leyes Complementarias, identificando los cambios y condiciones, así como las fortalezas y debilidades presentes en el municipio. Hubo tímidos avances en la legislación en cuanto a los instrumentos incorporados en detrimento del Estatuto de la Ciudad y la ausencia de una legislación específica que los regule y ponga en práctica sus objetivos.

**PALABRAS CLAVE:** Plan Maestro, Estatuto de la Ciudad, Ciudades medianas, Rio Claro.

## 1. INTRODUÇÃO

A globalização e a internacionalização da economia resultaram em um novo cenário, onde as cidades médias desempenharam novas e importantes posições nos contextos mundial e nacional, principalmente por vivenciarem profundas transformações econômicas e sociais (FRANÇA; ALMEIDA, 2015).

Henderson (1997) afirma que, no âmbito global, as cidades médias tendem a ser mais altamente especializadas em produtos manufaturados quando comparadas com cidades de grande porte. A exemplo disso, no cenário brasileiro, as cidades médias do estado de São Paulo apresentaram taxas de crescimento superiores às da sua Região Metropolitana nas últimas décadas (SCHENK; FANTIN; PERES, 2015).

As cidades médias brasileiras estão sujeitas aos problemas oriundos da concentração da população e das alterações antrópicas em um ambiente urbano, assim como as de grande porte. Tais cidades não

exigem soluções muito elaboradas e complexas, principalmente por estarem em um processo de consolidação inicial, existindo uma diversidade de modos e oportunidades diversos de planejar e ordenar ações e ser viável a realização de ações de caráter preventivo (RAIA JÚNIOR, 1995; WHITACKER, 2018).

A Constituição Federal de 1988 (CF/88) trouxe mudanças significativas à administração pública e ao papel do cidadão na estrutura social, aumentando o controle e planejamento relacionado ao crescimento das cidades (BRASIL, 1988).

A partir de sua promulgação, as cidades ganharam maior autonomia por meio da descentralização, onde o Governo Federal transferiu a responsabilidade de gerenciamento, condução e prestação de diversos serviços à esfera municipal, o que, por sua vez, poderia proporcionar maior flexibilidade, principalmente no que tange à participação pública (ABRUCIO, 2007).

Data da Submissão:  
05dezembro2021  
Data da Aprovação:  
02agosto2022  
Data da Publicação:  
26agosto2022

Posteriormente, em 2001, houve uma importante implementação, conhecida como Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), aprovado mediante a Lei Federal nº 10.257 de 2001, regulamentando os artigos 182 e 183 da CF/88. O Estatuto da Cidade indica uma série de instrumentos garantidores do princípio básico da gestão democrática e da função social, garantindo o acesso à cidade e à propriedade (CUNHA; FARIA; NASCIMENTO, 2019).

Delimitou-se nesta lei a obrigatoriedade de elaboração de um Plano Diretor Municipal com diretrizes para diferentes instrumentos urbanísticos de modo a ordenar as relações sociais sobre o espaço do território municipal, com a indispensável renovação de no máximo 10 anos (BRASIL, 2001).

Por conseguinte, duas décadas se passaram desde a aprovação do Estatuto das Cidades (BRASIL, 2001), e 13 anos desde o prazo máximo da obrigatoriedade de adequação, conforme delimitação pela Lei nº 11.673 de 2008 (BRASIL, 2008), todavia observa-se que há muito a se avançar, exemplo disso é o número de municípios que ainda não possuem um Plano Diretor, que conforme estudo em 2015, foram constatadas 2.092 cidades ausentes de um Plano Diretor, ou seja, 37,6% da totalidade brasileira (OLIVEIRA; LOPES; SOUSA, 2018).

Não obstante, constata-se ainda um pequeno progresso, visto que mesmo os municípios que cumpriram com a obrigação da sua implementação, dada a fragilidade na sua aplicação e dispersão de competências, demonstraram despreparo e ineficiência na análise e na interpretação do próprio território

(OLIVEIRA; LOPES; SOUSA, 2018).

O processo de transformação acelerado, que atualmente as cidades enfrentam, exige um planejamento dinâmico, em que todos os dados e os planos setoriais devem se integrar em uma visão global, além de terem monitoramento e acompanhamento contínuos (LIMA; LOPES; FAÇANHA, 2019).

Contudo, o que se tem percebido nas últimas revisões dos Planos Diretores de cidades médias do interior paulista, é a sobressaída da força de ação de loteadores na ordenação urbana, além da ocupação de áreas ambientalmente frágeis e a ausência de discussão democrática (SCHENK; FANTIN; PERES, 2015; SANTOS, 2018). Nesse sentido, questiona-se, primeiramente, a qualidade das revisões dos Planos Diretores de cidades médias como forma de organização territorial.

De maneira mais específica, questiona-se, neste artigo, a presença de instrumentos urbanísticos nos Planos Diretores para a organização territorial, bem como regulamentações específicas e a prática desses instrumentos para a realidade local dessas cidades.

Assim, com a intenção de realizar um estudo de caso em uma cidade de médio porte, este artigo apresenta uma análise da evolução dos instrumentos urbanísticos contidos nos Planos Diretores Municipais de Rio Claro (SP). O objetivo geral deste artigo é identificar fragilidades e potencialidades legislativas e regulatórias na organização territorial por meio dos Planos Diretores elaborados após a aprovação do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) no município.

Mais especificamente, objetiva-se identificar a presença dos instrumentos urbanísticos estabelecidos no Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) nos Planos diretores de Rio Claro-SP, Identificar diferenças e evoluções entre os Planos Diretores de Rio Claro-SP de 2007 e 2017, levantar as legislações aplicadas aos instrumentos urbanísticos, e analisar a evolução dos planos diretores com base no maior ou menor uso desses instrumentos.

## **2. METODOLOGIA**

O método utilizado para o alcance dos objetivos propostos é um levantamento da presença de parte dos instrumentos urbanísticos, com base no artigo 4º do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), nos Planos Diretores de 2007 (RIO CLARO, 2007) e 2017 (RIO CLARO, 2017) e avaliação das fragilidades e potencialidades destes instrumentos no âmbito municipal a partir de mudanças textuais entre as revisões dos Planos Diretores. Além disso, também foi analisada a existência de leis complementares que regulamentem os instrumentos urbanísticos, e adicionalmente, o Código de Obras, que, embora não seja abordado pelo Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), apresenta importância para a preservação da identidade de uma cidade (FERNANDES, 2009). Tais potencialidades se resumem a aplicações de sucesso e as fragilidades às aplicações de fracasso do uso dos instrumentos como ferramenta de gestão e ordenamento territorial.

Mais especificamente, nesta pesquisa foram selecionados os seguintes instrumentos urbanísticos a serem analisados: (3.1) Zoneamento - Lei de Uso e Ocupação do Solo, (3.2) Perímetro Urbano, (3.3) Área de

Especial Interesse Habitacional, (3.4) Parcelamento do Solo, (3.5) Código de Obras, (3.6) Outorga Onerosa do Direito de Construir, (3.7) Transferência do Direito de Construir, (3.8) Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) Progressivo e Parcelamento, Edificação ou Utilização Compulsórias (PEUC), (3.9) Operações Urbanas e (3.10) Preservação do Patrimônio Histórico e Ambiental. Tais instrumentos abordam diversas vertentes do ordenamento territorial urbano justificadas pelo Estatuto da Cidade (2001).

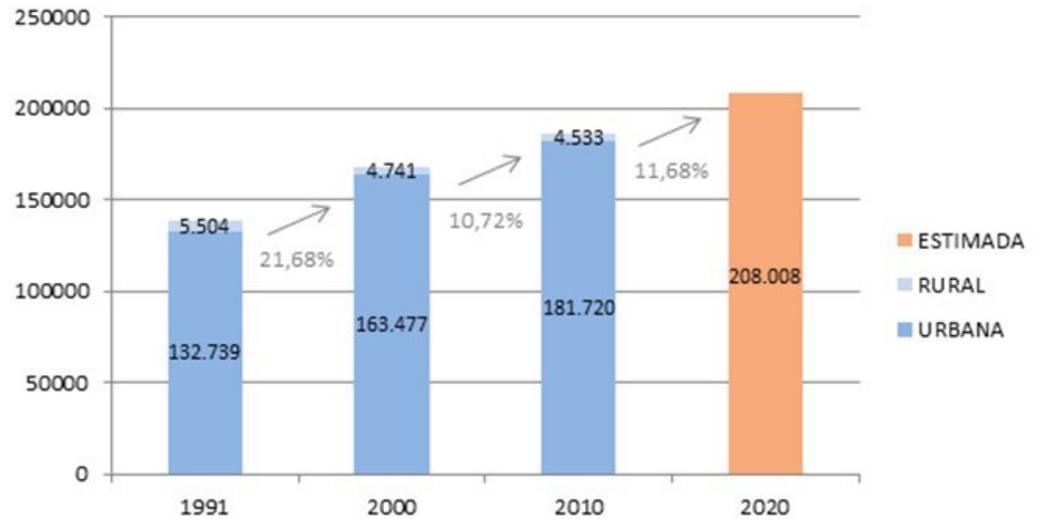
O objeto de estudo deste artigo é o município de Rio Claro (SP). Caracterizações socioeconômica e cultural foram realizadas com a finalidade de se discutir e contextualizar a dinâmica urbana e, nesse sentido, apresenta-se junto a seção de resultados.

## **3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **3.1. Caracterização socioeconômica e ambiental do objeto de estudo**

O município de Rio Claro está localizado no interior do Estado de São Paulo, distante 173 km da capital, e está inserido na Região Metropolitana de Piracicaba. Possui área de 498,42 km<sup>2</sup> e população, estimada em 2020, de 208.008 habitantes, com densidade demográfica, em 2010, de 373,69 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2020). No gráfico 1 apresenta-se a evolução e taxa de crescimento populacional dos anos de 1991, 2000 e 2010, e a estimativa de 2020, ilustrando que a população é predominantemente urbana, enquanto a população rural representa uma porcentagem inferior a 4% (IBGE, 2020).

Gráfico 1 – Evolução populacional e taxa de crescimento de Rio Claro



Fonte: Adaptado de IBGE (2020).

Rio Claro ganha destaque no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), que em 2010 classificou-se na categoria “muito alto”, de valor de 0,803, com crescimento de 9,40% desde 2000 (ATLAS BRASIL, 2021). Em relação ao desenvolvimento socioeconômico, o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM), que avalia a educação, saúde, emprego e renda, apresentou para o município, em 2016, o valor de 0,8253, ou seja, alto desenvolvimento na escala, categorizado na classificação nacional a 203ª posição (FIRJAN, 2018).

Em continuidade para avaliação dos parâmetros de renda, o Índice de Gini, houve uma queda de 0,04 de 2000 para 2010 (BRASIL, 2010), e, segundo o IBGE, nesse mesmo ano houve uma diminuição de 2,67% no percentual de pobres e um aumento da renda per capita mensal de 13,79% (ATLAS BRASIL, 2021).

O município de Rio Claro é predominantemente pertencente ao

bioma da Mata Atlântica e possui uma importante área territorial de reflorestamento realizado em 1909, que constituiu a atual Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA) correspondente a área de 2.231 ha. Esse reflorestamento, localizado a leste da malha urbana do município, é considerado atualmente o berço do Eucalipto no Brasil e patrimônio histórico e cultural municipal.

Adicionalmente, na região de Rio Claro existem duas Áreas de Proteção Ambiental (APA), a APA de Corumbataí – Botucatu – Tejuapá e a APA Piracicaba – Juqueri Mirim, com enfoques diferentes de preservação e, dentro dos principais afluentes desta região, está o rio Curumbataí, a oeste da região urbana (RIO CLARO, 2014a). Tal produto relata, inclusive, a poluição do afluente em detrimento de atividades agrícolas, extrativistas e industriais.

Já o solo, está condicionado à baixa fertilidade em sua maioria (cerca

de 70%) e, em algumas regiões, oferece dificuldade de perfuração e escavação, dificultando estudos, além de apresentar grandes concentrações de argila e de outros recursos minerais, como calcário e areia (RIO CLARO, 2014a). Essa configuração de solo atraiu empreendedores que viram uma oportunidade de investimento na área de mineração municipal. Assim, a extração de argila em Rio Claro se iniciou em 1950, aumentando gradualmente ao longo do tempo, e atingindo o seu auge nas décadas de 1990 e 2000 (LIMA, 2018).

No entanto, a mineração é uma atividade de alto impacto ao meio ambiente em detrimento da extração de recursos naturais não renováveis afetando, principalmente, as áreas de vegetação nativa e a estabilidade do meio físico para a saúde da população (LIMA, 2018).

Segundo estudos de Senatore (2007), algumas áreas de extração de argila nem sequer possuíam licença ambiental, evidenciando, na época, a necessidade de maior controle por parte do município, exigindo regularização e realizando fiscalização nestas áreas. O mesmo autor ainda considera o Plano Diretor

como uma ferramenta imprescindível, auxiliando no gerenciamento e direcionamento desse meio físico.

### **3.2. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS PLANOS DIRETORES DE 2007 E 2017**

O município de Rio Claro conta com dois Planos Diretores pós Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) até o momento. O primeiro plano desenvolvido encontra-se sob a Lei Municipal 3.806 de 2007 (RIO CLARO, 2007). Já o segundo, isto é, a revisão deste primeiro plano, encontra-se na Lei Complementar n.º 128 de 2017 (RIO CLARO, 2017).

Os instrumentos urbanísticos presentes nos Planos Diretores, bem como as regulamentações específicas, têm como principal finalidade a organização da gestão territorial urbana, valorizando aspectos infraestruturais mínimos para o bem-estar da população e respeitando aspectos históricos, culturais e ambientais existentes nos municípios. No Quadro 1 é apresentada a evolução dos instrumentos urbanísticos empregados nos Planos Diretores sob análise, bem como, as respectivas leis correspondentes.

Quadro 1 - Síntese dos Instrumentos urbanísticos dos Planos Diretores de 2007 e 2017

Instrumentos	Plano Diretor 2007 (RIO CLARO, 2007)	Plano Diretor 2017 (RIO CLARO, 2017)	Leis Específicas
Zoneamento - Lei de Uso e Ocupação do Solo	Presente	Presente	Rio Claro (2013b)
Perímetro Urbano	Presente	Presente	-
Área de Especial Interesse Habitacional	Presente	Presente	Rio Claro (2013c)
Parcelamento do Solo	Presente	Presente	-
Código de Obras	Ausente	Ausente	São Paulo (1978)
Outorga Onerosa do Direito de	Ausente	Presente	-
Transferência do Direito de Construir	Presente	Presente	-
IPTU Progressivo e PEUC	Presente	Presente	-
Operações Urbanas	Presente	Presente	-
Preservação do Patrimônio Histórico e Ambiental	Presente	Presente	Rio Claro (2014b)

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

As leis complementares vigentes foram publicadas e aprovadas posteriormente à primeira revisão do Plano Diretor, publicado em 2007, e, ainda assim, apenas alguns instrumentos foram contemplados. A maioria dos instrumentos não possui leis específicas e alguns sequer são abordados nos Planos Diretores. De modo a apresentar e analisar os principais instrumentos presentes nos Planos Diretores, as subseções seguintes abordarão cada um dos instrumentos descritos no Quadro 1.

### 3.2.1. Zoneamento — Lei de uso e ocupação do solo

O Zoneamento, também conhecido como Lei de Uso e Ocupação do Solo, é um instrumento que define parâmetros de distribuição, organização e controle do uso e ocupação do solo urbano. De maneira geral, o Plano Diretor de 2007 apresentou um texto genérico, sem destinação de áreas específicas. Além disso, o mapa existente é de baixa resolução e as cores utilizadas dificultam seu entendimento.

Em 2013 a Lei Complementar n.º 82 (RIO CLARO, 2013b) foi promulgada e incluiu dois zoneamentos, complementando o Plano Diretor de 2007, enquadrando-os nos parâmetros da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Além disso, a lei também estabeleceu coeficientes de ocupação, permeabilidade, gabarito mínimo, recuos e outros coeficientes detalhadamente para cada zona.

No Plano Diretor de 2017 pode ser observado um aprimoramento da divisão do zoneamento, além de estabelecer critérios para enquadramento nas definições de Polos Geradores de Tráfego e empreendimentos sujeitos a Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV).

Santoro (2012) ressalva que a ausência de zoneamento e parcelamento do solo em um plano o torna apenas um discurso, visto que são os regramentos de quanto e como se ocupar que determinam um projeto urbano para a área. Nesse sentido, percebe-se maior

detalhamento no decorrer dos anos dos regramentos definidos pelas leis, bem como a previsão de contrapartidas de impactos de grandes empreendimentos o que, de fato, indica um planejamento urbano com maior ordenamento e cautela.

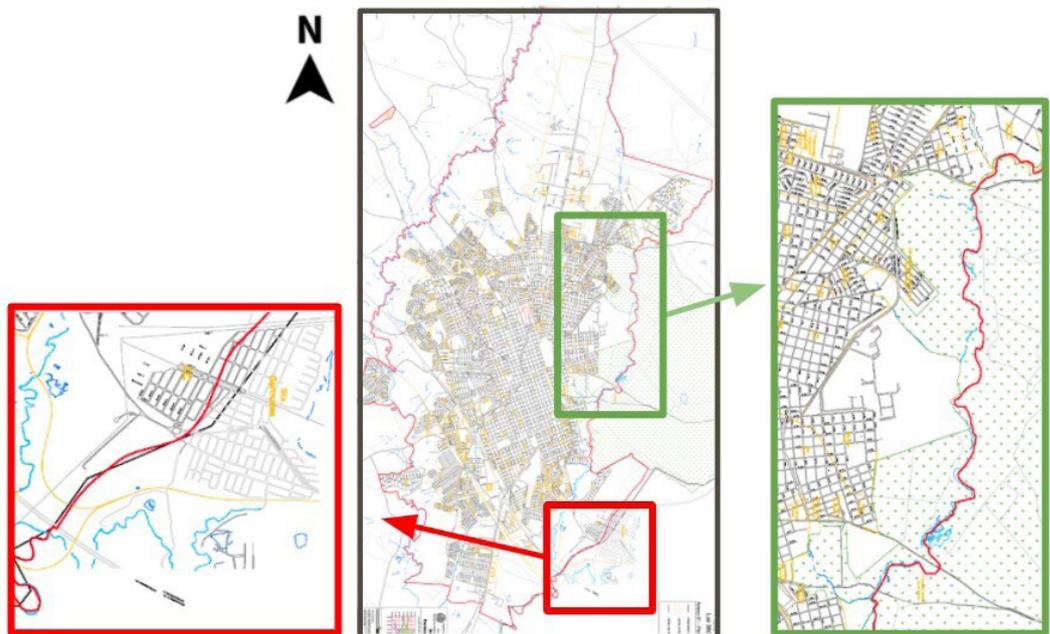
### 3.2.2. Perímetro Urbano

No Plano Diretor de 2007 há uma seção destinada exclusivamente a tratar sobre o perímetro urbano, no entanto, a mesma não apresenta

nenhuma especificidade, sem abordar questões específicas sobre a conurbação que acontece entre Rio Claro e Santa Gertrudes, município limítrofe, indicado na Figura 1 no perímetro vermelho.

Além disso, o mesmo também não respeita a área de preservação, conforme destacado, em verde, na Figura 1, que deveria estar fora do perímetro urbano e não permitir a sua urbanização.

Figura 1 – Mapa do Perímetro Urbano do Plano Diretor de 2007

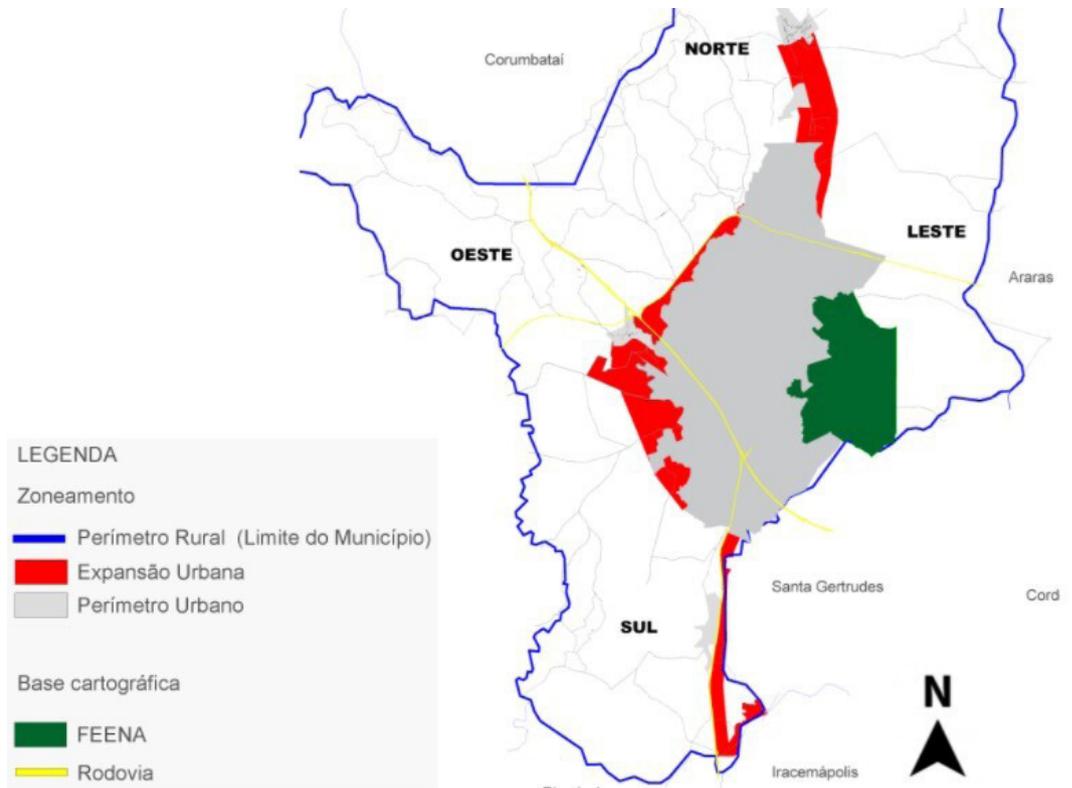


Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado de Rio Claro (2007).

Já no Plano Diretor de 2017, o mapa do perímetro urbano é elaborado de tal modo que não é possível analisar com exatidão algumas questões, como, por exemplo, a problemática da sobreposição das Áreas de

Preservação Permanente (APP). Além disso, é possível notar que o perímetro urbano não contempla as restrições ambientais existentes que deveriam limitar o crescimento da cidade (Figura 2).

Figura 2 – Mapa do Perímetro Urbano do Plano diretor de 2017



Fonte: Rio Claro (2017).

### 3.2.3. Área de Especial Interesse Social

Por fim, comparando as duas versões do Plano Diretor, é possível observar que, além de não respeitar as delimitações ambientais, a lei permite a expansão urbana em direção às zonas norte e sul, como um corredor de expansão urbana, o que acaba por incentivar uma cidade mais espraiada. Tal espraiamento, conforme Ferreira (2018), é negativo, visto que contribui para maior socio segregação em estratos de renda e cor e à imobilidade dessa população.

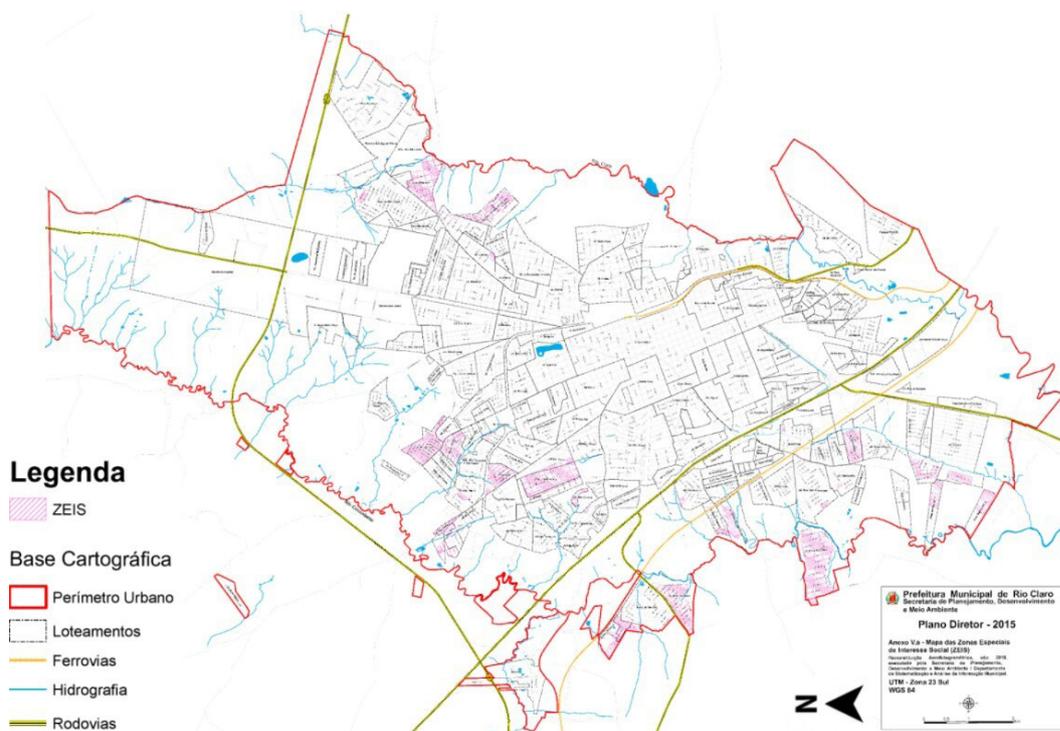
Verifica-se que no Plano Diretor de 2007 as Áreas de Especial Interesse Habitacional não foram abordadas de maneira específica como um instrumento de gestão urbana. Os objetivos, princípios e diretrizes eram genéricos e não apresentavam propostas e metas. Este cenário mudou em 2013, com a promulgação da Lei nº 4.459 (RIO CLARO, 2013c), que regulamentou conjuntos habitacionais de interesse social, propiciando uma diversidade

de estímulos a partir de isenções de tributos e taxas.

No Plano Diretor de 2017 observaram-se inconsistências na aplicabilidade das áreas selecionadas para Zonas de Especial Interesse Social (ZEIS), conforme ilustrado na Figura 3, onde parte das áreas selecionadas já

estavam ocupadas por loteamentos. Para uma revisão do Plano Diretor em que se esperava o amadurecimento dos instrumentos, é preocupante que existam essas inconsistências, visto que o município não oferece alternativas suficientes para a expansão social do meio urbano e possibilita ocupações irregulares.

Figura 3 – Mapa de Zonas de Especial Interesse Social (ZEIS) do Plano Diretor de 2017



Fonte: Rio Claro (2017).

Ressalta-se que as demarcações isoladamente não são suficientes para garantir sua função social, visto que a iniciativa privada tende a buscar os limites superiores das faixas salariais para obter melhores retornos (TANAKA, 2018) e, nesse sentido, a ausência de diretrizes mais detalhadas podem não minimizar o

potencial de ocupações irregulares.

### 3.2.4. Parcelamento do Solo

O Parcelamento do Solo é um instrumento que determina como é feita a divisão do solo urbano, bem como as contrapartidas dos empreendedores. Novamente volta-

se a encontrar no Plano Diretor de 2007 um texto genérico e com poucas definições e direcionamentos do parcelamento do solo. Há algumas informações de destinação de áreas do loteamento como reservas institucionais e áreas de lazer, bem como dimensões mínimas do passeio público, lotes e testadas que, embora perceptivelmente genéricas, ao menos direcionam a forma de parcelamento do solo.

Esse cenário apresenta mudanças com a Lei complementar n.º 81 de 2013 (RIO CLARO, 2013a), em que os loteadores passam a ser obrigados a executar infraestruturas básicas nos empreendimentos, tal como: abertura de vias de circulação; demarcação de quadras e lotes; rede de abastecimento de água; hidrantes; rede de coleta de esgoto sanitário; rede pública de distribuição de energia elétrica; guias e sarjetas; rede de coleta de águas pluviais; pavimentação do leito carroçável das vias de circulação; arborização; construção de caixas d'água; e pavimentação das calçadas. Contudo, não há determinações inovadoras ou específicas aplicadas à realidade do município, apenas abrangendo pequenas alterações seguindo as determinações federais, como é o caso da Lei Federal n.º 6.766 de 1979 (BRASIL, 1979).

No Plano Diretor de 2017 houve redefinições do percentual destinado às áreas institucionais e de lazer, bem como variações das dimensões mínimas para cada lote conforme o zoneamento, indicando um aumento da potencialidade ordenação territorial com o uso do instrumento. Além disso, as contrapartidas para pavimentação de vias foram alteradas, para englobar na atualidade ciclovias ou faixas exclusivas para transporte

público conforme a diretriz viária.

### **3.2.5. Código de Obras**

Sobre as normas edilícias, os Planos Diretores analisados dispõem de alguns critérios normativos básicos, no entanto, até os dias atuais, inexistente um Código de Obras Municipal e dispõe o emprego do Código Sanitário do Estado de São Paulo: Decreto Estadual nº 12.342, de 27 de setembro de 1978 (SÃO PAULO, 1978) para tais finalidades, sendo este genérico e não adequando os parâmetros próprios do município em questão.

### **3.2.6. Outorga Onerosa do Direito de Construir**

Observou-se que o Plano Diretor de 2007 não aborda sobre o assunto, já na revisão posterior, em 2017, emprega-se a outorga onerosa conforme cálculo disponibilizado na íntegra do Plano, sendo que os recursos são destinados ao Fundo Municipal de Desenvolvimento Urbano e advém alguns parâmetros, como condicionar a emissão do habite-se, a isenção para empreendimentos de interesse social, entre outros.

### **3.2.7. Transferência do Direito de Construir**

No Plano Diretor de 2007, esse instrumento era tratado em áreas distinguidas em fins de uso, como: patrimônio histórico, habitações de interesse social, equipamentos de uso público, locais destinados para melhoramento do sistema viário e preservação de mananciais. Já no Plano Diretor de 2017, o avanço foi no que tange a delimitação das áreas que são passíveis da transferência em zonas especificadas como: Zona de Uso Sustentável (ZUS) e

Zonas Especiais de Preservação do Ambiente Cultural (ZEPACs).

### **3.2.8. Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) Progressivo e Parcelamento, Edificação ou Utilização Compulsórios (PEUC)**

Sobre o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) Progressivo, nota-se que o tema foi abordado pela sua devida importância financeira e em ambos planos diretores analisados dispõem a alíquota máxima 15% do valor venal do imóvel, o prazo para parcelar, edificar ou utilizar de 5 anos e a competência do Município proceder à desapropriação do imóvel. Em suma, observa-se que a mudança enfatizou a importância de os valores estarem conforme a legislação.

Para o Parcelamento, Edificação ou Utilização Compulsórios (PEUC), no Plano Diretor de 2007, o comportamento é genérico em relação às áreas destinadas, como:

- Áreas não parceladas, não edificadas ou em ruínas/demolições/abandono;
- Localização: Unidade Regional (Central) e ZR (Zonas Residenciais);
- Excetua-se: áreas inferiores 350 m<sup>2</sup> única propriedade e espólios;
- Localizado até 500 metros do sistema de transporte público e existência de infraestrutura de atendimento.

Já no Plano Diretor de 2017, em contraste, os parâmetros

característicos das áreas permanecem os mesmos, no entanto, houve o desenvolvimento de um mapa, disponibilizado na íntegra do Plano, de modo a delimitar as áreas que seriam passíveis das PEUC.

Nesse contexto, ambos os planos, principalmente a revisão, não aproveitaram experiências com PEUC relatadas em outros municípios. Por exemplo, Brajato e Denaldi (2019) relatam que o instrumento pode perder seu potencial de ordenamento na ausência de demanda para suprir todas as áreas notificadas aliado a uma inexistência de setores prioritários. Como solução, os autores propõem ações integradas entre PEUC e as ZEIS e prioridade para tais áreas de interesse social, o que, de fato, não ocorre nas abordagens dos Planos analisados.

### **3.2.9. Operações Urbanas**

O instrumento elaborado em 2007 é genérico, não faz especificação alguma sobre operação urbana. No entanto, percebe-se na revisão dada pelo Plano Diretor de 2017 que houve uma adequação nos conceitos para maior abrangência e assertividade do plano, bem como maiores finalidades, previsões de medidas a serem tomadas e conteúdos mínimos de lei específica que regulamente operação urbana específica.

Com relação à utilização do instrumento, o Plano Diretor de 2017 prevê especificações e sugestões de objetivos e diretrizes para uma Operação Urbana Consorciada específica, a da Orla Ferroviária, indicando um amadurecimento no uso do instrumento, embora, até o momento, não tenha sido uma operação consolidada.

### 3.2.10. Preservação do Patrimônio Histórico e Ambiental

De maneira geral, houve pequenas alterações na escrita elucidando um maior amadurecimento sobre as questões de preservação, em que anteriormente considerava a criação e manutenção de áreas de interesse histórico, natural, cultural e ambiental e posteriormente atribuía como objetivo a preservação e reabilitação dessas áreas de preservação. Contudo, não há seção específica que trata da preservação do patrimônio municipal em 2017, sendo esse assunto abordado ao longo do texto, dentro de outros tópicos.

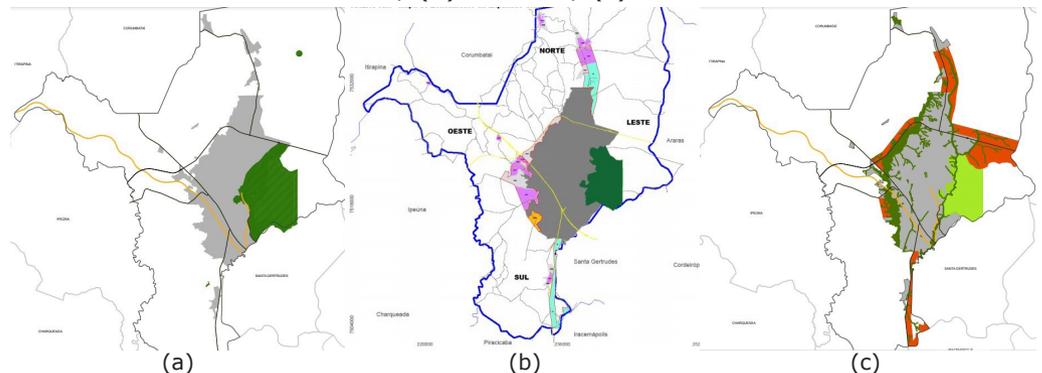
Nas mudanças de zoneamento vistas em seções anteriores, observou-se mudanças relacionadas às áreas de preservação. As terminologias usadas evoluíram e ramificaram de Zonas de Proteção para as Zonas Especiais de Preservação do Ambiente Cultural (ZEPACs), Zonas de Usos Sustentáveis (ZUS) e Zonas Especiais de Proteção de Recursos Hídricos (ZEPRHI). Tais mudanças evidenciam maior comprometimento e detalhamento desses locais conforme sua função no território

urbano (Figura 4).

Destaca-se na Figura 4 que a malha urbana está cercada por zonas relacionadas à preservação do patrimônio ambiental, como a FEENA a leste e a Área de Preservação Permanente a oeste, conflitando interesses da expansão horizontal e preservação do patrimônio ambiental. Além disso, surge no Plano Diretor de 2017 o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), um plano obrigatório para áreas de mineração e para a expansão urbana sobre as áreas rurais de antigas mineradoras com a finalidade de garantir segurança aos moradores de tais áreas expandidas.

Observou-se também que no Plano Diretor de 2007 continha uma meta de até seis meses para a criação de um Conselho Municipal de Defesa do Patrimônio Histórico. Já em 2017, verifica-se que houve definição de instrumentos de tombamentos a serem utilizados por este conselho consolidado na forma de Conselho Municipal de Defesa do Patrimônio Cultural e Ambiental, evidenciando uma evolução na manutenção do patrimônio histórico e ambiental.

Figura 4 – Zona de interesse de Patrimônio Histórico e Ambiental: (a) FEENA; (b) ZEPACs; (c) ZEPRHI



Fonte: Rio Claro (2017).

A busca na legislação constatou que a única legislação específica relacionada à preservação do patrimônio histórico ou natural no período analisado é um convênio firmado para a FEENA (RIO CLARO, 2014b), o que não demonstra, de fato, uma preservação do patrimônio municipal efetiva.

#### **4. DISCUSSÕES**

A partir do levantamento do Plano Diretor de 2007, do Plano Diretor de 2017 e de seus respectivos instrumentos, foi possível identificar fragilidades e potencialidades descritas nas subseções anteriores que podem direcionar ações e políticas públicas principalmente nas próximas revisões dos Planos Diretores ou em Leis Complementares. De maneira geral, verificaram-se tímidas evoluções na legislação com relação aos instrumentos, principalmente pela ausência de legislação específica que os regulamente e coloque em prática seus objetivos. Além disso, destaca-se a ausência de um Código de Obras e sua não previsibilidade em nenhum dos Planos Diretores, que, embora não esteja presente como um instrumento urbanístico no Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), apresenta importância no contexto urbano (FERNANDES, 2009).

Entre as fragilidades, verifica-se que há condicionantes físicas naturais (FEENA à leste, e rio Corumbataí à oeste) que limitam a expansão urbana horizontal ou a cidade está no limite municipal (à sudeste) e em processo de conurbação, cabendo a cidade se expandir ao norte-noroeste e sul. Essa expansão norte-noroeste ocorre sobre área rural não protegida que, por sua vez, pode ter sido utilizada anteriormente como exploração de minérios, visto que essa exploração

econômica é fortemente presente na cidade de Rio Claro. Embora o Plano Diretor de 2017 determine que essas áreas devam apresentar um PRAD, questiona-se a efetividade dessa ferramenta em restaurar as condições naturais e propiciar um território seguro e com qualidade para a população.

De certa maneira, essas condicionantes físicas naturais também propiciam a uma expansão voltada ao adensamento, que pode ser considerada mais adequada se observados os parâmetros de infraestruturas urbanas por habitante. Nesse sentido, os instrumentos poderiam fomentar maior potencial construtivo e melhoria de infraestrutura, parcelamento compulsório ou impostos progressivos, em parcelamentos de áreas de zonas consolidadas, embora percebe-se que não estão sendo utilizados com esse potencial.

Além disso, identificou-se incoerências no Plano Diretor de 2017, como a reduzida presença de áreas que estimulem a ocupação com interesse social. Essa ausência de previsibilidade da gestão do território pode direcionar a uma expansão horizontal irregular e indesejada sobre as condicionantes naturais nos limites da malha urbana do município, ocasionando problemas futuros para a gestão municipal e essa população, bem como a ausência de integração com outros instrumentos, como o parcelamento compulsório, como sugerido por Brajato e Denaldi (2019).

As observações realizadas convergiram para a existência de diagnóstico e prognóstico falhos e ausência de regulamentação de leis que poderiam atuar na gestão

do território. Não apenas isto, o planejamento e a gestão ambiental deveriam considerar o equilíbrio entre homem e seu ambiente, levando em consideração o bem-estar dos cidadãos, desenvolvimento sustentável e as inter-relações entre sociedade e natureza (LIMA; LOPES; FAÇANHA, 2019), o que não ocorre no município em questão.

Ainda que muito se fale sobre influências diretas de loteadores e especulação imobiliária (SCHENK; FANTIN; PERES, 2015; LIMA; LOPES; FAÇANHA, 2019), o que se observa neste estudo é a falta de detalhamento e ineficiência na aplicação dos instrumentos, algo igualmente relatado em outros estudos como consequência de tais influências (GOULART; TERCI; OTERO, 2013). Nesse sentido, não se descarta, mas não é possível afirmar que houve influências explícitas de ação de loteadores e da especulação imobiliária na revisão do Plano Diretor deste município, sendo necessário a continuidade desse estudo com ênfase à democracia, inclusão e participação popular, visto as evidências de diversas tentativas de apagamento dos institutos e diretrizes previstos no Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) nos últimos anos (KELLER; BELLO; DE OLIVEIRA COSTA, 2021).

## 5. CONCLUSÕES

Analisando os Plano Diretor de 2007 e 2017 foi possível identificar quais instrumentos do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) foram incorporados ou não, levantar as legislações complementares aplicadas aos mesmos e também analisar as principais diferenças e evoluções no uso destes instrumentos aplicados à realidade do município.

Como potencialidade da revisão do Plano Diretor em 2017, destaca-se uma maior abrangência de aspectos característicos da cidade. Contudo, os principais resultados deste artigo evidenciaram a dificuldade, mesmo com a revisão do Plano Diretor de 2017, em colocar em prática os instrumentos urbanísticos. Dentre as evidências, verifica-se a ausência de muitas leis complementares que regulamentariam os instrumentos, mantendo este plano apenas como um discurso. O fato é que, no intervalo de 10 anos, esperava-se a aplicação prática do uso dos instrumentos para que, na revisão, fosse elaborado um diagnóstico com as práticas de sucesso (potencialidades) e as práticas sem sucesso (fragilidades) e com novas diretrizes prognósticas. Contudo, verificou-se a ausência de prática.

O município apresenta condicionantes físicas naturais para a expansão urbana o que faz com que a cidade cresça em áreas rurais que eventualmente faziam parte da exploração de minérios ou no limite de outro município, como é o caso da conurbação urbana que está acontecendo entre Rio Claro (SP) e Santa Gertrudes (SP), ou irregularmente sob áreas de preservação ambiental, ou expansões ainda mais espraiadas, em um corredor norte-sul. E neste sentido, os instrumentos urbanísticos poderiam colaborar no direcionamento de uma expansão urbana adensada e controlada, visto tais condicionantes naturais existentes, o que, na realidade, não ocorre.

Por fim, destaca-se a possibilidade de pressão do mercado imobiliário para o retardo das regulamentações e aplicações práticas dos instrumentos,

embora não tenha se encontrado evidências explícitas. Sugere-se, para futuras pesquisas, estudos mais aprofundados na expansão territorial urbana deste município, bem como aspectos mais detalhadas sobre a participação social democrática no desenvolvimento desta última revisão.

## REFERÊNCIAS

ABRUCIO, F. L. Trajetória recente da gestão pública brasileira: um balanço crítico e a renovação da agenda de reformas. *Revista de Administração Pública*, FGV, Rio de Janeiro, v. 41, n. SPE, p. 67-86. 2007. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0034-76122007000700005>.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. Perfil do município de Rio Claro, SP. *PNUD, IPEA, Fundação João Pinheiro*, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/354390>. Acesso em: 13 abr. 2021.

BRAJATO, D.; DENALDI, R. O impasse na aplicação do Estatuto da Cidade: explorando o alcance do PEUC em Maringá-PR (2009-2015). *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 21, p. 45-62, 2019. Doi: <https://doi.org/10.22296/2317-1529.2019v21n1p45>

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. *Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências*. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1979. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm). Acesso em: 04 out. 2021.

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

*do Brasil*. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 19 abr. 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*. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2001. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10257.htm). Acesso em: 19 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 11.673, de 8 de maio de 2008. *Altera a Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001 - Estatuto da Cidade, para prorrogar o prazo para a elaboração dos planos diretores municipais*. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2008. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/lei/l11673.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11673.htm). Acesso em: 18 abr. 2021.

BRASIL, Ministério da Saúde. DATASUS. Índice de Gini da renda domiciliar per capita segundo Município - Período: 1991, 2000 e 2010 - Rio Claro. Brasília, DF: *Ministério da Saúde*, 2010. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/censo/cnv/ginibr.def>. Acesso em: 20 abr. 2021.

CUNHA, T. A. da; FARIA, T. C. de A.; NASCIMENTO, A. C. C. Efeitos dos planos diretores na cobertura infraestrutural urbana: o Estado de São Paulo como estudo de caso. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, PUCPR, Curitiba, v. 11. 2019. Doi: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180092>.

FERNANDES, Júlia Teixeira. *Código de*

- obras e edificações do DF: inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética*. 2009. 249 f., il. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)-Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- FERREIRA, J. F. *Habitação, cidade e campo: indicadores de segregação e seus padrões espaciais*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2018.
- FIRJAN - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal do município de Rio Claro, SP. *FIRJAN*, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: [encurtador.com.br/mpzFM](http://encurtador.com.br/mpzFM). Acesso em: 13 abr. 2021.
- FRANÇA, I. S. de; ALMEIDA, M. I. S. de. O processo de verticalização urbana em cidades médias e a produção do espaço em Montes Claros/MG. *Boletim Gaúcho de Geografia*, Porto Alegre, v. 42, n. 2: 584-610. 2015. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/52944/34038>. Acesso em: 10 mai. 2021.
- GOULART, J. O.; TERCI, E. T.; OTERO, E. V. A dinâmica urbana de cidades médias do interior paulista sob o Estatuto da Cidade. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR)*, v. 15, n. 1, p. 183-200, 2013.
- HENDERSON, V. Medium size cities. *Regional science and urban economics*, Elsevier, v. 27, n. 6, p. 583-612. 1997. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0166-0462\(96\)02169-2](https://doi.org/10.1016/S0166-0462(96)02169-2)
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Panorama do município de Rio Claro*. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/rio-claro/panorama>. Acesso em: 10 mai. 2021.
- LIMA, M. M. *Análise multitemporal dos impactos da expansão minerária no município de Rio Claro, SP*. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/22838>. Acesso em: 15 mai. 2021.
- LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; & FAÇANHA, A. C. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, PUCPR, Curitiba, 11, e20190037. 2019. Doi: 10.1590/2175-3369.011.e20180037
- KELLER, R. J.; BELLO, E.; DE OLIVEIRA COSTA, S. R. Democracia e participação popular nos 20 anos do Estatuto da Cidade. *Revista da Faculdade de Direito da FMP*, v. 16, n. 2, p. 100-116, 2021. Doi: <https://doi.org/10.53929/rfdf.v16i2.275>.
- OLIVEIRA, C. M.; LOPES, D., SOUSA; I. C. N. Direito à participação nas políticas urbanísticas: avanços após 15 anos de estatuto da cidade. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, PUCPR, Curitiba, 10 (2). 2018. Doi: 10.1590/2175-3369.010.002.AO04 ISSN 2175-3369.
- RAIA JÚNIOR, A. A. *Uma Avaliação do Modelo META para Cálculo de Custos de Transportes e seu Uso na Tributação de Terrenos Urbanos Ociosos*. 144f. Dissertação (Mestrado em Transportes). Escola de Engenharia de São Carlos,

- Universidade de São Paulo, São Carlos. 1995.
- RIO CLARO. *Lei Municipal nº 3.806, de 28 de dezembro de 2007*. Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor do município de Rio Claro. Rio Claro: Câmara Municipal, 2007. Disponível: [encurtador.com.br/ciHKN](http://encurtador.com.br/ciHKN). Acesso em: 2 abr. 2021
- RIO CLARO. *Lei Complementar nº 081, de 25 de setembro de 2013*. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e rural do município de Rio Claro e dá outras providências. Rio Claro: Câmara Municipal, 2013a. Disponível em: [https://www.rioclaro.sp.gov.br/pd/arquivos/pd\\_2013/2-LEI-COMPLEMENTAR-N081.pdf](https://www.rioclaro.sp.gov.br/pd/arquivos/pd_2013/2-LEI-COMPLEMENTAR-N081.pdf). Acesso em: 2 abr. 2021.
- RIO CLARO. *Lei Complementar nº 082, de 25 de setembro de 2013*. Dispõe sobre o zoneamento urbano, uso e ocupação do solo do município de Rio Claro. Rio Claro: Câmara Municipal, 2013b. Disponível em: [https://www.rioclaro.sp.gov.br/pd/arquivos/pd\\_2013/4-LEI-COMPLEMENTAR-N082.pdf](https://www.rioclaro.sp.gov.br/pd/arquivos/pd_2013/4-LEI-COMPLEMENTAR-N082.pdf). Acesso em: 2 abr. 2021.
- RIO CLARO. *Lei Municipal nº 4.459, de 25 de março de 2013*. Regulamenta o Artigo 41 da Lei Municipal nº 3.806, de 28 de dezembro de 2007 - Plano Diretor, para autorizar o Poder Público a realizar Convênio com Empreendimentos Públicos, Cooperativas e Particularidades destinados e Conjuntos Habitacionais de Interesse Social. Rio Claro: Câmara Municipal, 2013c. Disponível em: <https://cespro.com.br/geraPDF.php?pasta=9320/2013/L4459>. Acesso em: 3 abr. 2021.
- RIO CLARO. *Diagnóstico ambiental e desenvolvimento de sistemas de implementações de projetos de recuperação da qualidade dos corpos d'água*. Volume I - Levantamento básico do município. Prefeitura Municipal de Rio Claro. São Paulo. 2014a. Disponível em: <https://www.rioclaro.sp.gov.br/pd/arquivos/VolumeILevantamento.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2021.
- RIO CLARO. *Lei Municipal nº 4.823, de 17 de dezembro de 2014*. Autoriza o poder executivo a celebrar convênio com a fundação para conservação e a produção florestal do Estado de São Paulo e dá outras providências. Rio Claro: Câmara Municipal, 2014b. Disponível em: <https://cespro.com.br/geraPDF.php?pasta=9320/2014/L4823>. Acesso em: 3 abr. 2021.
- RIO CLARO. *Lei Complementar nº 128, de 07 de dezembro de 2017*. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento do município de Rio Claro. Rio Claro: Câmara Municipal, 2017. Disponível em: [encurtador.com.br/rwFM2](http://encurtador.com.br/rwFM2). Acesso em: 2 abr. 2021
- SANTORO, P. F. *Planejar a expansão urbana: dilemas e perspectivas*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2012
- SANTOS, M. H. d. S. *Análise da revisão do plano diretor de Araraquara-SP (2014): Em discussão o papel do legislativo e os pilares da participação no planejamento urbano*. 213f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais). Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Araraquara. 2018.
- SÃO PAULO (Estado). *Decreto nº 12.342, de 27 de setembro de 1978*. Aprova o Regulamento a que se refere o artigo 22 do Decreto-lei 211, de 30 de março de 1970, que dispõe sobre

normas de promoção, preservação e recuperação da saúde no campo de competência da Secretaria de Estado da Saúde. Governo do Estado de São Paulo: Palácio dos Bandeirantes, 1978. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1978/decreto-12342-27.09.1978.html>. Acesso em: 27 abr. 2021. Acesso em: 3 abr. 2021.

SCHENK, L.; FANTIN, M.; PERES, R. A revisão do plano diretor da cidade de São Carlos e as novas formas urbanas em curso. In: *Anais do X Colóquio Quapá-SEL: Produção e apropriação dos espaços livres e da forma urbana*, Brasília. Anais... FAUNB, Brasília. 2015.

SENATORE, A. M. *Diagnóstico ambiental de atividades de*

*mineração com ênfase em olarias no município de Rio Claro (SP)*. 56f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental). Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2007. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/121122>. Acesso em: 16 mai. 2021.

TANAKA, R. M. H. *ZEIS de vazios em São Paulo 2002-2014: produção habitacional, transformações e permanências do estoque de terras*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2018.

WHITACKER, A. M. *Centro da cidade e novas áreas centrais. Uma discussão a partir de São José do Rio Preto, Brasil*. Organização: José Alberto V. Rio Fernandes e, p. 283, 2018.

# AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COM O EMPREGO DE DIFERENTES METODOLOGIAS: ESTUDO DE CASO EM GOIOERÊ/PR

*A Evaluation of the Management System of Solid Urban Waste With the use of Different Methodologies: Case Study in Goioerê/PR*

*Evaluación del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos Con el uso de Diferentes Metodologías: Estudio de Caso en Goioerê/PR*

## **Felipe Facco Mendes Ferreira**

Doutorando do Prog. de Pós-Graduação em Eng. Produção Univ. Fed. São Carlos

orcid: [0000-0002-4870-3800](https://orcid.org/0000-0002-4870-3800)

[felipefaccomf@gmail.com](mailto:felipefaccomf@gmail.com)

## **Generoso De Angelis Neto**

Doutor em Eng. de Const. Civil e Urb. pela Univ. de São Paulo, USP.

orcid: [0000-0002-2592-3608](https://orcid.org/0000-0002-2592-3608)

[ganeto@uem.br](mailto:ganeto@uem.br)

## **Resumo**

A cidade de Goioerê/PR não possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), fator que implica aspectos negativos para todas as etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, principalmente, para o processo de disposição final, que no município ocorre em aterros sanitários. Dessa forma, como alternativa para auxiliar na criação do PGRS foram avaliados os indicadores ambientais, de sustentabilidade e de qualidade do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos de Goioerê. A metodologia abordada para o estudo se baseia na análise qualiquantitativa do gerenciamento dos RSUs, realizado por meio de informações com responsáveis do setor público da Prefeitura para avaliação dos indicadores da sustentabilidade e da qualidade e por meio da norma NBR ISO 14040 de 2001, para aplicação da ACV na determinação dos indicadores ambientais. A aplicação da ACV foi realizada por meio dos métodos de impacto ambiental RECIPE e IPCC 2013 GWP 100a, definidos por meio do software SIMAPRO. Desta forma, como resultado, conseguiu-se com a aplicação dos indicadores sustentáveis, realizar uma avaliação do sistema do gerenciamento dos RSUs do município, que se enquadrou como sendo de média sustentabilidade. Como resultado da aplicação dos indicadores de qualidade, chegou-se a um IQR - VALAS no valor de 6,3 classificando o aterro sanitário em valas do Município de Goioerê como estando em condições inadequadas e um IQCol no valor de 7,7, classificando a coleta domiciliar do município como sendo boa. Já, com os resultados obtidos com a aplicação da ACV, foi possível mensurar quais os impactos gerados nas etapas de coleta, transporte e destinação final dos RSUs. A utilização destes indicadores em conjunto com a metodologia da ACV possibilitou uma visão global de todo o sistema de gerenciamento dos RSUs do município e permitiu a proposta de algumas soluções mais adequadas para serem implementadas por meio do poder público do Município e desta forma atenderem aos requisitos das legislações vigentes.

**Palavras-chave:** Avaliação do Ciclo de Vida, SIMAPRO, Índice de Qualidade de Aterros em Valas, índice da Qualidade da Coleta Domiciliar.

## **Abstract**

The city of Goioerê/PR does not have a Solid Waste Management Plan (SWMP), a factor that implies negative aspects for all stages of urban solid waste management, especially for the final disposal process, which in the municipality occurs in landfills. Thus, as an alternative to assist in the creation of the SWMP, environmental, sustainability and quality indicators of the urban solid waste management system in Goioerê were identified. The methodology addressed for the study is based on the qualitative and quantitative analysis of the management of RSUs, carried out through information with those responsible for the public sector of the City Hall for the evaluation of sustainability and quality indicators and through the NBR ISO 14040 standard of 2001, for application of LCA in determining environmental indicators. The application of the LCA was carried out using the RECIPE and IPCC 2013 GWP 100a environmental impact methods, defined using the SIMAPRO software. In this way, as a result, it was possible with the application of sustainable indicators, to carry out an evaluation of the municipality MSW management system, which was classified as being of medium sustainability. As a result of the application of the quality indicators, an IQR - DITCHES of 6.3 was reached, classifying the sanitary landfill in ditches of the Municipality of Goioerê as being in inadequate conditions and an IQCol of 7.7, classifying the municipal household collection as being good. Already, with the results obtained

Data da Submissão:  
10maio2022

Data da Aprovação:  
18outubro2022

Data da Publicação:  
29novembro2022

with the application of LCA, it was possible to measure the impacts generated in the stages of collection, transport and final destination of the MSW. The use of these indicators together with the LCA methodology allowed a global view of the entire municipal MSW management system and allowed the proposal of some more adequate solutions to be implemented by the Municipality public authorities and thus meet the requirements of current legislation.

**Keywords:** Life Cycle Assessment, SIMAPRO, Ditch Landfill Quality Index, Household Collection Quality Index.

## Resumen

El municipio de Goioerê/PR no posee Plan de Gestión de Residuos Sólidos (PGRS), factor que implica aspectos negativos para todas las etapas de la gestión de residuos sólidos urbanos, especialmente para el proceso de disposición final, que en el municipio ocurre en rellenos sanitarios. Así, como alternativa para auxiliar en la creación del PGRS, fueron identificados indicadores ambientales, de sustentabilidad y de calidad del sistema de gestión de residuos sólidos urbanos en Goioerê. La metodología abordada para el estudio se basa en el análisis cualitativo y cuantitativo de la gestión de RSU, realizado a través de información con los responsables del sector público del Ayuntamiento para la evaluación de indicadores de sostenibilidad y calidad y a través de la norma NBR ISO 14040 de 2001, para la aplicación de LCA en la determinación de indicadores ambientales. La aplicación del ACV se realizó mediante los métodos de impacto ambiental RECIPE e IPCC 2013 GWP 100a, definidos mediante el software SIMAPRO. De esta forma, como resultado se logró, con la aplicación de indicadores sustentables, realizar una evaluación del sistema de gestión de RSU del municipio, el cual fue clasificado como de mediana sustentabilidad. Como resultado de la aplicación de los indicadores de calidad, se alcanzó un IQR - DIFTS de 6,3, clasificando el relleno sanitario en zanjas del Municipio de Goioerê como en condiciones inadecuadas y un IQCol de 7,7, clasificando la recolección domiciliar municipal como buena. Ya con los resultados obtenidos con la aplicación del ACV se logró medir los impactos generados en las etapas de recolección, transporte y destino final de los RSU. El uso de estos indicadores junto con la metodología ACV permitió tener una visión global de todo el sistema de gestión de los RSU municipales y permitió proponer algunas soluciones más adecuadas para ser implementadas por los poderes públicos del Municipio y así cumplir con los requerimientos de la legislación vigente.

**Palabras clave:** Análisis de Ciclo de Vida, SIMAPRO, Índice de Calidad de Vertedero de Zanjas, Índice de Calidad de Recolección Domiciliar.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada pelo decreto N° 10.936/2022, representada por meio da Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, em seu art. 3º, a gestão integrada dos resíduos sólidos é definida por um conjunto de ações, voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos. Assim, considerando as dimensões políticas, econômicas, ambientais, culturais e sociais, a partir de um controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010).

Ainda com a abordagem do art. 3º da PNRS, o gerenciamento de resíduos

sólidos é definido por um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e dos rejeitos. Essas ações necessitam estar de acordo com o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com o plano de gerenciamento de resíduos sólidos imposto na PNRS (BRASIL, 2010).

Para Identificar os indicadores de sustentabilidade do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (SGRSU), segundo Chiavelli (2018), pode-se utilizar

um formulário de avaliação que contempla as dimensões políticas, ambientais, econômicas e sociais dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs) no município. Dessa forma, com a aplicação do formulário de avaliação será possível identificar a atual situação do SGRSU.

Já os indicadores da qualidade do sistema de gerenciamento, abrangem o IQR - VALAS definido por meio da CETESB (2021) que possui a finalidade de avaliar o índice da qualidade do aterro sanitário, visando determinar qual a situação do seu funcionamento. Auxiliando ainda nos indicadores de qualidade, Fonseca e Gonzaga (2016) abordam sobre o índice de qualidade para a coleta domiciliar (IQCol), que determinará as condições que a coleta dos RSUs no município está operando.

Segundo Sala e Bieda (2019), a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um método científico que permite uma avaliação quantitativa dos impactos ambientais de um produto ou serviço. Esta metodologia analisa todo o ciclo de vida, considerando toda a energia, materiais e emissões relacionadas à produção, uso e descarte de um produto. Portanto, a ACV foi utilizada como ferramenta para analisar os indicadores ambientais dos resíduos sólidos urbanos de Goioerê, abrangendo as etapas de coleta, transporte e destinação final.

Tal ferramenta se baseia na série ISO 14.040-14.044 (2006) e consiste em quatro fases, sendo o Inventário do Ciclo de Vida (ICV) o passo mais valioso da ACV. Desta forma, a ACV pode apoiar políticas públicas, dar suporte à certificação de produtos, fornecer informações para tomadores de decisão, auxiliar no desenvolvimento de novos produtos,

processos, tecnologias ou atividades e identificar os causadores de maior impacto ambiental (CURRAN, 2006).

Paes (2013) destaca que tal ferramenta também pode ser empregada para comparar as tecnologias utilizadas nas etapas de gerenciamento de resíduos, como modelos de coleta, transporte, transbordo, triagem, tratamento e destinação final, assim como para rotulagem ambiental.

## **2. OBJETIVOS**

### **Geral**

Avaliar o Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Goioerê/PR.

### **Específicos**

- Avaliar os Indicadores de Sustentabilidade nas dimensões política, ambiental, econômica e social;
- Avaliar o Indicador de Qualidade de Aterros em Valas – IQR-VALAS e o Indicador da Qualidade da Coleta Domiciliar – IQCol;
- Avaliar ambientalmente o aterro sanitário do município, mensurando os impactos ambientais por ele gerados;
- Colaborar com diretrizes para o plano de resíduos sólidos urbanos.

### **Revisão da leitura**

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs) são originários de domicílios, comércios, indústrias e outros tipos de logradouros que estão situados no ambiente urbano de um município.

Dessa forma, é de responsabilidade de cada município realizar o gerenciamento dos seus resíduos, executando a coleta e o tratamento adequado (YAY, 2015).

Os resíduos domiciliares são aqueles provenientes da vida diária dos indivíduos em suas residências, compostos por materiais orgânicos, plásticos, papel, vidro e outros. Já os resíduos que são gerados em estabelecimentos comerciais são provenientes de mercados, lojas, restaurantes, empresas e outros tipos de comércio situados no ambiente urbano. Dessa forma, a classificação dos resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade da sua origem, conforme exposto na NBR 10.004, de 2004 (BIAVA; KRAVETZ, 2011).

A disposição final inadequada dos resíduos sólidos urbanos, sem nenhum tipo de tratamento, pode ocasionar diversos problemas ambientais e para saúde dos seres humanos. Dentre a gama de efeitos negativos para o ambiente e para a população, estão as emissões de gases do efeito estufa, fortes odores, proliferação de pragas e infiltração do lixiviado no solo (PUJARA, 2019).

O gerenciamento dos RSUs necessita conter um entendimento como um resultado que será determinado por meio de uma soma de vários fatores. Esses fatores estarão relacionados com as normas e o planejamento desenvolvidos por meio da gestão pública. O gerenciamento deve visar aspectos que realize a coleta, tratamento e disposição corretamente adequada para os RSUs do município (QUEIROGA, 2010).

Queiroga (2010) aborda que o plano de gerenciamento de resíduos

sólidos é uma etapa primordial, pois, caso seja elaborado de maneira inapropriada, pode ocasionar um sistema de gerenciamento ineficiente. Dessa maneira, o plano de gerenciamento dos resíduos sólidos é crucial para que o município estabeleça as medidas que serão abordadas para os RSUs.

Dessa forma, a responsabilidade relacionada ao controle dos resíduos sólidos urbanos está disposta na Lei federal de nº 12.305, de 2010, a qual estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Portanto, cabe a cada gerador, em conjunto com o poder público, realizar as ações corretas para o gerenciamento dos RSUs (BRASIL, 2010).

A construção de indicadores para a gestão de resíduos sólidos urbanos é importante, pois orienta à tomada de decisões de diferentes formas. Esses indicadores podem fornecer informações estratégicas e identificar aspectos da sociedade em relação com o meio ambiente (PEREIRA; CURI; CURI, 2017).

Dessa forma, a metodologia utilizada por meio da CETESB (2010) possui o objetivo de gerar um índice de Qualidade de Aterros em Valas. O índice abordado pode classificar a operação do aterro sanitário de duas diferentes formas, como operação inadequada ou operação adequada.

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é caracterizada como uma ferramenta que determina toda a estrutura montada para identificar e avaliar os impactos ambientais. A estrutura da ACV é definida visando aos impactos relativos à energia e todos os recursos necessários na produção de materiais ou serviços, podendo identificar os impactos provenientes

de toda a sua vida útil (CHESTER, 2019).

Dessa forma, a ACV é uma ferramenta que auxilia na redução dos impactos ambientais de serviços ou produtos. O auxílio ocorre por meio dos indicadores em relação aos impactos que esses produtos ou serviços estão gerando ao ambiente, desde o início do processo, até o final da sua vida útil. Com isso, é possível determinar ações ou novas tecnologias que proporcionem um impacto menor ao ambiente, contribuindo para a preservação do ecossistema e de todos seus habitantes (FABRÍCIO; SILVA; NEPOMUCENO, 2017).

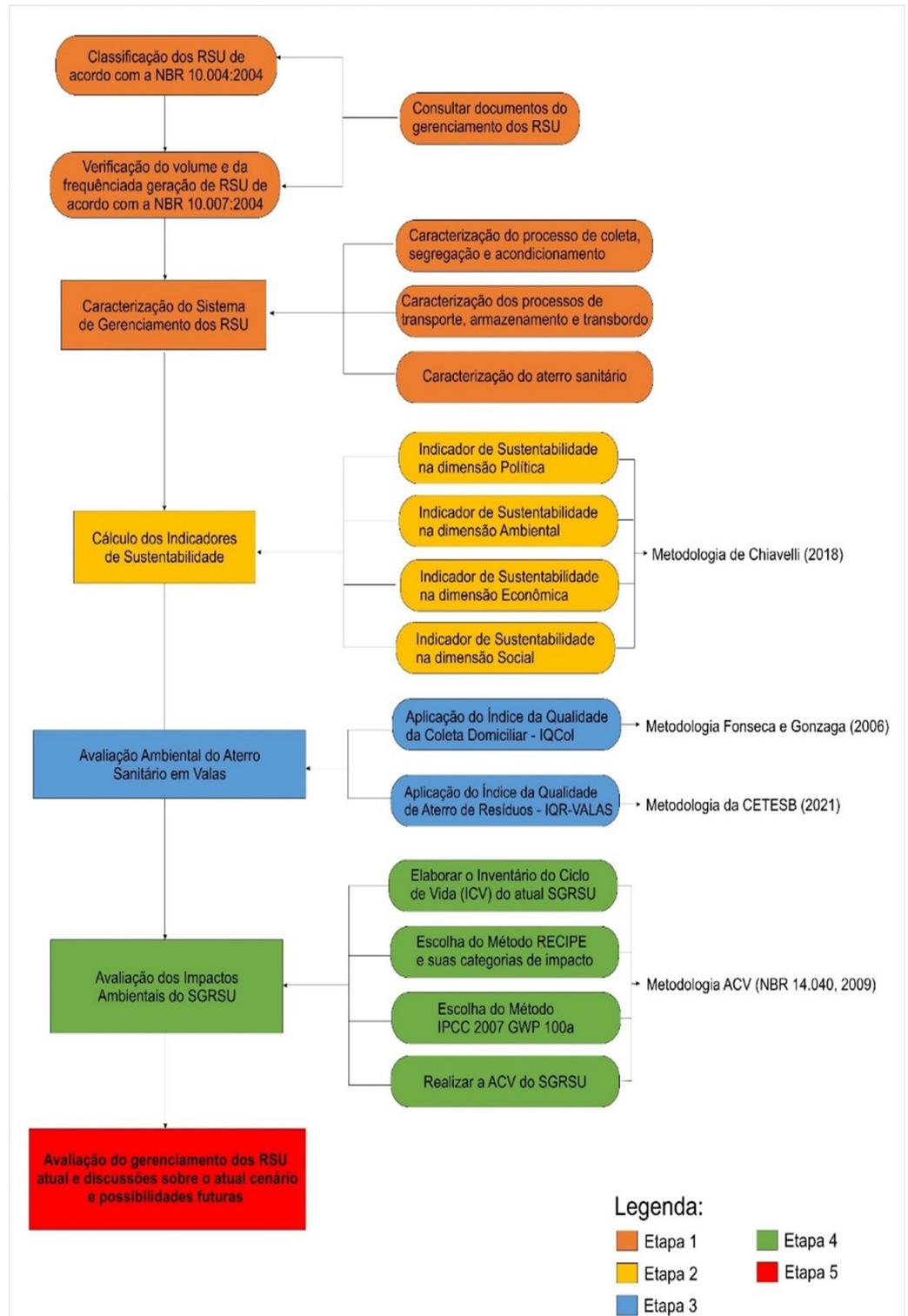
Um dos objetivos de utilização da ACV está no auxílio que essa ferramenta promove para mensurar e progredir sobre os aspectos ambientais que estão relacionados sobre algum determinado produto ou serviço.

Essa avaliação aborda aspectos que envolvem as tomadas de decisões em organizações privadas ou públicas, o apontamento dos indicadores que os processos geram e as técnicas de medições que são aplicadas nos setores que compõem a análise (PEGORARO; UGAYA, 2014).

### **3. MÉTODOS**

Dessa forma, na sequência, encontram-se as etapas metodológicas (Figura 1) para a análise do Sistema de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (SGRSU), que buscam cumprir o objetivo geral e os específicos deste estudo. Estas etapas foram dispostas de forma que cada ação metodológica permite a criação de condições para a realização de cada objetivo específico e, composta em conjunto, permitindo atender o objetivo geral.

Figura 1 - Ordenamento do método utilizado no estudo



Fonte: Autoria própria (2021)

As informações referentes ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos utilizadas nas etapas 1, 2, 3 e 4 foram coletadas, por meio de questionários aplicados com profissionais da Secretaria da Agricultura, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. A primeira etapa consistiu na consulta de documentos, como o plano diretor no município, que serviu como base de dados para a classificação dos resíduos sólidos urbanos do Município de Goioerê, de acordo com a normativa NBR 10.004:2004.

Para a segunda etapa do estudo foi realizado um checklist para determinar o levantamento de dados com a Secretaria da Agricultura, Meio Ambiente e Recursos Hídricos do município e, com isso foi possível calcular os indicadores de sustentabilidade nas dimensões política, ambiental, econômica e social, pela metodologia desenvolvida por Chiavelli (2018). Para realização do cálculo dos indicadores de sustentabilidade, Chiavelli (2018) utiliza a equação

$$G = \frac{\sum \text{das notas obtidas em cada dimensão na avaliação}}{\sum \text{da máxima pontuação em todas as dimensões}} \times 10$$

(eq. 1).

Por meio do apontamento do cálculo dos indicadores de sustentabilidade, o coeficiente encontrado irá apontar o índice de sustentabilidade que o município obteve com a avaliação. Dessa forma, dentro dos parâmetros determinados, o indicador apontará se o município opera com gestão insustentável (indicador entre 0 e 2,5), baixa sustentabilidade (Indicador entre 2,5 e 5,0), média sustentabilidade (indicador entre 5,0 e 7,5) e alta sustentabilidade (indicador entre 7,5 e 10,0).

Na terceira etapa, o estudo voltou-se para a avaliação da qualidade do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do município. Para avaliação da qualidade do aterro em valas do município, também em conjunto com a Secretaria da Agricultura, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, empregou-se a metodologia do CETESB, por meio da qual foi calculado o Índice de Qualidade de Aterros em Valas – IQR-VALAS. Essa metodologia implicou-se na resposta dos responsáveis diante de um questionário que foi analisado, obtendo por meio do IQR-VALAS a situação que se encontrava o aterro sanitário do município.

Para a quarta etapa, ainda avaliando o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, optou-se por calcular os impactos ambientais gerados atualmente e suas contribuições para as mudanças climáticas, por meio da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Ainda na etapa quatro, foi construído o inventário do ciclo de vida, que envolve a coleta dos dados. Ou seja, o inventário utiliza de dados específicos ou secundários sobre o estudo, auxiliando nos resultados da avaliação do impacto do ciclo de vida. Portanto, o inventário vai determinar as emissões que ocorrem no ciclo de vida estudado.

Assim, ainda na etapa quatro foi utilizado o *software* SIMAPRO PhD versão 7.7.3 no qual o inventário é criado por meio de uma base de dados secundária, que consta no *software*. Após determinar o banco de dados que será utilizado, é necessário adaptá-lo para o modelo que será utilizado no estudo, ou seja, a coleta e transporte de resíduos sólidos. Com isso, a partir dos dados definidos o *software* realiza a mensuração dos possíveis impactos que o objeto do

estudo gera para o meio ambiente.

Por fim, na quinta e última etapa, o estudo buscou discutir os resultados encontrados do atual cenário do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos do município e buscou contribuir com as análises para as futuras tomadas de decisão do poder público.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o estudo de caracterização do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, foram utilizados dois tipos de indicadores, os indicadores de sustentabilidade

e os indicadores de qualidade do gerenciamento de resíduos. Os indicadores de sustentabilidade foram obtidos por meio da análise de quatro dimensões relativas à conduta do Município de Goioerê/PR em relação à gestão dos RSUs. Desta forma, as quatro dimensões abordadas para estabelecer os indicadores de sustentabilidade são: política, ambiental, econômica e social.

Com relação ao indicador de sustentabilidade que aborda a dimensão política, temos o *checklist* apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Índice de Sustentabilidade na dimensão política

Dimensão	N	Indicador	Avaliação	Peso
Política	01	O município possui Plano Municipal de Gestão Integrada de RSU (PMGIRS) ou Plano Municipal de Saneamento Básico que contempla o manejo de RSUs?	Sim, possui um dos planos atualizado.	5
			Possui o plano, porém ainda não está atualizado.	3
			Em fase de elaboração do Plano	2
			Não possui nenhum plano.	0
	02	O Plano contempla as exigências daPNRS ou PNSB?	Sim, contempla todas as exigências.	5
			Contempla parte das exigências.	3
			Não contemplas as exigências.	0
	03	Houve participação popular na elaboração do Plano Municipal?	Sim	5
			Não	0
	04	O município possui ações fiscalizatórias para o manejo dos RSUs?	Sim	5
			Somente quando os munícipes relatam alguma infração.	3
			Não possui.	0
	05	O município possui ações fiscalizatórias para a coleta seletiva de materiais recicláveis?	Sim	5
			Somente quando os munícipes relatam alguma infração.	3
			Não possui.	0
	06	O município possui secretaria(s), conselho ou órgão ambiental, de modo que englobem a gestão dos RSUs?	Sim	5
			Não	0

	07	Os profissionais que atuam na gestão dos RSUs são capacitados?	Sim, todos são capacitados.	5
			Alguns são capacitados.	3
			Nenhum possui capacitação específica para a gestão dos RSUs.	0
	08	Os dados em relação à gestão e gerenciamento de RSUs estão sistematizados e disponíveis aos cidadãos?	Sim, todos os dados estão disponíveis à população, inclusive em meio digital.	5
			Somente alguns dados estão disponíveis.	3
			Não estão disponíveis à população.	0
	09	Os dados em relação ao manejo da coleta seletiva de materiais recicláveis secos estão sistematizados e disponíveis aos cidadãos?	Sim, todos os dados estão disponíveis, inclusive em meio digital.	5
			Somente alguns dados estão disponíveis.	3
			Não	0
	10	O município possui canais específicos para a participação popular na gestão dos RSUs?	Existem canais de participação específicos e a população os utiliza.	5
			Existem canais de participação específicos, porém a população não os utiliza.	3
	<b>Dimensão</b>	<b>N</b>	<b>Indicador</b>	<b>Avaliação</b>
	10	O município possui canais específicos para a participação popular na gestão dos RSUs?	Não existem canais de participação específicos.	0
	11	O município possui sanções à população que descartar resíduos irregularmente em locais proibidos?	Sim	5
			Não	0
	12	Discussão e proposições de soluções consorciadas para a gestão dos RSUs	As Propostas técnica e economicamente viáveis de soluções consorciadas foram implementadas.	5
			Existência de discussão e estudo sobre soluções consorciadas para RSUs, porém aquelas que se mostraram técnica e economicamente viáveis não tiveram continuidade na sua implantação.	3
			As possíveis soluções consorciadas para RSUs não são estudadas ou discutidas.	0
<b>Subtotal atingido</b>				<b>33</b>

Fonte: Autoria própria (2021)

Para o índice de sustentabilidade que aborda a dimensão ambiental, temos o checklist apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - índice de sustentabilidade na dimensão ambiental

Dimensão	N	Indicador	Avaliação	Peso
Ambiental	01	O município possui coleta seletiva de materiais reutilizáveis e recicláveis secos?	Sim, implantada e em funcionamento	5
			Em processo de implantação	3
			Não possui.	0
	02	Taxa de recuperação dos materiais reutilizáveis e recicláveis secos (TRMRRS)	≥ 10%	5
			De 5 a 9,9%	3
			De 1 e 4,9%	0
	03	Taxa de rejeitos (TR) da coleta seletiva de materiais reutilizáveis e recicláveis secos	≤ 10%	5
			De 10,1% - 29,9%	3
			> 30%	0
	04	Forma de disposição final dos RSUs do município	Aterro Sanitário	5
			Aterro Controlado	3
			Lixão (vazadouro) a céu aberto	0
	05	O município realiza compostagem?	Realiza compostagem com mais de 30% dos resíduos orgânicos.	5
			Realiza compostagem com 5,1% até 30% dos resíduos orgânicos.	3
			Realiza compostagem com 1% até 5% dos resíduos orgânicos.	1
Realiza compostagem com menos de 1% dos resíduos orgânicos ou não realiza.			0	
	N	Indicador	Avaliação	Peso
Ambiental	06	O município possui destino adequado para os resíduos volumosos (móveis em geral - sofá, cama, armário, mesa, etc. - geladeira, fogão, entre outros)?	Sim para todos os tipos de resíduos volumosos	5
			Somente para alguns resíduos volumosos	3
			Não possui local.	0
	07	Cobertura da coleta convencional de RSUs realizada no município	75 a 100%	5
			30 a 75%	3
			< 30%	0
	08	Cobertura da coleta seletiva de materiais reutilizáveis e recicláveis secos	≥ 80% da área urbana do município	5
			40,1% - 79,9% da área urbana do município	3
			≤ 40% da área urbana do município	0
09	Recuperação de passivos ambientais causados por RSUs	Todos os passivos ambientais foram recuperados.	5	
		Parte dos passivos ambientais foi recuperada ou os passivos ambientais estão em processo de recuperação.	3	
		Nenhum passivo ambiental foi recuperado.	0	
<b>Subtotal Máximo</b>				<b>31</b>

Fonte: Autoria própria (2021)

Com relação a dimensão econômica, foi obtido os resultados apresentados no checklist do Quadro 3.

Quadro 3 - índice de sustentabilidade na dimensão econômica

Dimensão	N	Indicador	Avaliação	Peso
Econômica	01	O município possui taxa específica para o manejo de RSUs?	Sim, para todas as etapas do manejo	5
			Somente para algumas etapas domanejo de RSUs	3
			Não existe taxa para este serviço.	0
	02	Percentual do orçamento do município destinado à limpeza pública (PLP)	>10%	5
			De 5,1 a 10%	3
			Até 5%	1
	03	Percentual de materiais recicláveis secos comercializados mensalmente (em kg, em relação à quantidade coletada)?	90 a 100%	5
			70 a 89,9%	4
			40 a 69,9%	3
			20 a 39,9%	2
			10 a 19,9%	1
			Menor que 10%	0
	<b>Subtotal Máximo</b>			

Fonte: Autoria própria (2021)

Por fim, para o índice de sustentabilidade, abordando a dimensão social, temos o checklist obtido no Quadro 4.

Quadro 4 - índice de sustentabilidade na dimensão social

Dimensão	N	Indicador	Avaliação	Peso	
Social	01	Existem catadores informais menores de 18 anos no município?	Não	5	
			Sim	0	
	02	O município possui alguma forma de incentivo para os catadores informais se associarem às cooperativas?	Sim	5	
			Não	0	
	03	O município possui incentivos para os funcionários envolvidos no manejo de RSUs e para os catadores terminarem seus estudos (ensino fundamental e médio)?	Sim	5	
			Somente para terminar o ensino fundamental.	3	
			Não possui.	0	
	04	O município realiza treinamentos de forma a capacitar continuamente os catadores das cooperativas?	Sim, para todos os catadores associados	5	
			Para alguns catadores	3	
			Não realiza treinamentos.	0	
	05	Renda média mensal <i>per capita</i> obtida pelos catadores das cooperativas	> 1 salário-mínimo	5	
			= 1 salário-mínimo	3	
			< 1 salário-mínimo	0	
	<b>Subtotal Máximo</b>				<b>0</b>

Fonte: Autoria própria (2021)

A partir de todos os resultados obtidos nas dimensões política, ambiental, econômica e social foi possível mensurar o índice de sustentabilidade do Município de Goioerê/PR. A Tabela 1 apresenta o índice total que cada dimensão de sustentabilidade atingiu.

Tabela 1 - Pontuação atingida em cada dimensão de sustentabilidade

Dimensão	Subtotal Atingido	Índice Determinado no Município	Índice Determinado em Cada Dimensão	Subtotal Máximo da Dimensão	Contribuição Máxima no Índice Total
Política	33	22,76%	55%	60	41,38%
Ambiental	31	21,38%	68,89%	45	31,04%
Econômica	11	7,59%	73,33%	15	10,34%
Social	0	0%	0%	25	17,24%
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>51,73%</b>	<b>-</b>	<b>145</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autoria própria (2021)

Realizando o cálculo, obteve-se que a gestão de Goioerê foi avaliada em 5,17 pontos, como indicado a seguir por meio do cálculo da (eq. 1):

$$G = \frac{\sum \text{das notas obtidas em cada dimensão na avaliação}}{\sum \text{da máxima pontuação em todas as dimensões}} \times 10 = \frac{75}{145} \times 10 = 5,17$$

Portanto, tem-se que a gestão de RSU do Município de Goioerê é classificada como "Gestão de Média Sustentabilidade".

Os indicadores de qualidade tiveram o objetivo de avaliar o aterro sanitário, para isso, foi realizada a avaliação do Índice de Qualidade de Aterros em Valas (IQR-VALAS) e do Índice de Qualidade da Coleta Domiciliar (IQCol).

Dessa forma, com a visita in loco ao aterro, foi realizado o cálculo do Índice de Qualidade de Aterros em Valas (IQR-VALAS) apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 - índice de qualidade de aterros em valas (IQR - VALAS)

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS – IQR – VALAS									
MUNICÍPIO: Goioerê					DATA: 30/11/2021				
LOCAL: Aterro Sanitário em Vala					AGÊNCIA: Secretária da Agricultura, Meio Ambiente e Recursos Hídricos				
BACIA HIDROGRÁFICA: Bacia do Piquiri					UGRHI: Agropecuária				
LICENÇA: <input type="checkbox"/> L.I <input checked="" type="checkbox"/> L.O					TÉCNICO: Tiago Dias Azenha				
ITEM	SUBITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS	ITEM	SUBITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
ESTRUTURA DE APOIO	ISOLAMENTO FÍSICO	SIM/SUFICIENTE	3		CARACTERÍSTICAS DA ÁREA	PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	≥ 500 m	5	5
		NÃO/INSUFICIENTE	0	0			< 500 m	0	
	ISOLAMENTO VISUAL	ADEQUADO	3			PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA	≥ 200 m	5	5
		INADEQUADO	0	0			< 200 m	0	
	ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	4			VIDA ÚTIL DA ÁREA	≤ 2 ANOS		
		INADEQUADO	0	0			2 < x ≤ 5 ANOS		X
				> 5 ANOS					
ASPECTOS OPERACIONAIS	DIMENSÕES DAS VALAS	ADEQUADAS	10	10	RESTRICÇÕES LEGAIS AO USO DO SOLO	SIM			
		INADEQUADAS	0			NÃO		X	
	RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	10		<b>SUBTOTAL 3</b>		<b>10</b>		
		INADEQUADO	2	2					
	VIDA ÚTIL	SUFICIENTE	5	5					
		INSUFICIENTE	0						
APROVEITAMENTO DA ÁREA	ADEQUADO	10	10	<b>QUANTIDADE DISPOSTA DO MUNICÍPIO EM TON/DIA (MÉDIA ANUAL)</b>		10,6			
	INADEQUADO	0							
ESTRUTURA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	PROF. DO LENÇOL FREÁTICO	$P > 3, K < 10^{-6}$	10	10	<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS (SAD 69)</b>				
		$1 \leq P \leq 3 \text{ m}, K < 10^{-6}$	5		UTM_N (m):		7315300,85 (m)		
	(P) X PERMEABILIDADE DO SOLO(k)	CONDIÇÃO INADEQUADA	0		UTM_E (m):		285537,76 (m)		
		SUFIC. / DESNECESSÁRIA	5		FUSO:		UTC-3		
	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	INSUFIC. / INEXISTENTE	0	0	<b>TOTAL MÁXIMO</b>		<b>100</b>	<b>63</b>	
		ADEQUADO	5	5					
MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	INADEQUADO/ INSUFIC.	2							
	INEXISTENTE	0							
<b>SUBTOTAL 1</b>			<b>65</b>	<b>42</b>	<b>IQR VALA = SOMA DOS PONTOS / 10</b>		<b>6,3</b>		
OUTRAS INFORMAÇÕES	PRESENÇA DE CATADORES	NÃO	6	6	<b>IQR</b>		<b>AVALIAÇÃO</b>		
		SIM	0		0,0 a 7,0		Condições inadequadas (I)		
	QUEIMA DE RESÍDUOS	NÃO	5	5	7,1 a 10,0		Condições Adequadas (A)		
		SIM	0						
	OCORRÊNCIA DE MOSCAS E ODORES	NÃO	4						
		SIM	0	0					
PRESENÇA DE AVES E ANIMAIS	NÃO	4							
	SIM	0	0						
RECEBIMENTO DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS	NÃO	6							
	SIM	0	0						
<b>SUBTOTAL 2</b>			<b>25</b>	<b>11</b>					

Fonte: Adaptado de CETESB (2021)

Com a avaliação do índice de qualidade de aterros de resíduos, é possível visualizar, por meio do Quadro 6, as pontuações que foram obtidas por cada item avaliado.

Quadro 6 - Resumo da Pontuação do ICQ - VALAS

ITEM	PONTUAÇÃO
ESTRUTURA DE APOIO	0
ASPECTOS OPERACIONAIS	27
ESTRUTURA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	15
SUBTOTAL 1	42
OUTRAS INFORMAÇÕES	11
SUBTOTAL 2	11
CARACTERÍSTICAS DA ÁREA	10
SUBTOTAL 3	10
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>
<b>IQR - VALAS</b>	<b>6,3</b>

Fonte: Autoria própria (2021)

Dessa forma, avaliada a vistoria realizada no aterro sanitário, foi possível demonstrar quantitativamente as atuais condições de qualidade em que o aterro se encontrava. A pontuação obtida pelo aterro sanitário de Goioerê/PR foi de 63 pontos, equivalente a um índice de qualidade do aterro de resíduos de 6,3, que correspondeu a uma

avaliação de condições inadequadas segundo o IQR - VALAS definido pela CETESB.

Para o cálculo do índice de qualidade da coleta domiciliar de Fonseca e Gonzaga (2006), foi obtido o percentual apresentado nos Quadros 7.

Quadro 7 - Índice de Qualidade da Coleta Domiciliar (IQCol)

ÍNDICE DE QUALIDADE DA COLETA DOMICILIAR – IQCol				
MUNICÍPIO: Goioerê				
LOCAL: Secretaria da Agricultura, Meio Ambiente e Recursos Hídricos			DATA: 29/11/2021	
ÍTEM	SUBITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
	PLANEJAMENTO	DETALHADO	8	0
		SUFICIENTE	5	
		INSUFICIENTE	0	
	ABRANGÊNCIA	ALTA (>90%)	10	10
		MÉDIA (75% a 89%)	6	
		BAIXA (<75%)	0	
	REGULARIDADE	ALTA	10	6
		MÉDIA	6	
		BAIXA	0	
	FREQUÊNCIA	ALTA	8	8
		MÉDIA	5	
		BAIXA	0	
ÍTEM	SUBITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
	INSTALAÇÕES E GARAGENS	BOAS	8	5
		REGULARES	5	
		RUINS	0	
	VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS	BONS E ADEQUADOS	8	5
		REGULARES	5	
		RUINS OU INADEQUADOS	0	
	PESSOAL NÚMERO, USO DE EPIs, TREINAMENTO, ETC.	ADEQUADO E SUFICIENTE	8	5
		REGULARES	5	
		INADEQUADO OU INSUFICIENTE	0	
	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO	ABRANGENTE	6	4
		RESTRITO	4	
		INEXISTENTE	0	
	ATUAÇÃO DA FISCALIZAÇÃO (QUANTO À INADEQUADA DISPOSIÇÃO DO LIXO)	BOA	6	3
		REGULAR	3	
		INEXISTENTE	0	
	TELEFONE DE ATENDIMENTO E RECLAMAÇÕES (OU OUTRO CANAL DE RELACIONAMENTO)	SIM, ESPECÍFICO	8	8
		INESPECÍFICO ou DA	5	
		CONTRATADA INEXISTENTE	0	
	COLETA SELETIVA	ABRANGENTE	10	10
		RESTRITA	6	
		INEXISTENTE	0	
	ASPECTO GERAL DA LIMPEZA DAS RUAS	BOM	10	10
		RAZOÁVEL	6	
		RUIM	0	
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>	<b>74</b>

<b>IQCol = SOMA DOS PONTOS / 10</b>	<b>7,4</b>
-------------------------------------	------------

IQCol	AVALIAÇÃO
0 a 4,9	CONDIÇÕES RUINS
5,0 a 6,9	CONDIÇÕES RAZOÁVEIS
7,0 a 10,0	CONDIÇÕES BOAS

Fonte: Adaptado de Fonseca, Gonzaga (2006).

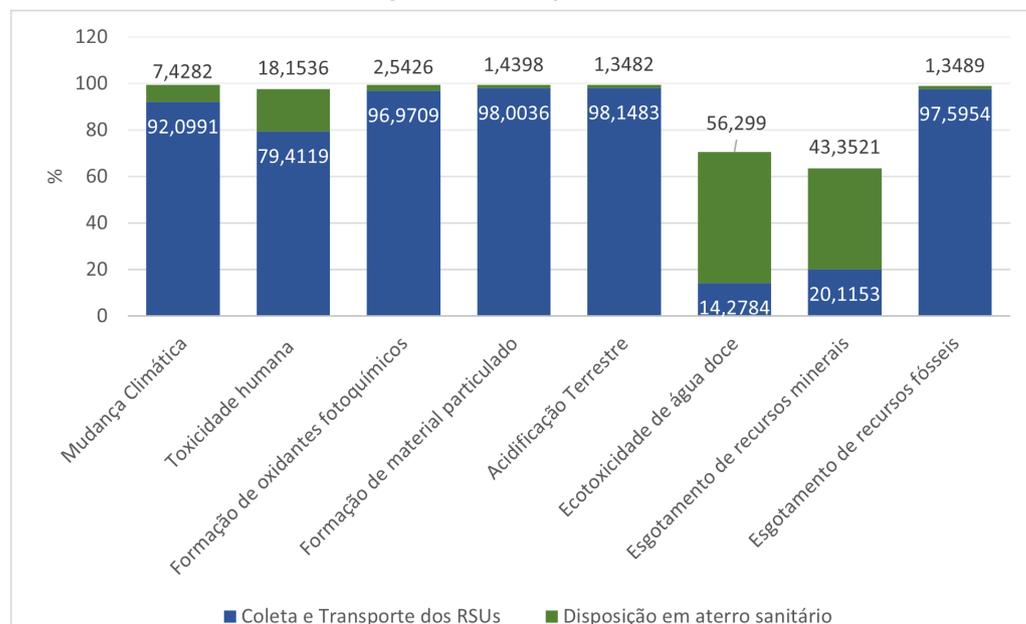
A partir da avaliação do IQCol, o município obteve a pontuação de 74 pontos, correspondente a um índice de 7,4. Desta forma, o índice de coleta domiciliar foi avaliado contendo condições boas de atuação no município.

Para mensurar os impactos ambientais causados pelo gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município, realizou-

se uma Avaliação do Ciclo de Vida estimado do aterro sanitário em valas do Município de Goioerê por meio do software Simapro versão 7.3.3, disponibilizado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, atendendo às normativas ISO 14040 e 14044.

Com isso, identificou-se os impactos ambientais apresentados na Figura 2.

Figura 2 - Participação das etapas do gerenciamento de resíduos sólidos nas categorias de impacto analisadas



Fonte: Autoria própria (2021)

Na Figura 2, pode ser observado a previsão dos índices de impactos ambientais que as etapas de coleta e transporte dos RSUs e da etapa

de disposição em aterro sanitário estão gerando para o Município de Goioerê/PR. Como pode-se observar, as etapas de coleta e transporte são

as que mais causam danos ao meio ambiente.

O estudo teve por objetivo realizar a avaliação do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do Município de Goioerê, por meio da visita às instalações da Prefeitura e da ATA – Ação de Tratamento Ambiental. Esse objetivo foi alcançado com a avaliação dos indicadores de sustentabilidade, ao se avaliar as dimensões políticas, ambientais, econômicas e sociais do sistema. Com os indicadores de qualidade, que avaliou o aterro e a situação da coleta domiciliar do Município de Goioerê. E, por meio da avaliação do ciclo de vida, avaliando o sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos nas etapas de coleta e transporte dos resíduos e disposição final no aterro sanitário em valas do município.

Dessa forma, ao analisar de forma conjunta os indicadores de sustentabilidade e de qualidade, pode-se determinar que são eficientes métodos de avaliação. Isso porque determinaram a situação da atual gestão dos RSUs no município como sendo uma gestão de média sustentabilidade. Um dos parâmetros que podemos relacionar com a média sustentabilidade do município é o IQR – VALAS do aterro, que obteve condições inadequadas de operação.

Entretanto, um dado que possui destaque positivo é em relação ao Índice de Qualidade da Coleta Domiciliar (IQCol). Esse indicador avaliou que a coleta dos RSUs de Goioerê opera em boas condições.

Já, com a aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida no SGRSU do Município de Goioerê, determinou-se que o impacto ambiental mais significativo, presente em quase todas as

categorias de impacto, é o da queima dos combustíveis fósseis oriundos dos caminhões coletores. E, em menor proporção, a possível infiltração de lixiviado no solo, no aterro sanitário em valas do município.

Em relação às análises realizadas, propõe-se que o poder público se atente aos itens não conformes encontrados pelos indicadores de sustentabilidade, sendo eles: elaborar um Plano Municipal de Gestão Integrada de RSUs que atenda às exigências da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, realize ações fiscalizatórias para a coleta seletiva de materiais recicláveis e fomite, com apoio financeiro, treinamento e capacitação para que os catadores informais possam se associar a cooperativa do município.

Já, para a melhoria da qualidade do aterro sanitário em valas do município, sugere-se que o poder público invista em melhorias para o aterro como melhorias no isolamento físico e visual, realize também o recobrimento dos RSUs diariamente e não disponha mais resíduos em solo nu, elabore e implante um mecanismo para drenagem das águas pluviais e para drenagem dos gases. Outra proposta, é que o poder público realize um estudo de viabilidade de implantação de um centro de triagem e de compostagem ou de biodigestão anaeróbia.

Em relação aos impactos ambientais encontrados na metodologia da ACV, propõe-se que o poder público otimize as rotas de coleta de resíduos sólidos urbanos, colocando em prática a roteirização elaborada por Rodrigues (2018) para o Município de Goioerê, o que ajudaria a mitigar os impactos ambientais encontrados, além de proporcionar para o município uma

redução no consumo de combustível e, conseqüentemente, uma redução nos gastos financeiros com estes, redução de manutenção com caminhões coletores, redução de estresse da equipe e redução de tempo de trabalho desnecessário na etapa de coleta dos resíduos sólidos urbanos.

## 5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

Neste panorama, conclui-se que as metodologias utilizadas pelo trabalho se mostraram bastante satisfatórias e que os objetivos estabelecidos foram atendidos, principalmente, o de fornecer análises para a tomada de decisão do poder público em relação ao SGRSU.

O índice de sustentabilidade apresentou média sustentabilidade, abaixo do índice apresentado no Município de Londrina/PR, apresentado no estudo de Chiavelli (2018). O IQR do Município de Goioerê/PR apresentou condições inadequadas de operação, diferente do índice apresentado no estudo de Chiavelli (2018), que indicou o Município de Londrina como estando em boas condições de operação.

Quanto à ACV, é importante lembrar que boa parte dos dados para a construção do inventário foi extraída da base de dados *Ecoinvent*®, a qual é composta por dados majoritariamente coletados para a realidade europeia. Desta forma, alerta-se que, para resultados mais robustos e conclusivos, faz-se necessário a construção de bancos de dados brasileiros para maior qualidade do ICV.

Como sugestão aos responsáveis pela atual elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada

de Resíduos Sólidos – PMGIRS do Município de Goioerê, propõe-se que o município realize uma destinação final ambientalmente adequada incluindo a reutilização e a reciclagem de resíduos, a logística reversa, a compostagem e o aproveitamento energético, se possível.

Assim, propõe-se que o PMGIRS considere a implantação da coleta de resíduos sólidos urbanos em três frações: orgânicos, rejeitos e recicláveis. Tal ação faria com que fosse destinado ao aterro sanitário apenas os rejeitos, ou seja, os resíduos sólidos que já tiveram esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação. Ficando os resíduos orgânicos (resíduos gerados pela produção e consumo de alimentos, resíduos gerados por animais domésticos e resíduos de jardinagem em pequenos volumes) a cargo de uma Central de Compostagem ou de Biodigestão Anaeróbia e os resíduos recicláveis a cargo da ATA.

Em relação a logística reversa, o município poderia conscientizar as empresas locais sobre os impactos ambientais que os resíduos de seus produtos geram e assim, incentivá-los a receber de volta suas embalagens ou materiais inservíveis. Ainda em relação a logística reversa, sugere-se que pelo município se tratar de um polo agrícola, promova a coleta de embalagens vazias de agrotóxicos de toda região e realize a logística reversa para as empresas responsáveis.

Por fim, sugere-se que o PMGIRS a ser elaborado pelo poder público, considere criar mecanismos para atrair e apoiar investidores do segmento de transformação e de outras empresas de recuperação

de materiais no município, o que inclusive geraria mais vagas de emprego. Assim, as propostas sugeridas neste trabalho, levaria o PMGIRS a atender as premissas do desenvolvimento sustentável, abrangendo as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR ISO 14.040: Gestão Ambiental – Análise do Ciclo de Vida – Princípios e estrutura*. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

\_\_\_\_\_. *NBR ISO 14.044: Gestão Ambiental – Análise do Ciclo de Vida – Requisitos e diretrizes*. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

BIAVA, T. M.; KRAVETZ, M. C. *Composição Física dos Resíduos Sólidos Urbanos Coletados no Programa de Coleta Seletiva do Município de Urussanga – SC*. Cirsures. 2011. Disponível em: [http://www.cirsures.sc.gov.br/biblioteca/relatorios/download/pdf4431ca6bb5eb51223c013540e6f/composicao-fisica-dos-residuos-solidos-urbanos-coletados-no-programa-de-coleta-seletiva-no-municipio-de-urussanga-sc\\_2011-10-04.pdf](http://www.cirsures.sc.gov.br/biblioteca/relatorios/download/pdf4431ca6bb5eb51223c013540e6f/composicao-fisica-dos-residuos-solidos-urbanos-coletados-no-programa-de-coleta-seletiva-no-municipio-de-urussanga-sc_2011-10-04.pdf). Acesso em 14 de nov. de 2021.

BRASIL. *Lei nº 12.305*, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; Altera A Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e Dá Outras Providências. 1. ed. Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 14 de nov. de 2021.

BRASIL. *Decreto Nº 10.936*, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a PNRS. 1. Ed. Brasília. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.936-de-12-de-janeiro-de-2022-373573578>. Acesso em: 26 de julho de 2022.

CHIAVELLI, H. G. R. *Utilização de indicadores para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade de Londrina-PR*. 2018. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). *Manual de operação de aterro sanitário em valas*. São Paulo: CETESB, 2010.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). *Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2020*. São Paulo: CETESB, 2021.

CURRAN, M. A. Report on Activity of Task Force 1 in the Life Cycle Inventory Programme: Data Registry – Global Life Cycle Inventory Data Resources. *International Journal Life Cycle Assessment*, v. 11, nº 4, p. 284 – 289, 2006.

CHESTER, D. J. *A life cycle analysis of DOD expeditionary waste management practices using SIMAPRO*. 2019. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia Ambiental) – Escola de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão, Instituto de Tecnologia da Força Aérea, Ohio, 2019.

FABRÍCIO, T. N. R.; SILVA, A. C.; NEPOMUCENO, N. A. S. Avaliação do Ciclo de Vida do Gesso utilizando o software SIMAPRO. *Revista Espacios*,

v. 38, n.16, p. 17-27, 2017.

FONSECA, A. M.; GONZAGA, V. C. Metodologia para auditoria de serviços de limpeza urbana, com enfoque nos custos de coleta de resíduos sólidos urbanos. IN: Simpósio Nacional de Auditoria de Obras Públicas (SINAOP), 11., 2006, Foz do Iguaçu. *Anais eletrônicos...* Foz do Iguaçu: SINAOP, 2006, p. 1 – 20.

PAES, M. X. *Inventário do Ciclo de Vida do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Piedade/SP e projeções de cenários para avaliação de impactos ambientais*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, 2013.

PEGORARO, L. A.; UGAYA, C. M. L. *A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) no contexto do gerenciamento de resíduos sólidos*. Cenários estratégicos de empreendedorismo. Curitiba, TECPAR, INTEC, 2014.

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C.; CURI, W. F. Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, n. 3, p. 471-483, 2018.

PUJARA, Y.; PATHAK, P.; SHARMA,

A.; GOVANI, J. Review on Indian Municipal Solid Waste Management practices for reduction of environmental impacts to achieve sustainable development. *Journal of Environmental Management*, n. 248, p. 1-14, 2019.

QUEIROGA, E. C. *Adequabilidade da utilização do índice de condição da gestão de resíduos – ICGR para municípios do estado da Paraíba*. 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

SALA, D.; BIEDA, B. *Life Cycle Inventory (LCI) Modeling of municipal solid waste (MSW) Management Systems in Kosodrza, Community of Ostrów, Poland: A case study*. In: *Municipal Solid Waste Management*, 2019. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/333528856\\_Life\\_Cycle\\_Inventory\\_LCI\\_Modeling\\_of\\_Municipal\\_Solid\\_Waste\\_MS\\_W\\_Management\\_Systems\\_in\\_Kosodrza\\_Community\\_of\\_Ostrow\\_Poland\\_A\\_Case\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/333528856_Life_Cycle_Inventory_LCI_Modeling_of_Municipal_Solid_Waste_MS_W_Management_Systems_in_Kosodrza_Community_of_Ostrow_Poland_A_Case_Study)>. Acesso em: 7 ago. 2021.

YAY, A. S. E. Application of life cycle assessment (LCA) for municipal solid waste management: a case study of Sakarya. *Journal of Cleaner Production*, n. 94, p. 284-293, 2015.

# EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA COM BASE NA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NA ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

*Greenhouse gas emission based on the generation of urban solid waste and electric energy consumption at the School of Engineering of Lorena*

*Emisión de gases de efecto invernadero en base a la generación de residuos sólidos domiciliarios y consumo de energía eléctrica en la Escuela de Ingeniería de Lorena*

## **Maria Eduarda da Silva Ferreira**

Graduanda em Engenharia Ambiental da Esc. de Eng. de Lorena (EEL) da USP

orcid: [0000-0003-3112-119](https://orcid.org/0000-0003-3112-119)

maria.ferreira2@usp.br

## **Geovana Mantovani Rodrigues**

Graduanda em Engenharia Ambiental da Esc. de Eng. de Lorena (EEL) da USP

orcid: [0000-0002-6039-8423](https://orcid.org/0000-0002-6039-8423)

geovana.mrodrigues@usp.br

## **Herlandí de Souza Andrade**

Professor Doutor da Escola de Eng. de Lorena-EEL, USP

orcid: [0000-0003-3293-3991](https://orcid.org/0000-0003-3293-3991)

herlandi@usp.br

## **Érica Leonor Romão**

Professora Doutora da Escola de Eng. de Lorena-EEL, USP

orcid: [0000-0002-3038-4477](https://orcid.org/0000-0002-3038-4477)

ericaromao@usp.br

## **Mariana Consiglio Kasemodel**

Professora Doutora da Escola de Eng. de Lorena-EEL, USP

orcid: [0000-0003-0384-8835](https://orcid.org/0000-0003-0384-8835)

mariana.kasemodel@usp.br

Data da Submissão:  
28outubro2022

Data da Publicação:  
20fevereiro2023

## **Resumo**

O aumento de demandas relacionadas a diversos setores da sociedade, principalmente com o uso da terra e energia, intensificou a geração e descarte de resíduos sólidos e as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Com isso, medidas que visam controlar e minimizar a emissão de GEE tiveram que se tornar uma realidade e uma dessas medidas foi a criação de um indicador denominado pegada de carbono ou indicador PC, que contabiliza as emissões de carbono a partir de diversas atividades ou ao longo dos estágios do ciclo de vida de um produto. Uma das principais fontes geradoras de GEE é a geração de resíduos sólidos domésticos, que envolve a coleta, o transporte e a disposição final em aterro sanitário, sendo que todas as etapas são passíveis de geração de GEE; e o consumo de energia elétrica. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi a quantificação de GEE a partir do consumo de energia elétrica e da geração de resíduos sólidos domésticos na Escola de Engenharia de Lorena – EEL. Para isso, foram utilizadas a metodologia descrita nas Diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) para Inventários Nacionais de Gases do Efeito Estufa Volume 5 sobre Resíduos e o fator de emissão médio mensal do Sistema Interligado Nacional do Brasil (SIN) referente aos anos bases 2021 e 2022. Como resultado, foi obtido que a emissão total decorrente do consumo de energia elétrica durante 2021 e 2022 foi de 1.194,0 e 347,3 toneladas de dióxido de carbono (tCO<sub>2</sub>) respectivamente. O potencial de geração de metano (CH<sub>4</sub>) a partir da geração de resíduos na EEL é 2,11 tCH<sub>4</sub>. Estes valores estão abaixo da geração de GEE de outras universidades consultadas, no entanto, vale ressaltar que o período analisado neste estudo compreende o período de suspensão das atividades presenciais acadêmicas. Recomenda-se que estas análises sejam realizadas semestralmente para avaliar o impacto do retorno das atividades presenciais no campus.

**Palavras-chave:** Gases do efeito estufa, Pegada de carbono, Instituições de ensino superior, IPCC, SIN.

## **Abstract**

The increase in demands related to various sectors of society, mainly with the use of land and energy, intensified the generation and disposal of solid waste and greenhouse gas (GHG) emissions. As a result, measures aimed at controlling and minimizing GHG emissions had to become a reality and one of these measures was the creation of an indicator called the carbon footprint or CF indicator, which counts carbon emissions from various activities or across the life cycle stages of a product. One of the main sources of GHG generation is the generation of urban solid waste, which involves the collection, transport and final disposal in a sanitary landfill, with all stages capable of generating GHG; and the consumption of electricity. Therefore, the objective of this study was the quantification of GHG from the electric energy consumption and the generation of urban solid waste at the School of Engineering of Lorena. For this, the methodology described in the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 5 on Waste and the average monthly emission factor of the Brazilian Interconnected System (SIN) for the base years 2021 and 2022 were used. As a result, it was obtained that the potential that the total emission from electricity consumption during the years 2021 and 2022 was 1,194.0 and 347.3 tons of carbon dioxide (tCO<sub>2</sub>), respectively. The potential for generating methane (CH<sub>4</sub>) from the generation of waste at the School of Engineering of Lorena was 2,11 tCH<sub>4</sub>. These values are below the GHG

generation of other universities consulted, however, it is worth mentioning that the period analyzed in this study comprises the period of suspension of academic classroom activities. It is recommended that these analyzes be carried out semi-annually to assess the impact of the return of face-to-face activities on campus.

**Keywords:** Greenhouse gases, Carbon footprint, Higher education institutions, IPCC, SIN.

## Resumen

El aumento de las demandas relacionadas con diversos sectores de la sociedad, principalmente con el uso de la tierra y la energía, intensificó la generación y disposición de residuos sólidos y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En consecuencia, las medidas encaminadas a controlar y minimizar las emisiones de GEI tuvieron que hacerse realidad y una de estas medidas fue la creación de un indicador denominado huella de carbono o indicador PC, que contabiliza las emisiones de carbono de diversas actividades o actividades a lo largo de las fases del ciclo de vida de un producto. Una de las principales fuentes de generación de GEI es la generación de residuos sólidos domésticos, que involucra la recolección, transporte y disposición final en un relleno sanitario, con todas las etapas capaces de generar GEI; y el consumo de electricidad. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es la cuantificación de GEI provenientes del consumo de energía eléctrica y de la generación de residuos sólidos domésticos en la Escuela de Ingeniería de Lorena. Para ello, se utilizó la metodología descrita en las Directrices para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero Volumen 5 sobre Residuos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y el factor de emisión promedio mensual del Sistema Interconectado Nacional de Brasil (SIN) para los años base 2021 y 2022. Como resultado se obtuvo que la emisión total por consumo eléctrico durante el año (2021 y 2022) fue de 1,194.0 y 347.3 toneladas de dióxido de carbono (tCO<sub>2</sub>), respectivamente. El potencial de generación de metano (CH<sub>4</sub>) a partir de la generación de residuos en la Escuela de Ingeniería de Lorena es de 2,11 tCH<sub>4</sub>. Estos valores se encuentran por debajo de la generación de GEI de otras universidades consultadas, sin embargo, cabe mencionar que el periodo analizado en este estudio comprende el periodo de suspensión de actividades académicas presenciales. Se recomienda que estos análisis se realicen semestralmente para evaluar el impacto del regreso de las actividades presenciales en el campus.

**PALABRAS CLAVE:** Gases de efecto invernadero, Huella de carbono, Instituciones de educación superior, IPCC, SIN.

## 1. INTRODUÇÃO

As instituições de ensino superior (IES) são consideradas facilitadoras importantes do desenvolvimento sustentável, no entanto, elas também podem contribuir com a emissão de grandes quantidades de gases do efeito estufa (GEE) a partir da mobilidade dos alunos e funcionários, pelo consumo excessivo de energia e água no campus e pelo volume de resíduos sólidos domésticos gerados no campus, cuja coleta e tratamento também contribuem com emissões de GEE (FILIMONAU et al., 2021).

Estima-se que existem mais de 19.000 IES em todo o mundo, distribuídas entre a maioria das nações, com uma comunidade que ultrapassa 207 milhões de pessoas (ROBINSON et al., 2018). O número de alunos que

frequentam a universidade desde o ano 2000 cresceu exponencialmente; uma tendência que provavelmente continuará na maioria dos cenários (ROBINSON et al., 2018).

No ano de 2012 a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou a Iniciativa de Sustentabilidade no Ensino Superior (Higher Education Sustainability Initiative - HESI) que tem como objetivo promover os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) dentro de universidades e faculdades em todo mundo. Desta forma, a pesquisa sobre o papel das IES e as mudanças climáticas aumentou durante a última década devido aos desafios

científicos, sociais, ambientais e políticos que o fenômeno criou em toda a biosfera (LEAL FILHO, 2019). Sendo assim, as IES estão trabalhando para incorporar as 17 metas em suas agendas e políticas para alcançar os ODS.

Neste contexto, pesquisas envolvendo a quantificação de gás carbono emitido pelas IES está emergindo rapidamente. Pesquisas com este objetivo tem sido realizada em diversos países, como nos Estados Unidos (CLABEAUX et al., 2020), no Reino Unido (FILIMONAU et al., 2021), na Indonésia (RIDHOSARI; RAHMAN, 2020), entre outros. Desta forma, a identificação das principais fontes responsáveis pela emissão de GEE é importante para implementar medidas mitigadoras nas IES.

O indicador Pegada de Carbono (PC) foi desenvolvido na última década e é definido como uma medida da quantidade total exclusiva de emissões de dióxido de carbono que é direta e indiretamente causada por uma atividade ou é acumulada ao longo das fases de vida de um produto (WIEDMANN; MINX, 2008). A proposta da PC revela vividamente o efeito do comportamento humano nas mudanças climáticas e fornece uma ferramenta eficaz para medir cientificamente as emissões de carbono (SHI; YIN, 2021). A análise quantitativa baseada na PC não só facilita a exploração das áreas de concentração e intensidade das emissões de carbono, mas também fornece uma base para a tomada de medidas direcionadas e supervisão periódica das mesmas (SHI; YIN, 2021).

As emissões de GEE são geralmente classificadas em emissões diretas (Escopo 1) e emissões indiretas

(Escopos 2 e 3). As emissões do Escopo 1 são emissões diretas que ocorrem a partir de fontes controladas ou pertencentes a uma organização (por exemplo, emissões associadas à queima de combustível em caldeiras, fornos, veículos); enquanto as emissões do escopo 2 são emissões indiretas associadas à compra de eletricidade, vapor, calor ou resfriamento (WORLD RESOURCES INSTITUTE – WRI; CONSELHO WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT – WBCSD, 2015). As emissões do Escopo 3 também são classificadas como indiretas e incluem transporte de produtos, viagens e deslocamento de funcionários. Estas emissões nem sempre são contabilizadas pelas empresas e instituições, no entanto, podem representar a maior parcela de emissão de GEE de uma organização (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA, s/d).

À medida que mais IES quantificam suas emissões de GEE, modelos são necessários para ilustrar as abordagens da PC e permitir comparação entre as IES (CLABEAUX et al., 2020). Avaliar semelhanças ou diferenças nas principais fontes de emissões de GEE de IES pode ajudar a concentrar objetivos, estratégias e políticas para reduzir as emissões (CLABEAUX et al., 2020). No entanto, as comparações são difíceis, pois as instituições têm tamanhos populacionais variados, fontes de emissão de GEE e variações em sua metodologia de PC. A comparação de PC de IES pode ser desafiadora, pois as fontes de emissão de GEE incluídas nem sempre são consistentes, principalmente no que diz respeito à inclusão de emissões de Escopo 3 (CLABEAUX et al., 2020). Em algumas IES, tem sido sugerido que as emissões indiretas

podem representar até 80% de sua PC (OZAWA-MEIDA et al., 2013). Enquanto em outros estudos, as emissões de Escopo 3 representam apenas 18% da PC (KLEIN-BANAI et al., 2010).

Desta forma, este estudo teve como objetivo estimar a emissão de GEE oriunda do consumo de energia elétrica (Escopo 2) e da geração de resíduos sólidos domésticos (Escopo 3) na Escola de Engenharia de Lorena, da Universidade de São Paulo (EEL-USP).

## **2. ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo é a Escola de Engenharia de Lorena (EEL) da Universidade de São Paulo (USP), localizada na cidade de Lorena, São Paulo. A unidade foi incorporada à USP em 2006 e conta com duas áreas (Figuras 1a e 1b), totalizando 373.448,64 m<sup>2</sup> de área de terreno

e 31.948,14 m<sup>2</sup> de área construída. Atualmente, na unidade, são oferecidos um curso de ensino médio e técnico em Química; seis cursos de graduação em Engenharia, sendo: Engenharia Ambiental, Engenharia Bioquímica, Engenharia Física, Engenharia de Produção, Engenharia de Materiais e Engenharia Química, distribuídos em quatro departamentos; cinco programas de pós-graduação, sendo: Engenharia de Materiais, Biotecnologia Industrial, Engenharia Química, Projetos Educacionais em Ciências; e um curso de especialização em Engenharia de Qualidade. Além disso, a EEL-USP conta também com outras atividades que são executadas dentro de suas duas áreas, como serviços administrativos, laboratórios de ensino e pesquisa, bibliotecas, restaurante universitário, lanchonete, estação de tratamento de esgotos, poda e jardinagem das áreas verdes, varrição e serviços de oficina.

Figura 1 - Foto aérea da (a) área 1, e (b) área 2 da Escola de Engenharia de Lorena em 2007



Fonte: André Arras (USP, s/d)

A comunidade acadêmica que frequenta o campus é composta por 2.178 alunos do ensino médio e dos cursos de graduação; 351 alunos de pós-graduação; 83 docentes; e 21 funcionários. Além disso, a unidade conta também com prestadores de serviços terceirizados, como agentes de limpeza e de segurança.

### 3. METODOLOGIA

A pegada de carbono da Escola de Engenharia de Lorena foi avaliada no período de 2021 a 2022. De acordo com o Programa Brasileiro GHG Protocol, este estudo incorporou a pegada de carbono associada a eletricidade (Escopo 2 – emissões

indiretas), como entrada do sistema; e resíduos sólidos domésticos (Escopo 3) foram integrados à saída do sistema.

Para o cálculo das emissões de metano (CH<sub>4</sub>) a partir da geração de resíduos sólidos foi utilizada a metodologia descrita nas Diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) para Inventários Nacionais de Gases do Efeito Estufa Volume 5 sobre Resíduos. Desta forma, considerou-se que os resíduos gerados na EEL-USP são depositados em um aterro sanitário (aterro sanitário de Cachoeira Paulista) e a composição gravimétrica dos resíduos gerados. Esse método envolve a estimativa da quantidade de carbono orgânico degradável presente no resíduo, calculando assim a quantidade de metano que pode ser gerada por determinada quantidade de resíduo depositado, considerando diferentes categorias de resíduos sólidos domésticos e o método de decaimento de primeira ordem. Para isso, considerou-se a composição gravimétrica dos resíduos gerados na universidade determinado por Romão et al. (2022) em duas campanhas realizadas na área 1 da unidade em 2022.

Para o cálculo das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) decorrentes do consumo de energia elétrica na EEL-USP, utilizou-se o fator de emissão

médio mensal do Sistema Interligado Nacional do Brasil (SIN) referente aos anos bases 2021 (janeiro a dezembro) e 2022 (janeiro a julho) (BRASIL, sem data). Os fatores de emissão médio de CO<sub>2</sub> para energia elétrica a serem utilizados em inventários têm como objetivo estimar a quantidade de CO<sub>2</sub> associada a uma geração de energia elétrica determinada. Desta forma, é levado em consideração todas as usinas que estão gerando energia (BRASIL, s/d). Para calcular as emissões de CO<sub>2</sub>, considerou-se o consumo mensal em KWh mensurado pela companhia que faz a cobrança do consumo elétrico nos campi (dados fornecidos pela prefeitura do campus) durante janeiro de 2021 a julho de 2022 e o fator de emissão estabelecido pelo SIN.

A análise e interpretação dos dados obtidos foi realizada a partir da transformação dos aspectos ambientais, consumo de energia e geração de resíduos em equivalente de GEE. Os dados foram comparados com dados obtidos em outras instituições de ensino superior (IES).

Na Tabela 1 estão descritos os principais conjuntos de dados usados na avaliação da pegada de carbono, como os dados foram obtidos, as unidades de medidas, o fator de conversão e a respectiva fonte da metodologia.

Tabela 1 – Dados requeridos para as conversões de emissão de GEE e fator de conversão

Dimensão	Subtotal Atingido	Índice Determinado no Município	Índice Determinado em Cada Dimensão	Subtotal Máximo da Dimensão	Contribuição Máxima no Índice Total
Política	33	22,76%	55%	60	41,38%
Ambiental	31	21,38%	68,89%	45	31,04%
Econômica	11	7,59%	73,33%	15	10,34%
Social	0	0%	0%	25	17,24%
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>51,73%</b>	<b>-</b>	<b>145</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autoria própria

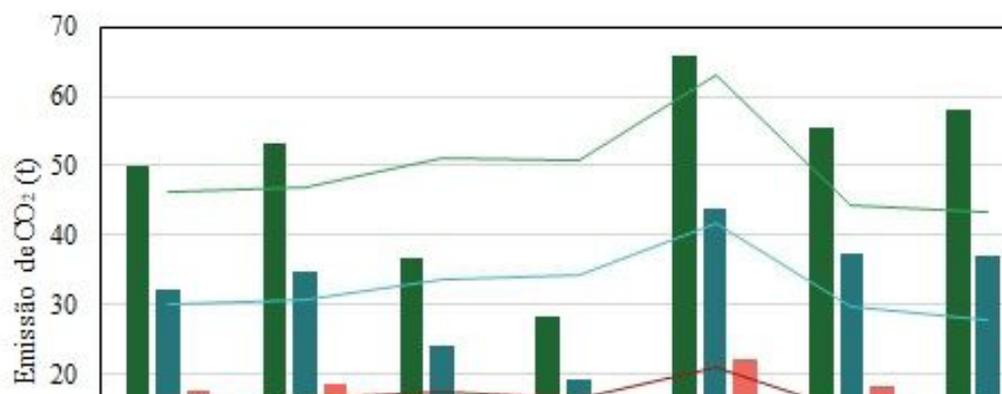
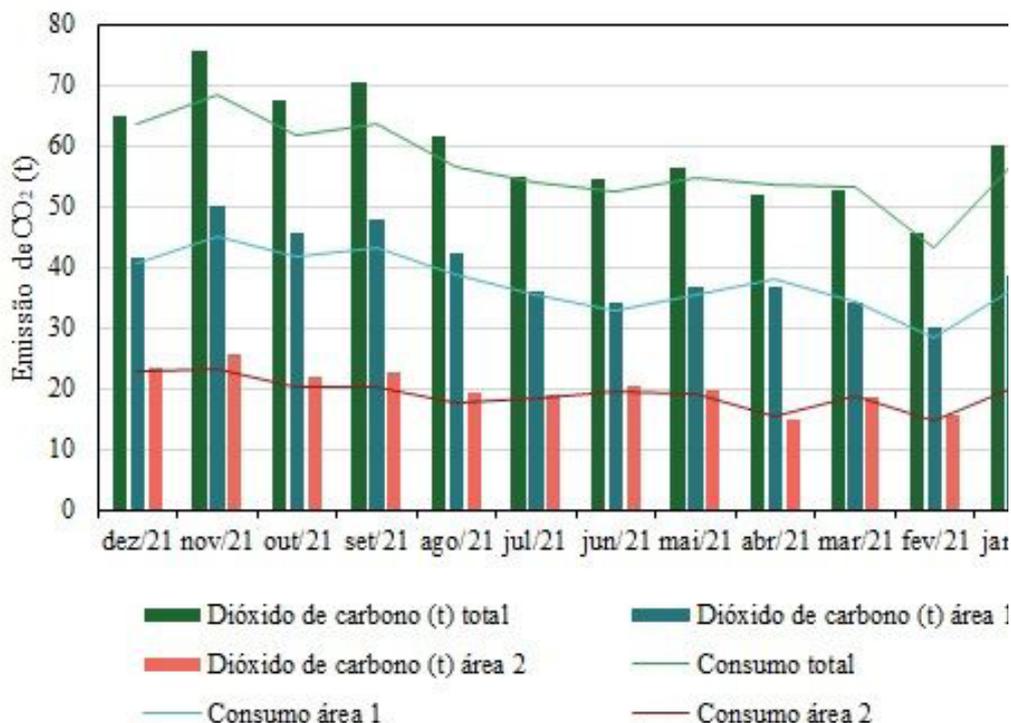
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Emissão de GEE decorrentes do consumo de energia elétrica (Escopo 2)

O cálculo da emissão de CO<sub>2</sub> baseado no consumo de energia elétrica foi realizado considerando o consumo e o fator de emissão mensal entre os meses de janeiro de 2021 a julho de 2022 nos dois campi da EEL-USP (Figuras 2<sup>a</sup> e 2b). A partir da Figura

2, nota-se que os maiores consumos e emissão de CO<sub>2</sub> ocorreram nos meses de março e maio de 2022, quando foram consumidos 161,9 e 131,2 MWh respectivamente. O consumo superior de energia elétrica nos meses de 2022 em comparação ao ano de 2021 é esperado, uma vez que a partir de março foi dado o retorno as atividades presenciais na unidade analisada.

Figura 2 – Consumo de energia elétrica e emissão de CO2 oriunda do consumo de energia elétrica nos campi da EEL-USP nos meses de (a) janeiro a dezembro de 2021, e (b) janeiro a junho de 2022



Fonte: Autoria própria

No ano de 2021, os valores médios de emissão foram de 39,5 tCO2 na área 1 e 20,2 tCO2 na área 2, totalizando em um valor médio mensal de 59,7 tCO2 nas duas áreas. A emissão total durante o ano de 2021 foi de 1.194,0 tCO2. Vale ressaltar, que estes dados se referem ao consumo durante o

período que as aulas estavam sendo realizadas de forma remota, portanto são referentes principalmente a atividades administrativas e de pesquisa.

No período de 2022 analisado, os valores médios de emissão foram de 32,6 tCO<sub>2</sub> na área 1 e 17,0 tCO<sub>2</sub> na área 2, totalizando em um valor médio mensal de 49,6 tCO<sub>2</sub> nas duas áreas. A emissão total durante os meses de janeiro a julho de 2022 foi de 347,3 tCO<sub>2</sub>.

Apesar da emissão de carbono ter sido inferior no ano de 2022, o consumo de energia elétrica neste mesmo período foi inferior ao ano de 2021. Isto se deve ao fator de emissão médio dos meses de 2022 (0,3961) ter sido inferior aos meses de 2021 (0,5985).

Emissão de GEE decorrentes da geração de resíduos sólidos (Escopo 3).

A partir da aplicação do modelo de determinação de carbono orgânico degradável (COD), calculou-se a quantidade de carbono orgânico presente no resíduo que está acessível à decomposição bioquímica. Este parâmetro é dependente da composição gravimétrica dos resíduos e da fração de carbono orgânico presente em cada tipo de resíduo (valor tabelado). A partir da determinação da composição gravimétrica e considerando os valores de carbono orgânico padrão para resíduos secos estabelecidos pelo IPCC (2006), foi possível então calcular a fração de carbono orgânico degradável do resíduo sólido urbano, conforme Tabela 2. A partir da fração de COD individual dos constituintes do resíduo sólido urbano foi possível calcular a massa de carbono orgânico depositado (CODD) no aterro no mês de fevereiro e março, no qual os valores totais obtidos foram de 138,83 kg e 448,43 kg respectivamente.

Tabela 2 - Fração de carbono orgânico degradável do resíduo sólido urbano da EEL-USP

Composição gravimétrica	COD (GgC Gg <sup>-1</sup> ) 2022 (fev)	COD (GgC Gg <sup>-1</sup> ) 2022 (mar)
Plástico	0,00000	0,00000
Papel	0,04264	0,17798
Metal	0,00000	0,00000
Têxtil	0,00117	0,00240
Restos de alimentos	0,30522	0,16925
<b>Total (COD)</b>	<b>0,34902</b>	<b>0,34963</b>

Fonte: Autoria própria

O método definido pelo IPCC para a estimativa de emissão de CH<sub>4</sub> é baseado no decaimento de primeira ordem. Este método assume que o COD no resíduo decai lentamente nas primeiras décadas após a disposição, período no qual CH<sub>4</sub> e

CO<sub>2</sub> são formados (IPCC, 2006). Se as condições forem constantes, a emissão de CH<sub>4</sub> depende apenas da quantidade de carbono remanescente no resíduo. O potencial de emissão de CH<sub>4</sub> pode então ser calculado a partir do CODD, considerando a

fração de geração de CH<sub>4</sub> (F) como 0,5. Desta forma, o potencial de geração de CH<sub>4</sub> médio entres os meses analisados é de 176,18 kg, logo a emissão de CH<sub>4</sub> considerando o método de decaimento de primeira ordem em uma média anual é de 2,11 t de CH<sub>4</sub>. Vale ressaltar que os dados apresentados aqui são referentes a uma campanha de determinação gravimétrica realizada em um mês antecedente ao retorno das atividades presenciais e um mês já com os alunos na universidade e a partir dessa caracterização foi feita uma média anual. A partir de futuras campanhas de determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos gerados na unidade será possível obter

estimativas periódicas da emissão de GEE.

#### Pegada de carbono da EEL-USP

A partir dos cálculos de emissão de GEE oriundos do consumo de energia elétrica e geração de resíduos sólidos, é possível obter a pegada de carbono referente a estas atividades no período analisado, conforme Tabela 3. Nota-se que o consumo de energia elétrica mensal durante o ano de 2022 é superior à média do ano de 2021, no entanto, como o fator de emissão médio de 2022 foi inferior ao ano de 2021 (vide Tabela 1), a pegada de carbono resultante para esta atividade foi inferior em 2022.

Tabela 3 - Pegada de carbono com base no consumo de eletricidade e geração de resíduos sólidos domésticos na EEL-USP

Item	Unidade do dado primário	Dado primário		Pegada de carbono	
		2021 (jan-dez)	2022 (jan – jul)	2021 (jan-dez)	2022 (jan – jul)
Eletricidade	MWh	1.194,2	888,3	1.194,0 tCO <sub>2</sub>	347,3 tCO <sub>2</sub>
Resíduos sólidos domésticos	kg	-	4.271,5	-	2,11 tCH <sub>4</sub>

Fonte: Autoria própria

Estima-se que as universidades estadunidenses consomem em média 18,9 kWh por pé<sup>2</sup> por ano de energia (ESOURCE, sem data). Considerando a área construída da EEL (31.948,14 m<sup>2</sup>) e o fator de emissão médio no período 2021 e 2022, a emissão de CO<sub>2</sub> seria de aproximadamente 283,8 tCO<sub>2</sub> por mês, superior à média no período analisado (81,1 tCO<sub>2</sub>). Ridhosari e Rahman (2020) obtiveram que a emissão total de CO<sub>2</sub> oriundo da eletricidade consumida na Universidade de Pertamina foi de 1.247,8 MtCO<sub>2</sub> no ano analisado, no entanto, o período analisado pelos autores não envolve a suspensão das

atividades presenciais. Além disso, o fator de emissão de Jakarta (valor utilizado pelos autores) é superior aos valores médios brasileiros.

Filimonau et al. (2021) analisaram a pegada de carbono relacionada com o consumo de energia elétrica na Universidade Bournemouth no Reino Unido e, obtiveram que durante abril a junho de 2020 a emissão foi de 312,2 tCO<sub>2</sub>, estes valores também são superiores aos obtidos no presente estudo. No entanto, a comunidade universitária da Universidade Bournemouth (17.892) é superior à da EEL-USP (2.633).

García-Alaminos et al. (2022) analisaram a pegada de carbono em universidade em Bogotá, na Colômbia, e obtiveram que as emissões referentes ao consumo de eletricidade no ano de 2018 foi de 132,1 tCO<sub>2</sub>. No entanto, os autores não informam o tamanho da comunidade universitária. Varón-Hoyos et al. (2021) também analisaram a PC de uma universidade na Colômbia, e obtiveram que as emissões referentes ao consumo de eletricidade no ano de 20187 foi de 221,6 tCO<sub>2</sub>. Ainda, de acordo com García-Alaminos et al. (2022), a implantação de instalações fotovoltaicas de autoconsumo para geração de eletricidade reduziria diretamente as emissões do Escopo 2 e a redução indireta das emissões no Escopo 3.

O uso de diferentes tipos de geração de eletricidade varia em função de diversas variáveis, tanto de mercado quanto naturais, principalmente meteorológicas, foi necessário utilizar fatores de emissão médios mensais (VARÓN-HOYOS et al., 2021). No caso de países como o Brasil e a Colômbia, onde a geração de eletricidade ocorre predominantemente em usinas hidrelétricas, a capacidade de geração dessa fonte é afetada por épocas de baixa pluviosidade, sendo necessário compensar esse déficit com geração em termelétricas, onde os combustíveis fósseis são usados. Tais fatores podem afetar o fator de emissão, implicando em mudanças nas emissões de carbono.

No presente estudo, verificou-se que a pegada de carbono resultante para a geração de resíduos sólidos domésticos foi de 2,11 tCH<sub>4</sub>. Vale ressaltar que este dado se refere a duas campanhas de determinação da composição gravimétrica dos

resíduos coletados na área 1 da unidade analisada. Sendo importante caracterizar os resíduos da área 2 e dar continuidade às campanhas para estimativas futuras de emissão de CH<sub>4</sub>. Além disso, a metodologia utilizada permite apenas a estimativa de geração de CH<sub>4</sub>, não sendo possível estimar o potencial de geração de CO<sub>2</sub>.

Para a geração de resíduos sólidos urbanos em IES, Ridhosari e Rahman (2020) aplicaram o modelo WARM para determinação da emissão total de CO<sub>2</sub> oriundo da geração e transporte dos resíduos sólidos na Universidade de Pertamina (população de 2.621 pessoas), e foi também considerado o resíduo de varrição. Os autores obtiveram que a geração total de CO<sub>2</sub> em um ano é de 14,08 MtCO<sub>2</sub>. Filimonau et al. (2021) analisaram a pegada de carbono relacionada com a geração de resíduos sólidos na Universidade Bournemouth (população aproximada de 18 mil pessoas) nos anos de 2018, 2019 e 2020. Durante o período de suspensão das atividades presenciais (ano de 2020), os autores consideraram a geração de resíduos como sendo nula. Nos períodos de 2018 e 2019, a emissão calculada foi de 0,129 e 0,154 tCO<sub>2</sub>, respectivamente. No entanto, o tratamento dos resíduos sólidos na universidade de Bournemouth é digestão anaeróbica.

Varón-Hoyos et al. (2021) determinaram que a emissão decorrente da geração de resíduos comuns foi de 41,8 tCO<sub>2</sub>. Yañez, Sinha e Vásquez (2020) determinaram que a pegada de carbono da geração de resíduos sólidos na Universidade de Talca em 2016, com uma comunidade de aproximadamente 10.000 pessoas, foi de 81,13 tCO<sub>2</sub>.

Além disso, os autores consideraram que os resíduos são encaminhados para aterro sanitário. Enquanto para o consumo de energia elétrica, a emissão estimada foi de 1.983,3 tCO<sub>2</sub>. Vale ressaltar que as características de cada unidade utilizadas para avaliar a PC variam, como por exemplo, os resíduos que são considerados (domiciliares, comuns, de varrição, entre outros), o tipo de tratamento dado aos resíduos (aterro sanitário, digestão anaeróbica, entre outros), a matriz energética (usinas hidrelétricas, usinas termelétricas, células fotovoltaicas, entre outros) e o tamanho da comunidade universitária (número de pessoas, área construída, entre outros). Estas variações, juntamente com a metodologia adotada, podem resultar em alterações nas emissões estimadas.

A comparação com a emissão de GEE em outras universidades pode ser uma análise importante, no entanto, deve-se considerar que as instituições têm tamanhos variados de população, diferentes fontes de emissão de GEE e variações em sua metodologia para determinação da PC (CLABEAUX et al., 2020). Além disso, deve-se considerar que durante a suspensão das atividades presenciais houve alterações nos padrões de consumo de energia e geração de resíduos em IES. Análises compreendendo períodos superiores a um ano podem ser interessantes para avaliar os impactos da suspensão das aulas nas emissões de GEE por IES.

## 5. CONCLUSÃO

Conclui-se que o consumo de energia elétrica médio mensal durante o período pandêmico (2021) foi inferior às médias do ano de retorno das

atividades presenciais na unidade (2022). Apesar do maior consumo de energia em 2022, a emissão decorrente do consumo de energia elétrica em 2022 (373 tCO<sub>2</sub>) foi inferior ao ano de 2021 (1.194,0 tCO<sub>2</sub>). Além disso, a partir da análise da pegada de carbono decorrente do consumo de energia elétrica, conclui-se que o consumo e a emissão de CO<sub>2</sub> são inferiores na área 2 em comparação com a área 1.

Com relação às emissões decorrentes da geração de resíduos sólidos domésticos, conclui-se que as emissões geradas pela área 1 é de 2,11 tCH<sub>4</sub>.

A comparação com a emissão de GEE em outras universidades pode ser uma análise importante, no entanto, deve-se considerar que as IES têm tamanhos variados de população, diferentes fontes de emissão de GEE e variações em sua metodologia para determinação da PC.

## AGRADECIMENTOS

Os(as) autores(as) agradecem ao 5º Congresso Sul-americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, realizado pelo IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, em maio de 2022. Os autores também agradecem o Sistema de Gestão Ambiental da Universidade de São Paulo (SGA-USP), ao Projeto Incline, ao Programa Unificado de Bolsas (PUB-PRG) e prefeitura da Unidade pelo apoio ao projeto.

## REFERÊNCIAS

BRASIL (sem data). Ministério de Ciência e Tecnologia. *Fator médio – Inventários corporativos*. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados->

- e-ferramentas/fatores-de-emissao. Acesso em 22 de março de 2022.
- CLABEAUX, R. CARBAJALES-DALE, M.; LADNER, D.; WALKER, T. Assessing the carbon footprint of a university campus using a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, 273, 122600, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122600>
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. *EPA Center for Corporate Climate Leadership*. s/d. Disponível em <<https://www.epa.gov/climateleadership>> Acesso em 10 mar 2021.
- ESOURCE. *Friendly Power. Colleges and Universities*. Disponível em: <https://esource.bizenergyadvisor.com/article/colleges-and-universities>. Acesso em 22 de março de 2022.
- GARCÍA-ALAMINOS, Á.; GILLES, E.; MONSALVE, F.; ZAFRILLA, J. Measuring a university's environmental performance: A standardized proposal for carbon footprint assessment. *Journal of Cleaner Production*, 357, 131783, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131783>.
- IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2006). *Inventários Nacionais de Gases do Efeito Estufa Volume 5 sobre Resíduos*. Disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html>. Acesso em 21 de março de 2022.
- FILIMONAU, V.; ARCHER, D.; BELLAMY, L.; SMITH, N.; WINTRIP, R. The carbon footprint of a UK University during the COVID-19 lockdown. *Science of The Total Environment*, 756, 143964, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143964>
- KLEIN-BANAI, C.; THEIS, T. L.; BRECHEISEN, T. A.; BANAI, A. A greenhouse gas inventory as a measure of sustainability for an Urban public research university. *Environmental Practice*, 12(1), 35-47, 2010. <https://doi.org/10.1017/S1466046609990524>
- LEAL FILHO, W.; VARGAS, V. R.; SALVIA, A. L.; BRANDLI, L. L.; PALLANT, E.; KLAVINS, M.; RAY, S.; MOGGI, S.; MARUNA, M.; CONTICELLI, E.; AYANORE, M. A.; RADOVIC, V.; GUPTA, B.; SEN, S.; PAÇO, A.; MICHALOPOULOU, E.; SAIKIM, F. H.; KOH, H. L.; FRANKENBERGER, F.; KANCHANAMUKDA, W.; CUNHA, D. A.; AKIB, N. A. M.; CLARKE, A.; WALL, T.; VACCARI, M. The role of higher education institutions in sustainability initiatives at the local level. *Journal of Cleaner Production*, 233,1004-1015, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.059>.
- OZAWA-MEIDA, L.; BROCKWAY, P.; LETTEN, K.; DAVIES, J.; FLEMING, P. Measuring carbon performance in a UK University through a consumption-based carbon footprint: De Montfort University case study. *Journal of Cleaner Production*, 56, 185-198, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.09.028>
- RIDHOSARI, B.; RAHMAN, A. Carbon footprint assessment at Universitas Pertamina from the scope of electricity, transportation, and waste generation: Toward a green campus and promotion of environmental sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 246, 119172, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119172>.

- ROBINSON, O.J.; TEWKESBURY, A.; KEMP, S.; WILLIAMS, I. D. Towards a universal carbon footprint standard: a case study of carbon management at universities. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4435-4455, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.147>.
- ROMÃO, E. L.; YAMAMOTO, A. Z.; KASEMODEL, M. C.; ANDRADE, H. S. A coleta seletiva frente as mudanças climáticas: ações em uma instituição de ensino superior. 5º Congresso Sul-americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, 2022. *Anais... Gramado: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais*, v. 5, [s. n], 2022. Disponível em: < <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2022/XV-015.pdf> >. Acesso em 28 out. 2022.
- SHI, S.; YIN, J. Global research on carbon footprint: A scientometric review. *Environmental Impact Assessment Review*, 89, 106571, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106571>
- USP. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. *USP Imagens. Fotos e imagens da Universidade de São Paulo*. Disponível em: <<https://imagens.usp.br/escolas-faculdades-e-institutos-categorias/escola-de-engenharia-de-lorena-institutos-faculdades-e-escolas/usp-lorena-eel/>> Acesso em 28 out. 2022.
- VARÓN-HOYOS, M., OSORIO-TEJADA, J.; MORALES-PINZÓN, T. Carbon footprint of a university campus from Colombia. *Carbon Management*, 12(1), 93-107, 2021. <https://doi.org/10.1080/17583004.2021.1876531>.
- WIEDMANN, T.; MINX, J. A definition of 'carbon footprint'. In: Pertsova, C.C (Ed.), *Ecological Economics Research Trends*. Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA (2008), 1-11.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE – WRI; CONSELHO WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT – WBCSD. Greenhouse Protocol. *A Corporate Accounting and Reporting Standard*, 2015. Disponível em < <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf> > Acesso em 10 mar 2021.
- YAÑEZ, P.; SINHA, A.; VÁSQUEZ, M. Carbon Footprint Estimation in a University Campus: Evaluation and Insights. *Sustainability*, 12, 181, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12010181>

# ANÁLISE AMBIENTAL DE CEMITÉRIO ATRAVÉS DA MATRIZ DE SWOT – ESTUDO DE CASO

*Environmental analysis of a cemetery through the SWOT Matrix - Case Study*

*Análisis Medioambiental de un Cementerio Mediante la Matriz SWOT - Estudio de Caso*

## **Eduardo Ant. Maia Lins**

Doutor em Eng, Civil, pela Uni. Fed. de Pernambuco, UFPE

● orcid: [0000-0002-9108-4179](https://orcid.org/0000-0002-9108-4179)  
eduardomaialins@gmail.com

## **Sarah Maia Pianowski**

Eng. Ambiental Especialista em Proj. e Gestão de Resíduos Sólidos, Inciclo Gerenciamento de Resíduos

● orcid: [0000-0002-0686-5166](https://orcid.org/0000-0002-0686-5166)  
sarahpianowski@gmail.com

## **Magda Marinho Braga**

Especialista em Direito Ambiental, pela Unifor Sec. do Meio Amb. do Est. do Ceará - Sema

● orcid: [0000-0003-3456-8246](https://orcid.org/0000-0003-3456-8246)  
magda.marinho@sema.ce.gov.br

## **Rui P. C. Abreu de Oliveira**

Especialista em Proj. e Gestão de Resíduos Sólidos

Gestor Amb. na Transforme Serv. Verdes Consultoria

● orcid: [0000-0001-8432-7307](https://orcid.org/0000-0001-8432-7307)  
ruioliveira84@hotmail.com

## **Adriana da Silva B. M. Lins**

Mestre em Modelo de Decisão e Saúde

Gestora da Qualidade da Atenção Primária do Est. de Pernambuco

● orcid: [0000-0002-3698-2275](https://orcid.org/0000-0002-3698-2275)  
adriana\_baltar@yahoo.com.br

## **Resumo**

No Brasil, os cemitérios são carentes de planejamento e monitoramento ambiental, onde, em sua grande maioria, não há controle na construção e muito menos na fiscalização dos existentes. Ainda vivo o ser humano encontra-se em estado de equilíbrio como o seu meio, no entanto, após o seu falecimento, seu corpo tende a iniciar o processo de putrefação, caracterizado pela destruição dos tecidos do corpo por enzimas e bactérias, gerando o biogás e o necrochorume. Cada corpo decomposto libera em torno de 30 a 40 litros de necrochorume para cada 70 kg, em média, composta em sua maior parte por água, rico em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, além de substâncias tóxicas como cadaverina e putrescina. O uso da matriz de SWOT revelou-se funcional para estudos ambientais uma vez que gera o ordenamento de aspectos de natureza antagônica (fortalezas e fragilidades). O presente trabalho teve por objetivo o uso da matriz SWOT para realizar uma análise de risco de um cemitério e sugerir a proposição de planos de ação para o local estudado. O estudo iniciou-se com uma revisão bibliográfica baseada na legislação pertinente sobre o tema, servindo de suporte ao desenvolvimento do estudo. Os subsídios utilizados para análise da situação da área foram coletados através de visitas técnicas a campo com registros fotográficos, entrevistas informais com os administradores e funcionários do cemitério analisado. Diante do diagnóstico, foi possível montar uma matriz onde foram observadas questões referentes aos pontos fortes e fracos relacionados a fatores internos e externos do cemitério analisado, gerando uma matriz 6 x 6, de 36 cruzamentos. O quadrante III identificou o nível de debilidade máxima da capacidade ofensiva (QIII = 18) indicando o quanto as fraquezas causam problemas para o aproveitamento das oportunidades. Já o quadrante IV apresentou o nível de vulnerabilidade do ambiente estudado (QIV = 17), indicando o conjunto de fraquezas que aumentaram o efeito das ameaças. A Matriz de SWOT cruzada confirmou que o prejuízo causado pelo cemitério não está apenas associado a impactos do meio ambiente, mas também aos impactos socioeconômicos. A necessidade de investimentos pelo poder público deve ser uma das principais metas para redução dos impactos apresentados.

**Palavras-chave:** Planejamento; Riscos; Custos; Cadáveres; Impactos.

## **Abstract**

In Brazil, cemeteries lack planning and environmental monitoring, where, for the most part, there is no control over the construction, much less the inspection of the existing ones. While still alive, the human being is in a state of balance as his environment, however, after his death, his body tends to start the process of putrefaction, characterized by the destruction of body tissues by enzymes and bacteria, generating biogas and the necrochorume. Each decomposed body releases around 30 to 40 liters of necrochorume for every 70 kg, on average, composed mostly of water, rich in mineral salts and degradable organic substances, in addition to toxic substances such as cadaverine and putrescine. The use of the SWOT matrix proved to be functional for environmental studies as it generates the ordering of aspects of an antagonistic nature (strengths and weaknesses). The present work aimed to use the SWOT matrix to perform a risk analysis of a cemetery and suggest the proposition of action plans for the studied location. The study began with a literature review based on relevant legislation on the subject, serving as support for the development of the study. The subsidies used to analyze the situation of the area were collected through technical visits to the field with photographic records, informal

interviews with the administrators and employees of the analyzed cemetery. In view of the diagnosis, it was possible to assemble a matrix where questions regarding the strengths and weaknesses related to internal and external factors of the analyzed cemetery were observed, generating a 6 x 6 matrix, with 36 crossings. Quadrant III identified the level of maximum weakness of the offensive capability (QIII = 18) indicating how much the weaknesses cause problems in taking advantage of opportunities. Quadrant IV presented the vulnerability level of the studied environment (QIV = 17), indicating the set of weaknesses that increased the effect of threats. The cross SWOT Matrix confirmed that the damage caused by the cemetery is not only associated with environmental impacts, but also socio-economic impacts. The need for investments by the government should be one of the main goals to reduce the impacts presented.

**Keywords:** Planning; Risks; Costs; Dead Bodies; Impacts.

## Resumen

En Brasil, los cementerios carecen de planificación y seguimiento ambiental, donde, en su mayoría, no hay control sobre la construcción, y mucho menos la inspección de los existentes. Mientras aún vive, el ser humano se encuentra en un estado de equilibrio como su entorno, sin embargo, después de su muerte, su cuerpo tiende a iniciar el proceso de putrefacción, caracterizado por la destrucción de los tejidos corporales por enzimas y bacterias, generando biogás y el necrochorum. Cada cuerpo descompuesto libera alrededor de 30 a 40 litros de necrochorum por cada 70 kg, en promedio, compuesto en su mayoría por agua, rica en sales minerales y sustancias orgánicas degradables, además de sustancias tóxicas como la cadaverina y la putrescina. El uso de la matriz FODA demostró ser funcional para los estudios ambientales ya que genera la ordenación de aspectos de carácter antagónico (fortalezas y debilidades). El presente trabajo tuvo como objetivo utilizar la matriz FODA para realizar un análisis de riesgo de un cementerio y sugerir la propuesta de planes de acción para el lugar estudiado. El estudio se inició con una revisión bibliográfica basada en la legislación pertinente sobre el tema, sirviendo de apoyo para el desarrollo del estudio. Los subsidios utilizados para analizar la situación del área fueron recolectados a través de visitas técnicas de campo con registros fotográficos, entrevistas informales con los administradores y empleados del cementerio analizado. En vista del diagnóstico, fue posible armar una matriz donde se observaron interrogantes sobre las fortalezas y debilidades relacionadas con factores internos y externos del cementerio analizado, generando una matriz de 6 x 6, con 36 cruces. El Cuadrante III identificó el nivel de debilidad máxima de la capacidad ofensiva (QIII = 18) indicando cuánto las debilidades causan problemas en el aprovechamiento de oportunidades. El Cuadrante IV presentó el nivel de vulnerabilidad del ambiente estudiado (QIV = 17), indicando el conjunto de debilidades que incrementaron el efecto de las amenazas. La Matriz FODA cruzada confirmó que los daños causados por el cementerio no solo están asociados a impactos ambientales, sino también a impactos socioeconómicos. La necesidad de inversiones por parte del gobierno debe ser una de las principales metas para reducir los impactos presentados.

**PALABRAS CLAVE:** Planificación; arañazos; costos; Cuerpos muertos; impactos

## 1. INTRODUÇÃO

Na construção da maioria dos cemitérios no Brasil praticamente não há estudos de impactos ambientais realizados uma vez que muitos foram originados antes mesmo da criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 01/86 (BRASIL, 1986). Considerando que a qualidade de vida e os problemas ambientais estão interligados, qualquer alteração no meio ambiente tem consequências no meio urbano, causando impactos que afetam a

qualidade de vida da população (LINS et al. 2018). No Brasil, os cemitérios são carentes de planejamento e monitoramento ambiental, onde, em sua grande maioria, não há controle na construção e muito menos na fiscalização dos existentes.

Ainda vivo o ser humano encontra-se em estado de equilíbrio como o seu meio, no entanto, após o seu falecimento, seu corpo tende a iniciar o processo de putrefação,

Data da Submissão:  
28outubro2022  
Data da Publicação:  
20fevereiro2023

caracterizado pela destruição dos tecidos do corpo por enzimas e bactérias, gerando o biogás e o necrochorume. Cada corpo decomposto libera em torno de 30 a 40 litros de necrochorume para cada 70 kg, em média, composta em sua maior parte por água, rico em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, além de substâncias tóxicas como cadaverina e putrescina.

A água subterrânea é mais atingida pela contaminação por vírus e bactérias. Nascentes naturais ou poços rasos conectados ao aquífero contaminado podem transmitir doenças de veiculação hídrica como tétano, gangrena gasosa, toxinfecção alimentar, tuberculose, febre tifoide, febre paratifoide, vírus da hepatite A, dentre outros. A população carente e de baixa renda está mais propícia a ser infectada por essas doenças. Geralmente vivem em regiões onde não existe acesso à rede pública de água potável e possuem sistema imunológico natural baixo (LOPES, 2000; NASCIMENTO; SENHORAS; FALCÃO, 2018).

O uso da matriz de SWOT é comum no planejamento estratégico empresarial (AZEVEDO; COSTA, 2001; SANTOS; FERNANDES, 2015), contudo, revelou-se funcional para estudos ambientais uma vez que gera o ordenamento de aspectos de natureza antagônica (fortalezas e fragilidades). Trata-se de relacionar as oportunidades e ameaças presentes no ambiente externo com as forças e fraquezas no ambiente interno do local estudado.

## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo o uso da matriz SWOT para realizar

uma análise de risco para um cemitério e sugerir a proposição de planos de ação para o local estudado. Foram objetivos específicos:

- Identificar os impactos ambientais gerados pelo cemitério através da visita em campo; e
- Analisar os riscos por meio da matriz de indicadores SWOT.

## 3. METODOLOGIA

- Área de Estudo:

Tamandaré é um município do litoral sul do estado de Pernambuco, na Região Nordeste do Brasil. Pertence à Região Geográfica Intermediária do Recife e à Região Geográfica Imediata de Barreiros-Sirinhaém, localizando-se 109 quilômetros ao sul da capital pernambucana (Figura 1). Ocupa uma área territorial de 213.500 km<sup>2</sup>, sendo 1,416 km<sup>2</sup> de perímetro urbano. Segundo a estimativa populacional, sua população em 2021 era de cerca de 23.852 habitantes (IBGE, 2022). A temperatura média anual de 24,4 °C, tendo como vegetação nativa e predominante a Mata Atlântica, com trechos de restinga e manguezais. Com 73,23 % da população municipal vivendo na zona urbana, Tamandaré dispunha de oito estabelecimentos de saúde e um cemitério. O seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH-M) é de 0,593, sendo considerado como baixo em comparação ao valor estadual.

O cemitério em estudo é público, localiza-se no centro de Tamandaré/PE, possuindo no seu entorno casas comerciais e residenciais. De acordo com o mapa geológicos, Tamandaré está localizada na Bacia Sedimentar de Pernambuco com arenitos

algálicos. Em sua composição foi observada níveis de arenitos com predomínio de grãos de quartzo e em quantidade inferior à ocorrência de grãos de feldspatos, minerais acessórios e fragmentos de conchas.

Os grãos de quartzo e feldspatos se apresentam de arredondados a subarredondados, bastante polidos, sugerindo transporte em meio subaquático (NEUMANN et al., 2013).

Figura 1. Cemitério Jardim da Saudade, Tamandaré/PE.



Fonte: Google Earth (2022).

- **Materiais e Métodos**

O estudo iniciou-se com uma revisão bibliográfica baseada na legislação pertinente sobre o tema, servindo de suporte ao desenvolvimento do estudo. Os subsídios utilizados para análise da situação da área foram coletados através de visitas técnicas a campo com registros fotográficos, entrevistas informais com os administradores e funcionários do cemitério analisado.

Para uma análise mais detalhada e representação visual dos dados obtidos, utilizou-se o programa

Microsoft Office Excel na criação dos gráficos e tabulação dos dados. Pela complexidade que envolve o diagnóstico foi preciso ter uma visão holística para a análise. Após a identificação e marcação dos aspectos levantados, procedeu-se o uso da ferramenta Matriz SWOT, onde primeiramente classificaram-se os aspectos ambientais levantados como positivos ou negativos. Os aspectos positivos foram consideradas como "fortalezas" e os negativos como fragilidades. A

partir deste ponto foi pensado em ações que pudessem transformar as fragilidades em fortalezas (oportunidades). Em seguida, foi realizado um ranqueamento em ordem de prioridades em cada categoria.

É possível fazer vários arranjos

utilizando-se os dois conjuntos de fatores dos ambientes interno e externo, mas, neste trabalho é apresentada a forma que normalmente se encontra, já apontando, também, os quadrantes possíveis em função das correlações entre os fatores, como ilustra o Quadro 1.

Quadro 1. Matriz de Análise Estratégica.

<b>Ambiente externo</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Ameaças</b>
<b>Ambiente interno</b>		
<b>Forças</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
<b>Fraquezas</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>

Fonte: Tachizawa e Freitas (2004).

Os cruzamentos dos fatores internos com os externos determinam os diferentes quadrantes que têm significados distintos e importantes. Esses quadrantes da matriz SWOT podem ser compreendidos, segundo Macroplan (2010), Tachizawa e Freitas (2004):

- O quadrante I indica a existência de potencialidade de ação ofensiva, ou capacidade ofensiva, apontando o quanto as forças podem ajudar a aproveitar as oportunidades do mercado;
- O quadrante II indica o potencial da capacidade defensiva demonstrando o quanto o conjunto de forças está preparado para rechaçar as ameaças que se aproximam;
- O quadrante III identifica o nível

de debilidade da capacidade ofensiva indicando o quanto as fraquezas podem causar problemas para o aproveitamento das oportunidades;

- O quadrante IV apresenta o nível de vulnerabilidade do ambiente estudado indicando o quanto o conjunto de fraquezas pode amplificar o efeito das ameaças.

De acordo com Fernandes (2012), faz-se necessário que cada um dos fatores do ambiente interno seja considerado frente aos demais do ambiente externo. Trata-se de uma técnica que ajuda a identificar como está a preparação da organização para cada um dos fatores do ambiente interno, sobre o qual ela tem pleno domínio para capturar oportunidades ou para mitigar os efeitos negativos das ameaças que o ambiente externo

apresenta. O primeiro passo para a pontuação foi utilizar uma pergunta adequada colocando o elemento do ambiente interno frente aos elementos do ambiente externo. As oportunidades estão presentes e as ameaças estão próximas ao ambiente estudado, onde os fatores internos a tarefa de capturar as primeiras e rechaçar as segundas, o que leva a perguntas diferentes”, mas com o objetivo único de observar a organização nesse cenário escolhido, ou identificado, pelos estrategistas

da organização.

Fernandes (2012) ainda afirma que para o cruzamento das forças com as oportunidades pode ser sugerido um exemplo de pergunta padrão: Com que intensidade a Força X ajuda a organização a capturar a Oportunidade X? A força A deve ser questionada frente a todas as oportunidades e depois todas as demais forças devem seguir o mesmo caminho utilizando a pergunta padrão.

Quadro 2: Perguntas e respectivas pontuações para os cruzamentos dos fatores da matriz.

Pergunta	Resposta	Pontuação
<b>Com que intensidade a Força X ajuda a organização capturar a Oportunidade X?</b>	Sem efeito	<b>0</b>
	Ajuda pouco	<b>1</b>
	Ajuda muito	<b>2</b>
<b>Com que intensidade a Força X ajuda a organização a rechaçar a Ameaça X?</b>	Sem efeito	<b>0</b>
	Ajuda pouco	<b>1</b>
	Ajuda muito	<b>2</b>
<b>Com que intensidade a Fraqueza X dificulta a organização em aproveitar a Oportunidade X?</b>	Sem efeito	<b>0</b>
	Dificulta pouco	<b>1</b>
	Dificulta muito	<b>2</b>
<b>Com que intensidade a Fraqueza X acentua o risco da Ameaça X?</b>	Sem efeito	<b>0</b>
	Acentua pouco	<b>1</b>
	<b>Acentua muito</b>	<b>2</b>

Fonte: Fernandes (2012).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das visitas em campo foi possível observar que o cemitério está sendo ampliado para uma área vizinha e que foi realizada uma reforma no local. Contudo, pôde-se observar que a reforma aconteceu apenas na parte externa, com implantação

de calçamentos (sem sistema de drenagem pluvial) e pintura do muro. Notou-se claramente o nível altimétrico do cemitério encontra-se abaixo da rua (Figura 2). Também foi observado que o perímetro do muro se encontra a uma distância inferior

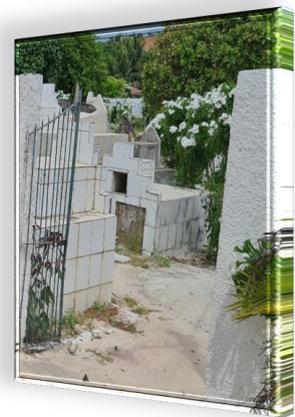
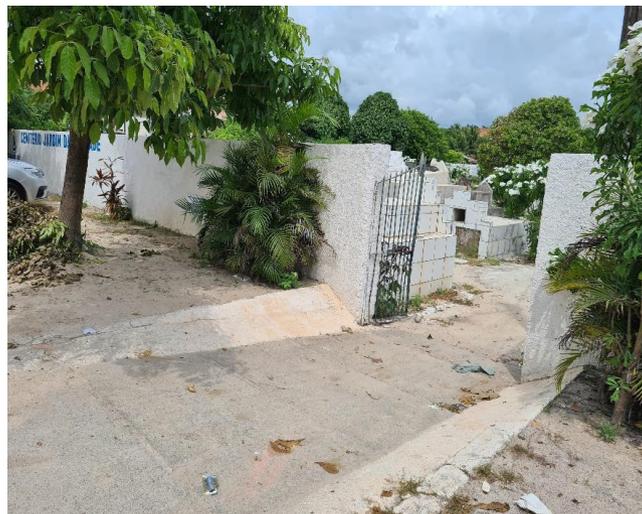
ao que o CONAMA 335/2003 exige em seu artigo 5, inciso IV: “a área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério, recuo que deverá ser ampliado, caso necessário, em função da caracterização hidrogeológica da área” (BRASIL, 2003).

Analisando-se o interior do cemitério, observam-se problemas estruturais semelhantes a outros cemitérios: má conservação local, túmulos rachados e/ou quebrados, caixões expostos (Figuras 3 e 4). Sob uma ótica mais técnica, o local não possui sistema de drenagem de água pluvial, drenagem de necrochorume e biogás, conforme exigência do CONAMA 402/08, em seu artigo 5, onde o perímetro e o interior do cemitério deverão ter um sistema de drenagem

adequado e eficiente, destinado a captar, encaminhar e dispor de maneira segura o escoamento das águas pluviais e evitar erosões, alagamentos e movimentos de terra (BRASIL, 2008). O nível da rua principal próxima ao cemitério, encontra-se a 1 metro acima do nível local, tornando o cemitério uma verdadeira bacia de captação de águas pluviais.

Também foi observada a construção dos túmulos, que não utilizou material impermeabilizante, sendo construídos apenas com argamassa e tijolo. Sabe-se que o Art. 6º da resolução CONAMA 335/03, estabelece que a construção dos túmulos deve utilizar tecnologia que impeçam a passagem dos gases e o vazamento dos líquidos oriundos da coliquação.

Figura 2. Calçamento externo implantado com nível inferior a rua principal da região, e um túmulo implantado no muro do Cemitério Jardim da Saudade, Tamandaré/PE



Fonte: Os autores (2022).

Figura 3. Condições internas do Cemitério.



Fonte: Os autores (2022).

Através de análises tátil-visual foi possível observar que o solo local possui uma característica arenosa, estando em conformidade com os estudos realizados por Neumann et al. (2003), gerando um risco potencial de contaminação do solo e lençol freático.

Quanto aos resíduos da exumação, não foi encontrado um local apropriado para o depósito. Hino (2015) afirma

que estes tipos de resíduos se não tiverem gerenciamento adequado podem causar impactos negativos significativos sobre a saúde e o meio ambiente. O artigo 9º da resolução do CONAMA 335/03, determina que os resíduos resultantes da exumação dos corpos deverão ter destinação ambiental e sanitária adequada, seguindo o mesmo tratamento dado aos resíduos sólidos dos serviços de saúde.

Figura 4. Falta de manutenção dos túmulos.



Fonte: Os autores (2022).

Diante do diagnóstico, foi possível a fatores internos e externos do montar o Quadro 3 onde foram cemitério analisado, gerando uma observadas questões referentes aos matriz 6 x 6, de 36 cruzamentos. pontos fortes e fracos relacionados

Quadro 3: Matriz SWOT do cemitério.

AMBIENTE	Fatores Internos	Fatores Externos
<b>Pontos Fortes</b>	<p>Forças</p> <p>A. Área arborizada;</p> <p>B. Facilidade de pagamento;</p> <p>C. Método mais econômico.</p>	<p>Oportunidades</p> <p>A. Ausência de cemitérios públicos na região, gerando demanda crescente;</p> <p>B. Pouca concorrência;</p> <p>C. Geração de emprego.</p>
<b>Pontos Fracos</b>	<p>Fraquezas</p> <p>A. Não adequado as legislações;</p> <p>B. Poucos recursos financeiros para investimentos;</p> <p>C. Pequeno número de funcionários e desqualificados.</p>	<p>Ameaças</p> <p>A. Contaminação Local;</p> <p>B. Dificuldade de encontrar mão-de-obra qualificada;</p> <p>C. Demanda dos clientes por melhor atendimento e serviços diferenciados.</p>

Fonte: Os Autores (2022).

Com o critério de pontuação estabelecido e as perguntas para os cruzamentos já formalizadas, o próximo passo é pontuar cada um dos cruzamentos para obter os 36 valores para as posições da matriz SWOT. Para melhor compreensão na sequência será tratado como aplicar a pontuação para as forças, em seguida as fraquezas, sempre considerando a atuação frente aos fatores do ambiente externo.

#### **Força A X Oportunidades:**

- Com que intensidade a "Área Arborizada" (Força A) ajuda a organização a capturar a "Ausência de Cemitérios Públicos" (Oportunidade A)? Resposta: 0

- Com que intensidade a "Área Arborizada" (Força A) ajuda a organização a capturar o "Pouca Concorrência" (Oportunidade B)? Resposta: 0

- Com que intensidade a "Área Arborizada" (Força A) ajuda a organização a capturar a "Geração de Empregos" (Oportunidade C)? Resposta: 0

#### **Força A X Ameaças:**

- Com que intensidade a "Área Arborizada" (Força A) ajuda a organização a rechaçar a "Contaminação local" (Ameaça A)? Resposta: 2

- Com que intensidade a "Área Arborizada" (Força A) ajuda a organização a rechaçar a "Dificuldade em obter mão de obra qualificada" (Ameaça B)? Resposta: 0

- Com que intensidade a "Área Arborizada" (Força A) ajuda a organização a rechaçar a "Melhor

atendimento e serviços" (Ameaça C)? Resposta: 0

Da mesma forma, é feito para a Força B, com as seguintes perguntas e pontuações:

#### **Força B X Oportunidades:**

- Com que intensidade a "Facilidade de Pagamento" (Força B) ajuda a organização a capturar a "Ausência de Cemitérios Públicos" (Oportunidade A)? Resposta: 2

- Com que intensidade a "Facilidade de Pagamento" (Força B) ajuda a organização a capturar o "Pouca Concorrência" (Oportunidade B)? Resposta: 1

- Com que intensidade a "Facilidade de Pagamento" (Força B) ajuda a organização a capturar a "Geração de Empregos" (Oportunidade C)? Resposta: 1

#### **Força B X Ameaças:**

- Com que intensidade a "Facilidade de Pagamento" (Força B) ajuda a organização a rechaçar a "Contaminação local" (Ameaça A)? Resposta: 0

- Com que intensidade a "Facilidade de Pagamento" (Força B) ajuda a organização a rechaçar a "Dificuldade em obter mão de obra qualificada" (Ameaça B)? Resposta: 1

- Com que intensidade a "Facilidade de Pagamento" (Força B) ajuda a organização a rechaçar a "Melhor atendimento e serviços" (Ameaça C)? Resposta: 0

Para a Força C, tem-se:

### **Força C X Oportunidades:**

- Com que intensidade a "Método mais econômico" (Força C) ajuda a organização a capturar a "Ausência de Cemitérios Públicos" (Oportunidade A)? Resposta: 2

- Com que intensidade a "Método mais econômico" (Força C) ajuda a organização a capturar o "Pouca Concorrência" (Oportunidade B)? Resposta: 2

- Com que intensidade a "Método mais econômico" (Força C) ajuda a organização a capturar a "Geração de Empregos" (Oportunidade C)? Resposta: 2

### **Força C X Ameaças:**

- Com que intensidade a "Método mais econômico" (Força C) ajuda a organização a rechaçar a "Contaminação local" (Ameaça A)? Resposta: 0

- Com que intensidade a "Método mais econômico" (Força C) ajuda a organização a rechaçar a "Dificuldade em obter mão de obra qualificada" (Ameaça B)? Resposta: 0

- Com que intensidade a "Método mais econômico" (Força C) ajuda a organização a rechaçar a "Melhor atendimento e serviços" (Ameaça C)? Resposta: 0

Também foi necessário verificar o cruzamento do conjunto de fraquezas com os fatores do ambiente externo.

### **Fraqueza A X Oportunidades:**

- Com que intensidade o "Em desacordo com legislações" (Fraqueza A) dificulta a organização em aproveitar a "Ausência de Cemitérios Públicos"

(Oportunidade A)? Resposta: 2

- Com que intensidade o "Em desacordo com legislações" (Fraqueza A) dificulta a organização em aproveitar o "Pouca Concorrência" (Oportunidade B)? Resposta: 2

- Com que intensidade o "Em desacordo com legislações" (Fraqueza A) dificulta a organização em aproveitar a "Geração de Empregos" (Oportunidade C)? Resposta: 2

### **Fraqueza A X Ameaças:**

- Com que intensidade o "Em desacordo com legislações" (Fraqueza A) acentua o risco da "Contaminação Local" (Ameaça A)? Resposta: 2

- Com que intensidade o "Em desacordo com legislações" (Fraqueza A) acentua o risco da "Obter mão de obra qualificada" (Ameaça B)? Resposta: 2

- Com que intensidade o "Em desacordo com legislações" (Fraqueza A) acentua o risco da "Atendimentos e Serviços" (Ameaça C)? Resposta: 1

Da mesma forma, assim é feito para as Fraquezas B e C, com as seguintes perguntas e pontuações:

### **Fraqueza B X Oportunidades:**

- Com que intensidade a "Poucos investimentos" (Fraqueza B) dificulta a organização em aproveitar "Ausência de Cemitérios" (Oportunidade A)? Resposta: 2

- Com que intensidade a "Poucos investimentos" (Fraqueza B) dificulta a organização em aproveitar o "Pouca Concorrência" (Oportunidade B)? Resposta: 2

- Com que intensidade a "Poucos investimentos" (Fraqueza B) dificulta a organização em aproveitar a "Geração de Empregos" (Oportunidade C)? Resposta: 2

#### **Fraqueza B X Ameaças:**

- Com que intensidade a "Poucos investimentos" (Fraqueza B) acentua o risco da "Contaminação local" (Ameaça A)? Resposta: 2

- Com que intensidade a "Poucos investimentos" (Fraqueza B) acentua o risco da "Falta de Mão de Obra Qualificada" (Ameaça B)? Resposta: 2

- Com que intensidade a "Poucos investimentos" (Fraqueza B) acentua o risco da "Atendimentos e Serviços" (Ameaça C)? Resposta: 2

#### **Fraqueza C X Oportunidades:**

- Com que intensidade a "Mão de Obra Insuficiente e Desqualificada" (Fraqueza B) dificulta a organização em aproveitar "Ausência de Cemitérios" (Oportunidade A)? Resposta: 2

- Com que intensidade a "Mão de Obra Insuficiente e Desqualificada" (Fraqueza B) dificulta a organização em aproveitar o "Pouca Concorrência" (Oportunidade B)? Resposta: 2

- Com que intensidade a "Mão de Obra Insuficiente e Desqualificada" (Fraqueza B) dificulta a organização em aproveitar a "Geração de Empregos" (Oportunidade C)? Resposta: 2

#### **Fraqueza C X Ameaças:**

- Com que intensidade a "Mão de Obra Insuficiente e Desqualificada"

(Fraqueza C) acentua o risco da "Contaminação local" (Ameaça A)? Resposta: 2

- Com que intensidade a "Mão de Obra Insuficiente e Desqualificada" (Fraqueza C) acentua o risco da "Falta de Mão de Obra Qualificada" (Ameaça B)? Resposta: 2

- Com que intensidade a "Mão de Obra Insuficiente e Desqualificada" (Fraqueza C) acentua o risco da "Atendimentos e Serviços" (Ameaça C)? Resposta: 2

A seguir é necessário verificar o cruzamento do conjunto de fraquezas com os fatores do ambiente externo.

#### **Fraqueza 1 X Oportunidades:**

- Com que intensidade o "Pequeno portfólio de produtos" (Fraqueza 1) dificulta a organização em aproveitar a "Ascensão da classe baixa ao mercado" (Oportunidade 1)? Resposta: 1

- Com que intensidade o "Pequeno portfólio de produtos" (Fraqueza 1) dificulta a organização em aproveitar o "Aumento da demanda na classe A" (Oportunidade 2)? Resposta: 0

- Com que intensidade o "Pequeno portfólio de produtos" (Fraqueza 1) dificulta a organização em aproveitar o "Mercado dos competidores com dificuldades financeiras" (Oportunidade 3)? Resposta: 0

- Com que intensidade o "Pequeno portfólio de produtos" (Fraqueza 1) dificulta a organização em aproveitar os "Mercados dos países vizinhos" (Oportunidade 4)? Resposta: 0

### **Fraqueza 1 X Ameaças:**

- Com que intensidade o "Pequeno portfólio de produtos" (Fraqueza 1) acentua o risco da "Integração dos fornecedores para frente" (Ameaça 1)? Resposta: 2

- Com que intensidade o "Pequeno portfólio de produtos" (Fraqueza 1) acentua o risco da "Alteração da macroeconomia" (Ameaça 2)? Resposta: 0

- Com que intensidade o "Pequeno portfólio de produtos" (Fraqueza 1) acentua o risco da "Entrada de players estrangeiros" (Ameaça 3)? Resposta: 1

- Com que intensidade o "Pequeno portfólio de produtos" (Fraqueza 1) acentua o risco do "Produto substituto" (Ameaça 4)? Resposta: 0

Da mesma forma, assim é feito para a Fraqueza 2, com as seguintes perguntas e pontuações:

### **Fraqueza 2 X Oportunidades:**

- Com que intensidade a "Demora no ciclo de desenvolvimento de produto" (Fraqueza 2) dificulta a organização em aproveitar a "Ascensão da classe baixa ao mercado" (Oportunidade 1)? Resposta: 1

- Com que intensidade a "Demora no ciclo de desenvolvimento de produto" (Fraqueza 2) dificulta a organização em aproveitar o "Aumento da demanda na classe A" (Oportunidade 2)? Resposta: 1

- Com que intensidade a "Demora no ciclo de desenvolvimento de produto" (Fraqueza 2) dificulta a organização em aproveitar os "Mercados dos competidores com dificuldades financeiras" (Oportunidade 3)? Resposta: 1

- Com que intensidade a "Demora no ciclo de desenvolvimento de produto" (Fraqueza 2) dificulta a organização em aproveitar os "Mercados dos países vizinhos" (Oportunidade 4)? Resposta: 1

### **Fraqueza 2 X Ameaças:**

- Com que intensidade a "Demora no ciclo de desenvolvimento de produto" (Fraqueza 2) acentua o risco da "Integração dos fornecedores para frente" (Ameaça 1)? Resposta: 1

- Com que intensidade a "Demora no ciclo de desenvolvimento de produto" (Fraqueza 2) acentua o risco da "Alteração da macroeconomia" (Ameaça 2)? Resposta: 1

- Com que intensidade a "Demora no ciclo de desenvolvimento de produto" (Fraqueza 2) acentua o risco da "Entrada de players estrangeiros" (Ameaça 3)? Resposta: 1

- Com que intensidade a "Demora no ciclo de desenvolvimento de produto" (Fraqueza 2) acentua o risco do "Produto substituto" (Ameaça 4)? Resposta: 1

A Tabela 1 apresenta a Matriz preenchida totalmente e com suas devidas pontuações.

Tabela 1. Matriz totalmente pontuada para o cemitério estudado.

		AMBIENTE EXTERNO			OPORTUNIDADES			AMEAÇAS				
AMBIENTE	OPORTUNIDADES E AMEAÇAS				Ausência de cemitérios	Pouca Concorrência	Geração de Empregos		Contaminação Local	Falta de Mão de Obra	Atendimento e Serviços	TOTAIS
	FORÇAS E FRAQUEZAS											
FORÇAS	Área Arborizada				0	0	0		2	0	0	2
	Facilidade de Pagamento				2	1	1		0	1	0	5
	Método mais econômico				2	2	2		0	0	0	6
FRAQUEZAS	Não Adequado as legislações				2	2	2		2	2	1	11
	Poucos investimentos				2	2	2		2	2	2	12
	Mão de obra insuficiente e pouco qualificada				2	2	2		2	2	2	12
<b>TOTAIS</b>				<b>10</b>	<b>9</b>	<b>9</b>		<b>8</b>	<b>7</b>	<b>5</b>		
<b>Capacidade Ofensiva (QI - QIII) = 10 - 18 = -8 (ZERO)</b>												
<b>Capacidade Defensiva (QII - QIV) = 3 - 17 = -7 (ZERO)</b>									<b>10</b>	<b>03</b>		
<b>Posicionamento Estratégico = 0</b>									<b>18</b>	<b>17</b>		

Fonte: Os Autores (2022).

Uma primeira análise dos números da matriz já permite observar a inexistência da capacidade ofensiva que é obtida da adição dos valores das forças frente às oportunidades (QI) subtraída da soma dos valores das fraquezas frente às oportunidades (QII) (MACROPLAN, 2010; TACHIZAWA; FREITAS, 2004), conforme Tabela 1. O quadrante I apresenta o valor 10 e o quadrante III apresenta o valor 18, o que resulta o valor -8 (10 - 18, para o estudo equivale a 0) para a capacidade ofensiva, demonstrando que o cemitério analisado não possui nenhum potencial para capturar as oportunidades. Para a capacidade defensiva, observa-se que a percepção da qualidade do conjunto das forças organizacionais do cemitério, não rechaça as ameaças, onde se anula frente ao conjunto das fraquezas, demonstrando alto nível de vulnerabilidade. Praticamente, o potencial das forças (QII = 3) é anulado pelo potencial das fraquezas (QIV = 17) o que demonstra que a organização do cemitério deve dar muita atenção às fraquezas no decorrer das demais etapas do planejamento, visando a identificar e a

mitigar as deficiências. Comparando-se tais resultados com a organização estudada por Fernandes (2012), nota-se o quanto se faz necessário realizar um planejamento estratégico adequado para o cemitério analisado, considerando que a capacidade ofensiva e defensiva estão nulas.

O quadrante III identificou o nível de debilidade máxima da capacidade ofensiva (QIII = 18) indicando o quanto as fraquezas causam problemas para o aproveitamento das oportunidades. Já o quadrante IV apresentou o nível de vulnerabilidade do ambiente estudado (QIV = 17), indicando o conjunto de fraquezas que aumentaram o efeito das ameaças.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico realizado apresenta mais um cemitério que se encontra fora dos padrões da legislação. A infringência das normas técnicas na operação e adequação dos cemitérios, ausência de fiscalização, falta de planejamento e gerenciamento ambiental, servem como características de fraquezas e ameaças, fatores que, poderão fazer com que o cemitério seja interdito;

A Matriz de SWOT cruzada confirmou que o prejuízo causado pelo cemitério não está apenas associado a impactos do meio ambiente, mas também aos impactos socioeconômicos. A necessidade de investimentos pelo poder público deve ser uma das principais metas para redução dos impactos apresentados;

Uma matriz SWOT bem estruturada apresentam informações de alta importância na análise do potencial das forças e da fragilidade das fraquezas, bem como na captura das

oportunidades e da eliminação das ameaças, podendo ser utilizada para análises ambientais;

Faz-se necessário realizar uma análise mais aprofundada das características da área para uma possível emissão de um laudo técnico ambiental com conclusões mais fundamentadas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao 5º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, realizado pelo IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, em maio de 2022.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 335, de 03 de abril de 2003*. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitério

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 368, de 28 de março de 2006*. Altera dispositivos da Resolução n 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento.

FERNANDES, D. R. Uma Visão Sobre a Análise da Matriz SWOT como Ferramenta para Elaboração da Estratégia, *UNOPAR Cient., Ciênc. Juríd. Empres., Londrina*, v. 13, n. 2, p. 57-68, Set. 2012.

GUIMARÃES, T.; MARIANO, G.; SÁ, A. A. Inventário e avaliação qualitativa como subsídio à geoconservação e ao geoturismo: Litoral Sul do Estado de Pernambuco (Nordeste-Brasil). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.10, n.04 (2017) 1218- 1238.

- HINO, T. M. O Necrochorume e a Gestão Ambiental dos Cemitérios. *Revista Especialize On-line IPOG* - Goiânia - Edição nº 10 Vol. 01/ 2015 dezembro/2015.
- IBGE. *Censo Demográfico 2022 - População do município de Tamandaré*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/tamandare/panorama>. Acesso em 17/01/2022.
- LINS, E. A. M.; LINS, A. B. M.; SOUZA, J. M.; MELO, D. C. P.; PAZ, D. H. F. *Uma Análise Ambiental dos Impactos Negativos Gerados pelo Cemitério de São Luís, Escada - PE*, 1 Congresso Sul-Americano de Resíduos e Sustentabilidade, Gramado, RS, 2018.
- LOPES, J. L. Cemitério e seus impactos ambientais: estudo de caso: Cemitério Municipal do Distrito de Catuçaba/SP. In: CARNEIRO, V. S. Impactos causados por necrochorume de cemitérios: meio ambiente e saúde pública. *Revista Águas Subterrâneas*. São Paulo, Brasil - ISSN 2179-9784. 2009.
- MACROPLAN. *Apostila do curso Planejamento Estratégico, módulo Análises e Interpretações - SWOT*. jul. 2010.
- NASCIMENTO, F. L.; SENHORAS, E. M.; FALCÃO, M. T. Necrópoles e os Impactos Ambientais: Cemitério Público Municipal, Boa Vista-RR, *Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos, Goiânia*, v. 4, n. 2, p. 236-256, jul./dez. 2018.
- NEUMANN, V.H., VALENÇA, L.M.M., BARRETO, A.M.F., BARBOSA, J.A., 2003. *Beachrocks da Praia dos Carneiros, próximos à desembocadura do rio formoso, Tamandaré - PE: arenitos de praia com intercalações da alga codiácea do gênero Halimeda*. II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário e II Congresso do Quaternário dos Países de Línguas Ibéricas.
- TACHIZAWA, T.; FREITAS, A.A.V. *Estratégias de negócios: lógica e estrutura do universo empresarial*. Rio de Janeiro: Pontal, 2004.

# ANÁLISE DE PONTOS ESTRATÉGICOS PARA RECEBIMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS POR SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA NO CEARÁ ATRAVÉS DE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW)

*Analysis of strategic points to receive unserviceable tires by reverse logistics systems in Ceará through Simple Additive Weighting (SAW)*

*Análisis de puntos estratégicos para la recepción de neumáticos inservibles por sistemas de logística inversa en Ceará mediante Simple Additive Weighting (SAW)*

## **Gabriel F. M. Presente**

MBA em Desenv. Sust. e Econ. Circular

orcid: [0000-0003-1139-778X](https://orcid.org/0000-0003-1139-778X)  
ferdinando97@hotmail.com

## **Sarah Maia Pianowski**

Especialista em Proj. e Gestão de Resíduos Sólidos

orcid: [0000-0002-0686-5166](https://orcid.org/0000-0002-0686-5166)  
sarahpianowski@gmail.com

## **Viviane Gomes Monte**

Mestre em Desen. e Meio Amb., pela Univ. Fed. do Ceará

orcid: [0009-0004-0109-6881](https://orcid.org/0009-0004-0109-6881)  
viviane.gm.3@gmail.com

## **Magda Marinho Braga**

Especialista em Direito Ambiental, pela Univ. Fed. do Ceará

orcid: [0000-0003-3456-8246](https://orcid.org/0000-0003-3456-8246)  
magda.marinho@sema.ce.gov.br

## **Eduardo Ant. Maia Lins**

Doutor em Eng. Civil, pela Univ. Fed. de Pernambuco

orcid: [0000-0002-9108-4179](https://orcid.org/0000-0002-9108-4179)  
eduardomaialins@gmail.com

## **Resumo**

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) possibilitou uma visão mais integrada da cadeia de resíduos, abordando a logística reversa, a responsabilidade compartilhada e o correto gerenciamento dos resíduos. Segundo o Relatório Pneumáticos 2020 do IBAMA, em 2019, apenas 15 municípios cearenses possuíam pontos de recebimento de pneus inservíveis. Frente a isso, o Governo do Ceará abriu o Edital de Chamamento nº 02/2020 para a implantação de sistemas de logística reversa de pneus inservíveis. Devido ao fato do serviço atender todos os municípios simultaneamente ser inviável financeiramente para o Estado, torna-se necessária a escolha de localidades estratégicas que consigam receber o maior número possível de pneumáticos e que possibilitem a efetividade do sistema. Diante disso, o presente trabalho objetiva verificar quais municípios são mais estratégicos para a implantação dos "Pontos de Coleta Centrais", considerando-se como parâmetros a frota de veículos, o número de habitantes e o tamanho da Central Municipal de Resíduos (CMR). Utilizou-se a ferramenta Simple Additive Weighting (SAW) com auxílio do software Excel para a verificação dos municípios preferíveis. Como resultado das avaliações, verificou-se quais os 3 municípios mais viáveis para servirem como "Pontos de Coleta Centrais" nos consórcios municipais de gestão de resíduos selecionados, utilizando atributos com os seguintes pesos: 40% para a frota de veículos, 20% para o número de habitantes e 40% para o tamanho da CMR. Constatou-se que os resultados obtidos podem servir como base para direcionar o Governo Estadual ao definir os municípios que possuirão Pontos de Coleta Centrais no sistema de logística reversa de pneus.

**Palavras-chave:** Logística Reversa, Resíduos Sólidos, Pneus, Simple Additive Weighting, Consórcio Municipal.

## **Abstract**

The National Solid Waste Policy (NSWP) enabled a more integrated view of the waste chain, addressing reverse logistics, shared responsibility and correct waste management. According to IBAMA's 2020 Tire Report, in 2019, only 15 municipalities in Ceará had points for receiving waste tires. Faced with this, the Government of Ceará opened the Call Notice nº 02/2020 for the implementation of reverse logistics systems for waste tires. Due to the fact that serving all municipalities simultaneously is financially unfeasible for the State, it is necessary to choose strategic locations that can receive the largest possible number of tires and enable the effectiveness of the system. Therefore, the present work aims to verify which municipalities are more strategic for the implementation of "Central Collection Points", considering the vehicle fleet, the number of inhabitants and the size of the Municipal Waste Center (CMR) parameters. The Simple Additive Weighting (SAW) tool was used with the aid of Excel software to verify the preferable municipalities. As a result of the evaluations, it was found that the 3 most viable municipalities to serve as "Central Collection Points" in the selected municipal waste management consortia using attributes with the following weights: 40% for the vehicle fleet, 20% for the number of inhabitants and 40% for the size of the CMR. It was found that the results obtained can serve as a basis for directing the State Government to define the municipalities that will have "Central Collection Points" in the tire reverse logistics system.

**Keywords:** Reverse Logistics, Solid Waste, Tires, Simple Additive Weighting, Municipal Consortia.

Data da Submissão:  
28outubro2022  
Data da Publicação:  
28fevereiro2023

## Resumen

La Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS) permitió una visión más integrada de la cadena de residuos, abordando la logística inversa, la responsabilidad compartida y la correcta gestión de residuos. Según el Informe de Neumáticos 2020 del IBAMA, en 2019, solo 15 municipios de Ceará tenían puntos para recibir neumáticos de desecho. En vista de ello, el Gobierno de Ceará abrió el Aviso de Convocatoria N° 02/2020 para la implementación de sistemas de logística inversa para neumáticos de desecho. Debido a que el servicio atiende a todos los municipios simultáneamente es inviable económicamente para el Estado, se hace necesario elegir lugares estratégicos que puedan recibir la mayor cantidad de llantas posible y que permitan la efectividad del sistema. Ante esto, el presente trabajo tiene como objetivo verificar qué municipios son más estratégicos para la implementación de "Puntos Centrales de Recolección", considerando como parámetros el parque vehicular, el número de habitantes y el tamaño del Centro Municipal de Residuos (CMR). Se utilizó la herramienta Simple Additive Weighting (SAW) con la ayuda del software Excel para verificar los municipios preferibles. Como resultado de las evaluaciones, se verificaron los 3 municipios más viables para servir como "Puntos Centrales de Recolección" en los consorcios de gestión de residuos municipales seleccionados, utilizando atributos con los siguientes pesos: 40% para la flota de vehículos, 20% para el número de habitantes y 40% para el tamaño de la CMR. Se constató que los resultados obtenidos pueden servir de base para orientar al Gobierno del Estado a la hora de definir los municipios que contarán con Puntos Centrales de Acopio en el sistema de logística inversa de llantas.

**PALABRAS CLAVE:** Logística Inversa, Residuos Sólidos, Llantas, Simple Additive Weighting, Consorcio Municipal.

## 1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos é uma atividade ininterrupta, inerente à existência da vida humana. Fato que pôde ser observado em situação extrema de paralisação de atividades diárias de grande parte das pessoas durante a pandemia provocada pelo COVID-19. O Governo do Estado do Ceará, visando a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e da sua Política Estadual de Resíduos Sólidos, tem criado diversos instrumentos legais, programas e projetos voltados para a solução desse problema.

No tocante à responsabilidade compartilhada, trazida pela PNRS, foram elaborados planos e projetos executivos de gestão e manejo de resíduos sólidos. Já para a implantação da logística reversa, especificamente para a cadeia de pneus inservíveis, foi aberto o Edital de Chamamento nº 02/2020. Nele, foram convocadas as empresas responsáveis e outras interessadas a apresentar propostas de sistemas

de logística reversa que indicassem ações, procedimentos e meios para viabilizar a coleta e a destinação final ambientalmente adequada de pneus inservíveis no Ceará.

Conforme apresentado no Relatório Pneumáticos 2020 do IBAMA, no Ceará, foram recolhidas cerca de 1.800 toneladas em 2019, referente a 0,30% do total destinado no Brasil, onde existiam 46 pontos de recebimento, atendendo a população de apenas 15 municípios: Acopiara, Boa Viagem, Brejo Santo, Caucaia, Crato, Eusébio, Fortaleza, Horizonte, Iguatu, Itapipoca, Juazeiro do Norte, Maracanaú, Maranguape, Sobral e Tauá. No mesmo documento, identificou-se a presença de duas unidades de destinação final no território, cimenteiras que realizam o coprocessamento de pneus, nos municípios de Sobral e Quixeré.

O estado conta com 184 municípios e uma população maior que 9 milhões de habitantes. Mediante

a inviabilidade financeira do atendimento de todos os municípios simultaneamente, se faz necessária a definição de locais estratégicos e prioritários, que possam receber e acumular a maior quantidade possível de pneus, garantindo a sustentabilidade dos sistemas. Para isso, alguns parâmetros de seleção devem ser estabelecidos.

A infraestrutura usualmente é um dos fatores limitantes em critérios de seleção. Sobre isso, é importante mencionar que o Estado do Ceará vem implementando, desde 2018, os Planos de Coletas Seletivas Múltiplas para todos os seus municípios. Os planos representam uma ferramenta chave para a implantação da "Política pré-aterro", fomentada pelo Governo, a qual prevê redução gradual da disposição de resíduos orgânicos e recicláveis em aterros sanitários ou lixões (SEMA, 2018). Neles há projetos executivos de infraestrutura para o manejo dos resíduos recicláveis e orgânicos, chamada Central Municipal de Resíduos (CMR).

Os municípios foram separados por região, consolidando-os em consórcios públicos de gestão integrada de resíduos, no intuito de ratear os custos da gestão de resíduos e de proporcionar melhor suporte e diretrizes estaduais. Todo o complexo estrutural a ser construído, juntamente às políticas públicas, induzem a cooperação mútua dos gestores municipais, dos consórcios de resíduos e de associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis, com a formação de parcerias entre sociedade civil, poder público e iniciativa privada.

## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho busca analisar

quais municípios de determinadas regiões são mais estratégicos para possuírem os denominados "Pontos de Coleta Centrais"; espaços para acumulação, transbordo e coleta de pneus inservíveis, visto que há apenas duas unidades de destinação final no território cearense e que é de suma importância um sistema de logística reversa eficiente. Além disso, objetiva-se verificar brevemente se há influência direta e proporcional do número de habitantes na frota de veículos dos municípios selecionados

## 3. METODOLOGIA

A ferramenta utilizada para a verificação dos municípios mais estratégicos, conforme o estabelecimento de alguns parâmetros, foi a *Simple Additive Weighting* (SAW), com o auxílio do software Excel. Tal estudo foi realizado em algumas regiões do estado que atualmente não são atendidas pelo sistema de logística reversa pré existente.

O *Simple Additive Weighting* (SAW) é um método frequentemente utilizado em decisões técnicas considerando atributos múltiplos. Uma pontuação é calculada para cada alternativa, considerando o valor escalado dado para cada atributo, os pesos de importância relativa atribuídos pelo tomador de decisão à cada variável e a soma dos produtos para todos os critérios. A vantagem deste método é que há uma transformação linear proporcional dos dados brutos, logo a ordem de grandeza relativa das pontuações padronizadas permanece igual (AFSHAR; MOJAHED; YUSUFF, 2010).

Foram consideradas como variáveis de avaliação a frota de veículos, o número de habitantes e o tamanho

da Central Municipal de Resíduos (CMR) de cada município, com a atribuição dos pesos respectivos de 40%, 20% e 40%.

Foram avaliados os municípios das regiões: Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Região Litoral Norte, Consórcio de Manejo de Resíduos Sólidos da Região da Chapada da Ibiapaba, Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Região Sertão de Crateús, Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Região Sertão de Crateús 2, Consórcio Público de Manejo de Resíduos Sólidos do

Sertão de Inhamuns, Consórcio Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – Comares Crato, Consórcio Regional de Resíduos do Alto Jaguaribe, Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Região Sertão Centro Sul, Consórcio de Desenvolvimento da Região do Sertão Central Sul e Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Região do Sertão Central. Para demonstrar os cálculos das preferências, foi utilizado como exemplo o Consórcio Público de Manejo de Resíduos Sólidos do Sertão de Inhamuns, apresentados na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1. Parâmetros considerados e seus respectivos valores por município da região.

Consórcio Público de Manejo de Resíduos Sólidos do Sertão de Inhamuns	População	Frota de veículos	CMR (m <sup>2</sup> )
Aiuaba	17.584	3.233	7.500
Arneiroz	7.848	1.992	7.500
Parambu	31.391	11.379	10.000
Quiterianópolis	21.246	7.509	7.500
Tauá	59.259	25.925	12.000

Fonte: IBGE, 2020; SENATRAN, 2020; SEMA, 2021

Para cada parâmetro (População, Frota de veículos e CMR) foi calculada uma nota normalizada, tendo como referência a sua ordem de grandeza e o seu valor em relação aos outros do mesmo atributo. Utilizou-se esse método para permitir a comparação entre os municípios da mesma região.

**Nota Normalizada = (Valor correspondente / Valor mais favorável) equação (1)**

A equação 1 demonstra a fórmula para se calcular a nota normalizada

para os parâmetros avaliados, que são critérios positivos. Por exemplo, na Tabela 1, na coluna "Frota de Veículos", o valor mais favorável para a escolha do local para ser um "Ponto de Coleta Central" de pneus é o de Tauá, com 25.925 veículos, pois quanto mais pneus houver no município, maior será a demanda por um ponto de coleta. Logo, após a normalização, todos os outros valores desse parâmetro ficaram em função desse valor. A Tabela 2 demonstra as notas de cada variável após o processo normativo.

Tabela 2. Notas normalizadas considerando os parâmetros avaliados

Consórcio Público de Manejo de Resíduos Sólidos do Sertão de Inhamuns	População	Frota de Veículos	CMR (m <sup>2</sup> )
Aiuaba	0,297	0,125	0,625
Arneiroz	0,132	0,077	0,625
Parambú	0,530	0,439	0,833
Quiterianópolis	0,359	0,290	0,625
Tauá	1,000	1,000	1,000

Fonte: Autores do Trabalho, 2022.

**Preferência Normalizada** =  $\{(Nota Normalizada População * 0,2) + (Nota Normalizada Frota de Veículos * 0,4) + (Nota Normalizada CMR * 0,4)\}$  para calcular a preferência de cada município para se tornar um "Ponto de Coleta Central" de pneus, considerando todos os parâmetros avaliados e o respectivo peso de cada um. É possível visualizar, na Tabela 3, os valores e as ordens de preferências de cada localidade.

Por fim, utilizou-se a equação 2

Tabela 3. Preferências calculadas dos municípios considerando os parâmetros avaliados.

Consórcio Público de Manejo de Resíduos Sólidos do Sertão de Inhamuns	Valor da Preferência	Ordem de preferência
Aiuaba	0,359	4 <sup>º</sup>
Arneiroz	0,307	5 <sup>º</sup>
Parambú	0,615	2 <sup>º</sup>
Quiterianópolis	0,438	3 <sup>º</sup>
Tauá	1,000	1 <sup>º</sup>

Fonte: Autores do Trabalho, 2022.

Portanto, a partir dos cálculos realizados, pode-se verificar que os 3 municípios preferíveis para a implantação de um Ponto de Coleta Central são, em ordem decrescente, Tauá, Parambu e Quiterianópolis, na região do Consórcio Público de Manejo de Resíduos Sólidos do Sertão de Inhamuns.

#### 4. RESULTADOS

Conforme objetivou o presente trabalho, obtiveram-se resultados

satisfatórios, dos quais foram eleitos os 3 municípios mais estratégicos por região para implantar-se um "Ponto de Coleta Central" de pneus. A Tabela 4, abaixo, nos mostra os resultados com as ordens e valores de preferência dos municípios da mesma região. Os municípios preferíveis para se instalar um "Ponto de Coleta Central" são: Camocim, São Benedito, Ipu, Crateús, Juazeiro do Norte, Tauá, Iguatu, Icó, Acopiara e Quixadá.

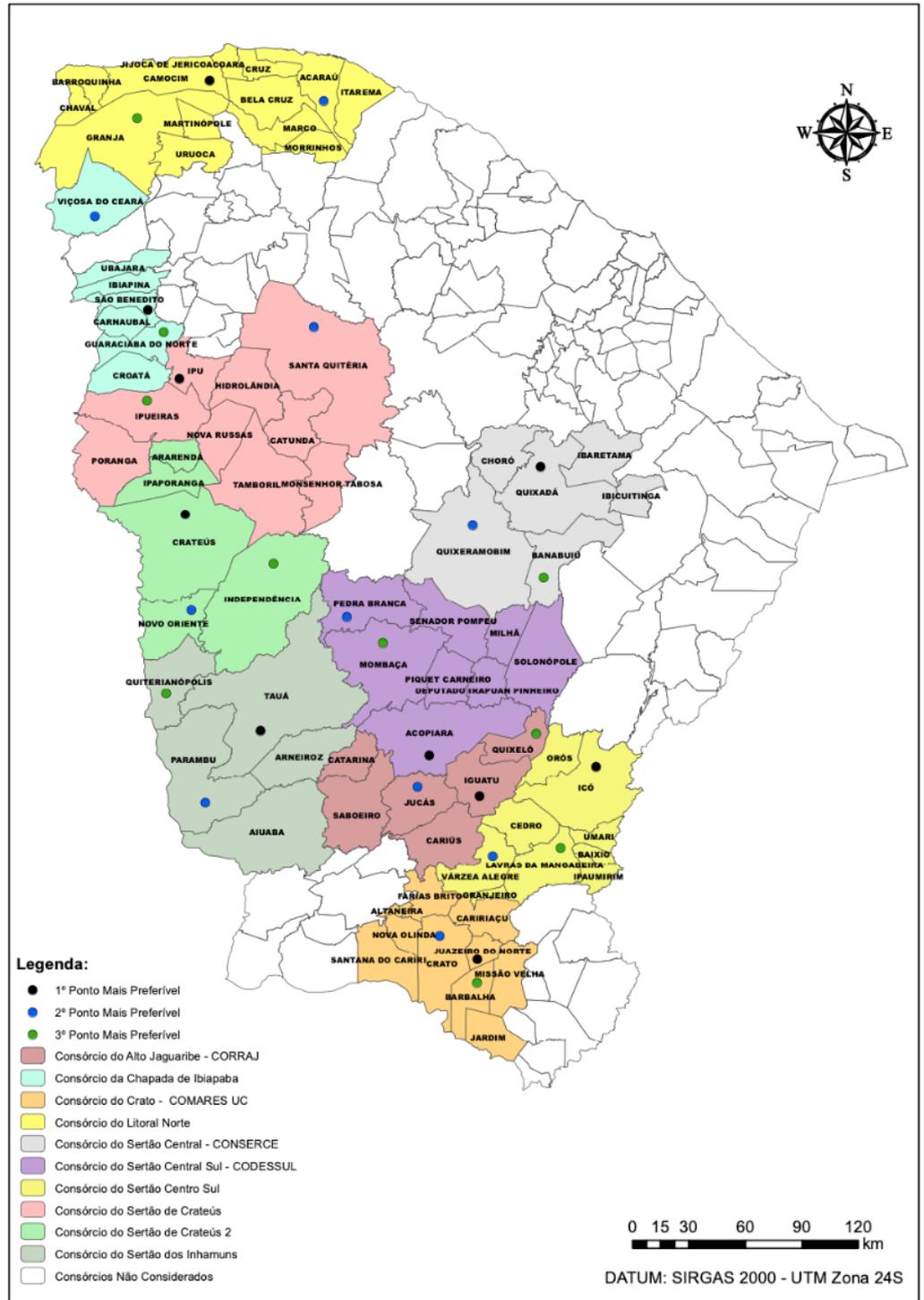
Tabela 4. Resultados obtidos

<b>Consórcio Litoral Norte</b>		<b>Consórcio da Chapada da Ibiapaba</b>	
<b>1º Camocim</b>	1,000	1º São Benedito	0,955
<b>2º Acaraú</b>	0,945	2º Viçosa do Ceará	0,915
<b>3º Granja</b>	0,713	3º Guaraciaba do Norte	0,825
<b>Consórcio do Sertão de Crateús</b>		<b>Consórcio do Sertão de Crateús 2</b>	
<b>1º Ipu</b>	0,993	1º Crateús	1,000
<b>2º Santa Quitéria</b>	0,989	2º Novo Oriente	0,486
<b>3º Ipueiras</b>	0,888	3º Independência	0,464
<b>Consórcio do Crato</b>		<b>Consórcio do Sertão de Inhamuns</b>	
<b>1º Juazeiro do Norte</b>	1,000	1º Tauá	1,000
<b>2º Crato</b>	0,670	2º Parambu	0,615
<b>3º Barbalha</b>	0,415	3º Quiterianópolis	0,438
<b>Consórcio do Alto Jaguaribe</b>		<b>Consórcio do Sertão Centro Sul</b>	
<b>1º Iguatu</b>	1,000	1º Icó	1,000
<b>2º Jucás</b>	0,302	2º Várzea Alegre	0,617
<b>3º Quixelô</b>	0,224	3º Lavras da Mangabeira	0,448
<b>Consórcio do Sertão Central Sul</b>		<b>Consórcio do Sertão Central</b>	
<b>1º Acopiara</b>	1,000	1º Quixadá	1,000
<b>2º Pedra Branca</b>	0,917	2º Quixeramobim	0,819
<b>3º Mombaça</b>	0,797	3º Banabuiú	0,244

Fonte: Autores do Trabalho, 2022.

Verificou-se também, a partir da de forma diretamente proporcional, compilação dos resultados obtidos, reforçando a escolha dos pesos diferentes a serem atribuídos aos parâmetros avaliados. que a interação entre população e frota de veículos nem sempre se deu

Imagem 1. Mapa com os Pontos de Coleta Centrais de pneus resultantes da análise.



Fonte: Autores do Trabalho, 2022.

Pode-se observar, na Imagem 1, a distribuição espacial dos 3 municípios mais viáveis identificados, por consórcio de gestão de resíduos, para receberem Pontos de Coleta Centrais de Pneus. Além disso, é possível verificar a localização deles no mapa do Ceará.

## 5. CONCLUSÕES

A partir das informações obtidas, foi possível realizar uma avaliação quantitativa dos melhores municípios para hospedarem os "Pontos de Coleta Centrais de Pneus" dentre as regiões avaliadas, considerando os aspectos frota de veículos, número de habitantes e tamanho da Central Municipal de Resíduos. Como se trata de uma avaliação quantitativa, é possível mensurar o quanto cada município é mais ou menos viável em relação aos outros da região, o que fornece maior suporte à escolha.

Esses resultados poderão servir como direcionamento para o governo estadual ao definir os municípios que possuirão Pontos de Coleta Centrais de Pneus. A implantação destes poderá beneficiar a população cearense com uma melhoria da qualidade ambiental e, conseqüentemente, da saúde pública, pois sistemas de logística reversa mais eficientes e abrangentes trazem consigo a redução custos e a otimização de recursos ambientais, além da redução de focos de vetores de doenças e do descarte irregular de pneus a céu aberto. Também se espera que, após o firmamento dos Termos de Compromisso com as empresas concorrentes ao Edital nº 02/2020, haja um aumento da quantidade de pneus enviados para reciclagem, seja ela física ou energética.

Como sugestão para trabalhos futuros,

sugere-se a introdução de mais parâmetros no processo avaliativo, como melhor rota, distância entre as cidades e pontos de destinação final e também a existência e/ou condição das estradas. Desse modo, é possível obter resultados que consideram mais fatores importantes para um sistema de logística reversa eficiente e que traduzem de maneira mais fidedigna as condições reais.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao 5º Congresso Sul-americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, realizado pelo IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, em maio de 2022. Os autores também agradecem à Secretaria do Meio Ambiente do Ceará pela confiança e todo apoio na obtenção dos dados para a elaboração desse artigo.

## REFERÊNCIAS

AFSHARI, A. R.; MOHAMED, M.; YUSUFF, R. M. *Simple Additive Weighting approach to Personnel Selection problem*. International Journal of Innovation, Management and Technology vol. 1, no. 5, pp. 511-515, 2010. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/285828294\\_Simple\\_Additive\\_Weighting\\_Approach\\_to\\_Personnel\\_Selection\\_Problem](https://www.researchgate.net/publication/285828294_Simple_Additive_Weighting_Approach_to_Personnel_Selection_Problem). Acesso em: abril. 2022.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. *Frota de veículos - 2020*. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2020>. Acesso em março. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 416, de 30 de setembro de 2009*. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada.

BRASIL. *Lei 12.305. Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 ago. 2010.

Secretaria do Meio Ambiente - SEMA. *Planos de Coleta Seletiva Múltiplas*. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/residuos-solidos/projeto-de-implementacao-das-coletas-seletivas-multiplas>. Acesso em: março. 2022

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. *Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2020*. IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>. Acesso em: março. 2022.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, *RELATÓRIO PNEUMÁTICOS 2020 - RESOLUÇÃO CONAMA Nº 416/09, 2020*. Disponível em: [http://www.ibama.gov.br/phocadownload/pneus/atoriopneumaticos/2021-03-03-%20Ibama-Relatorio\\_Pneumaticos\\_2020\\_completo\\_com\\_capa\\_terceira\\_versao.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/pneus/atoriopneumaticos/2021-03-03-%20Ibama-Relatorio_Pneumaticos_2020_completo_com_capa_terceira_versao.pdf). Acesso em: março. 2022.

PUTRA, D. W. T.; PUNGGARA, A. A. *Comparison Analysis of Simple Additive Weighting (SAW) and Weighed Product (WP) In Decision Support Systems*. MATEC Web of Conferences. 215, 01003, 2018 Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/328329838\\_Comparison\\_Analysis\\_of\\_Simple\\_Additive\\_Weighting\\_SAW\\_and\\_Weighed\\_Product\\_WP\\_In\\_Ddecision\\_Support\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/328329838_Comparison_Analysis_of_Simple_Additive_Weighting_SAW_and_Weighed_Product_WP_In_Ddecision_Support_Systems). Acesso em: abril. 2022.

# ANÁLISE DE ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS SOBRE A COMPOSTAGEM

*Analysis of social and environmental aspects about composting*

*Análisis de los aspectos sociales y ambientales del compostaje*

## **Amanda R. Fernandes**

Graduanda em Eng. Ambiental pela Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) da UNESP

orcid: [0000-0002-1499-6369](https://orcid.org/0000-0002-1499-6369)

amanda.rodriques-fernandes@unesp.br

## **Mila Abifadel Fernandes**

Graduanda em Eng. Ambiental pela Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) da UNESP

orcid: [0000-0002-6277-7988](https://orcid.org/0000-0002-6277-7988)

mila.abifadel@unesp.br

## **Maria Cristina Rizk**

Professora Assistente Doutora da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT), UNESP. Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente

orcid: [0000-0003-2414-6680](https://orcid.org/0000-0003-2414-6680)

mc.rizk@unesp.br

## **Resumo**

A atual forma de gestão da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos vem causando impactos socioambientais, afetando tanto o meio físico quanto o meio biológico e podendo também impactar em questões de ordem econômica e de saúde da população. A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos resíduos orgânicos demanda a participação ativa dos cidadãos e a percepção ambiental dos indivíduos sobre o assunto é essencial, uma vez que estes se tornam corresponsáveis pelas soluções para o problema. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o perfil socioeconômico e motivacional de atores sociais geradores de resíduos orgânicos domiciliares para adesão aos sistemas de compostagem. Para tanto, foi aplicado um questionário on-line anônimo e os resultados obtidos demonstraram que a maior parcela dos entrevistados tinha interesse em desenvolver a compostagem, bem como sabia da sua importância ambiental, mas necessitavam de estímulo educacional sobre o processo de tratamento dos resíduos orgânicos. Desse modo, foram propostas políticas públicas para auxiliar no planejamento de ações para o tratamento de resíduos orgânicos em sistemas de compostagem.

**Palavras-chave:** Resíduo Orgânico Domiciliar; Tratamento Biológico; Percepção Ambiental

## **Abstract**

The current form of management of the organic municipal solid waste has been causing socio-environmental impacts, affecting both the physical and the biological environment and may also impact on issues of economic order and the health of the population. Shared responsibility for the life cycle of waste organic demands the active participation of citizens and the environmental perception of individuals on the subject is essential, since they become co-responsible for solutions to the problem. In this context, the present study aimed to evaluate the socioeconomic and motivational profile of social actors who generate household organic waste for adherence to composting systems. For this purpose, an anonymous online questionnaire was applied and the results showed that most of the interviewees were interested in developing composting, as well as aware of its environmental importance, but needed educational stimulation on the process of treating organic waste. Thus, public policies were proposed to assist in the planning of actions for the treatment of organic waste in composting systems.

**Keywords:** Household Organic Waste; Biological Treatment; Environmental Perception.

## **Resumen**

La forma actual de gestión de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos viene provocando impactos socioambientales, afectando tanto el medio físico como el biológico y puede incidir también en cuestiones de orden económico y de salud de la población. El ciclo de los residuos orgánicos exige la participación activa de los ciudadanos y la percepción ambiental de los individuos sobre el tema es fundamental, ya que se vuelven corresponsables de las soluciones al problema. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el perfil socioeconómico y motivacional de los actores sociales que generan residuos orgánicos domiciliarios para la adhesión a los sistemas de compostaje. Para ello, se aplicó un cuestionario online anónimo y los resultados mostraron que la mayoría de los entrevistados

Data da Submissão:

12dezembro2022

Data da Publicação:

28fevereiro2023

estaban interesados en desarrollar el compostaje, además de ser conscientes de su importancia ambiental, pero necesitaban estimulación educativa sobre el proceso de tratamiento de residuos orgánicos. Así, se propusieron políticas públicas para auxiliar en la planificación de acciones para el tratamiento de residuos orgánicos en sistemas de compostaje.

**PALABRAS CLAVE:** Residuos Orgánicos Domésticos; Tratamiento biológico; Percepción Ambiental.

## 1. Introdução

Em 2020, foram gerados 1,07 kg de resíduos sólidos urbanos por dia por cada brasileiro, totalizando 82,5 milhões de toneladas de resíduos por ano. Deste montante, 76,1 milhões de toneladas foram coletadas, porém 39,8% dos resíduos foram destinados inadequadamente em locais como lixões e aterros controlados (ABRELPE, 2021).

A Lei Federal nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos conceitua no art. 3º que a destinação final ambientalmente adequada visa “a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes”, inclusive a disposição final ambientalmente adequada para garantir a segurança ambiental e da saúde pública (BRASIL, 2010).

Segundo a Resolução CONAMA nº. 481, de 3 de outubro de 2017, que estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências, a compostagem é definida como sendo “o processo de decomposição biológica controlada dos resíduos orgânicos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições aeróbias e termofílicas, resultando em material estabilizado, com propriedades e características completamente diferentes daqueles que lhe deram

origem” (CONAMA, 2017).

A compostagem é uma prática executada há milênios, podendo ser desenvolvida em diferentes escalas. Esta técnica, além de proporcionar a correta destinação da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos, também permite a ciclagem da matéria orgânica, a produção de composto orgânico que podem ser aproveitados nas produções agrícolas promovendo melhorias físicas, químicas e biológicas no solo, a segurança alimentar da população e o aumento da vida útil dos aterros sanitários (BRASIL, 2017).

A compostagem é executada a partir da mistura de materiais ricos em carbono e nitrogênio. A relação ideal para o processo é de 30 átomos de carbono para 1 átomo de nitrogênio, isto significa que, 2/3 do volume deve ser composto por material seco como palha e serragem e 1/3 do volume deve ser composto por material úmido como restos de frutas e verduras. Os organismos envolvidos absorvem e utilizam o carbono e o nitrogênio na fermentação aeróbia, sendo que uma parte do carbono será liberado como gás carbônico e a outra irá se ligar ao nitrogênio para estruturar as células microbianas (BRASIL, 2017).

Além disso, os sistemas de compostagem podem ser executados em duas modalidades: centralizada e descentralizada. Segundo Faria (2018), no modelo

centralizado, os resíduos orgânicos são recebidos em uma unidade central de processamento que é gerenciada pela iniciativa privada ou pública, atendendo as demandas municipais ou de vários municípios, é o caso das Unidades de Triagem e Compostagem. Já no modelo descentralizado, é feita a coleta dos resíduos orgânicos já separados na fonte geradora e o processamento ocorre o mais próximo possível do local de geração, desta forma, o objetivo é a autogestão dos resíduos em bairros, condomínios, instituições, entre outros, sendo denominadas de Unidades Descentralizadas de Compostagem.

Nesse sentido, é indubitável a necessidade de estimular diferentes experiências com a compostagem dos resíduos sólidos urbanos para diversificar os sistemas de gestão de resíduos nos municípios, tendo em vista que os métodos convencionais de coleta e destinação dos mesmos isentam a participação da população na responsabilidade de retornar os nutrientes que estão contidos nos resíduos orgânicos para os agroecossistemas (SIQUEIRA; ASSAD, 2015).

Ademais, no art. 30 da Política Nacional dos Resíduos Sólidos é estabelecida a responsabilidade compartilhada, abrangendo toda a sociedade, pela gestão dos resíduos sólidos durante o ciclo de vida dos produtos, tendo como objetivo "incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental" (BRASIL, 2010).

Portanto, a adesão às soluções de compostagem está estritamente relacionada com a percepção do comportamento e relação do ser humano com o ambiente,

ressaltando a importância de envolver a sociedade no contexto dos problemas ambientais (RIBEIRO, 2017). A responsabilidade ambiental dos indivíduos pode ter relação com alguns fatores socioeconômicos como, por exemplo, idade, renda, profissão, nível de escolaridade, além de fatores psicossociais referentes às percepções ambientais dos cidadãos sobre o meio que os cerca.

Assim, é de extrema relevância avaliar o perfil socioeconômico e motivacional dos atores sociais que geram os resíduos sólidos urbanos para compreender sua relação com a natureza para implantação do tratamento dos resíduos orgânicos por meio da compostagem. Através desta avaliação é possível desenvolver políticas públicas para a efetividade dos sistemas de compostagens em diversos espaços físicos, compartilhando a gestão ambiental destes resíduos.

## **2. Objetivos**

O presente estudo teve como objetivo avaliar o perfil socioeconômico e motivacional dos atores sociais geradores de resíduos sólidos urbanos para adesão aos sistemas de compostagem.

## **3. Materiais e Métodos**

Para a realização do presente estudo, foi elaborado e aplicado um questionário on-line com questões sobre o perfil socioeconômico e motivacional dos atores sociais geradores de resíduos sólidos urbanos para adesão aos sistemas de compostagem.

O questionário continha 19 perguntas anônimas sobre os aspectos: gênero, idade, situação profissional, renda

familiar, escolaridade, local de residência e número de moradores no domicílio, além de questões que buscaram avaliar a percepção ambiental acerca da geração per capita de resíduos sólidos orgânicos, composição gravimétrica, separação dos resíduos para o descarte seletivo, destinação dos resíduos orgânicos, interesse e conhecimento do método da compostagem, fatores limitantes e motivadores para a adesão à compostagem e a disponibilidade em pagar mensalmente para terceirização deste serviço.

O questionário foi aplicado e divulgado em redes sociais como *WhatsApp*, *Facebook* e *Instagram* pelo período de 4 meses, de outubro de 2021 a janeiro de 2022, com um texto de apresentação sobre a pesquisa e o *link* de acesso ao questionário.

Com as respostas obtidas, foi feito o tratamento e análise dos resultados por meio de estatística descritiva, utilizando tabelas e gráficos para organizar e apresentar os dados coletados.

Além disso, foi feito o cruzamento de dados para comparar resultados. Desta forma, foi relacionada a faixa etária com separação dos resíduos na fonte geradora, destinação dos resíduos orgânicos domiciliares à compostagem e a quantidade gerada semanalmente de resíduos sólidos.

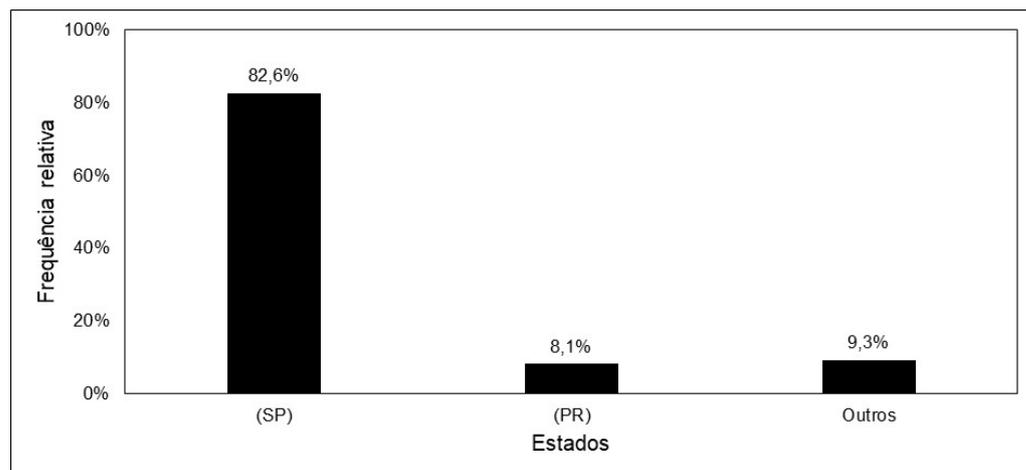
#### 4. Resultados e Discussões

A análise das respostas do questionário aplicado indicou que houve 259 respondentes.

O questionário foi respondido por indivíduos residentes em 12 estados brasileiros. A maioria dos entrevistados tinham entre 18 e 25 anos de idade (65,2%), era estudante (56,7%) com Ensino Superior Incompleto (54,0%) e o gênero predominante foi o feminino (63,3%). Assim, foi possível estimar, com base nas respostas obtidas, que os participantes do estudo se enquadraram no método de coleta de dados denominado Bola de Neve Virtual, tendo em vista que grande parte dos respondentes possuíam perfil similar ao das pesquisadoras principais do estudo, com 18 a 25 anos de idade e estudantes universitárias (COSTA, 2018).

Os Estados com maior número de respondentes foram São Paulo (82,6%) e Paraná (8,1%) conforme a Figura 1, dos municípios de Presidente Prudente (19,7%) e Curitiba (4,6%), respectivamente, como demonstrado na Tabela 1. De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílio Contínua, em 2019, a internet foi utilizada por 78,3% da população com 10 anos ou mais de idade em qualquer local (IBGE, 2019).

Figura 1 – Estados que os respondentes apontaram residir



Fonte: Autoria própria, 2022.

Tabela 1 – Municípios que os respondentes apontaram residir

Municípios	Frequência absoluta	Frequência relativa
Presidente Prudente (SP)	51	19,7%
São José do Rio Preto (SP)	40	15,4%
Taubaté (SP)	27	10,4%
São Paulo (SP)	24	9,3%
Curitiba (PR)	12	4,6%
Ipiguá (SP)	7	2,7%
Porto Alegre (RS)	6	2,3%
Presidente Venceslau (SP)	6	2,3%
Álvares Machado (SP)	4	1,5%
Outros	82	31,7%
Total	259	100%

Fonte: Autoria própria, 2022.

O número de residentes por família com mais respostas foi 3 (30,8%) e a renda familiar mensal mais mencionada foi de R\$ 3.000,00 a R\$ 5.000,00 reais (32,4%). No ano de 2020, o rendimento mensal real da população brasileira com rendimento de todas as fontes foi de R\$ 2.213,00 reais (IBGE, 2020).

Quanto à responsabilidade dos respondentes pelos resíduos gerados, 81% respondeu se sentir responsável, enquanto 13,9% às vezes se sentia responsável. Contudo, foi estimado que o consumo inconsciente e a falta

de políticas públicas que estimulem a destinação ambientalmente adequada dos resíduos farão com que em 2033 o Brasil alcance a marca de 100 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos gerados (ABRELPE, 2020).

Em relação à separação dos resíduos orgânicos, 47,1% separavam os mesmos como mostra a Tabela 2. Além disso, em média, semanalmente, eram gerados de 5 a 10 quilos (2 sacolas de supermercado cheias) de resíduos orgânicos nas residências conforme a Tabela 3 e

72,2% da coleta/tratamento era feita pelos serviços de limpeza disponibilizados pelas prefeituras (Tabela 4). A destinação dos resíduos orgânicos gerados nas residências dos participantes era desconhecida para 47,1% dos respondentes como é possível verificar na Tabela 5.

Tabela 2 – Separação dos resíduos orgânicos na fonte geradora

Alternativas	Frequência absoluta	Frequência relativa
Sim, sempre separo os resíduos orgânicos dos demais resíduos	122	47,1%
Às vezes separo os resíduos orgânicos dos demais resíduos	61	23,6%
Não separo os resíduos orgânicos dos demais resíduos, mas sei separá-los	60	23,2%
Não separo os resíduos orgânicos dos demais resíduos e não sei separá-los	16	6,2%
Total	259	100%

Fonte: Autoria própria, 2022.

Tabela 3 – Geração semanal de resíduos orgânicos nas residências dos respondentes

Alternativas	Frequência absoluta	Frequência Relativa
5 a 10 quilos (2 sacolas de supermercado cheias)	64	24,7%
0 a 5 quilos (1 sacola de supermercado cheia)	56	21,6%
10 a 15 quilos (3 sacolas de supermercado cheias)	37	14,3%
15 a 20 quilos (4 sacolas de supermercado cheias)	29	11,2%
20 a 25 quilos (5 sacolas de supermercado cheias)	22	8,5%
Não sei informar	21	8,1%
25 a 30 quilos (6 sacolas de supermercado cheias)	17	6,6%
30 ou mais quilos (mais de 6 sacolas de supermercado cheias)	13	5,0%
Total	259	100%

Fonte: Autoria própria, 2022.

Tabela 4 – Responsável pela coleta/tratamento dos resíduos orgânicos apontado pelos respondentes

Alternativas	Frequência absoluta	Frequência Relativa
Prefeitura	187	72,2%
Não sei	36	13,9%
Os resíduos orgânicos gerados por mim são tratados na minha própria residência	26	10,0%
Empresa privada contratada por mim	5	1,9%
Nenhuma empresa faz o tratamento dos resíduos em minha cidade	3	1,2%
Prefeitura e tratamento na minha própria residência	2	0,8%
Total	259	100%

Fonte: Autoria própria, 2022.

Tabela 5 – Destinação dos resíduos orgânicos segundo os respondentes

Alternativas	Frequência Absoluta	Frequência Relativa
Não sei	122	47,1%
Aterro Sanitário	79	30,5%
Compostagem	26	10,0%
Lixão	14	5,4%
Alimentação de animais	6	2,3%
Aterro Controlado	6	2,3%
Aterro Sanitário e Compostagem	4	1,5%
Alimentação de animais e Compostagem	1	0,4%
Alimentação de animais e Aterro Sanitário	1	0,4%
<b>Total</b>	<b>259</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autoria própria, 2022.

Nesse contexto, em 2020, 74,4% dos municípios brasileiros dispunham de coleta seletiva e o serviço não abrangia a totalidade da população, com dificuldade de envolvimento social na segregação dos resíduos na fonte geradora (ABRELPE, 2021).

A partir da quantidade de resíduos orgânicos gerados semanalmente pelos participantes do estudo, foi possível estimar o volume total de 10.515 litros de resíduos orgânicos produzidos em 238 domicílios como demonstrado na Tabela 6. Foram desconsideradas 21 respostas dos

participantes que relataram não saber a quantidade de resíduos orgânicos gerados em seu domicílio semanalmente. Além disso, para a alternativa “mais de 6 sacolas de supermercado cheias”, foi considerado o valor 6. Kuesteis; Falconi (2021) apontam que uma sacola de supermercado cheia tem capacidade de 15 litros. Ademais, foi realizado cálculos, utilizando a estatística descritiva, do quartil, da mediana, da média, da máxima e da mínima do volume gerado semanalmente conforme a Tabela 7.

Tabela 6 – Volume total, em litros, gerados semanalmente pelos respondentes

Quantidade de Sacolas/Semana	Frequência Absoluta de Respostas	Total de Sacola/Semana	Volume gerado (L)
1	56	56	840
2	64	128	1920
3	37	111	1665
4	29	116	1740
5	22	110	1650
6	17	102	1530
Mais de 6	13	78	1170
<b>Total</b>	<b>238</b>	<b>701</b>	<b>10515</b>

Fonte: Autoria própria, 2022.

Tabela 7 – Estatísticas descritivas do volume, em litros, gerados semanalmente pelos respondentes

Mediana	Quartil 1	Quartil 2	Quartil 3	Valor Máximo	Valor Mínimo	Média
1650	1350	1650	1702,5	1920	840	1502,1

Fonte: Autoria própria, 2022.

Quando perguntado sobre o conhecimento do método de compostagem, a resposta mais escolhida foi “Conheço o tratamento e sei da sua importância para a redução de impacto ambiental” com 63,3% das respostas. Entretanto, 49,4% dos entrevistados respondeu que seus resíduos orgânicos domiciliares tinham outra destinação que não a compostagem. Em 2019, foram coletadas 65 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos de 3.712 municípios, sendo que apenas 305 mil toneladas, aproximadamente, foram recebidas em 73 unidades de compostagem e 15,9 milhões de toneladas foram dispostos em unidades consideradas inadequadas (BRASIL, 2020).

Ademais, 47,1% demonstrou interesse em cooperar com a separação dos resíduos em sua fonte geradora e o fator que mais dificultaria aderir ao processo de compostagem seria o tempo gasto no manejo do resíduo (49,4% dos respondentes) como explicita a Tabela 8.

Tabela 8 – Fatores limitantes na adesão da compostagem segundo os respondentes

Alternativas	Frequência absoluta	Frequência relativa
Não possuo tempo para realizar o manejo de resíduos por compostagem	128	49,4%
Não sei como realizar compostagem	104	40,2%
Falta de conhecimento sobre os benefícios da compostagem	61	23,6%
Não possuo condições financeiras para contratar um serviço privado de compostagem	57	22,0%
Outros membros da minha residência não aprovam ou não querem essa solução para os resíduos orgânicos gerados	43	16,6%
Não possuo condições financeiras para comprar ou fazer uma composteira	40	15,4%
Já realizo	9	3,5%
Outros	17	6,6%

Fonte: Autoria própria, 2022.

Por outro lado, um fator que meio ambiente e à saúde pública, auxiliaria aderir à compostagem se dispostos inadequadamente” seria a “Redução dos danos que estes resíduos podem causar ao demonstrado na Tabela 9.

Tabela 9 – Fatores motivadores na adesão da compostagem segundo os respondentes

Alternativas	Frequência absoluta	Frequência relativa
Redução dos danos que estes resíduos podem causar ao meio ambiente e à saúde pública, se dispostos inadequadamente;	220	84,9%
Benefícios que a compostagem traz para o solo	153	59,1%
Reciclagem dos resíduos orgânicos	150	57,9%
Obtenção de fertilizante orgânico pela compostagem;	147	56,8%
Aumento da vida útil dos aterros sanitários	116	44,8%
Possibilidade de influenciar outras pessoas a se preocuparem com o meio ambiente;	103	39,8%
Solução com tecnologia simples	100	38,6%
Divulgação da autoimagem pessoal (ex. mídias sociais) por aderir à boas práticas ambientais;	15	5,8%
Desconto no IPTU, IPVA	1	0,4%
Menor geração de lixo	1	0,4%

Fonte: Autoria própria, 2022.

Por fim, os entrevistados expuseram qual faixa de valor seria acessível pagar mensalmente a um serviço privado de compostagem para o tratamento dos resíduos orgânicos domiciliares, sendo que 42,2% pagaria de R\$ 15,00 a R\$ 30,00 reais por mês.

Todavia, buscando obter uma análise mais precisa sobre o perfil do entrevistado e compreender sua percepção no que diz respeito a separação dos resíduos na fonte geradora, o interesse na destinação dos resíduos orgânicos domiciliares à compostagem e a quantidade, em quilos de resíduos orgânicos gerados semanalmente na residência

dos respondentes, foram feitos cruzamentos dos dados.

A Tabela 10 trata dos resultados obtidos na relação entre as perguntas referentes a idade do participante e se o mesmo realizava a separação dos resíduos orgânicos dos demais resíduos. Desta forma, foi possível aferir que a maior frequência relativa (29,3%) correspondia a jovens de 18 a 25 anos de idade que afirmaram fazer a segregação da fração orgânica dos resíduos sólidos. De acordo com o Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística, em 2018, 39% da população brasileira relatou não fazer a separação dos resíduos gerados.

Tabela 10 – Separação dos resíduos orgânicos dos demais por faixa etária dos respondentes

Segregação de resíduos orgânicos dos demais	18 a 25 anos	26 a 35 anos	36 a 50 anos	51 a 65 anos	>65 anos	<18 anos	Total
Às vezes separo	15,1%	1,9%	3,5%	2,3%	0,4%	0,4%	23,6%
Não separo e não sei separá-los	4,2%	0,4%	1,5%	0%	0%	0%	6,2%
Não separo, mas sei separá-los	16,6%	1,2%	1,9%	2,3%	0,8%	0,4%	23,2%
Sim, sempre separo	29,3%	2,7%	6,9%	5,8%	2,3%	0%	47,1%
Total Geral	65,3%	6,2%	13,9%	10,4%	3,5%	0,8%	100%

Fonte: Autoria própria, 2022.

Entretanto, como explicitado na Tabela 11, que relaciona as questões referentes a idade e a destinação dos resíduos orgânicos, apenas 4,6% destes jovens de 18 a 25 anos de idade destinam seus resíduos orgânicos domiciliares ao tratamento por sistemas de compostagem, enquanto que 31,7% recorrem a outra destinação.

Tabela 11 – Destinação dos resíduos orgânicos por faixa etária dos respondentes

Destinação dos resíduos orgânicos	18 a 25 anos	26 a 35 anos	36 a 50 anos	51 a 65 anos	>65 anos	<18 anos	Total
Não sei	18,5%	0,8%	5,8%	3,1%	0,8%	0%	29,0%
Outra destinação	31,7%	3,1%	6,2%	5,4%	2,3%	0,8%	49,4%
Parte dos resíduos vai para compostagem	10,4%	1,9%	0,4%	0,4%	0,4%	0%	13,5%
São enviados para compostagem	4,6%	0,4%	1,5%	1,5%	0%	0%	8,1%
Total Geral	65,3%	6,2%	13,9%	10,4%	3,5%	0,8%	100%

Fonte: Autoria própria, 2022.

Finalmente, a Tabela 12 relaciona as respostas obtidas para idade e a quantidade, em quilos de resíduos orgânicos gerados semanalmente na residência dos respondentes. A parcela mais significativa de respostas (15,8%) é de jovens de 18 a 25 anos de idade que geram de 5 a 10 quilos de resíduos orgânicos semanalmente, correspondendo a 2 sacolas de supermercado cheias. Deste modo, considerando um ano com aproximadamente 52 semanas, esta parcela de respondentes geraria de 10.660 a 21.320 quilos de resíduos orgânicos por ano.

Tabela 12 – Resíduos orgânicos gerados, por quilo, semanalmente por faixa etária dos respondentes

Resíduos orgânicos gerados (kg) semanalmente	18 a 25 anos	26 a 35 anos	36 a 50 anos	51 a 65 anos	<65 anos	< 18 anos	Total
0 a 5 quilos	11,2%	1,2%	4,6%	3,5%	1,2%	0%	21,6%
10 a 15 quilos	9,7%	1,2%	1,9%	0,8%	0,8%	0%	14,3%
15 a 20 quilos	8,5%	0,8%	1,2%	0%	0,8%	0%	11,2%
20 a 25 quilos	6,9%	0%	0,8%	0,4%	0,4%	0%	8,5%
25 a 30 quilos	4,2%	0%	0,8%	1,5%	0%	0%	6,6%
30 ou mais quilos	3,9%	0%	0%	0,8%	0%	0,4%	5,0%
5 a 10 quilos	15,8%	2,7%	3,1%	2,7%	0,4%	0%	24,7%
Não sei informar	5,0%	0,4%	1,5%	0,8%	0,0%	0,4%	8,1%
Total	65,3%	6,2%	13,9%	10,4%	3,5%	0,8%	100%

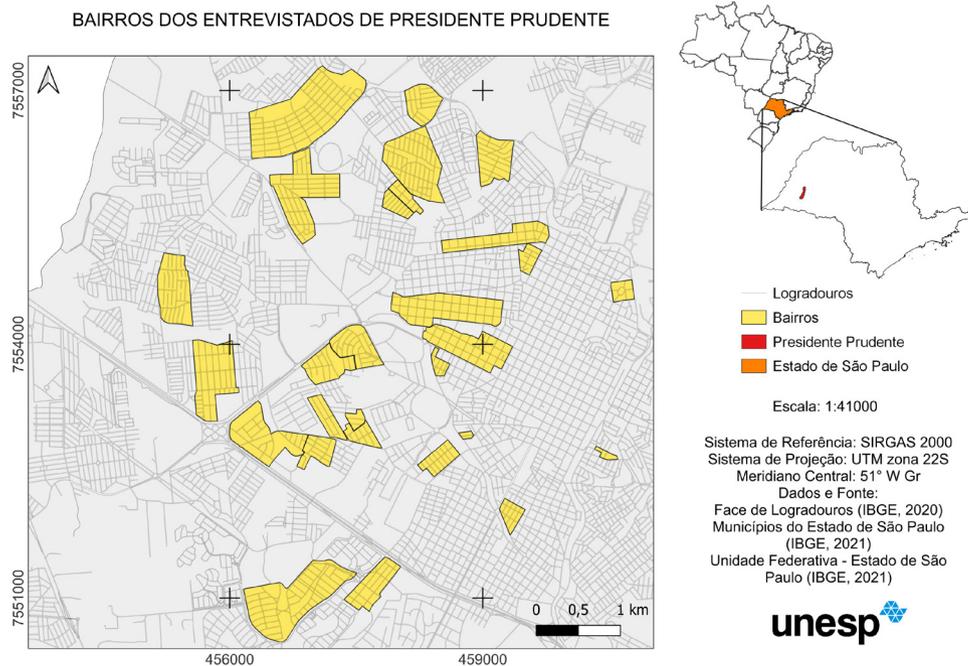
Fonte: Autoria própria, 2022.

Também foi relevante para a pesquisa, a espacialização e análise das respostas obtidas dos moradores do município brasileiro de Presidente Prudente, localizado no oeste paulista, que teve o maior número de respondentes do questionário, conforme apresentado anteriormente. Deste modo, foram avaliados os dados referentes aos bairros em que os participantes do estudo de Presidente Prudente residiam, o interesse em aderir a compostagem e a disposição em pagar para que uma empresa privada recolhesse e destinasse seus resíduos orgânicos domiciliares aos sistemas de compostagem. O objetivo desta análise foi averiguar os bairros da cidade que estariam mais propensos

em adotar a técnica para tratar a parcela orgânica dos resíduos sólidos urbanos.

Foram obtidas 50 respostas de moradores de 28 bairros no município de Presidente Prudente, como mostra a Figura 2, sendo que a maioria estava localizado na porção central da cidade e o bairro mais mencionado como residência dos entrevistados foi o Jardim das Rosas (20%). É importante ressaltar que foram desconsiderados dois bairros mencionados no questionário, a Vila Áurea, por possuir apenas uma rua, e o Conjunto Habitacional por não ter sido especificado qual dos Conjuntos o respondente tinha domicílio.

Figura 2 – Mapeamento dos bairros em que os respondentes de Presidente Prudente – SP residiam



Fonte: Autoria própria, 2022.

Assim sendo, 60% dos entrevistados do município demonstrou interesse em cooperar com a separação dos resíduos orgânicos na fonte geradora, desde que a prefeitura realizasse o tratamento por meio da compostagem gratuitamente. Outrossim, 80% dos participantes afirmaram que a coleta/tratamento dos resíduos orgânicos domiciliares é feita pela prefeitura.

Em 2019, os municípios brasileiros aplicaram R\$ 25 bilhões de recursos, R\$ 10,00 por habitante/mês, para a coleta e outros serviços de limpeza urbana, que incluem destinação final dos resíduos sólidos urbanos, capina, varrição, limpeza e manutenção de parques e jardim, entre outros, reafirmando a falta de políticas públicas para adotar outras tecnologias além das convencionais que envolvam toda sociedade na gestão dos resíduos, compartilhando a responsabilidade ambiental dos mesmos (ABRELPE, 2020).

Quando perguntado sobre a destinação dos resíduos orgânicos à compostagem, apenas 6% dos entrevistados de Presidente Prudente informaram já utilizar este método e 4% relataram tratar seus resíduos orgânicos na residência. Por último, 30% dos respondentes do município demonstraram interesse em pagar mensalmente de R\$ 15,00 a R\$ 30,00 reais para que uma empresa privada coletasse e tratasse seus resíduos orgânicos por meio da compostagem, enquanto que 34% manifestaram desinteresse por este serviço.

Por fim, de forma geral, com a aplicação do questionário online foi possível observar que os entrevistados demonstraram interesse em realizar o tratamento

dos resíduos orgânicos domiciliares pelo sistema de compostagem, além de reconhecerem a importância ambiental do método, sendo necessário, portanto, estímulo educacional para compreender o processo operacional das composteiras e executá-lo com qualidade.

Nesse contexto, é de extrema relevância que haja uma constante busca por mecanismos que aumentem a adesão à compostagem para tratar a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos, a fim de diversificar os sistemas de gestão de resíduos nos municípios, haja vista que as atuais formas de coleta e tratamento eximem a sociedade da responsabilidade ambiental (SIQUEIRA; ASSAD, 2015).

Desta forma, o poder público se torna um importante agente para promover programas de compostagem em diversos espaços físicos, bem como fomentar novas parcerias com o objetivo de adequar os planos municipais para estimular, fortalecer e desenvolver atividades que extinguem a disposição final dos resíduos orgânicos, como previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos, e reinsiram os resíduos orgânicos tratados nos agrossistemas. Assim, os solos agrícolas nutridos com o composto orgânico gerados nos sistemas de compostagem garantirão segurança alimentar e nutricional para a população que está em contínua expansão (SIQUEIRA; ASSAD, 2015).

## **5. Considerações finais**

Mediante os resultados obtidos na realização e análise do estudo, foi possível aferir sobre o perfil socioeconômico e motivacional dos

atores sociais geradores de resíduos sólidos domiciliares como proposto no objetivo. Nesse sentido, para que haja efetividade da participação social na co-gestão ambiental dos resíduos é relevante efetuar campanhas públicas que aumentem a adoção da compostagem dos resíduos sólidos em diferentes esferas econômicas, sociais e técnicas, como ferramenta de diversificação dos métodos convencionais de coleta e tratamento dos resíduos gerados pela população.

A associação entre composteiras e hortas urbanas e periurbanas em sistema de compostagem descentralizada promoveria o engajamento social, melhora na qualidade de vida e na qualidade ambiental dos comprometidos, bem como permitiria a utilização do composto orgânico nos cultivos agrícolas, contribuindo para a geração de alimentos. Além disso, a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos auxiliaria no aumento da vida útil de aterros sanitários.

A parceria entre empresas privadas e prefeituras municipais para a coleta e o tratamento dos resíduos orgânicos, por meio dos sistemas de compostagem, como forma de alterar a logística convencional do ciclo de vida dos resíduos orgânicos, que por vezes são tratados como rejeitos, poderia envolver setores, proporcionando vantagens ambientais, sociais e econômicas.

Assim, um fator importante que se torna evidente é a educação ambiental da qual os envolvidos no processo de construção e execução da compostagem em diferentes espaços físicos como bairros, domicílios, instituições, empresas privadas, entre outros, deveriam estar expostos. É

possível ensinar para qualquer faixa etária sobre conceitos de ciclagem da matéria orgânica, segregação dos resíduos sólidos urbanos na fonte geradora, destinação e disposição final ambientalmente adequada e decomposição biológica controlada.

Finalmente, é fundamental que haja incentivos públicos para desenvolver programas de estímulo a compostagem, com ampla divulgação e abrangência utilizando, por exemplo, as mídias sociais para divulgação dos projetos buscando conhecimento, interesse e envolvimento de toda a população local.

### **Agradecimentos**

As autoras agradecem ao 5º Congresso Sul-americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade realizado pelo IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, em maio de 2022. As autoras também agradecem o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Unesp (PIBIC) – Processo n. 4394/2021, pelo apoio financeiro.

### **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama Dos Resíduos Sólidos No Brasil*. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>. Acesso em: 05 de out. de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama Dos Resíduos Sólidos No Brasil*. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: 19 de set. de 2022.

- BRASIL. Constituição (2010). Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos*; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 08 de dez. de 2022.
- BRASIL. Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: *manual de orientação*. Brasília, 2017. Disponível em: [http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/2016/07/rs6-compostagem-manualorientacao\\_mma\\_2017-06-20.pdf](http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/2016/07/rs6-compostagem-manualorientacao_mma_2017-06-20.pdf). Acesso em: 12 de out. de 2022.
- BRASIL. *Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos*. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2019>. Acesso em: 05 de dez. de 2022.
- CONAMA – Conselho Nacional Do Meio Ambiente. *Resolução no. 481, de 3 de outubro de 2017*. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências. Disponível em: [www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br). Acesso em: 05 de dez. de 2022.
- COSTA, B. R. L. *Bola de Neve Virtual: o uso das redes sociais virtuais no processo de coleta de dados de uma pesquisa científica*. Revista Interdisciplinar de Gestão Social, Universidade Federal da Bahia, v.7, n.1, p. 15-37, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/rigs/article/view/24649>. Acesso em: 17 de jul. de 2022.
- Dia do Meio Ambiente: 4 em cada 10 brasileiros não separam o lixo, aponta pesquisa *Ibope. G1*, 05 de jun. de 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/dia-do-meio-ambiente-4-em-cada-10-brasileiros-nao-separam-o-lixo-aponta-pesquisa-ibope.ghtml>. Acesso em: 05 de dez. de 2022.
- FARIA, Tainara. *Diagnóstico dos resíduos orgânicos e proposta de compostagem centralizada em Álvares Machado – SP*. 2018. p. 79. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental). Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, Presidente Prudente, 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Nacional Por Amostra De Domicílios Contínua: Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal*. 2019. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101794\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101794_informativo.pdf). Acesso em: 09 de set. de 2022.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Nacional Por Amostra De Domicílios Contínua: rendimento de todas as fontes*. 2020. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101880\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101880_informativo.pdf). Acesso em: 09 de set. de 2022.
- KUESTEIS, J. A.; FOLCONI, L. D. *Resíduos Sólidos Domiciliares e a Pandemia da COVID-19*. Engenharia Ambiental. Faculdade de Ciência e Tecnologia. Presidente Prudente – SP, 2021.
- RIBEIRO, A. C. *Meio Ambiente e*

*Educação: percepção ambiental de jovens alunos acerca da água.* 2017. 158 f. Tese (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/8109/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Adelson%20da%20Costa%20Ribeiro%20-%202017.pdf>. Acesso em: 21 de set. de 2022.

SIQUEIRA, T. M. O.; ASSAD, M. L. R. C. L. *Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de São Paulo (Brasil)*. *Ambiente e Sociedade*, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 243-264, out./dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/SxNJJsR58y8D4HhY3JZPNm/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 de nov. de 2022.

# INVESTIGACIÓN APLICADA A LA GESTIÓN DE RIESGO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO, PARA FINES DE PLANIFICACIÓN URBANA. CASO PILOTO: “EROSIÓN EN LA CIUDAD DE SÃO CARLOS”

*Research applied to geological-geotechnical risk management, for urban planning purposes. Pilot case: “Erosion in the city of São Carlos”*

## Ileana Carolina Osorio Acosta

Engenheira Geóloga, Mestre em Engenharia Urbana pelo Prog. de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU) da Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR  
orcid: [0000-0001-7254-1322](https://orcid.org/0000-0001-7254-1322)  
icoa12@gmail.com

## Orientadora

### Denise Balestrero Menezes

Professora Doutora do Prog. de Pós-Graduação em Engenharia Urbana Univ. Fed. de São Carlos  
orcid: [0000-0003-2962-3028](https://orcid.org/0000-0003-2962-3028)  
denisebm@ufscar.br

## RESUMEN

La necesidad de profundizar el análisis de los procesos geológicos de origen combinadas, en áreas urbanizadas, exige la revisión constante de las metodologías a ser utilizadas. En este sentido, la presente investigación tuvo como objetivo la construcción de una propuesta metodológica de inserción de datos geotécnicos de subsuelo en la elaboración de una carta de susceptibilidad a procesos erosivos lineares, en una microcuenca de la ciudad de São Carlos- SP, como herramienta fundamental en la gestión de riesgos urbanos.

Inicialmente, se realizó una evaluación evolutiva de las metodologías de cartas de susceptibilidad y riesgo por erosión y deslizamientos ya existentes en el estado de São Paulo, siendo identificados tres grandes grupos: cartas geotécnicas, cartas de susceptibilidad y mapas de riesgos. Dentro de los grupos cartográficos de riesgo y susceptibilidad, fueron resaltados los trabajos que abarcaron procesos erosivos en sus resultados, por ser estos procesos el punto central de nuestro trabajo de investigación. Este levantamiento favoreció la elección del análisis multicriterio en el desarrollo de nuestra propuesta metodológica.

En la secuencia, se procedió a la caracterización del medio físico de la microcuenca del río Mineirinho, en la ciudad de São Carlos- SP, mediante la selección de variables topográficas, antrópicas y geotécnicas consideradas importantes en el desarrollo de procesos erosivos. Fueron escogidas: la pendiente, la curvatura de las laderas, la cobertura y uso de la tierra, la variación vertical de las texturas de los materiales inconsolidados, así como los parámetros geotécnicos de resistencia a la penetración, cohesión, ángulo de fricción interna y densidad o masa específica para cada material, por considerarlos relevantes en el contexto de esta investigación. Para la evaluación de las características geotécnicas de los materiales superficiales existentes en la cuenca estudiada, fueron realizados ensayos de laboratorio (granulometría, densidad, caracterización) e in situ de la resistencia a la penetración. Para este ensayo fue utilizado el penetrómetro de impacto de STOLF. El levantamiento de datos fue completado con la colecta de datos preexistentes de perforaciones geotécnicas, pozos y ensayos de trabajos previos realizados en la región de estudio, constituyendo el primer esfuerzo para la creación de un banco de datos geológico-geotécnico en el Departamento de Ingeniería Civil (DECiv) de la Universidad Federal de São Carlos (UFSCar).

Finalmente, fue generada la carta de susceptibilidad a la erosión en escala 1:15.000 de la microcuenca del río Mineirinho, con detalle (escala 1:2.000) en una región en la que actualmente se están desarrollando procesos erosivos. Se obtuvo como resultado el predominio de la clase de “susceptibilidad alta”, delimitando correctamente las áreas más degradadas, lo que confirma la influencia de las características de los factores condicionantes evaluados (Topográficos, texturales, geotécnicos y antrópicos) en la potencialización de procesos erosivos.

**Palabras Clave:** Caracterización Geotécnica; correlaciones empíricas; erosión lineal.

Data da Submissão:  
03junho2022  
Data da Publicação:  
10junho2022

## ABSTRACT

The need to deepen the analysis of geological processes, of combined origin (natural-anthropogenic), in urbanized areas requires a constant review of the methodologies to be

used. In this sense, the present research had as objective the construction of a methodological proposal of insertion of geotechnical data of subsoil in the elaboration of a map of susceptibilities to linear erosive processes, in a microbasin of the city of São Carlos-SP, like a fundamental tool in risk management in urban areas.

Initially, the evolutionary assessment of the susceptibility and risk maps for erosion and landslide already existing in the state of São Paulo was carried out, and three major groups were identified: geotechnical maps, susceptibility maps and risk mapping. Within the cartographic groups of risk and susceptibility, the studies that included erosive features in their results were highlighted, since erosive processes are the central point of our research work. This survey favored the choice of multicriteria analysis in the development of our methodological proposal.

Then, the characterization of the physical environment, the watershed of the Mineirinho river, proceeded through the selection of topographic, anthropic variables and soil attributes (subsoil) considered important in the development of erosive processes. Being chosen: the slope, the curvature of the slopes, the coverage and use of the soil, the vertical variation of the textures of the unconsolidated materials, as well as the geotechnical parameters of resistance to penetration, cohesion, friction angle and specific mass for each material, for consider them relevant in the context of this research. For the evaluation of the geotechnical characteristics of the superficial materials occurring in the studied basin, laboratory and in situ tests of resistance to penetration were carried out, using the STOLF impact penetrometer, as well as the collection and use of pre-existing data from drilling and wells carried out in the study region; constituting the first effort to create a geological-geotechnical database in the UFSCar DECiv.

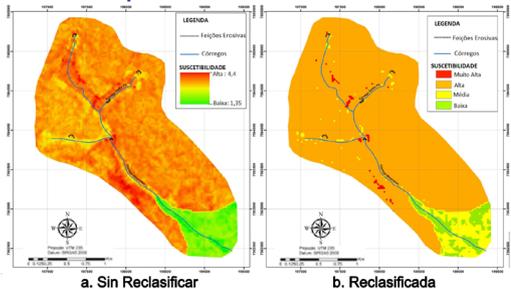
Finally, the 1: 15.000 scale erosion susceptibility map was generated in the Mineirinho river watershed in the city of São Carlos-SP, with detail (1: 2.000 scale) in a region that is currently developing erosion; resulting in the predominance of the "high susceptibility" class, correctly delimiting the most degraded areas, which confirms the influence of evaluated conditioning factors (topographic, textural, geotechnical and anthropogenic) in the potentiation of erosive features.

**Keywords:** Empirical correlations; geotechnical characterization; linear erosion.

## INVESTIGACIÓN APLICADA A LA GESTIÓN DE RIESGO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO, PARA FINES DE PLANIFICACIÓN URBANA. CASO PILOTO: "EROSIÓN EN LA CIUDAD DE SÃO CARLOS"



### Carta de Susceptibilidad a la erosión, microcuenca río Mineirinho.



**Conclusión**

Esta investigación ofrece una contribución para fortalecer el alcance de la geología urbana a partir del uso de datos del subsuelo preexistentes (perforaciones geotécnicas, pozos, etc.), como fuente de información, no sólo para compensar la muy frecuente inexistencia de afloramientos en el contexto urbano, sino con el propósito de promover la apropiación del patrimonio técnico muy disperso en ciudades en crecimiento. Dentro de ese enfoque, esta disertación reveló las posibilidades que ofrecen los datos del subsuelo como herramienta en la evaluación de la generación de procesos geológicos en áreas urbanas, como en el caso de las erosiones en la microcuenca del río Mineirinho.

Osorio, 2022

**COMO CITAR:** ACOSTA, I. C. O. *Investigação aplicada à gestão de risco geológico-geotécnico, para fins de planejamento urbano. Caso piloto: "Erosão na cidade de São Carlos"*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, p. 195. 2022.

**Link de acceso:** <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13761>

# UM ESTUDO SOBRE A MOBILIDADE ATIVA DE IDOSOS EM UMA CIDADE DE PORTE MÉDIO A PARTIR DA ABORDAGEM SOCIOECOLÓGICA

*A study on the active mobility of the elderly in a medium-sized city  
through the socio-ecological approach*

## Luciana Mação Bernal

Arquiteta Urbanista, Mestre em Engenharia Urbana pelo Prog. de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU) da Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR, Doutoranda em Engenharia Urbana pelo mesmo programa  
orcid: [0000-0002-8887-8402](https://orcid.org/0000-0002-8887-8402)  
bernallu@gmail.com

## Orientadora Suely da Penha Sanches

Professora Doutora do Prog. de Pós-Graduação em Engenharia Urbana Univ. Fed. de São Carlos  
orcid: [0000-0001-6496-8705](https://orcid.org/0000-0001-6496-8705)  
ssanches@ufscar.br

## RESUMO

O crescimento da população idosa, no Brasil e no mundo, reforça a necessidade das cidades se planejarem para acolher esta população, garantindo a qualidade de seu deslocamento de forma segura e autônoma. Neste sentido, a pesquisa buscou realizar um estudo sobre a mobilidade ativa de idosos em uma cidade de porte médio a partir da abordagem socioecológica. Esta abordagem propõe verificar diferentes níveis de influência na relação do indivíduo com o ambiente. Para o estudo foram estabelecidos os níveis: individual, social, ambiente físico e políticas públicas, sendo cada nível caracterizados por fatores. O objetivo do estudo foi identificar fatores que influenciam na mobilidade ativa de idosos e avaliar a percepção destes indivíduos em relação aos fatores, além de analisar a importância dos níveis socioecológicos na mobilidade ativa de idosos. Para isto, os fatores mais citados na literatura foram classificados de acordo com seu respectivo nível socioecológico. Em seguida, foi elaborado um instrumento de pesquisa para avaliar a percepção dos idosos sobre os fatores e o instrumento foi aplicado na cidade de São Carlos-SP. A partir dos resultados, verificou-se que, em relação ao nível individual, a maior parte dos idosos apresentou uma atitude positiva sobre caminhar, mostrando afinidade com a prática. Porém, de forma efetiva, a maior parte foi classificada como indivíduos não ativos (caminham menos de 150 minutos na semana). Em relação ao nível de influência social, observou-se de forma geral, que o apoio de familiares e amigos foi neutro para o incentivo à caminhada. Ao avaliar separadamente, familiares tendem a incentivar mais os idosos a caminhar do que amigos. O nível de ambiente físico do bairro também foi avaliado como neutro. Apesar de fatores como qualidade de calçadas, estética (sem mato, lixo, etc.) e seguridade (medo a assalto e agressões) serem avaliados como ruins, desestimulando a caminhada, fatores como mistura de usos do solo e caminhos alternativos contribuem positivamente para a prática da caminhada. Em relação ao nível político, para os idosos, espaços destinados aos pedestres não são bem geridos pela administração pública. Após obter a percepção dos idosos, foi calibrado um modelo de regressão logística binária para verificar qual ou quais níveis foram mais relevantes para que os idosos sejam ativos. Verificou-se que o nível socioecológico mais relevante foi o ambiente físico, seguido do nível individual e do apoio social. O nível político não se mostrou estatisticamente significativo para o modelo de regressão. Compreender a importância dos níveis possibilita aos gestores uma visão macro sobre as necessidades da cidade e, ao observar a percepção dos idosos sobre os fatores correspondentes a cada nível, identificar o que atua como barreira e estímulo, fomentando informações que possibilitam que sejam criadas medidas de incentivo a mobilidade ativa de idosos.

**Palavras-chave:** Idosos; Mobilidade ativa; Modelo socioecológico.

## ABSTRACT

The growth of the elderly population, in Brazil and in the world, reinforces the need for cities to plan to welcome this population, guaranteeing them the quality of their mobility in a safe and autonomous way. The research sought to carry out a study on the active mobility of the elderly based on a socio-ecological approach. This approach proposes to verify different levels of influence in the individual's relationship with the environment. For the study, the levels were established: individual, social, physical environment and public policies, each level being

Data da Submissão:  
21julho2022  
Data da Publicação:  
26agosto2022

characterized by factors. The objective was to identify factors that influence the active mobility of the elderly and to assess the perception of these individuals in relation to the factors, in addition to analyzing the importance of socioecological levels in this mobility. The most cited factors in the literature were selected and classified according to their respective socioecological level. Then, a research instrument was developed to assess the perception of the elderly about the factors and was applied in the city of São Carlos-SP. As a result, in relation to the individual level, most of the elderly showed a positive attitude about walking, showing affinity with the practice. However, effectively, most of the elderly were classified as non-active individuals (walking less than 150 minutes a week). Regarding the level of social, was observed that the support from family and friends was neutral to encourage walking. The level of the physical environment of the neighborhood was also rated neutral. Although factors such as quality of sidewalks, aesthetics (no weeds, garbage, etc.) and safety (fear of assault and aggression) are evaluated as bad, discouraging walking, factors such as mixed land uses and alternative paths contribute positively to the walking. Regarding the political level, spaces intended for pedestrians are not well managed by managers. Finally, a binary logistic regression model was calibrated to verify which levels were most relevant for the elderly to be active. It was found that the most relevant was the physical environment level, followed by the individual and social support. The political level was not statistically significant for the regression model. Understanding the importance of levels allows managers to have a macro view of the city's needs and, by observing the elderly's perception of the factors corresponding to each level, identify what acts as a barrier and stimulus, fostering information that allows the creation of measures of encouraging active mobility of the elderly.

**Keywords:** Elderly; Active mobility; Socio-ecological model.

**COMO CITAR:** BERNAL, L. M. **Um estudo sobre a mobilidade ativa de idosos em uma cidade de porte médio a partir da abordagem socioecológica.** Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, p. 145. 2022.

**Link de acesso:** <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/16169>

# REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL: IDENTIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS E LACUNAS COM APOIO EM ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

*Water distribution networks and the digital transformation: Identifying trends and gaps supported by bibliometric analysis*

## Ligia Lulai Ferreira

Engenheira Civil, Mestre em Engenharia Urbana pelo Prog. de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU) da Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR  
orcid: [0000-0002-5305-6521](https://orcid.org/0000-0002-5305-6521)  
lfulai@gmail.com

## Orientadora

### Cali Laguna Achon

Professora Doutora do Prog. de Pós-Graduação em Engenharia Urbana Univ. Fed. de São Carlos  
orcid: [0000-0001-5819-8089](https://orcid.org/0000-0001-5819-8089)  
caliachon@ufscar.br

## RESUMO

Devido ao caráter dinâmico dos sistemas de distribuição de água, recomenda-se que seu gerenciamento operacional seja apoiado em modelagem hidráulica, a qual é preconizada pela ABNT NBR 12.218/2017 como instrumento de planejamento e operação. Modelos hidráulicos são ferramentas capazes de representar em simulações o comportamento do sistema, conforme sua configuração física, lógica e topológica, possibilitando analisar suas condições atuais e fazer previsões. Para se atingir o fim de gerenciamento operacional apoiado em modelagem, e não só a aplicação pontual de modelos para análises específicas, a qualidade do cadastro de ativos, recursos de monitoramento em tempo real, análise de dados, modelos de previsão e de detecção de anomalias se mostram cada vez mais relevantes. Dados a NBR 12.218, o decreto nº 9.9.83, de 2019, que coloca como meta a implementação do Building Information Modeling (BIM) para obras e serviços de engenharia, e o decreto nº 10.306, que prevê, a partir de 2028, o seu uso para fins de operação e manutenção dos empreendimentos, almejou-se investigar as relações entre essas ferramentas no contexto da transformação digital do saneamento com foco em redes de distribuição de água. Para tanto, foi conduzida uma revisão bibliométrica de literatura embasada em três eixos de pesquisa e agregando 114 artigos: 1) Modelagem hidráulica e gerenciamento operacional; 2) Modelos de informação e redes de distribuição; 3) Smart water e conceitos correlatos. Dentre os principais resultados, observou-se que, entre 2015 e 2016, o foco das pesquisas começa a migrar de assuntos mais voltados a modelagem hidráulica e métodos de calibração para abordagens mais dinâmicas, com monitoramento em tempo real, segurança cibernética e smart water, evidenciando-se grande interesse em medição inteligente e uso de tecnologias de Internet das Coisas. Notou-se prevalência de estudos voltados a soluções técnicas abordando sistemas benchmark, considerando sistemas já calibrados e com parâmetros hidráulicos bem conhecidos, e um distanciamento da pesquisa em relação às necessidades práticas de prestadores de serviços, como casos de negócio evidenciando as vantagens e oportunidades de retorno de investimentos em tecnologias digitais.

**Palavras-chave:** Modelagem hidráulica, smart water, information model, BIM.

## ABSTRACT

Due to the dynamic nature of water distribution systems, their operational management ideally should be supported by hydraulic modeling, which is recommended by ABNT NBR 12.218/2017 as a planning and operation instrument. Hydraulic models are tools capable of representing in simulations the behavior of the system, according to its physical, logical and topological configuration, making it possible to analyze its current conditions and make predictions. In order to achieve the purpose of operational management supported by modeling, instead of only using it as punctual applications for specific analysis, the quality of the asset register, real-time monitoring capabilities, data analysis, forecasting and anomaly detection models are increasingly relevant. Given NBR 12.218; Decree No. 9.9.83, of 2019, which sets as a goal the implementation of Building Information Modeling (BIM) for engineering works and services; and Decree No. 10.306 which determines BIM be applied to building's operations and management as far year 2028, the objective of this research was to investigate the relationships between these tools in the context of the water sector's digital transformation focusing on water

Data da Submissão:  
23novembro2022  
Data da Publicação:  
28fevereiro2023

distribution networks. Therefore, a literature bibliometric review was conducted based on three research axes, comprising 114 articles: 1) Hydraulic modeling and operational management; 2) Information models and distribution networks; 3) Smart water and related concepts. Among the main results, it was observed that until 2015, the research focus mostly lied on subjects related to hydraulic modeling and calibration methods. From 2016, topics related to more dynamic approaches, such as real-time monitoring, cyber security and smart water started gaining traction, with great interest in smart metering and the use of IoT technologies. There was a prevalence of studies focusing on technical solutions addressing benchmark systems, considering systems already calibrated and with well-known hydraulic parameters, and a gap was found in research relating to the practical needs of service providers, such as business cases evidencing the advantages and opportunities of return on investments in digital technologies.

**Keywords:** Hydraulic modeling, smart water, information model, BIM

**COMO CITAR:** FERREIRA, L. L. **Redes de distribuição de água e a transformação digital: identificação de tendências e lacunas com apoio em análise bibliométrica.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, p. 111. 2022.

**Link de acesso:** <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/16918>

## **Avaliadores**

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Denise Balestrero Menezes  
Prof. Dr. Elias Santos Junior  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Katia Sakihama Ventura  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Bovo Peres  
Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Cordoba  
Prof. Dr. Vandoir Bourscheidt

## 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. Fábio Noel Stanganini  
Prof. Dr. José Augusto de Lollo  
Profª Drª Marcilene Dantas Ferreira

### **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