

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

BRUNO TADASHI SHINKAWA
FÁBIO MATHEUS CAVALHEIRO ROCHA

**ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS DE DESPEJOS IRREGULARES DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) NA CIDADE DE SÃO CARLOS/SP**

São Carlos
2025

BRUNO TADASHI SHINKAWA
FÁBIO MATHEUS CAVALHEIRO ROCHA

**ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS DE DESPEJOS IRREGULARES DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) NA CIDADE DE SÃO CARLOS/SP**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação de engenharia ambiental, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Henrique Duarte de Oliveira

São Carlos

2025

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES
TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO,
PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues
Fontes da EESC/USP

S556a	<p>Shinkawa, Bruno Tadashi</p> <p>Análise das ocorrências de despejos irregulares de resíduos da construção civil (RCC) na cidade de São Carlos/SP / Bruno Tadashi Shinkawa, Fábio Matheus Cavalheiro Rocha; orientador Guilherme Henrique Duarte de Oliveira. -- São Carlos, 2025.</p> <p>Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2025.</p> <p>1. Ecopontos. 2. Meio ambiente. 3. Gerenciamento. 4. Disposição irregular. 5. Sustentabilidade. 6. Detritos. I. Rocha, Fábio Matheus Cavalheiro. II. Título.</p>
-------	---

Elaborado por Elena Luzia Palloni Gonçalves – CRB 8/4464

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): **Bruno Tadashi Shinkawa e Fabio Matheus Cavalheiro Rocha**

Data da Defesa: 04/04/2025

Comissão Julgadora:

Resultado:

Guilherme Henrique Duarte de Oliveira (Orientador(a))

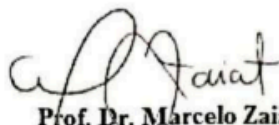
APROVADOS

Júlia Fonseca Colombo Andrade

APROVADOS

Cleyse Kelly Barbosa Nunes

APROVADOS



Prof. Dr. Marcelo Zaiat

Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

AGRADECIMENTOS

Fábio Matheus Cavalheiro Rocha

Aos meus avós, que são pessoas inspiradoras e que sempre me apoiaram nos estudos.

Aos meus pais, pela dedicação, ensinamentos e por sempre buscarem o melhor para mim e meus irmãos.

Aos meus irmãos, pela companhia e por me ensinarem que compartilhar a vida é o melhor jeito de se viver.

À minha família, que sempre me apoiou e acreditou na realização desse sonho.

Às pessoas especiais que estiveram comigo nessa jornada, por todo o suporte, parceria e por compartilharem momentos inesquecíveis.

Aos meus amigos da República Feudo, que me acolheram desde o primeiro dia em São Carlos e se tornaram irmãos de vida.

Às extracurriculares, ENGAI, SEA, Operação Natal e GEISA, que me permitiram ter uma vivência universitária proveitosa e cheia de experiências.

Ao meu amigo, Bruno Tadashi, pelo companheirismo ao longo dos anos e pela parceria no trabalho de conclusão de curso.

Ao Professor Doutor Guilherme, pelo suporte e orientação.

Bruno Tadashi Shinkawa

Aos meus pais que forneceram todo apoio essencial para esse acontecimento

À minha família, que me apoia desde sempre.

Aos meus amigos que fizeram a faculdade ser um lugar mais incrível.

À minha dupla, Fábio Matheus, por ter aceitado esse desafio comigo.

Ao Professor Doutor Guilherme, pelo suporte e orientação.

Às pessoas que eu conheci durante esse caminho que me ajudaram a crescer como pessoa

À república Feudo por ter me acolhido durante um momento tão difícil.

ROCHA, F. M. C.; SHINKAWA, B. T. **ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS DE DESPEJOS IRREGULARES DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) NA CIDADE DE SÃO CARLOS/SP**. 2025. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2025.

RESUMO

A disposição inadequada dos resíduos da construção civil (RCC) é uma problemática que afeta diversas regiões da cidade de São Carlos/SP, sendo impulsionada pelo desenvolvimento tecnológico, industrial e imobiliário. Para enfrentar essa questão, a Lei Municipal nº 13.867/2006 institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, o qual estabelece um sistema para a gestão sustentável desses resíduos, identificando os agentes responsáveis e suas respectivas atribuições. Este trabalho teve como objetivo analisar o gerenciamento de resíduos da construção civil no município, com ênfase na predominância de denúncias de descarte irregular de RCC entre os anos de 2019 e 2022. Foi utilizado o Qgis para o tratamento dos dados, resultando na análise de 326 denúncias, junto com a localização de 6 ecopontos e a consideração da densidade populacional. Apesar de o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Carlos não indicar todos os pontos de descarte irregular no município ao longo dos anos devido à falta de dados sistematizados e geoespacializados, os resultados dessa pesquisa evidenciam uma concentração significativa de denúncias no perímetro urbano, especialmente nos distritos Sede São Carlos, Bela Vista São-Carlense e Vila Nery. Além disso, estima-se que a geração anual de RCC por pequenos geradores no município seja de aproximadamente 21.196,5 toneladas. Com base nesses dados, conclui-se que a gestão dos resíduos da construção civil necessita ser aprimorada, por meio de políticas públicas mais eficazes e de uma maior conscientização da população.

Palavras-chave: Ecopontos, Meio Ambiente, Gerenciamento, Disposição Irregular, Sustentabilidade, Detritos.

ROCHA, F. M. C.; SHINKAWA, B. T. **ANALYSIS OF IRREGULAR DISPOSAL OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE (CDW) IN THE CITY OF SÃO CARLOS/SP**. 2025. Monograph (Undergraduate Thesis) – School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2025.

ABSTRACT

The inadequate disposal of construction and demolition waste (CDW) is an issue affecting several regions of the city of São Carlos/SP, driven by technological, industrial, and real estate development. To address this problem, Municipal Law No. 13,867/2006 established the Integrated Construction Waste Management Plan, which outlines a system for the sustainable management of these wastes, identifying responsible parties and their respective duties. This study aimed to analyze the management of construction and demolition waste in the municipality, with a focus on the prevalence of irregular CDW disposal complaints between 2019 and 2022. The QGIS software was used for data processing, resulting in the analysis of 326 complaints, along with the location of 6 recycling points and consideration of population density. Although the São Carlos Municipal Integrated Solid Waste Management Plan does not indicate all irregular disposal points in the municipality over the years due to the lack of systematized and geospatially organized data, the results of this research show a significant concentration of complaints in the urban area, particularly in the districts of Sede São Carlos, Bela Vista São-Carlense, and Vila Nery. Additionally, it is estimated that the annual generation of CDW by small generators in the municipality is approximately 21,196.5 tons. Based on these findings, it is concluded that the management of construction and demolition waste needs to be improved through more effective public policies and increased public awareness.

Keywords: Eco-points, Environment, Management, Irregular Disposal, Sustainability, Debris.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo principal	12
2.2 Objetivos específicos	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 Caracterização de São Carlos/SP	13
3.1.1 Localização	13
3.1.2 População	13
3.1.3 Saneamento básico	14
3.2 Situação dos resíduos da construção civil no Brasil	14
3.2.1 Geração de resíduos da construção civil no Brasil	14
3.2.2 Marcos regulatórios da gestão dos resíduos da construção civil no Brasil	15
3.2.3 Caracterização dos resíduos da construção civil	16
3.3 Gestão dos resíduos da construção civil no Brasil	17
3.3.1 Ecopontos	18
3.3.2 Aterros de resíduos da construção civil e de inertes	18
3.3.3 Reciclagem de resíduos da construção civil classe A	19
3.3.4 Sistema de gestão de resíduos da construção civil no município de São Carlos/SP	19
3.3.5 Impactos da disposição inadequada de resíduos da construção civil	20
3.4 Estratégias para quantificação da geração de resíduos da construção civil	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Dados fornecidos pela Ouvidoria da Prefeitura de São Carlos	23
4.1.1 Dados referentes a denúncias de descarte irregular de resíduos em São Carlos	23
4.1.2 Dados das medições e saídas dos ecopontos de São Carlos	24
4.2 Tratamento dos dados de denúncias da Ouvidoria da Prefeitura de São Carlos	24
4.2.1 Tratamentos dos dados no software qGis	24
4.2.2 Tratamentos dos dados no software Excel	25
4.2.3 Geoespacialização das denúncias	26
4.2.4 Geoespacialização dos ecopontos na cidade de São Carlos	26
4.2.5 Mapa de densidade populacional	28
4.2.6 Mapas de índice de denúncias por população nos setores censitários e distritos	29
4.2.7 Mapas de sobreposição dos ecopontos com o mapa do índice de denúncias por população nos setores censitários e distritos	31
4.3 Estimativa de geração, coleta dos ecopontos e descarte irregular de Resíduos da Construção Civil por Pequenos Geradores no Município de São Carlos/SP	32
4.3.1 Geração de RCC por pequenos geradores	32
4.3.2 Coleta de RCC nos ecopontos	33
4.3.3 Descarte irregular de RCC	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1 Denúncias de despejo irregular de resíduos na cidade de São Carlos	35
5.1.1 Denúncias totais de resíduos	35
5.1.2 Denúncias por tipologia dos resíduos	36
5.2 Denúncias de resíduos da construção civil	37

5.3 Distribuição dos ecopontos na cidade de São Carlos	41
5.4 Relação entre densidade populacional e o Índice de denúncias de descarte irregular de RCC por população	46
5.4.1 Relação para os Setores Censitários do município de São Carlos/SP	46
5.4.2 Relação para os Distritos do município de São Carlos/SP	48
5.5 Relação entre as zonas de influência dos ecopontos com índice de denúncias	49
5.5.1 Relação para os Setores Censitários do município de São Carlos/SP	49
5.6 Comparação das denúncias entre 2019 e 2020 com as informações do PMGIRS	50
5.7 Estimativa da geração de RCC por pequenos geradores	51
5.8 Limitações das análises realizadas	53
6 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

A construção civil exerce um papel importante para o desenvolvimento econômico e social no cenário nacional e mundial, impulsionando o aumento e melhoria de moradias, rodovias, pontes e estruturas essenciais para a sociedade. Este subsetor faz parte do setor da Indústria e, no ano de 2023, foi responsável por cerca de 6,2% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, contribuindo para a geração de empregos, para o crescimento urbano e para a melhoria da infraestrutura (IBGE, 2024).

Apesar do seu papel de destaque, a construção civil, como toda ação realizada pelo ser humano, apresenta pontos negativos e que podem ocasionar diferentes tipos e grandezas de impacto na sociedade, na economia e no meio ambiente, como por exemplo: desapropriação de locais e pessoas, desvalorização de áreas por conta da poluição visual e sonora e contaminação ambiental por conta dos resíduos gerados durante e após a construção (Barbisan *et al.*, 2011).

Um dos impactos ambientais ocasionados pela construção civil é a geração e disposição incorreta dos resíduos durante e após a construção, os quais são conhecidos como Resíduos da Construção Civil (RCC). De acordo com a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente – ABREMA (2024), estima-se que foram geradas cerca de 45 milhões de toneladas no ano de 2022 em todo o território brasileiro.

A Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, define Resíduos da Construção Civil como os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis (Brasil, 2010).

Esses resíduos, se não geridos de forma correta, podem ocasionar sérios impactos na paisagem urbana, na obstrução de vias públicas, no tráfego de pedestres e veículos, na drenagem urbana, na atração de vetores de doenças, na poluição do solo e de recursos hídricos, contribuindo para a degradação de áreas urbanas e rurais (Klein e Gonçalves-Dias, 2017).

Para evitar tais impactos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a Resolução CONAMA 307/2002, e suas alterações, estabelecem instrumentos e critérios para a gestão adequada desses resíduos. Um desses instrumentos é o Plano de Gerenciamento de

Resíduos da Construção Civil (PGRCC), que consiste em um plano com diretrizes, metas, programas e ações voltadas à gestão sustentável dos resíduos sólidos desde a sua geração até a sua disposição final (Brasil, 2002).

No contexto do município de São Carlos, a disposição incorreta de RCC é uma problemática real que afeta diversas regiões da cidade, impulsionado pelo desenvolvimento tecnológico, industrial e imobiliário da região (São Carlos, 2020). Para lidar com tal questão, tem-se a Lei Municipal nº 13.867/2006, que institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e o Sistema para a Gestão destes resíduos e dá outras providências. O plano estabelece um sistema para a gestão sustentável desses resíduos e volumosos, identificando os agentes envolvidos e suas responsabilidades, a destinação adequada e os fluxos a serem seguidos (São Carlos, 2006).

No Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de São Carlos, estão mapeados os pontos em que os descartes são recorrentes e de grande volume no município. Porém, não estão mapeados todos os locais de descartes ao longo dos anos, pois o município não apresenta dados sistematizados e geoespacializados nas áreas de descarte irregular de RCC em seu território (São Carlos, 2020).

A partir disso, torna-se importante a análise da disposição dos descartes irregulares de resíduos da construção civil São Carlos/SP, de modo a avaliar a disposição dos ecopontos e a distribuição da população, relacionando-os com as denúncias de despejo irregular.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho foi estudar e analisar a ocorrência de despejos irregulares de resíduos da construção civil (RCC) na cidade de São Carlos/SP, visando oferecer subsídios para a gestão efetiva desses resíduos no município.

2.2 Objetivos específicos

De modo a alcançar o objetivo principal deste trabalho, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Mapear e analisar os dados de denúncias de despejo irregular de RCC em São Carlos/SP;
- Avaliar a distribuição espacial dos ecopontos no município;
- Estimar quantitativamente a geração de RCC por pequenos geradores e comparar com o total recolhido pelos ecopontos;
- Comparar os resultados obtidos com os apresentados no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Carlos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Caracterização de São Carlos/SP

3.1.1 Localização

O município foi fundado em 1857 durante a expansão da atividade de maior expressão econômica da região na época, o cultivo de café. Localizada na parte geográfica central do Estado de São Paulo, a cidade faz divisa com os municípios de Américo Brasiliense, Analândia, Araraquara, Brotas, Descalvado, Ibaté, Itirapina, Luís Antônio, Ribeirão Bonito, Rincão e Santa Lúcia (Prefeitura de São Carlos, 2024).

Por seus limites de coordenadas serem 47°30' e 48°30' (Longitude Oeste) e 21°30' e 22°30' (Latitude Sul), São Carlos abrange os biomas brasileiros Cerrado e Mata Atlântica. O município apresenta atualmente uma faixa territorial de 1.136,907 km², sendo 79,87 km² de área urbanizada, e é composta pelos distritos de Água Vermelha, Bela Vista São-carlense, Santa Eudóxia, Vila Nery e distrito Sede (IBGE, 2024).

3.1.2 População

De acordo com o Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022), a população de São Carlos é de 254.857 habitantes e apresenta uma densidade demográfica de 224,17 habitantes por km², sendo o 32º município mais populoso do Estado de São Paulo.

3.1.3 Saneamento básico

O saneamento básico consiste em um conjunto de serviços ou infraestruturas ligados ao abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza de vias públicas, manejo de resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais. Na cidade de São Carlos/SP, os órgãos responsáveis por esses serviços e infraestrutura são o Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE (responsável pelo abastecimento de água e esgotamento sanitário), a Prefeitura Municipal de São Carlos (responsável pela limpeza de vias públicas e manejo dos resíduos sólidos) e a Secretaria Municipal de Serviços Públicos (responsável pela drenagem de águas pluviais) (Insituto Água e Saneamento, 2024).

3.2 Situação dos resíduos da construção civil no Brasil

3.2.1 Geração de resíduos da construção civil no Brasil

Segundo a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente - ABREMA (2024), a geração de Resíduos da Construção Civil (RCC) no Brasil no ano de 2023 foi de cerca de 44 milhões de toneladas. A região Sudeste do país é a região com maior geração de resíduos da construção civil, tendo uma participação em 51% do total e com uma quantidade de 22.665.816 toneladas no ano de 2023 (ABREMA, 2024).

De acordo com a Pesquisa Setorial 2017/2018 da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil - ABRECON, as construtoras e pessoas físicas são os principais geradores de RCC, gerando, respectivamente, cerca de 27% e 24% desses resíduos (Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, 2018). Já segundo Pinto (2005), aproximadamente 75% dos RCC gerados nos municípios são provenientes de pequenas obras de construção, reformas e demolição, ou seja, gerados por pequenos geradores.

Os pequenos geradores, em razão de práticas construtivas inadequadas e da falta de políticas públicas e planejamento, acabam não realizando uma triagem adequada dos

materiais no momento de sua geração, o que resulta em resíduos que necessitam de um esforço maior para serem classificados, higienizados e reciclados (Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, 2018).

3.2.2 Marcos regulatórios da gestão dos resíduos da construção civil no Brasil

O gerenciamento dos resíduos da construção civil no Brasil é regulamentado por marcos regulatórios e normas técnicas que têm o objetivo de garantir a sustentabilidade e a redução dos impactos ambientais. Destaca-se entre os principais marcos regulatórios, a Resolução CONAMA nº 307/2002, a qual estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (Brasil, 2002). Posteriormente, essa resolução foi alterada por outras resoluções mais atuais, como a Resolução CONAMA nº 348/2004, (Brasil, 2004). A Resolução CONAMA nº 448/2012 também é uma resolução que alterou diversos artigos da CONAMA nº 307/2002, atualizando as diretrizes para a gestão dos RCC (Brasil, 2012).

Além disso, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos, incluindo os resíduos da construção civil (Brasil, 2010).

Outras normas técnicas importantes para a gestão dos RCC são a ABNT NBR 15112:2004, que define os requisitos para a reutilização de resíduos da construção civil (ABNT, 2004a), e a ABNT NBR 15114:2004, que especifica os procedimentos para a triagem e o armazenamento temporário de resíduos da construção civil (ABNT, 2004). A ABNT NBR 15115:2004 define os parâmetros para a utilização de resíduos da construção civil em pavimentação e demais obras de infraestrutura (ABNT, 2013).

3.2.3 Caracterização dos resíduos da construção civil

De acordo com Costa *et al.* (2017), a composição e a quantidade dos Resíduos da Construção Civil dependem das matérias primas, técnicas e metodologias utilizadas na

atividade, ou seja, a caracterização do resíduo fica condicionada a parâmetros da região de origem e a variação ao longo do tempo.

De acordo com a Conama 307/2002, e suas alterações, os resíduos da construção civil devem ser classificados da seguinte maneira:

Classe A - resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, por exemplo:

Resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

Resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

Resíduos de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B - resíduos recicláveis para outras destinações, como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

Classe C - resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

Classe D - resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (Brasil, 2002, p. 2-3).

Segundo Costa *et al.* (2017), no estudo da geração e caracterização dos resíduos da construção civil no Brasil, a partir da seleção e análise de 20 trabalhos acadêmicos relacionados a geração e caracterização de RCC, tem-se que a caracterização gravimétrica média no Brasil é composto majoritariamente por resíduos classe A, seguido por resíduos classe B, classe C e classe D, respectivamente. Além disso, é possível visualizar a composição gravimétrica média para as regiões brasileiras, conforme ilustrada na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização gravimétrica média dos trabalhos selecionados de acordo com as regiões do Brasil.

Classes	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Média
Classe A	92,73	99,29	92,21	66,42	87,66
Classe B	5,16	0,20	7,05	30,28	10,67
Classe C	2,00	0,51	0,57	0,43	0,88
Classe D	0,00	0,00	0,00	2,87	0,72

Fonte: Costa *et al.*, 2017.

3.3 Gestão dos resíduos da construção civil no Brasil

A Resolução Conama nº 307/2002 atribui aos municípios a responsabilidade de definir o volume de RCC que diferencia pequenos e grandes geradores. No caso dos pequenos geradores, o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição é de responsabilidade do município. Já os grandes geradores são responsáveis pelos resíduos desde a geração até a destinação final, sendo que o órgão municipal deve regulamentar as ações desses agentes por meio de seus Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) (Brasil, 2002).

De acordo com a Resolução CONAMA 307/2002, e suas alterações, os resíduos da construção civil não devem ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de descarte irregular, em encostas, em corpos d'água, em terrenos baldios e em áreas protegidas por lei (Brasil, 2002). A mesma resolução traz que os resíduos devem ser destinados de acordo com as suas classificações, tal que:

- Classe A: devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados para áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua posterior utilização ou reciclagem;
- Classe B: devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados para áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- Classe C: carecem de ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;
- Classe D: precisam ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas (Brasil, 2002).

3.3.1 Ecopontos

Os Ecopontos ou Pontos de Entrega Voluntária (PEV) fazem parte do sistema público de limpeza urbana e são áreas destinadas à entrega voluntária de pequenas quantidades de

resíduos de construção civil, resíduos volumosos e resíduos de coleta seletiva para transbordo e triagem (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2020).

Ao planejar a logística de entrega para pequenas quantidades de resíduos, dois fatores são especialmente importantes: a localização dos pontos de entrega e a distância percorrida pelos habitantes. De acordo com Alvarenga (2015), chegou-se ao consenso de que uma pessoa, saindo do local em que estiver, seja de casa, escola, trabalho ou igreja, não deve se deslocar mais do que 500m para depositar seus resíduos.

Pinto e González (2005), destacam que a distância ideal para deslocamento varia entre 1,5 e 2,5 km, um intervalo que representa a distância considerada confortável para a grande maioria das pessoas, permitindo o acesso sem grandes dificuldades.

3.3.2 Aterros de resíduos da construção civil e de inertes

As áreas utilizadas para armazenar e confinar os resíduos Classe A sem ocasionar impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana são denominados de aterros de resíduos da construção civil e de inertes. De acordo com a ABNT NBR 15113:2004, esses locais são definidos como:

áreas onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil classe A, conforme classificação da Resolução CONAMA nº 307, e resíduos inertes no solo, visando a reservação de materiais segregados, de forma a possibilitar o uso futuro dos materiais e/ou futura utilização da área, conforme princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente (ABNT, 2004).

3.3.3 Reciclagem de resíduos da construção civil classe A

Além da disposição correta dos RCC Classe A em aterros de resíduos da construção civil e de inertes, eles também podem e devem ser reciclados (Brasil, 2002). Segundo a ABNT NBR 15114:2004, os locais para a realização desse processo são definidos como áreas

de recebimento e transformação de resíduos da construção civil classe A, já triados, para produção de agregados reciclados (Brasil, 2004).

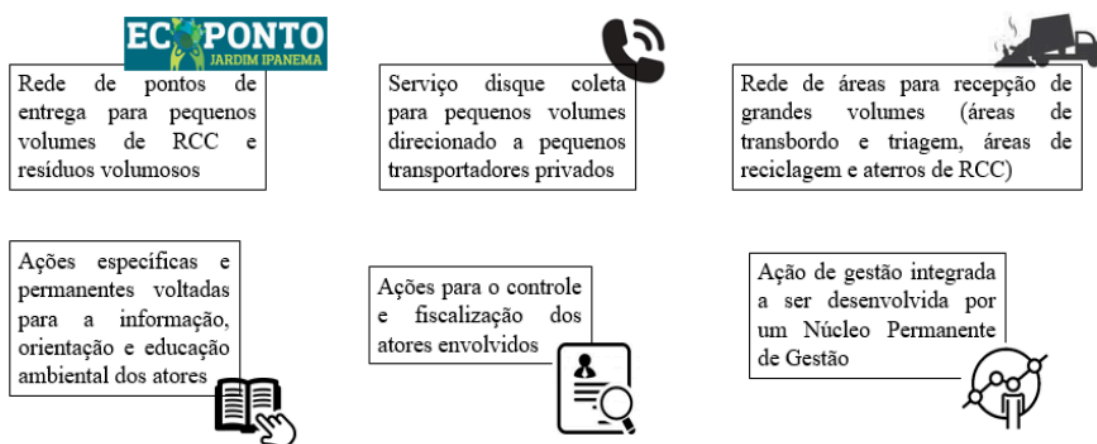
3.3.4 Sistema de gestão de resíduos da construção civil no município de São Carlos/SP

O sistema para a gestão sustentável de RCC e resíduos volumosos em São Carlos é composto por um conjunto integrado de espaços físicos e ações, como:

- Rede de pontos de entrega para pequenos volumes de resíduos da construção civil e volumosos;
- Serviço disque coleta para pequenos volumes;
- Rede de áreas para recepção de grandes volumes;
- Ações voltadas para a informação, orientação e educação ambiental;
- Ações para o controle e fiscalização;
- Ação de gestão integrada.

A Figura 1 apresenta esse conjunto integrado das áreas físicas e ações de modo mais explicativo e descritivo.

Figura 1: Esquematização do Sistema de Gestão Sustentável de RCC e Volumosos



Fonte: PMGIRS de São Carlos, 2020.

No que se refere à geração de resíduos da construção civil, tem-se que os grandes geradores devem elaborar e implantar Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de modo a obter alvará de aprovação e realização de obra. Já para os pequenos

geradores, tem-se que eles são atendidos pelo sistema de ecopontos, locais destinados para o recebimento e triagem de RCC e resíduos volumosos, limitados a 1 metro cúbico de material (São Carlos, 2006).

3.3.5 Impactos da disposição inadequada de resíduos da construção civil

De acordo com a Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986, impacto ambiental é quando qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, ocasionada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam a saúde, o bem estar e a segurança da população; as atividades socioeconômicas; a biota; as condições sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (Brasil, 1986).

Considerando que somente uma parcela mínima das cidades brasileiras possui aterros de inertes e usinas de reciclagem, os RCC são considerados um problema ambiental, devido a sua geração em grande volume e o gerenciamento incorreto, o que dificulta a disposição final adequada desses materiais (Costa e Cassino, 2020). Segundo a Pesquisa Setorial da Abrecon 2019/2020, são estimadas 360 usinas, sendo a maioria privada (Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, 2022).

O gerenciamento e a disposição de forma inadequada dos resíduos da construção civil causam relevantes impactos ambientais negativos, como: degradação e poluição do solo, deixando-o impróprio para determinados usos; contaminação dos corpos hídricos, por conta do comprometimento da qualidade da água; obstrução dos sistemas de drenagem, intensificando os problemas de impermeabilização do solo e de enchentes; degradação da paisagem urbana, por causa do grande volume de material; ocupação de vias e logradouros públicos, dificultando a movimentação dos habitantes; e proliferação de vetores de doenças, pois são utilizados como habitat (Florêncio, 2021).

3.4 Estratégias para quantificação da geração de resíduos da construção civil

A quantificação dos resíduos da construção civil pode ser realizada por meio de diversas estratégias, cada uma com suas particularidades. Entre as abordagens mais comuns, destaca-se a medição direta em campo, técnica que envolve a pesagem dos resíduos gerados diretamente nos locais de construção e demolição. Embora forneça dados precisos, essa estratégia tende a ser mais trabalhosa e custosa (De Campos e Tavares, 2013). Uma alternativa é a medição indireta, que utiliza estimativas baseadas em dados de consumo de materiais de construção, como a quantidade de cimento ou tijolos utilizados, para estimar a quantidade de resíduos gerados (Guimarães e Fiore, 2020).

Outra abordagem amplamente utilizada é a taxa de geração por atividade, que calcula a quantidade de resíduos gerados por unidade de atividade, como metros quadrados construídos ou demolidos. Essa taxa pode ser ajustada com base em estudos de casos específicos, proporcionando uma estimativa mais acurada (Guimarães e Fiore, 2020). Já a geração per capita é uma técnica que estima a quantidade de resíduos gerados por pessoa em uma área específica, sendo especialmente útil em áreas urbanas densamente povoadas (Guimarães e Fiore, 2020).

Além dessas técnicas, existem outras estratégias que também contribuem para a quantificação da geração de resíduos. A extrapolação de dados históricos, por exemplo, utiliza registros passados para projetar quantidades futuras de resíduos, sendo uma abordagem indicada para o planejamento a longo prazo. Outra técnica empregada são os modelos matemáticos e estatísticos, que levam em consideração variáveis como população, renda e atividade econômica para estimar a geração de resíduos, e podem ser ajustados para diferentes escalas territoriais (Guimarães e Fiore, 2020).

Complementando essas abordagens, o diagrama de causa e efeito pode ser utilizado para identificar as principais fontes e fatores que influenciam na geração de resíduos, ajudando na implementação de ações corretivas e preventivas. Por fim, a estratégia dos questionários e entrevistas, que coleta dados qualitativos e quantitativos com profissionais da construção civil e gestores de resíduos, permite um entendimento mais profundo dos padrões de geração (De Campos e Tavares, 2013).

Para uma visão consolidada e comparativa dessas estratégias, a Tabela 2 a seguir apresenta as principais técnicas de quantificação de resíduos da construção civil.

Tabela 2: Estratégias de quantificação dos RCC

Estratégia	Descrição
Medição direta em campo	Pesagem dos resíduos gerados diretamente nos locais de construção e demolição
Medição indireta	Estimativa baseada no consumo de materiais (ex: cimento, tijolos)
Taxa de geração por atividade	Cálculo de resíduos gerados por unidade de atividade (ex: metros quadrados)
Geração per capita	Estimativa da quantidade de resíduos gerados por pessoa em áreas densamente povoadas
Extrapolação de dados históricos	Uso de registros passados para projetar quantidades futuras
Modelos matemáticos e estatísticos	Estimativa baseada em variáveis como população, renda e atividade econômica
Questionários e entrevistas	Coleta de dados qualitativos e quantitativos de profissionais e gestores
Diagrama de causa e efeito	Identificação de fontes e fatores que influenciam a geração de resíduos

Fonte: De Campos e Tavares, 2013; Guimarães e Fiore, 2020.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho foi dividida em três etapas. A primeira etapa é referente ao tratamento dos dados fornecidos pela Ouvidoria da Prefeitura de São Carlos, utilizando o software qGis (versão 3.24.1), e a análise dos dados no software Excel (versão 2023).

A segunda etapa compreendeu a elaboração de mapas no software qGis (versão 3.24.1), a partir dos dados da etapa anterior. E na terceira etapa, foram realizados os cálculos de estimativa de geração de resíduos da construção civil.

4.1 Dados fornecidos pela Ouvidoria da Prefeitura de São Carlos

Foram disponibilizados, pelo Departamento de Política Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (DPMGIRS) da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, dados referentes às denúncias de descarte irregular de resíduos em São Carlos, bem como informações sobre medições e saídas de resíduos dos ecopontos do município. Esses dados abrangem o período de 2019 a 2022. O acesso ao conjunto de dados foi obtido por meio de contato com o DPMGIRS em julho de 2023.

4.1.1 Dados referentes a denúncias de descarte irregular de resíduos em São Carlos

Esses dados foram disponibilizados em dois documentos diferentes:

- Pasta compacta (.zip): contendo 17 arquivos KML (Keyhole Markup Language) com as informações geográficas dos locais de denúncia de descarte irregular de resíduos no município, por tipo de resíduo e ano:
 - 2019: RCC, poda, recicláveis, móveis abandonados, resíduos perigosos e resíduos não especificados;
 - 2020: RCC, poda, recicláveis, móveis abandonados e resíduos não especificados;

- 2021: RCC, poda, recicláveis, móveis abandonados, resíduos perigosos, resíduos domiciliares e resíduos não especificados;
- 2022: RCC, poda, recicláveis, móveis abandonados, resíduos domésticos e resíduos não especificados.
- Arquivo Excel: contendo as informações das denúncias de descarte irregular (número do protocolo, identificação do denunciante, endereço do local, local público ou privado, data da denúncia, tipo de resíduo e observações).

Esses dados foram obtidos e compilados por meio das denúncias de despejo irregular recebidas no canal da ouvidoria do município.

4.1.2 Dados das medições e saídas dos ecopontos de São Carlos

O dado das medições e saídas de resíduos do ecoponto foi disponibilizado em arquivo Excel. As informações foram compiladas pela empresa Terra Plana - Locação e Serviços EIRELI, responsável pela gestão dos ecopontos entre 2019 e 2022.

O Excel com as medições e saídas de resíduos apresenta a quantidade de material coletado nos ecopontos Jardim Paulistano, Jardim Medeiros, Jardim Ipanema, Cidade Aracy, Vida Nova (Planalto Verde) e São Carlos VIII mensalmente. Para o ano de 2019 as medições foram feitas a partir do mês de junho. Já para os anos de 2020 e 2021, as medições foram realizadas para todos os meses. Para o ano de 2022 existem medições para todos os meses, exceto julho.

4.2 Tratamento dos dados de denúncias da Ouvidoria da Prefeitura de São Carlos

4.2.1 Tratamentos dos dados no software qGis

O tratamento dos dados referentes às denúncias de despejo irregular de resíduos em São Carlos foi estruturado em duas etapas principais no software qGis (versão 3.24.1): a

exclusão de denúncias com endereços repetidos e a seleção das denúncias relacionadas somente ao descarte irregular de resíduos da construção civil.

A primeira etapa, que envolveu a exclusão de denúncias com endereços repetidos, abrangeu os dados dos anos de 2019, 2020, 2021 e 2022. Essa etapa foi essencial para permitir a análise geoespacial dos endereços únicos das ocorrências. Para realizar essa atividade, utilizou-se a ferramenta de “Edição” na tabela de atributos dos arquivos em formato kml. Com o auxílio da ferramenta de “Filtro de campo”, os endereços repetidos foram identificados e excluídos dos arquivos. A partir disso, foram criados, por meio da ferramenta de “Exportar arquivos selecionados” no qGIS (versão 3.24.1), quatro arquivos (por ano) em formato *shapefile* contendo todas as denúncias.

Na segunda etapa, a edição da tabela de atributos dos arquivos foi utilizada novamente. Desta vez para permitir a seleção apenas das denúncias relacionadas ao despejo irregular de resíduos de construção civil. A partir disso, foram criados, por meio da ferramenta de “Exportar arquivos selecionados” no qGIS (versão 3.24.1), quatro arquivos (por ano) em formato *shapefile* contendo somente as denúncias referentes ao descarte de RCC para cada ano.

4.2.2 Tratamentos dos dados no software Excel

A partir dos dados tratados no qGIS (versão 3.24.1) contendo todas as denúncias, foi possível exportar as informações para um arquivo em Excel, no qual as queixas foram separadas em abas e por ano. Para cada aba foi realizada a contagem dos tipos de resíduos de cada denúncia por meio da fórmula CONT.SE.

Logo após a contagem, foram elaborados os gráficos de quantidade de denúncias por tipologia de resíduos para os anos de 2019 a 2022. Nessa etapa também foi elaborada uma tabela contendo as informações: quantidade de denúncias de RCC, quantidade de denúncias totais e o cálculo da proporção das denúncias totais que eram associadas a RCC.

4.2.3 Geoespacialização das denúncias

A partir dos quatro arquivos, em formato *shapefile*, contendo as denúncias ligadas aos RCCs para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022, foram elaborados os mapas de geoespacialização das denúncias para cada ano, permitindo uma análise temporal e espacial das áreas mais afetadas pelo descarte irregular.

Os mapas foram gerados utilizando-se a malha municipal do município de São Carlos, fornecida pelo IBGE em 2022, e a área urbanizada do município, fornecida pelo IBGE em 2019 (Brasil, 2022; Brasil, 2019).

Para o processamento dos dados e confecção do mapa foi utilizada a funcionalidade “Novo Compositor de Imagem” para a junção dos dados e criação de elementos do mapa. O Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) utilizado foi o EPSG 31983 SIRGAS 2000/UTM ZONE 23S.

4.2.4 Geoespacialização dos ecopontos na cidade de São Carlos

Os endereços dos ecopontos foram obtidos no site da Prefeitura de São Carlos-SP e no PMGIRS e são apresentados na Tabela 3. Com os endereços foi realizada a geoespacialização dos ecopontos utilizando o Google Maps, com o objetivo de analisar espacialmente a distribuição dos pontos de coleta.

Tabela 3: Relação dos ecopontos da cidade de São Carlos/SP e status de operação entre 2019 e 2022.

Ecoponto	Endereço	Operação
São Carlos VIII	Avenida Capitão Luiz Brandão, 1935 - 1951	Operando
Jardim Paulistano	Rua Indalécio de Campos Pereira, 1120	Operando
Cidade Aracy	Avenida Arnaldo Almeida Pires, 1507	Operando
Jardim Ipanema	Rua Renato Talarico Lima Pereira, 299	Operando
Jardim Medeiros	Rua Aristodemo Pelegrini, s/n	Operando
Vida Nova (Planalto Verde)	Avenida Regit Arab, 1205	Operando
Jardim Beatriz	Esquina Rua Joaquim Gonçalves Ledo com Irineu Rios	Desativado
São Carlos III	Rua Cândido de Arruda Botelho, 2440	Desativado

Fonte: PMGIRS, 2020; Prefeitura de São Carlos, 2024.

Utilizou-se o Google Maps para buscar os endereços e obter as coordenadas em formato de grau decimal. A partir das coordenadas coletadas, apresentadas na Tabela 4, as informações foram inseridas na ferramenta “*Lat Lon Digitize*” no qGis, que forneceu os pontos de cada local. O Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) utilizado foi o EPSG 31983 SIRGAS 2000/UTM ZONE 23S.

Tabela 4: Relação dos ecopontos da cidade de São Carlos e suas coordenadas

Ecoponto	Endereço	Longitude	Latitude
São Carlos VIII	Avenida Capitão Luiz Brandão, 1935 - 1951	-47,8640	-21,9955
Jardim Paulistano	Rua Indalécio de Campos Pereira, 1120	-47,8942	-21,9930
Cidade Aracy	Avenida Arnaldo Almeida Pires, 1507	-47,9058	-22,0526
Jardim Ipanema	Rua Renato Talarico Lima Pereira, 299	-47,9313	-21,9901
Jardim Medeiros	Rua Aristodemo Pelegrini, s/n	-47,9146	-22,0368
Vida Nova	Avenida Regit Arab, 1205	-47,9043	-22,0637
Jardim Beatriz	Esquina Rua Joaquim Gonçalves Ledo com Irineu Rios	-47,9085	-22,0408
São Carlos III	Rua Cândido de Arruda Botelho, 2440	-47,9237	-21,9938

Fonte: PMGIRS, 2020; Prefeitura de São Carlos, 2024.

Com base na análise espacial realizada, foram considerados apenas os ecopontos que estavam em funcionamento entre os anos de 2019 e 2022. Para esses pontos foram aplicadas zonas de influência com raios de 500 metros, 1 quilômetro e 2 quilômetros, conforme discutido por Alvarenga (2015) e Pinto e González (2005). Essa etapa foi realizada por meio das ferramentas “*Buffer*” e “*Dissolver*” no software QGIS (versão 3.24.1), o que possibilitou a criação de mapas para avaliação da distribuição espacial dos ecopontos no município e na verificação da cobertura do serviço prestado.

4.2.5 Mapa de densidade populacional

Para a elaboração do mapa de densidade populacional por setor censitário e distrito no município de São Carlos, foram seguidos os seguintes procedimentos metodológicos:

A elaboração do mapa foi desenvolvida no software qGis (versão 3.24.1), utilizando-se a ferramenta “Compositor de Impressão”. A camada utilizada foi a Agregados por Setor Censitário e Agregados por Distrito, ambas em formato *shapefile*, fornecidas pelo

IBGE no Censo de 2022 (IBGE, 2022). O Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) utilizado foi o EPSG 31983 SIRGAS 2000/UTM ZONE 23S.

Para o cálculo da densidade populacional, primeiramente foi calculada a área, em hectares, para cada setor censitário na tabela de atributos da camada “Agregados por Setor Censitário” e para cada distrito na tabela de atributos da camada “Agregados por Distrito”, através da funcionalidade “Calculadora de Campo” no qGis (versão 3.24.1). A partir disso, calculou-se a densidade populacional para cada setor censitário e para cada distrito, em suas respectivas tabelas de atributos, pela Equação 1

$$Dens. Pop. = \frac{V001}{Área}, \quad (Equação 1)$$

em que:

Dens. Pop. = Densidade populacional do Setor Censitário/Distrito (habitantes/hectare);

V001 = Total de pessoas (habitantes);

Área = Área do Setor Censitário (hectares).

Com a densidade populacional calculada, foram definidas sete faixas de valores para representar a densidade populacional por setor censitário e suas respectivas cores, sendo as faixas de valores menores representadas por cores mais claras e as faixas de valores maiores representadas por cores mais avermelhadas, conforme a Tabela 5. Foram adotadas faixas de valores para englobar e delimitar certa quantidade de setores em determinados intervalos, possibilitando a análise por agrupamento

As sete faixas foram definidas utilizando-se a opção de modo Quantil (contagem igual), com o objetivo de ajustar o tamanho de cada classe para que em cada uma fosse apresentada a mesma quantidade de setores, diferenciando de forma mais clara a informação de densidade populacional.

Tabela 5: Faixa dos valores de densidade populacional e suas respectivas representações para os setores censitários do município de São Carlos/SP.

Faixa da densidade populacional (hab/ha)	Cor	Código Hexadecimal
0 – 12	Amarelo claro	#ffffb2
12 – 32	Laranja claro	#fedd79
32 – 45	Laranja médio	#feb751
45 – 60	Laranja escuro	#fd8d3c
60 – 75	Laranja vermelho brilhante	#f45629
75 – 101	Vermelho	#df2722
101 – 575	Vermelho escuro	#bd0026

Fonte: Autores, 2025.

Para representar as faixas de densidade populacional por distrito foram definidas cinco valores e suas respectivas cores, utilizando-se cores mais claras para representar as faixas de valores menores e cores mais avermelhadas para representar as faixas de valores maiores, conforme a Tabela 6. Foram adotados somente valores, pois o município apresenta somente 5 distritos, o que permitiu a análise deles sem necessitar de agrupamento em intervalos.

Tabela 6: Valores de densidade populacional e suas respectivas representações para os distritos do município de São Carlos/SP.

Valor da densidade populacional (hab/ha)	Cor	Código Hexadecimal
0,063	Amarelo claro	#ffffd4
0,03	Amarelo médio	#fee19c
2,67	Laranja claro	#feb351
3,43	Laranja escuro	#cc560c
13,02	Marrom avermelhado	#cc560c

Fonte: Autores, 2025.

4.2.6 Mapas de índice de denúncias por população nos setores censitários e distritos

Para a elaboração dos mapas de índice de denúncias por população nos setores censitários e distritos no município de São Carlos, foram seguidas as seguintes etapas para ambos os casos:

A elaboração do mapa foi desenvolvida no software qGis (versão 3.24.1), utilizando-se a ferramenta “Compositor de Impressão”. As camadas utilizadas foram a de setor censitário e a de distrito, fornecidas pelo IBGE no Censo de 2022. O Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) utilizado foi o EPSG 31983 SIRGAS 2000/UTM ZONE 23S.

A partir disso, calculou-se o índice para cada camada (setor censitário e distrito) pela Equação 2.

$$\text{Índice} = \frac{\text{Denúncias}}{V001}, \quad (\text{Equação 2})$$

sendo,

Índice = Índice de denúncias por população em cada Setor Censitário/Distrito (número de denúncias /habitantes);

Denúncias = Número de denúncias em cada Setor Censitário;

V001 = Total de pessoas (habitantes).

Com o índice calculado, foram definidas quatro faixas de valores para os setores censitários e suas respectivas cores, sendo as faixas de valores menores representadas por cores mais claras e as faixas de valores maiores representadas por cores mais avermelhadas, conforme a Tabela 7.

Tabela 7: Faixa dos valores do índice de denúncias por população e suas respectivas representações para os setores censitários do município de São Carlos/SP.

Índice de denúncias (denúncia/hab)	Cor	Código Hexadecimal
0	Amarelo claro	#ffffd4
0 – 0,0018	Laranja brilhante	#fe9929
0,0018 – 0,0036	Laranja escuro	#d95f0e
0,0036 – 0,0096	Marrom avermelhado	#993404

Fonte: Autores (2024).

Para representar os índices de denúncia por distrito e por habitante, foram definidos cinco valores e suas respectivas cores, utilizando-se cores mais claras para representar as faixas de valores menores e cores mais avermelhadas para representar as faixas de valores maiores, conforme a Tabela 8.

Tabela 8: Faixa dos valores do índice de denúncias por população e suas respectivas representações para os distritos do município de São Carlos/SP.

Índice de denúncias (denúncia/hab)	Cor	Código Hexadecimal
0,000188	Amarelo claro	#ffffd4
0,000789	Amarelo médio	#fe9929
0,0001126	Laranja claro	#d95f0e
0,001182	Laranja escuro	#993404
0,001444	Marrom avermelhado	#cc560c

Fonte: Autores, 2025.

4.2.7 Mapas de sobreposição dos ecopontos com o mapa do índice de denúncias por população nos setores censitários e distritos

Para a elaboração dos mapas de sobreposição dos buffers dos ecopontos com o mapa de índice de denúncias por população nos setores censitários e nos distritos do município de São Carlos, foram seguidas as seguintes etapas metodológicas:

A elaboração do mapa foi desenvolvida no software qGis (versão 3.24.1), utilizando-se o mapa das zonas de influência dos ecopontos na cidade de São Carlos (buffers) e o mapa de índice de denúncias por população nos setores censitários. O Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) utilizado foi o EPSG 31983 SIRGAS 2000/UTM ZONE 23S.

Primeiramente, foram criados os buffers ao redor dos ecopontos utilizando a ferramenta de geoprocessamento do qGis (versão 3.24.1). Em seguida, os mapas de índice de denúncias por população (setores censitários e distritos) foram sobrepostos ao mapa dos buffers para analisar a correlação entre as zonas de influência dos ecopontos e os índices de denúncias.

Por fim, foi utilizada a ferramenta “Compositor de Impressão” para gerar a representação gráfica e adicionar os elementos de um mapa, como legenda, escala e título.

4.3 Estimativa de geração, coleta dos ecopontos e descarte irregular de Resíduos da Construção Civil por Pequenos Geradores no Município de São Carlos/SP

4.3.1 Geração de RCC por pequenos geradores

Para estimar a geração de resíduos da construção civil em cada distrito do município de São Carlos/SP, utilizou-se o valor de geração per capita de RCC de 3,13 kg/hab.dia (Córdoba, 2010) e a população de cada distrito (IBGE, 2022), a partir da Equação 3.

$$\text{Geração anual de RCC} = GPC, RCC \times \text{População do Distrito} \quad (\text{Equação 3})$$

sendo,

$$\text{Geração anual de RCC} = \text{Geração anual de resíduos da construção civil} \left(\frac{\text{toneladas}}{\text{ano}} \right);$$

$$GPC, RCC = \text{Geração per capita de resíduos da construção civil} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hab} \times \text{dia}} \right);$$

$$\text{População do Distrito} = \text{Total de pessoas (habitantes)}.$$

Em seguida, foi calculado o valor da geração de RCC por pequenos geradores, a partir da Equação 4. Para esse cálculo, utilizou-se a informação de que os RCC gerados por pequenos geradores representam 7,28% do total de RCC gerado no município de São Carlos. Esse percentual foi obtido a partir de uma estimativa realizada por Cordoba (2010), que considerou a quantidade de RCC coletada e destinada tanto para o aterro de inertes quanto para o aterro sanitário pelo serviço de limpeza pública.

$$\text{Geração anual de RCC dos pequenos geradores} = \text{Geração anual de RCC} \times 7,28 \% \quad (\text{Equação 4})$$

sendo,

$$\text{Geração anual de RCC por pequenos geradores} = \text{Geração anual de resíduos da construção civil por pequenos geradores} \left(\frac{\text{toneladas}}{\text{ano}} \right);$$

$$GPC, RCC = \text{Geração per capita de resíduos da construção civil} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hab} \times \text{dia}} \right).$$

A partir disso, obteve-se a geração total de RCC pelos pequenos geradores, considerando a contribuição de cada um dos cinco distritos do município.

4.3.2 Coleta de RCC nos ecopontos

Para determinar a média anual de RCC coletado nos ecopontos em operação no município, foi utilizada a seguinte metodologia, que evitou o desperdício dos dados mensais dos anos de 2019 e 2022, os quais não apresentaram informações de coleta para todos os meses.

Primeiramente, foram selecionados os dados disponíveis para cada mês nos quatro anos analisados. Em seguida, foi calculada a média mensal, considerando apenas os anos com dados para o respectivo mês. Por fim, as médias mensais foram somadas para calcular a média anual, conforme as Equações 5 e 6.

$$Média_m = \frac{RCC(mês\ 2019) + RCC(mês\ 2020) + RCC(mês\ 2021) + RCC(mês\ 2022)}{n} \quad (Equação\ 5)$$

$$Média\ anual\ de\ RCC\ coletado = \sum_{m=1}^{12} Média_m \quad (Equação\ 6)$$

sendo,

$Média_m$ = Média da quantidade de RCC coletados no mês de referência entre os anos de 2019 e 2022 (ton/mês);

n = número de meses utilizados na conta;

$Média\ anual\ de\ RCC\ coletado$ = Somatório da $Média_m$ (tonelada/ano);

m = índice da somatória (mês de referência).

4.3.3 Descarte irregular de RCC

Para estimar a massa de RCC descartada irregularmente por pequenos geradores, subtraiu-se a média anual de RCC coletado nos ecopontos da geração anual total de RCC, conforme indicado na Equação 7.

$$Descarte\ irregular\ de\ RCC = Geração\ anual\ de\ RCC\ dos\ pequenos\ geradores - Média\ anual\ de\ RCC\ coletado \quad (Equação\ 7)$$

sendo,

$Descarte\ irregular\ de\ RCC$ = Estimativa da quantidade de RCC descartada irregularmente $\left(\frac{toneladas}{ano}\right)$;

Geração anual de RCC = Geração anual de resíduos da construção civil por pequenos geradores $\left(\frac{\text{toneladas}}{\text{ano}}\right)$;

Média anual de RCC coletado = média anual da quantidade de RCC coletados entre 2019 e 2022 $\left(\frac{\text{toneladas}}{\text{ano}}\right)$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Denúncias de despejo irregular de resíduos na cidade de São Carlos

5.1.1 Denúncias totais de resíduos

Durante o período de 2019 a 2022 foram recebidas, por meio da Ouvidoria da Prefeitura, 612 denúncias de endereços únicos relacionados ao despejo irregular de resíduos na cidade de São Carlos/SP. A relação da quantidade de denúncias por ano está apresentada na Tabela 9.

Tabela 9: Quantidade de denúncias de descarte irregular de resíduos por ano em São Carlos/SP.

	2019	2020	2021	2022
Quantidade de denúncias totais de descarte irregular de resíduos	147	171	226	68

Fonte: Adaptado da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (2023).

A partir da Tabela 9, observa-se um aumento no número de denúncias entre 2019 e 2021, seguido de uma diminuição em 2022. Uma possível explicação para esse crescimento é o fato de que, nos anos de 2019, 2020 e 2021, há mais meses com informações sobre denúncias, sendo 9, 10 e 12 meses, respectivamente.

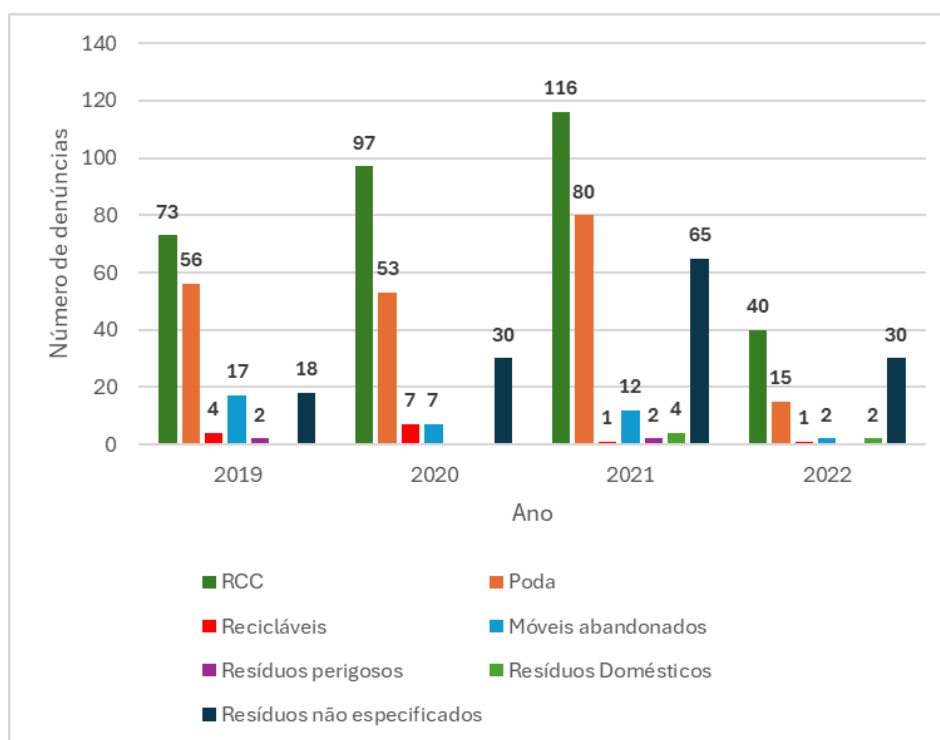
Já a diminuição, pode ser explicada pelo fato de a ouvidoria só ter recebido e compilado as queixas até o mês de agosto do ano de 2022, o que não permitiu a contabilização de denúncias nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro, o que influencia em um menor número de reclamações no ano.

5.1.2 Denúncias por tipologia dos resíduos

Das 612 denúncias registradas entre 2019 e 2022, algumas envolvem mais de uma tipologia de resíduos, ou seja, há casos em que uma mesma denúncia relata a presença de dois ou mais tipos distintos de resíduos.

A partir disso, foi elaborado o gráfico da Figura 2, que apresenta o registro de quantas vezes cada tipologia aparece nas denúncias.

Figura 2: Registro das tipologias nas denúncias de descarte irregular de resíduos em São Carlos/SP.



Fonte: Adaptado de Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2023.

Pelo gráfico da Figura 2 é possível observar que, em todos os anos, predominam três tipos de resíduos: os não especificados, os de poda e os oriundos da construção civil. Além disso, destaca-se a predominância de denúncias relacionadas ao descarte irregular de RCC, que corresponde a aproximadamente 53,3% do total de denúncias de despejo incorreto de resíduos no período analisado, conforme a Tabela 10.

Tabela 10: Proporção das denúncias de despejo irregular de RCC em relação às denúncias totais por ano na cidade de São Carlos/SP.

	2019	2020	2021	2022	Total
Denúncias de RCC	73	97	116	40	326
Denúncias totais	147	171	226	68	612
Proporção	50%	57%	51%	59%	53,3%

Fonte: Adaptado de Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2023.

Essas informações demonstram que existe uma deficiência na gestão dos resíduos gerados nas atividades de construções no município de São Carlos e evidenciam a importância do mapeamento dos locais de descarte irregular envolvendo RCC, pois são os materiais que mais aparecem nas ocorrências durante os anos analisados por este trabalho.

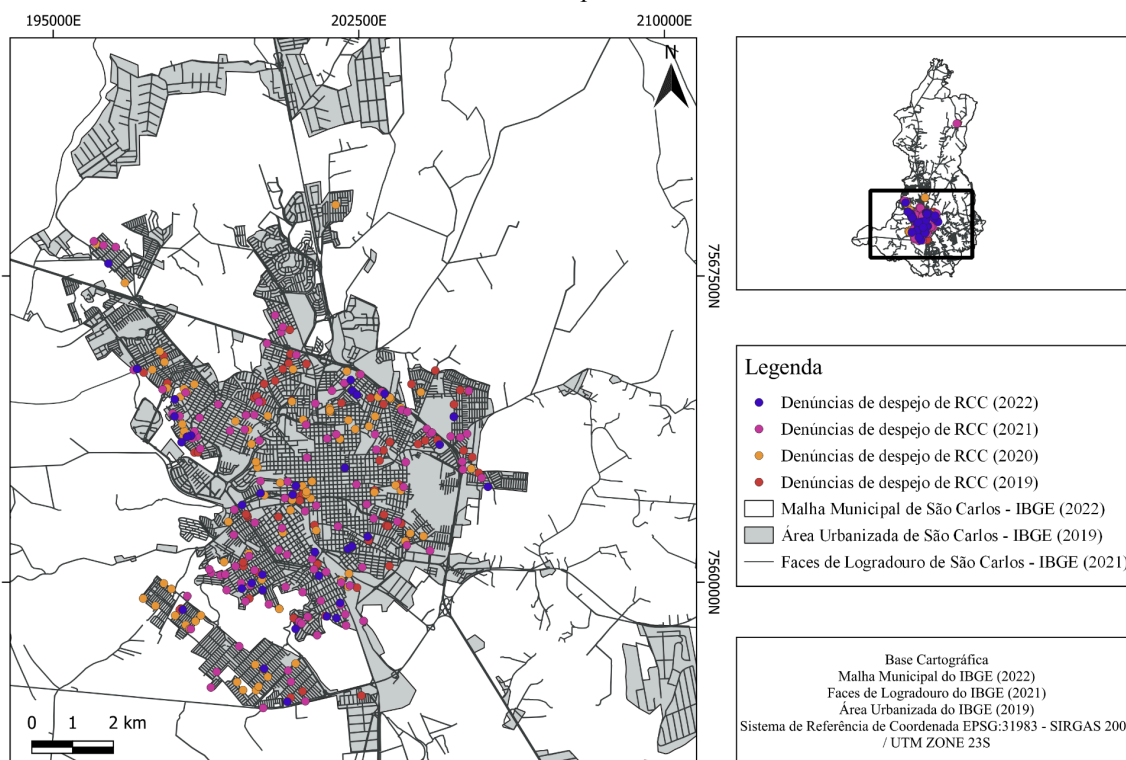
Além disso, é possível sugerir que, embora a população urbana demonstre disposição para relatar irregularidades relacionadas ao descarte inadequado de materiais em suas áreas de convivência, não se pode afirmar que as denúncias abrangem todos os pontos de descarte irregular em São Carlos. A concentração de denúncias ocorre majoritariamente no perímetro urbano, com 323 registros, enquanto as áreas rurais apresentam apenas 3 denúncias.

Isso indica uma possível subnotificação de problemas ambientais fora do perímetro urbano, onde a fiscalização e a conscientização da população podem ser menos intensas. Portanto, é crucial considerar estratégias para aumentar a vigilância e a conscientização sobre os RCCs também nas zonas rurais, garantindo uma abordagem mais abrangente e eficaz no combate a essa problemática.

5.2 Denúncias de resíduos da construção civil

A Figura 3 mostra a distribuição geoespacial das denúncias relacionadas a RCC no município de São Carlos/SP, contemplando os 73 casos em 2019, os 97 em 2020, os 116 em 2021 e os 40 em 2022.

Figura 3: Distribuição geoespacial das denúncias de despejo irregular de Resíduos da Construção Civil entre 2019 e 2022 no município de São Carlos/SP.



Fonte: Autores, 2025.

Das 73 denúncias relacionadas aos RCC no ano de 2019, tem-se que todas referem-se a locais situados dentro de áreas urbanizadas do município de São Carlos, englobando os distritos Sede, Vila Nery, Bela Vista São Carlense e Santa Eudóxia. Vale salientar que apesar do Distrito de Santa Eudóxia ter uma pequena área urbana, a maior parte do dele é composta por áreas rurais.

- Distrito Sede São Carlos: 44 locais;
- Distrito Vila Nery: 14 locais;
- Distrito Bela Vista São Carlense: 14 locais;
- Distrito Santa Eudóxia: 1 local.

Os registros das 97 denúncias relacionadas aos RCC em 2020, referem-se a locais situados dentro da área perímetro urbanas de São Carlos, incluindo os distritos Sede, Vila Nery, Bela Vista São Carlense e Água Vermelha. O Distrito de Água Vermelha tem uma parte de área urbana, mas é composto majoritariamente por áreas rurais.

- Distrito Sede São Carlos: 65 locais;
- Distrito Vila Nery: 4 locais;

- Distrito Bela Vista São Carlense: 27 locais;
- Distrito Água Vermelha: 1 local.

Em 2021, as 116 denúncias relacionadas aos RCC são referentes a locais dentro da área urbana de São Carlos, abrangendo os distritos Sede, Vila Nery, Bela Vista São Carlense e Santa Eudóxia.

- Distrito Sede São Carlos: 65 locais;
- Distrito Vila Nery: 12 locais;
- Distrito Bela Vista São Carlense: 38 locais;
- Distrito Santa Eudóxia: 1 local.

Para 2022 tem-se que as 40 denúncias relacionadas aos RCC estão ligadas a locais situados dentro da área urbana de São Carlos, compreendendo os distritos Sede, Vila Nery e Bela Vista São Carlense.

- Distrito Sede São Carlos: 22 locais;
- Distrito Vila Nery: 4 locais;
- Distrito Bela Vista São Carlense: 14 locais.

A partir disso, foi elaborada a Tabela 11, que apresenta os locais de denúncias de descarte irregular de resíduos da construção civil. Com ela, foi possível perceber que a maior parte das denúncias está concentrada no distrito Sede São Carlos, uma área que compreende boa parte da área urbanizada da cidade, área central e adjacentes (Figura 4)

Tabela 11: Quantidade de denúncias por distrito durante 2019 e 2022.

	2019	2020	2021	2022
Sede São Carlos	44	65	65	22
Vila Nery	14	4	12	4
Bela Vista São Carlense	14	27	38	14
Água Vermelha	-	1	-	-
Santa Eudóxia	1	-	1	-

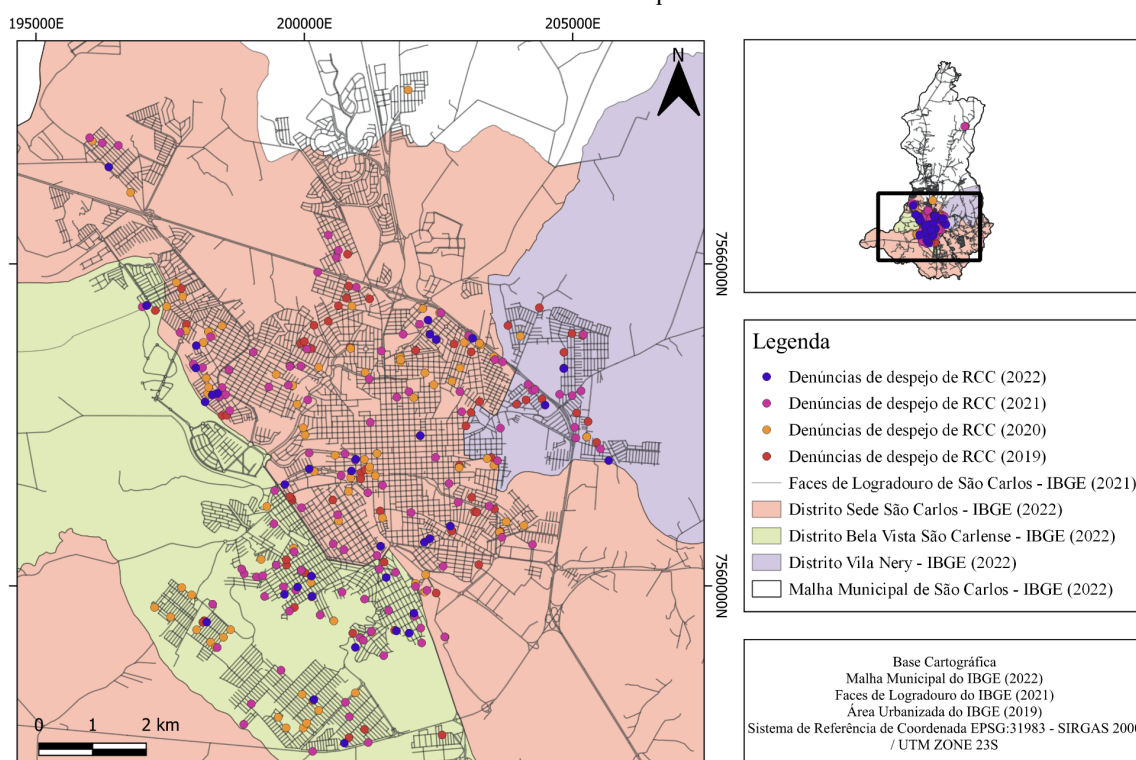
Fonte: Autores (2024)

O Distrito Bela Vista São Carlense, criado em 1981 e situado na porção sudoeste do município de São Carlos, aparece como a segunda região com mais denúncias de descarte irregular de resíduos da construção civil (Tabela 11). Com isso, é possível observar que as queixas neste distrito estão concentradas em áreas mais urbanizadas e em áreas que abrangem

os bairros conhecidos por estarem em desenvolvimento e apresentarem vulnerabilidade social e ambiental, como é o caso do bairro Cidade Aracy (Mazzuco e Moschini, 2018).

Já o Distrito Vila Nery, também criado em 1981 e situado na porção leste do município de São Carlos, aparece como a terceira região com mais denúncias de descarte irregular de resíduos da construção civil (Figura 4). Dessa forma, é possível visualizar que existem reclamações em bairros que apresentam vulnerabilidade social e ambiental, como é o caso do bairro Jardim Tangará (Ribeiro *et al.*, 2013).

Figura 4: Distribuição geoespacial das denúncias de despejo irregular de Resíduos da Construção Civil entre 2019 e 2022 nos Distritos do município de São Carlos/SP.



Fonte: Autores, 2025.

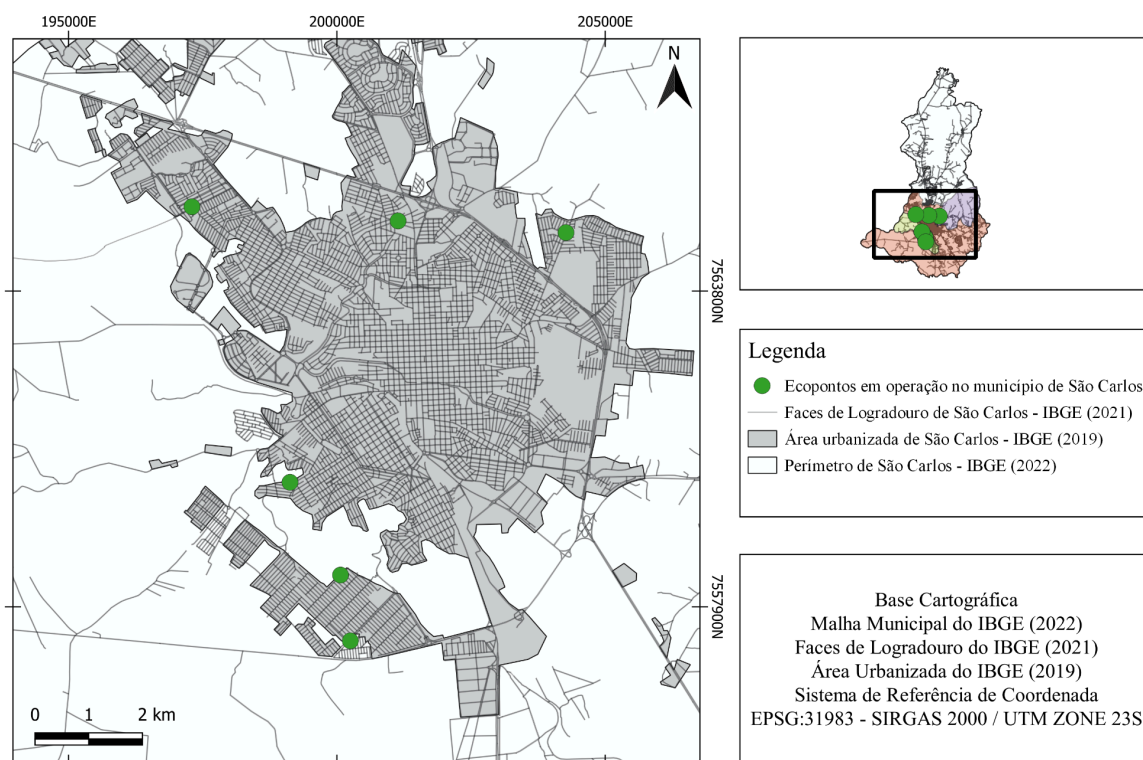
Com base nas observações feitas, é evidente que as denúncias de descarte irregular de resíduos da construção civil estão predominantemente concentradas na área urbanizada do município de São Carlos, destacando a necessidade de políticas públicas eficazes para o gerenciamento de resíduos e a melhoria das condições socioambientais nessas áreas.

5.3 Distribuição dos ecopontos na cidade de São Carlos

Os serviços dos ecopontos podem reduzir em até 20% das despesas no município, no entanto a ausência ou ineficiência do serviço pode acarretar em problemas ao meio ambiente (Rosado e Penteado, 2018).

Com base nas coordenadas coletadas e apresentadas na Tabela 3, foi possível elaborar a Figura 5, que apresenta a localização espacial dos 6 ecopontos em operação no município durante o período de 2019 a 2022.

Figura 5: Localização dos ecopontos em operação no município de São Carlos/SP entre os anos de 2019 e 2022.



Fonte: Autores, 2025.

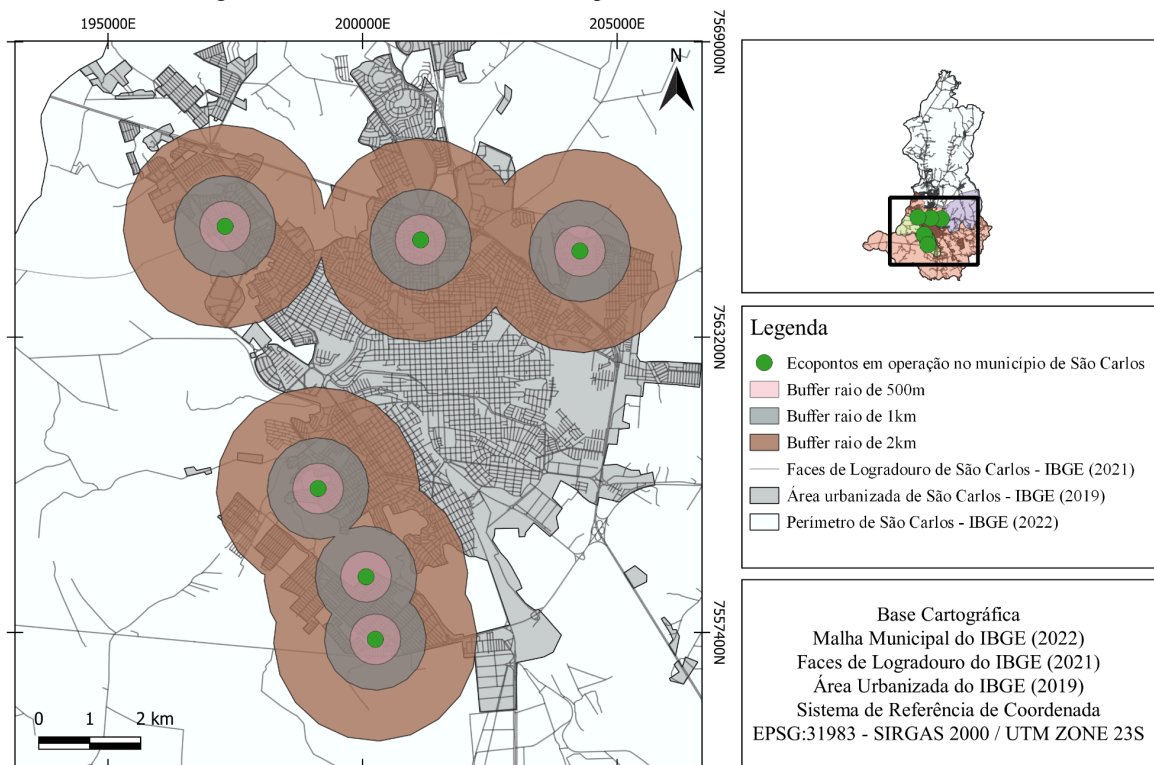
A partir disso, é possível observar que todos os ecopontos se encontram localizados dentro da área urbanizada da cidade de São Carlos e presentes nos bairros e distritos:

- Ecoponto São Carlos VIII: bairro Vila Vista Alegre e Distrito Vila Nery;
- Ecoponto Jardim Paulistano: bairro Vila Celina e Distrito Sede São Carlos;
- Ecoponto Cidade Aracy: bairro Cidade Aracy e Distrito Bela Vista São-Carlense;
- Jardim Ipanema: bairro Jardim Ipanema e Distrito Bela Vista São-Carlense;
- Jardim Medeiros: bairro Jardim Medeiros e Distrito Bela Vista São-Carlense;

- Vida Nova (Planalto Verde): bairro Cidade Aracy e Distrito Bela Vista São-Carlense.

A Figura 6 ilustra o perímetro urbano de São Carlos, destacando a localização dos ecopontos em operação e os buffers de 500 metros, 1 quilômetro e 2 quilômetros ao redor de cada ecoponto, permitindo uma visualização clara das áreas de cobertura desses pontos de coleta. Essa representação gráfica facilita a compreensão da distribuição espacial desses pontos e das áreas potencialmente atendidas por cada um.

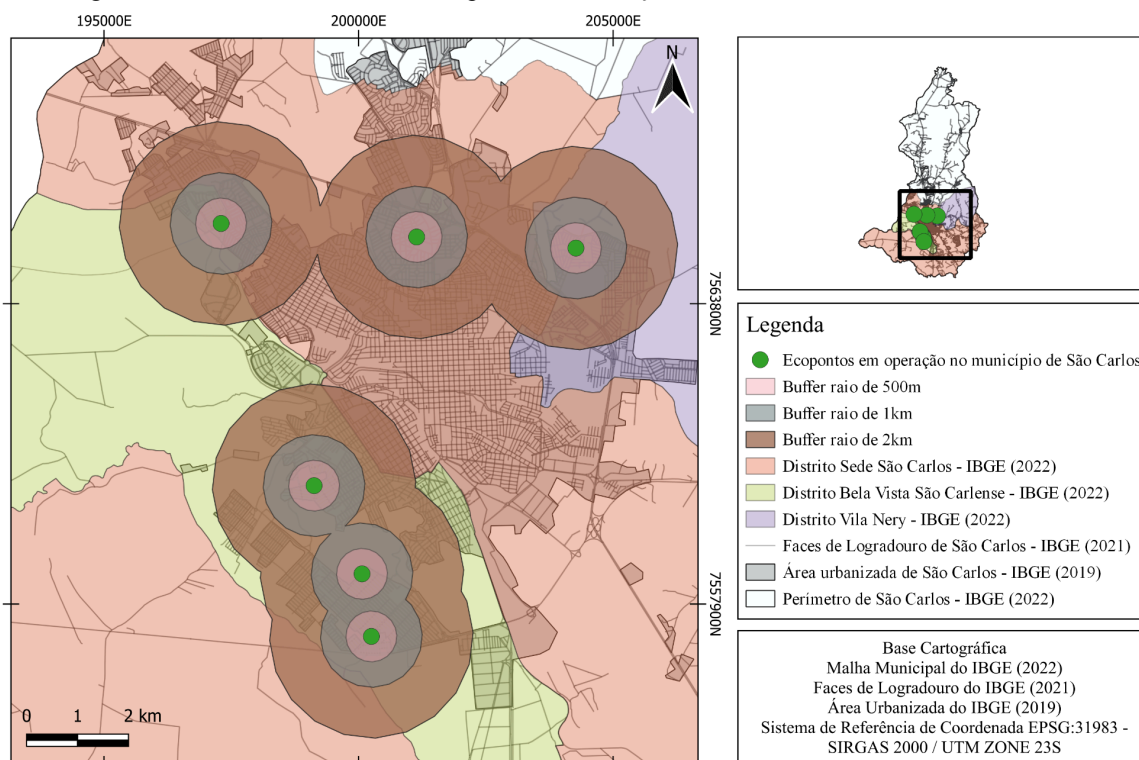
Figura 6: Zonas de influência dos ecopontos na cidade de São Carlos/SP.



Fonte: Autores, 2025.

Por meio da Figura 7, torna-se possível observar a área de cobertura dos ecopontos, considerando os distritos e regiões da cidade potencialmente atendidos.

Figura 7: Zonas de influência dos ecopontos com relação aos Distritos da cidade de São Carlos/SP.



Fonte: Autores, 2025.

A simples expansão do raio de cobertura dos ecopontos, de 500m para 1km e 2km, implica apenas em uma maior área geográfica atendida, o que, por si só, não garante uma melhoria efetiva na cobertura do serviço. Embora os raios maiores abranjam bairros adicionais, a verdadeira questão está na efetividade do serviço prestado e como ele atende à demanda de descarte irregular de resíduos da construção civil nas diferentes áreas da cidade.

No caso do raio de 500m, a área de atendimento é restrita ao próprio bairro em que o ecoponto está localizado, limitando seu impacto. Por exemplo, o ecoponto do Jardim Ipanema consegue atender apenas o distrito onde está inserido, sem influenciar as zonas vizinhas, como o Distrito Sede São Carlos. Isso sugere que, mesmo com a instalação de ecopontos próximos, a cobertura do serviço é limitada e não atinge adequadamente outras áreas, onde há uma demanda crescente por descarte correto de RCC.

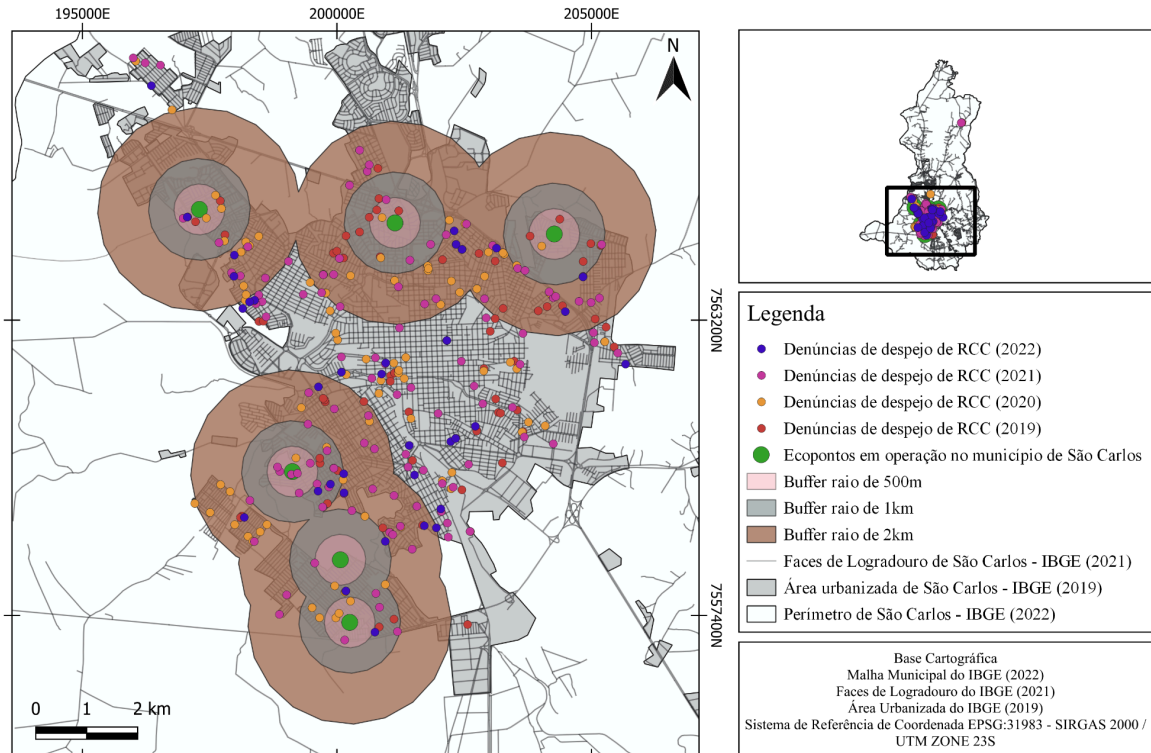
Ao aumentar o raio para 1km, o potencial de atendimento aumenta, abrangendo também uma pequena parte do Distrito Sede São Carlos, no caso do São Carlos VIII e do Vida Nova (Planalto Verde). No entanto, essa expansão não necessariamente reflete uma cobertura efetiva, pois a distribuição espacial dos pontos de descarte irregular também está concentrada em áreas que ainda ficam fora dessa faixa de 1km. Ou seja, a distância não é o único fator a ser considerado; o tipo de acesso ao ecoponto e a capacidade de resposta do serviço também são determinantes.

No raio de 2km, embora a área de cobertura seja ainda maior, permitindo que 5 ecopontos atendam a mais de um distrito, a efetividade do atendimento continua dependente de fatores como a densidade populacional e a acessibilidade aos ecopontos. A ampliação da cobertura geográfica não significa que todos os pontos de descarte irregular serão atendidos de maneira eficaz. Áreas com grande concentração de resíduos podem continuar sendo negligenciadas, já que o serviço não é necessariamente acessível ou adequado para atender à demanda real da população.

A análise das zonas de influência dos ecopontos, correlacionada com as denúncias de descarte irregular, indica uma deficiência tanto nas áreas abrangidas quanto nas não abrangidas pelos buffers de 500m, 1km e 2km. Aproximadamente 62,9% das denúncias, cerca de 205, estão dentro do raio de 2km, enquanto as outras 121 denúncias, correspondendo a cerca de 37,1%, estão localizadas fora desse raio. Essa relação apresentada pode ser observada na Figura 8.

A expansão do raio de cobertura não implica, necessariamente, em maior eficiência na gestão dos resíduos. A presença de grandes concentrações de pontos de descarte irregular dentro dessas zonas de influência sugere que os ecopontos, mesmo com suas áreas ampliadas, não estão atingindo de forma satisfatória a população que mais necessita de soluções de descarte adequado. Portanto, é crucial não apenas aumentar a área coberta, mas também melhorar a acessibilidade e a capacidade de resposta dos serviços de ecopontos, alinhando melhor a distribuição do serviço à realidade da geração de resíduos nas diferentes regiões da cidade.

Figura 8: Relação entre a distribuição geoespacial das denúncias de despejo irregular de Resíduos da Construção Civil entre 2019 e 2022 e as zonas de influência dos ecopontos na cidade de São Carlos/SP.



Fonte: Autores, 2025.

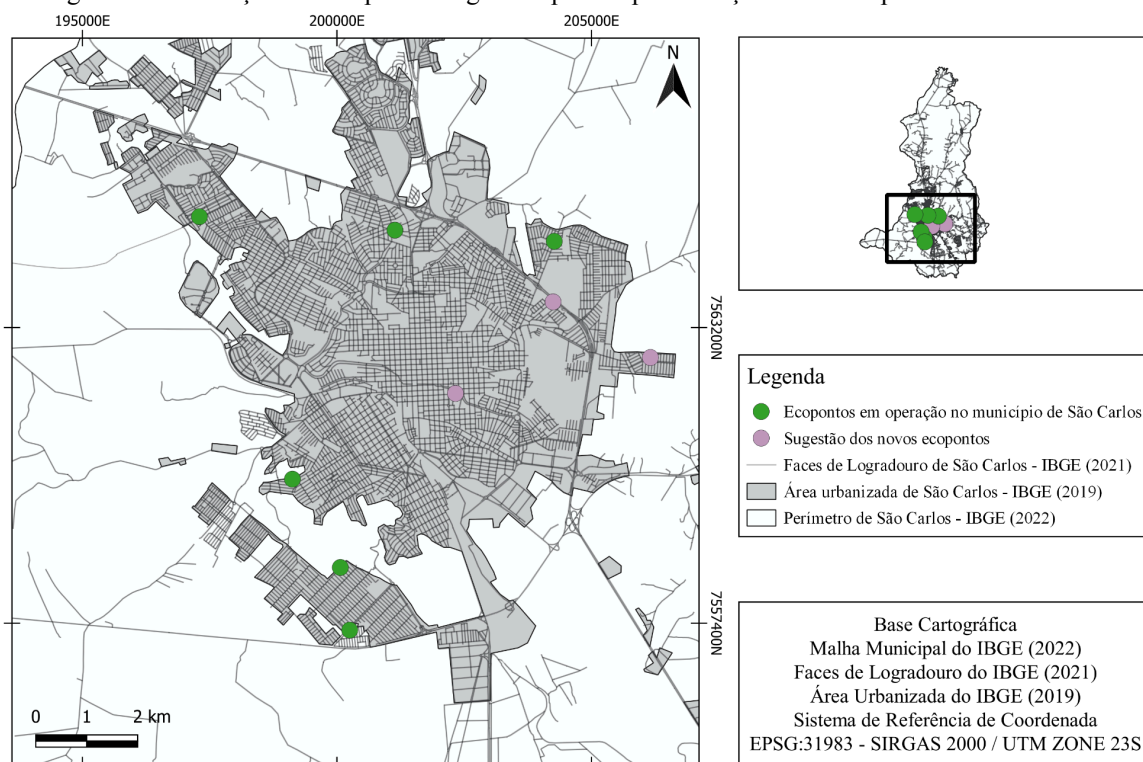
Essas lacunas na cobertura indicam a necessidade de uma expansão ou redistribuição estratégica desses pontos, de modo a garantir um atendimento mais abrangente e eficiente. Uma proposta para melhorar a abrangência dos pontos de coleta é a de implementar os ecopontos que já possuem projeto apresentado no PMGIRS e têm a localização prevista para áreas carentes desse serviço e que apresentam quantidades significativas de locais com presença de descarte irregular de RCC (São Carlos, 2020). A Tabela 12 apresenta os ecopontos dessa proposta e a Figura 9 ilustra suas localizações.

Tabela 12: Relação dos ecopontos propostos e suas localizações no município de São Carlos/SP.

Ecoponto	Endereço planejado
Parque Primavera	Rua Lucrecia Placco
Douradinho	Rua Francisca Dirce Barbosa
Jardim Maria Alice	Avenida Comendador Alfredo Maffei

Fonte: Adaptado de PMGIRS de São Carlos, 2020.

Figura 9: Localização dos ecopontos sugeridos para implementação no município de São Carlos/SP.



Fonte: Autores, 2025.

Além disso, vale salientar que existem denúncias de descarte irregular de resíduos da construção civil a menos de 500 metros dos ecopontos (Figura 8), o que demonstra que os ecopontos não estão cumprindo a sua função de forma completa. Isso corrobora a discussão apresentada por Córdoba (2010), que argumenta que apenas a criação de infraestruturas de captação não é suficiente. São necessárias também ações voltadas para a conscientização ambiental da população e medidas de fiscalização.

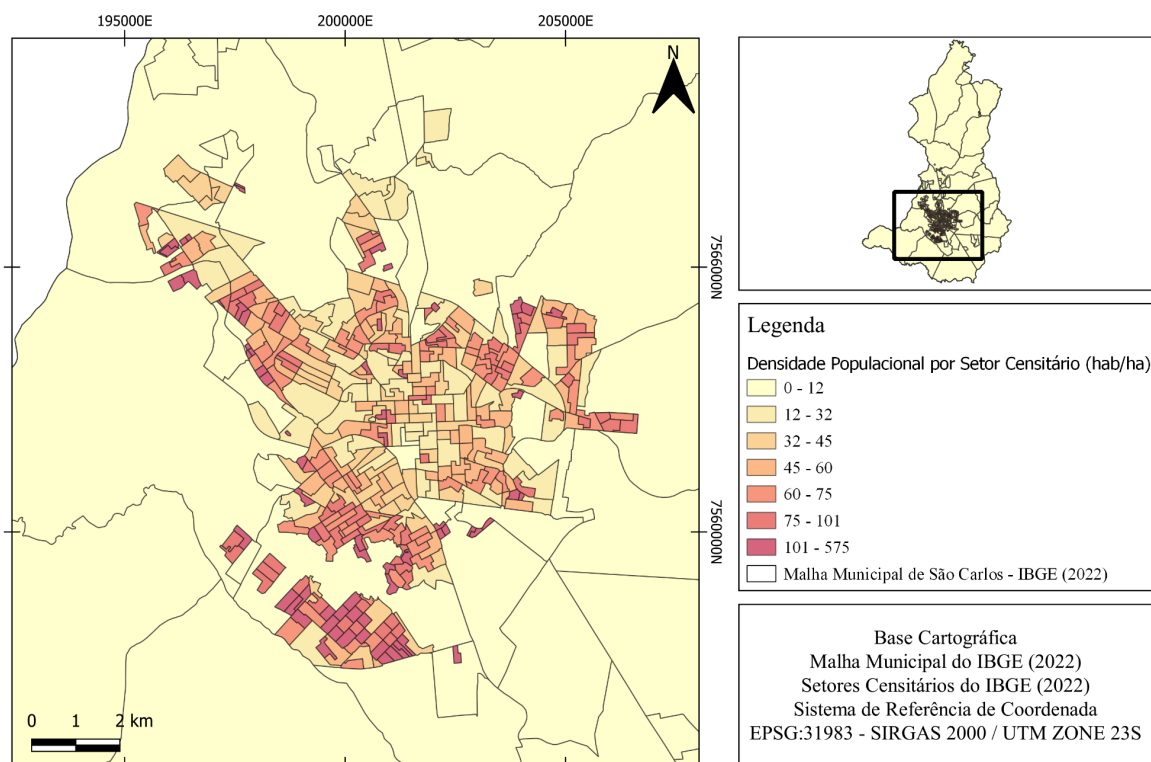
5.4 Relação entre densidade populacional e o Índice de denúncias de descarte irregular de RCC por população

5.4.1 Relação para os Setores Censitários do município de São Carlos/SP

A Figura 10 apresenta a densidade populacional por setor censitário no município de São Carlos/SP. Observa-se que os setores com maior densidade populacional (faixas entre 101–575 hab/ha, 75–101 hab/ha e 60–75 hab/ha) concentram-se predominantemente na região

sudoeste da cidade, abrangendo o distrito Bela Vista São-Carlense, embora ainda localizados dentro da área urbanizada. Apesar dessa concentração na porção sudoeste, também há setores com elevada densidade populacional inseridos nos distritos Sede São Carlos e Vila Nery.

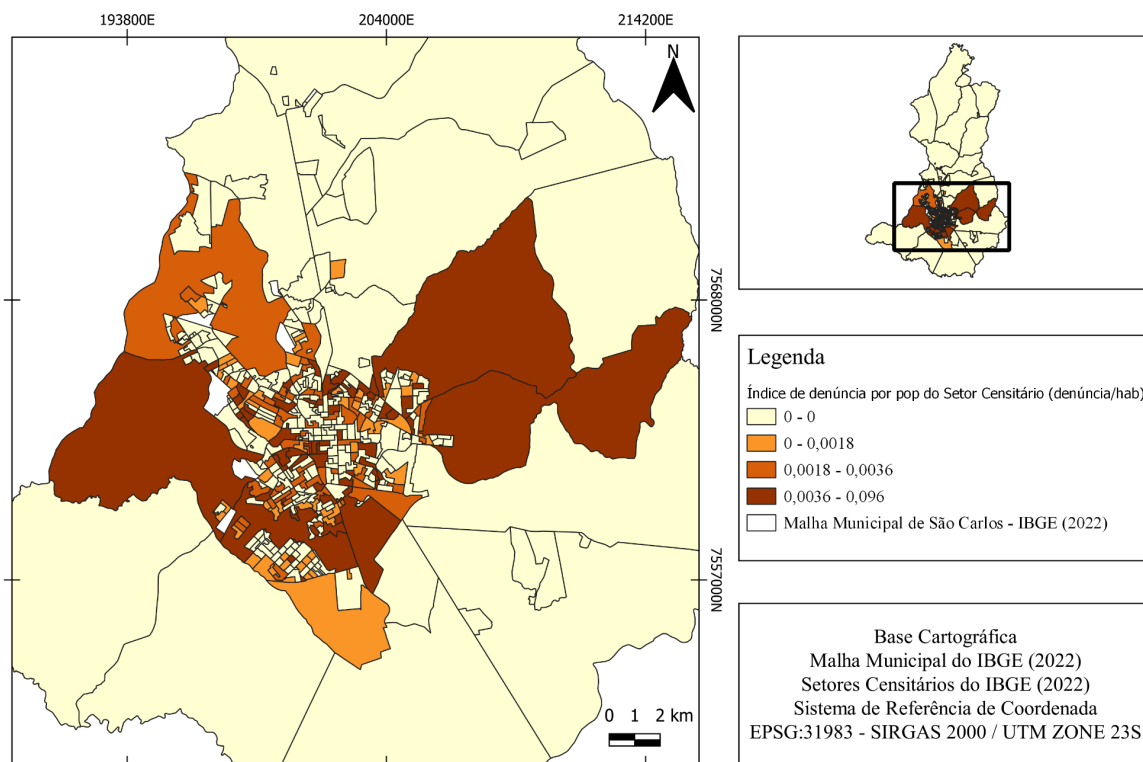
Figura 10: Densidade populacional por setor censitário na cidade de São Carlos/SP.



Fonte: Autores, 2025.

A Figura 11 apresenta os índices de denúncias de descarte irregular de RCC pela população dos setores censitários. São 292 setores com índice 0, 57 setores com índice entre 0 e 0,0018 denúncias/habitante, 57 setores com índice entre 0,0018 e 0,0036 denúncias/habitante e 58 setores com índice entre 0,0036 e 0,0096 denúncias/habitante.

Figura 11: Índice da quantidade de denúncias de RCC pelo total da população em cada setor censitário na cidade de São Carlos/SP.



Fonte: Autores, 2025.

Ao comparar a Figura 10 com a Figura 11, observa-se que as denúncias de descarte irregular de resíduos da construção civil são mais frequentes nos setores censitários com maior densidade populacional. Dos 204 setores censitários com densidade populacional entre 60 e 575 habitantes por hectare, 116 apresentam índices médios e altos de denúncias por população, variando entre 0,0018 e 0,096 denúncias por habitante.

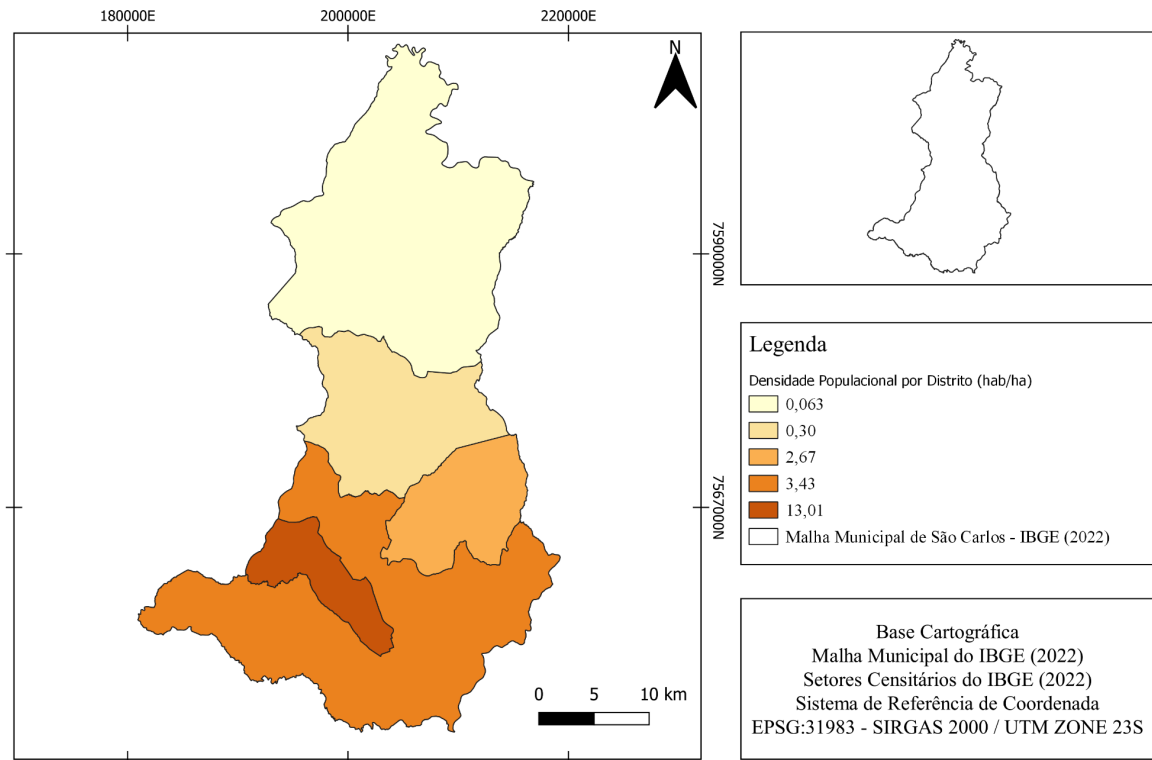
No entanto, existem setores que apresentam baixa densidade populacional e um alto índice de denúncias. Isso ocorreu para os setores que apresentam uma área muito grande e uma população consideravelmente baixa para o território, o que explica os casos em que setores censitários com baixa densidade e altos casos de denúncias terem sido representados por índices consideravelmente altos.

5.4.2 Relação para os Distritos do município de São Carlos/SP

Na Figura 12, é apresentada a densidade populacional por Distrito no município de São Carlos/SP. A partir dela torna-se possível observar três distritos que se destacam por

apresentarem as maiores faixas de densidade populacional para a cidade, sendo eles: Bela Vista São-Carlense com 13,01 hab/ha, Sede São Carlos com 3,43hab/ha e Vila Nery com 2,67 hab/ha, respectivamente.

Figura 12: Densidade populacional por Distrito na cidade de São Carlos/SP.



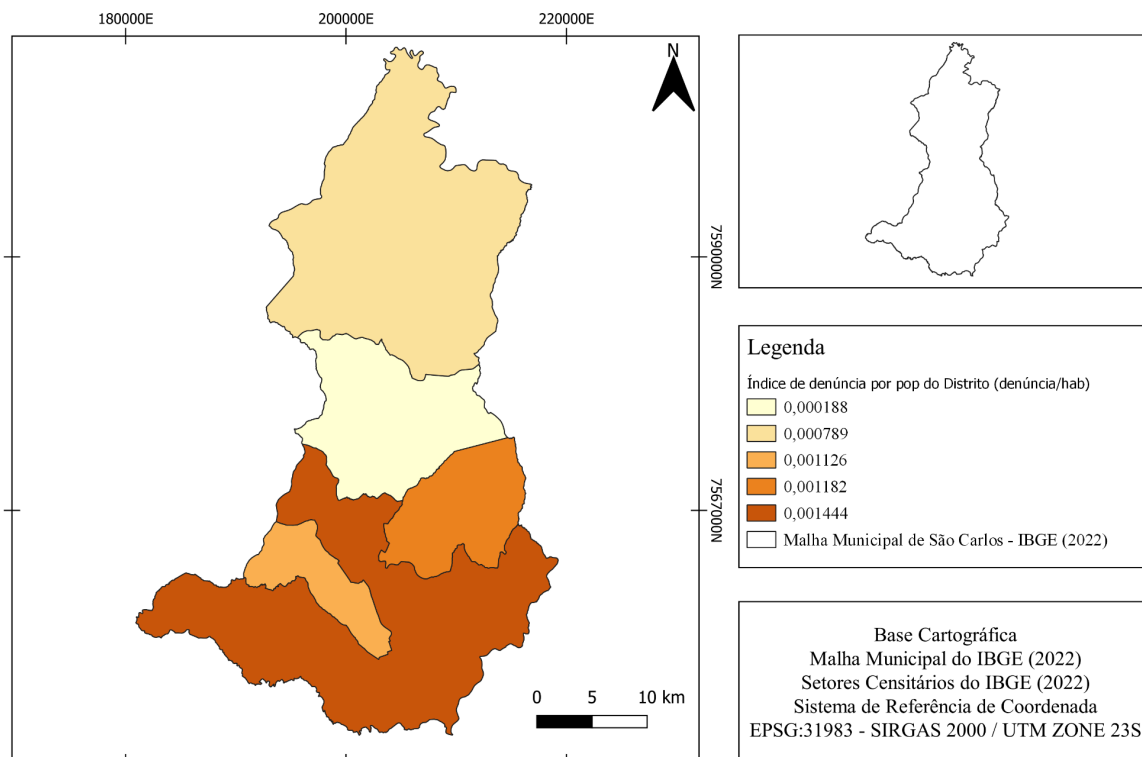
Fonte: Autores, 2025.

O distrito com maior número de descartes irregulares de construção civil entre os anos de 2019 e 2022 é o Distrito Sede São Carlos, com cerca de 196 denúncias de locais com despejo irregular de RCC. Além disso, é o segundo distrito com a maior densidade populacional.

O distrito com maior densidade populacional do município é o Bela Vista São-Carlense, que também é o segundo em número de denúncias de locais com descarte irregular de resíduos da construção civil, totalizando cerca de 93 denúncias. Por outro lado, o distrito com menor densidade populacional entre os três é o Vila Nery, que registrou aproximadamente 34 denúncias de descarte irregular de RCC entre 2019 e 2022.

A partir da Figura 13 é possível visualizar os índices de denúncias de descarte irregular de RCC pela população dos distritos de São Carlos.

Figura 13: índice da quantidade de denúncias de RCC pelo total da população em cada distrito na cidade de São Carlos/SP



Fonte: Autores, 2025.

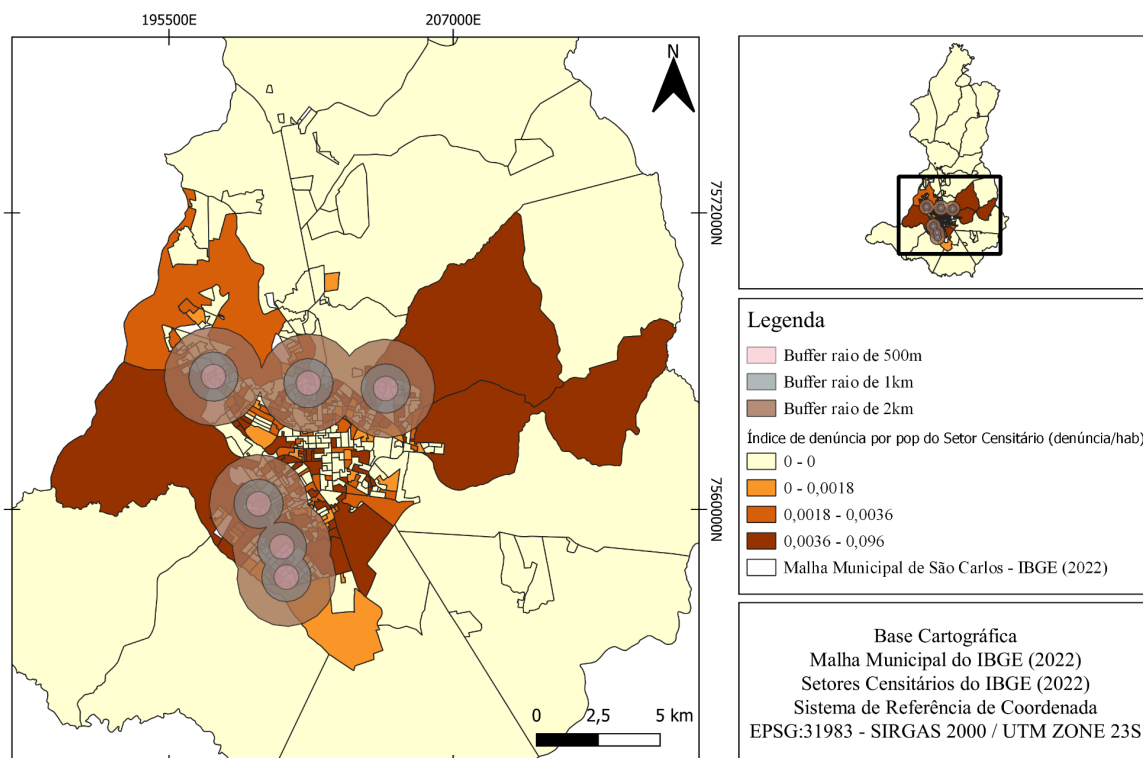
A análise da densidade populacional e do índice da quantidade de denúncias de RCC pelo total da população por distrito mostra que os descartes irregulares de RCC ocorrem principalmente nas áreas urbanizadas com maior densidade populacional.

5.5 Relação entre as zonas de influência dos ecopontos com índice de denúncias

5.5.1 Relação para os Setores Censitários do município de São Carlos/SP

A Figura 14 ilustra a relação entre as zonas de influência dos ecopontos (raio de 500m, 1km e 2km) com a quantidade de denúncias pela população em cada setor censitário do município.

Figura 14: Relação entre as zonas de influência dos ecopontos com o índice de denúncia por população do setor censitário na cidade de São Carlos/SP.



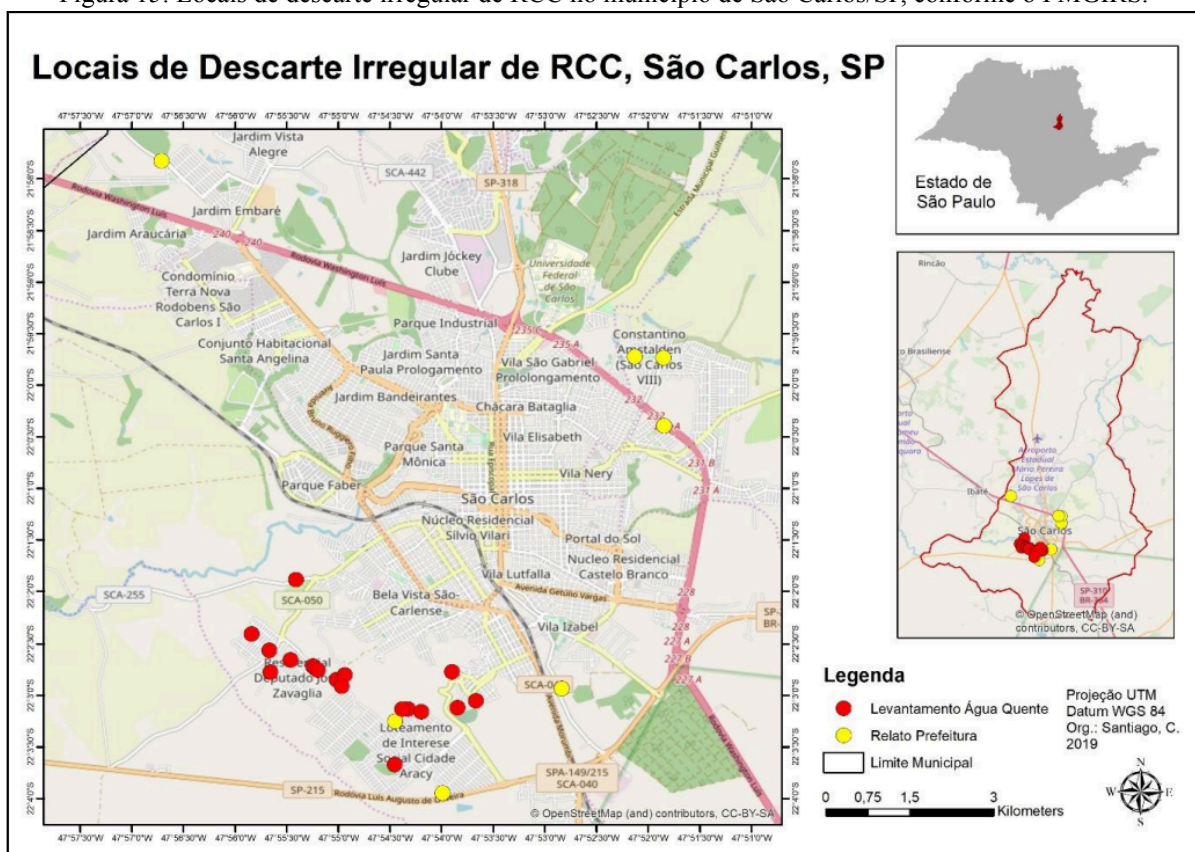
Fonte: Autores, 2025.

O buffer de 500 m engloba 11 dos 58 setores censitários com o maior índice de denúncia por população (0,0036 – 0,096 denúncia/habitante), o buffer de 1km compreende 20 dos 58 setores censitários com o maior índice de denúncia por população e o buffer de 2km abrange 38 dos 58 setores censitários com essa faixa de índice. Ainda assim, existem 20 setores que apresentam a maior faixa de índice e que não são englobados pelas zonas de potencial atendimento.

5.6 Comparação das denúncias entre 2019 e 2020 com as informações do PMGIRS

No Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Carlos existe um mapa que identifica os locais de descarte irregular de RCC no município, os quais foram identificados por meio de um diagnóstico de descarte irregular na bacia hidrográfica do Córrego da Água Quente em 2018 e por meio de conhecimento dos funcionários da Secretaria Municipal de Serviços Públicos (São Carlos, 2020). A Figura 15 apresenta o mapa com a localização desses pontos de despejo incorretos.

Figura 15: Locais de descarte irregular de RCC no município de São Carlos/SP, conforme o PMGIRS.



Fonte: PMGIRS de São Carlos, 2020.

No mapa, é possível observar que os pontos de descarte irregular estão concentrados principalmente na periferia da cidade, na bacia do Córrego da Água Quente, e nos distritos Sede São Carlos, Vila Nery e Bela Vista São-Carlense.

A comparação entre a Figura 15 e as Figuras 3 e 4 revela que os locais de despejo incorreto de RCC continuam englobando os distritos Sede São Carlos, Vila Nery e Bela Vista São-Carlense. No entanto, observa-se um aumento nos locais de descarte, que agora também estão localizados na área urbanizada mais próxima da área central do município, região que não é atendida por ecopontos.

5.7 Estimativa da geração de RCC por pequenos geradores

Na Tabela 13 é possível visualizar a geração anual de RCC por distrito e total para o município de São Carlos/SP.

Tabela 13: Valores de geração anual de resíduos da construção civil por distrito e total no município de São Carlos/SP.

Distritos	População (hab)	Geração de RCC (ton/ano)
Distrito-Sede	135.653	154.976,8
Água vermelha	5.314	6.070,97
Bela Vista São-Carlense	82.592	94.357,23
Santa Eudóxia	2534	2.894,96
Vila Nery	28.764	32.861,43
Total	254.857	291.161,4

Fonte: Autores, 2025.

Considerando a soma da geração de RCC por distrito, tem-se que a estimativa de geração total de resíduos da construção civil em São Carlos é de 291.161,4 toneladas/ano.

A partir da Tabela 13 foram feitos os cálculos para pequenos geradores que podem ser visualizados na Tabela 14.

Tabela 14: Valores de geração anual de resíduos da construção civil por pequenos geradores no município de São Carlos/SP.

Distritos	População (hab)	Geração de RCC por pequenos geradores (ton/ano)
Distrito-Sede	135.653	11.282,31
Água vermelha	5.314	441,96
Bela Vista São-Carlense	82.592	6.869,2
Santa Eudóxia	2.534	210,75
Vila Nery	28.764	2.392,31
Total	254.857	21.196,5

Fonte: Autores, 2025.

A estimativa da geração total de RCC pelos pequenos geradores é 7,28% da geração total de RCC, equivalente a 21.196,5 toneladas/ano. Os 92,72% restantes são gerados por grandes geradores, os quais devem gerenciar os resíduos de acordo com o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (PGRCC) de cada um deles.

A média das quantidades mensais de RCC recebidas em todos os ecopontos da cidade de São Carlos entre os anos de 2019 e 2022 podem ser visualizadas na Tabela 15.

Tabela 15: Média das quantidades de RCC coletado pelos ecopontos entre os anos de 2019 e 2022 no município de São Carlos/SP.

	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2019							564	774	1014	702	549	291
2020	453	414	681	661	699	630	966	930	669	873	765	399
2021	471	99	576	585	501	570	459	618	1062	585	450	348
2022	351	174	138	612	768	804	1062					
Média	425	229	465	619,33	656	668	762,75	774	915	720	588	346

Fonte: Adaptado de Departamento de Resíduos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (2023).

A partir dos valores de média mensal de RCC coletados, obteve-se a média anual de 7.168,08 toneladas de RCC coletados por todos os ecopontos. E realizando a subtração da estimativa da geração total de RCC por pequenos geradores pela média anual de RCC coletados nos ecopontos, tem-se que o descarte irregular de RCC no município de São Carlos é de aproximadamente 14.028,42 toneladas por ano.

5.8 Limitações das análises realizadas

- Dados incompletos de medições e saídas mensais das quantidades de resíduos nos ecopontos para os anos de 2019 a 2020;
- Malha Municipal vetorizada do IBGE não apresenta a delimitação dos bairros de São Carlos/SP;
- Falta de dados mais atualizados para as denúncias de descartes irregulares de RCC (anos mais recentes a partir de 2023);
- Expandir e complementar o banco de dados municipal de denúncias de despejos irregulares;

6 CONCLUSÃO

A estimativa de geração total de resíduos da construção civil de pequenos geradores em São Carlos/SP é de 21.196,5 toneladas por ano, enquanto a quantidade coletada pelos ecopontos é menor, com uma média anual de 7.168,08 toneladas por ano, cerca de 33,8% do total gerado, impactando em um descarte irregular de aproximadamente 14.028,42 toneladas por ano.

A análise das denúncias de descarte irregular de resíduos da construção civil (RCC) no município entre 2019 e 2022 revela uma predominância significativa de denúncias relacionadas a RCC, seguidas por resíduos de poda e resíduos não especificados. Essa proeminência destaca uma deficiência na gestão dos resíduos gerados pelas atividades de construção no município.

A concentração de denúncias no perímetro urbano sugere uma possível subnotificação de problemas ambientais em áreas rurais, onde a fiscalização e a conscientização podem ser menos intensas. Portanto, é essencial implementar estratégias para aumentar a vigilância e a conscientização sobre o descarte irregular de RCC, tanto nas áreas urbanas quanto nas rurais, garantindo uma abordagem mais abrangente e eficaz no combate a essa problemática.

Os distritos Sede São Carlos, Bela Vista São Carlense e Vila Nery apresentam um maior número de denúncias, evidenciando a necessidade de políticas públicas eficazes para o gerenciamento de resíduos da construção civil. Essas políticas devem incluir estratégias para aumentar a vigilância e a conscientização sobre o descarte irregular de RCC, garantindo uma abordagem mais abrangente e eficaz no combate a essa problemática. A melhoria das condições socioambientais nas regiões mais vulneráveis também é crucial para reduzir o impacto negativo do descarte inadequado de resíduos.

A análise da localização e cobertura dos ecopontos em São Carlos revela que, embora todos estejam situados dentro da área urbanizada da cidade, há lacunas significativas na cobertura, especialmente em regiões com alta incidência de denúncias de descarte irregular de RCC. Os ecopontos atendem principalmente os bairros em que estão inseridos, mas a influência diminui consideravelmente à medida que se afasta dos pontos de coleta. A expansão ou redistribuição estratégica dos ecopontos é necessária para garantir um atendimento mais abrangente e eficiente. Implementar novos ecopontos em áreas carentes desse serviço, conforme já previsto em projetos, pode ajudar a mitigar o problema. Além disso, a proximidade de denúncias de descarte irregular a menos de 500 metros dos ecopontos

indica que apenas a criação de infraestruturas de captação não é suficiente. É crucial implementar ações voltadas para a conscientização ambiental da população e medidas de fiscalização mais rigorosas.

A análise também mostra que existem locais de descarte irregular dentro dos raios de influência dos ecopontos. Isso evidencia que eles estão cumprindo sua função de forma parcial, destacando a necessidade de uma abordagem mais abrangente para resolver o problema do descarte irregular de RCC em São Carlos.

REFERÊNCIAS

ABREMA. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024**. São Paulo: Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente, 2024.

ABRECON, Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil. **Pesquisa Setorial 2017/2018**. São Paulo: Abrecon, 2018.

ABRECON, Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil / organizadores S. C. Angulo; L. S. Oliveira, L. Machado** – São Paulo : Epusp, 2022. 104 p.

ÁGUA E SANEAMENTO. **São Carlos: municípios e saneamento**. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/sp/sao-carlos>. Acesso em: 25 set. 2024.

ALVARENGA, Júlio Campos. **GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: uma análise da distribuição espacial dos pontos de entrega voluntária de material reciclável em Viçosa/MG**. Revista Políticas Públicas & Cidades. 2015.

ABNT. NBR 15113:2004. **Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT NBR 15115:2004. **Resíduos sólidos da construção civil – Requisitos para utilização de resíduos em pavimentação e outras obras de infraestrutura**. Rio de Janeiro, 2013.

BARBISAN, Ailson Oldair et al. **Impactos ambientais causados pela construção civil**. *Unoesc & Ciência-ACSA*, v. 2, n. 2, p. 173-180, 2011.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº. 01 de 23 de janeiro de 1986**. Brasília, 1986.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004. Altera o inciso IV do art. 3º da Resolução CONAMA nº 307/2002**. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 17 ago. 2004.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012. Altera os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução CONAMA nº 307/2002.** *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 19 jan. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 469, de 28 de julho de 2015. Altera o inciso II do art. 3º e inclui os §§ 1º e 2º do art. 3º da Resolução CONAMA nº 307/2002.** *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 29 jul. 2015.

BRASIL. *Diário Oficial da União*, 2010. Disponível em: https://www.p.gov.br/c/www.p.gov.br/c/www.pr.gov.br/c/_no-2010/201/le/1123.ht. Acesso em: 29 out. 2024.

DE CAMPOS, Priscilla Benites; TAVARES, Célia Regina Granhen. **Avaliação de métodos de quantificação e caracterização de Resíduos de Construção Civil.** 2013.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **Clima dos municípios paulistas**, 2015.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Sistema Estadual de Gerenciamento Online de Resíduos Sólidos - SIGOR. **Informações sobre as áreas de destinação.** São Paulo, 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/sigor/informacoes-sobreas-areas-de-destinacao/#1507859735781-d52477de-3433>. Acesso em: 25 jan. 2025.

CÓRDOBA, Rodrigo Eduardo. **Estudo do sistema de gerenciamento integrado de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos-SP.** 2010.

COSTA, Bárbara Virgili da et al. **Geração e caracterização dos resíduos da construção civil no Brasil – Análise do estado da arte.** Limeira: Faculdade de Tecnologia da UNICAMP, 2017.

COSTA, Isabella Nassar dos Santos; CASSINO, Lucas Eduardo. **Gestão sustentável de resíduos em canteiro de obras com paredes de concreto armado.** 2020.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Caracterização Climática.** Disponível em: <https://www.cppse.embrapa.br/meteorologia/index.php?pg=caracterizacao>. Acesso em: 08 set. 2024.

FLORÊNCIO, Pablo Rodrigues da Costa. **Avaliação de impactos ambientais na disposição irregular de resíduos sólidos da construção civil no município de Guarabira-PB. 2021. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental)** – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2021.

GUIMARÃES, D.; FIORE, F. **Estimativa da geração de resíduos da construção civil.** *Revista DAE*, 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PIB cresce 2,9% em 2023 e fecha o ano em R\$ 10,9 trilhões**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/39303-pib-cresce-2-9-em-2023-e-fecha-o-ano-em-r-10-9-trilhoes>. Acesso em: 09 set. 2024.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **São Carlos: panorama**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-carlos/panorama>. Acesso em: 09 set. 2024.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de São Carlos**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-carlos/pesquisa/30/0>. Acesso em: 09 set. 2024.

IAS, Instituto Água e Saneamento. **Municípios e Saneamento: São Carlos**. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/sp/sao-carlos>. Acesso em: 28 fev. 2025.

KLEIN, Flávio Bordino; GONÇALVES-DIAS, Sylmara Lopes Francelino. **A deposição irregular de resíduos da construção civil no município de São Paulo: um estudo a partir dos instrumentos de políticas públicas ambientais**. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 40, p. 483-506, 2017.

MAZZUCO, Giulia Guillen; MOSCHINI, Luiz Eduardo. **Análise de indicadores de desempenho urbano: Estudo de caso-Bairro Cidade Aracy, São Carlos, SP**. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 14, n. 5, 2018.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: A experiência do Sinduscon/SP. 2005**. Publicação Sinduscon/SP, 48 p. São Paulo.

PINTO, Tarcísio de Paula; GONZÁLEZ, Juan Luís Rodrigo. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Coordenadores: Tarcísio de Paula Pinto, Juan Luís Rodrigo González. Brasília: CAIXA, 2005**. Parceria técnica entre o Ministério das Cidades, o Ministério do Meio Ambiente e a Caixa Econômica Federal.

ABRECON, Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil / organizadores S. C. Angulo; L. S. Oliveira, L. Machado – São Paulo : Epusp, 2022**. 104 p.

RIBEIRO, Amandha Rafaela et al. **Percepção ambiental dos moradores do Bairro Jardim Tangará. In: VII Congreso de Medio Ambiente de la AUGM (La Plata, 2012)**. 2013.

ROSADO, Laís Peixoto; PENTEADO, Carmenlucia Santos Giordano. **Análise da eficiência dos Ecopontos a partir do georreferenciamento de áreas de disposição irregular de**

resíduos de construção e demolição. Sociedade & Natureza, Uberlândia, Mg, v. 30, n. 2, p. 164-185, maio 2018.

SÃO CARLOS. **Lei nº 13.867, de 12 de setembro de 2006.** Dispõe sobre a política municipal de resíduos sólidos. *Diário Oficial do Município de São Carlos*, São Carlos, SP, 29 dez. 2006.

SÃO CARLOS. **Lei nº 14.480, de 10 de dezembro de 2008.** Dispõe sobre a política municipal de resíduos sólidos. *Diário Oficial do Município de São Carlos*, São Carlos, SP, 12 dez. 2008.

SÃO CARLOS. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.** São Carlos, SP, 2020.

SÃO CARLOS. **Prefeitura Municipal de São Carlos.** Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br>. Acesso em: 25 set. 2024.

SÃO PAULO. **Encontre o ecoponto mais perto de sua casa.** *Portal da Capital*, 2023. Disponível em: <https://capital.sp.gov.br/w/noticia/encontre-o-e-mais-perto-de-s-casa>. Acesso em: 29 out. 2024.

TEMPO.com. **O Tempo, 2023.** Disponível em: <https://www.tem.com/não/cie/os--5-pa-que-mais-g-eu-n/D-americano-eu-co-se-classe-globo.html>. Acesso em: 29 out. 2024.

TREVISAN, Diego Peruchi. **Análise das variáveis ambientais causadas pelas mudanças dos usos e cobertura da terra do município de São Carlos, São Paulo, Brasil.** 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

UNESP, Universidade Estadual Paulista. **Resíduos sólidos: o que são e como são classificados. Universidade Estadual Paulista**, [s.d.]. Disponível em: <http://www1.rc.unes.br/igce/aplicada/ead/resíduos/res13.html>. Acesso em: 29 out. 2024.

USP, Universidade de São Paulo. **Atlas Digital.** São Paulo: USP, 2022. Disponível em: <https://cdcc.usp.br/wp-content/uploads/sites/512/2022/06/atlas-Digital-29-de-junho-2022-com-pactado.pdf>. Acesso em: 25 set. 2024.