

**Resíduos Sólidos em Zonas Urbanas: Uma Abordagem Estatística
Multidimensional Sobre Descarte Irregular e Queima no município de
Governador Valadares, Minas Gerais**

Arthur Campos Coelho

Mestre, PPGTAS-UFVJM, Brasil
campos.arthur@ufvjm.edu.br

Alexandre Sylvio Vieira da Costa

Professor Doutor, PPGTAS-UFVJM, Brasil
alexandre.costa@ufvjm.edu.br

RESUMO

O descarte inadequado de resíduos urbanos é uma preocupação global, principalmente nas grandes cidades considerando os aspectos da poluição ambiental e visual. Este estudo fornece uma análise detalhada do município de Governador Valadares, Minas Gerais, identificando nuances locais e uma melhor compreensão desta problemática de modo a apoiar decisões para ações corretivas. Avalia a persistência e a incidência de queima de resíduos em locais de descarte irregular no município, enfatizando seus impactos ambientais e de saúde. Neste trabalho utilizou-se uma abordagem combinada de mapeamento georreferenciado com imagens do Google Earth Pro, complementado por verificações in-situ com dispositivos GPS. A análise estatística dos dados coletados foi realizada utilizando o software PSPP. As análises estatísticas foram apoiadas por tabelas de contingência, aplicação do teste qui-quadrado, Phi, Cramer's V e Odds Ratio, avaliando as características das associações. Foi identificada uma forte associação entre o descarte persistente de resíduos sólidos em áreas não edificadas e a presença de resíduos de poda de árvores e jardinagem. A pesquisa também demonstrou uma significativa associação de áreas com indícios de queima que estavam situadas em espaços públicos. Adicionalmente, confirmou-se uma associação estatística significativa nos locais onde foram identificados descartes de papel e plástico e a queima. Esta pesquisa expande a compreensão sobre práticas de descarte em contextos urbanos e fornece um modelo replicável de análise georreferenciada combinada com verificações físicas, além dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Os resultados obtidos demonstram as implicações diretas para políticas de gestão de resíduos, sensibilizando sobre as consequências do descarte e queima inadequados.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento. Qui-quadrado. Mapeamento.

1 INTRODUÇÃO

A problemática da gestão de resíduos sólidos em centros urbanos é amplificada pela crescente produção e pela inadequada disposição final deste material, uma preocupação crucial para o ambiente urbano contemporâneo (GOUVEIA, 1999). A ABRELPE (2020) ilustra esta dinâmica ao apresentar um retrato da última década no Brasil, revelando que, desde a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instaurada pela Lei 12.305 em 2010, a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) elevou-se em 19%. A região Sudeste é o maior contribuinte, sendo responsável por quase 50% dos resíduos produzidos (ABRELPE, 2020).

Este aumento da produção e coleta de RSU, apesar de refletir avanços nos processos de coleta, também ressalta a persistência de desafios significativos, com a disposição inadequada dos resíduos impactando diretamente 77,65 milhões de brasileiros e acarretando custos ambientais e de saúde estimados em USD 1 bilhão anualmente (ABRELPE, 2020).

Particularmente, a indústria da construção civil surge como a principal geradora de resíduos, representando de 40% a 70% da totalidade dos resíduos coletados diariamente em muitas cidades brasileiras, sobrecarregando os sistemas municipais e acarretando elevados custos públicos (CHERNICHARO et al., 2008). PINTO (1999) alertava para a iminente pressão dos resíduos de construção e demolição (RCD) nos municípios brasileiros, uma vez que muitos deles não estavam estruturados para gerenciar volumes tão significativos de resíduos. Mesmo duas décadas após sua pesquisa, percebe-se uma persistência de práticas inadequadas no manejo de RCD em diversos municípios brasileiros, evidenciando uma evolução limitada na gestão de resíduos sólidos da construção urbana.

PINTO (1999) categorizou os Resíduos de Construção e Demolição (RCDs) como

componentes dos resíduos sólidos urbanos, notando significativas lacunas de conhecimento acerca de aspectos volumétricos, impactos, custos e potenciais de reaproveitamento destes resíduos. Esta falta de compreensão é muitas vezes percebida pelos gestores públicos apenas quando confrontados com a insuficiência de medidas paliativas.

ABRELPE (2014), corroborando com PINTO (1999), observou restrições similares na coleta de dados sobre RCDs, uma vez que registros municipais frequentemente se restringem a obras municipais ou descartes em espaços públicos, limitando a compreensão do cenário completo de descarte de resíduos.

A persistência dessa deficiência informativa é confirmada por MATIAS (2020), que, através de pesquisas em capitais brasileiras, identificou discrepâncias significativas entre dados federais e informações locais, ilustrando a continuidade dos desafios na gestão de resíduos sólidos no Brasil.

CHERNICHARO et al. (2008) detalham que as disposições clandestinas de resíduos, muitas vezes iniciadas com o descarte de RCDs, evoluem para incluir uma variedade de detritos, transformando áreas em locais degradados, gerando múltiplos problemas urbanos e ambientais. MONTEIRO (2017) destaca ainda que a formação dessas áreas de descarte irregular incentiva o despejo clandestino de resíduos por diversos estabelecimentos, devido à falta de controle e fiscalização adequados.

Portanto, a preocupação se expande além da gestão dos RCDs, ressoando nas implicações mais amplas e profundas para as cidades e seus habitantes devido às práticas inadequadas de disposição e à persistência de lacunas de conhecimento.

As referências evidenciam a presença de uma variedade de resíduos além dos de construção e demolição em áreas de descarte irregular. Uma questão sub-representada em literaturas é a prática de queima destes resíduos, iniciada frequentemente por acumulações de RCDs.

ARAÚJO (2017) caracterizou resíduos em Londrina/PR, evidenciando que a maior parte (87%) era de RCD e 13% compreendiam outros resíduos. SCHALCH et al. (2002) informam que a queima de resíduos a céu aberto é uma prática antiquada para mitigar a decomposição orgânica, evitando vetores e odores, transformando áreas de descarte em locais de contaminação e risco à saúde pública. CHERNICHARO et al. (2008) reiteram os riscos, vinculando a prática ao ressurgimento de doenças, proliferação de vetores, e a degradação ambiental.

Medidas paliativas adotadas por municípios, como remoção de entulhos, provaram ser ineficazes e tendem a encorajar descartes irregulares (PINTO e GONZÁLES, 2005). PINTO (1999) argumenta que sem uma base sólida de informações sobre os RSUs, não há resolução efetiva para o problema do descarte irregular e da queima de resíduos. Tais práticas afetam adversamente tanto o meio ambiente quanto a qualidade de vida urbana, com implicações significativas para a saúde pública e proliferação de doenças.

As soluções para esses problemas exigem uma abordagem multifacetada e profunda para entender as dinâmicas subjacentes. Uma análise meticulosa, combinada com abordagens analíticas rigorosas, é crucial para desenhar estratégias de intervenção eficazes e informadas, essenciais para legisladores, urbanistas e comunidades.

Além disso, a gestão de resíduos sólidos é crucial para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, tornando estudos sobre esta temática não apenas

relevantes, mas urgentes, frente à crescente urbanização global e aos impactos climáticos associados ao manejo inadequado de resíduos. Este trabalho visa proporcionar uma visão holística e fundamentada da problemática, almejando instigar mudanças significativas para práticas mais sustentáveis e responsáveis.

2 OBJETIVOS

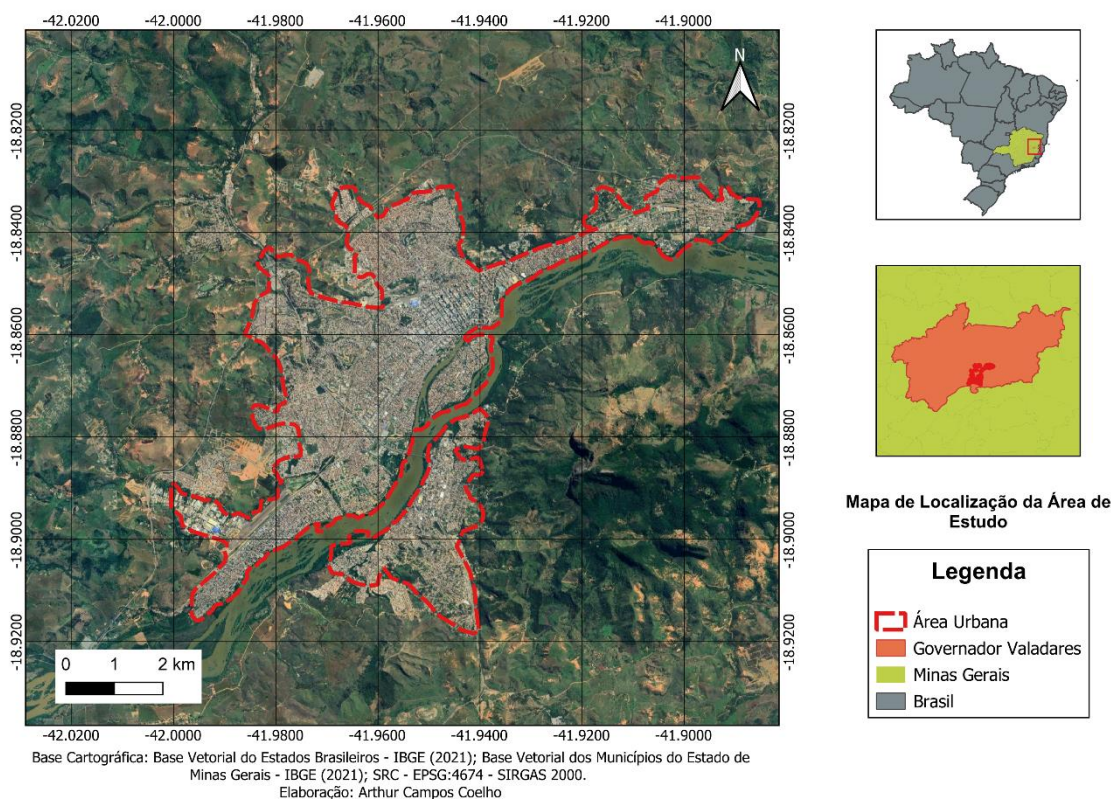
O artigo teve como objetivo geral realizar um estudo acerca do descarte irregular de resíduos sólidos urbanos que incide na bacia de contribuição formada pelo perímetro urbano do Município de Governador Valadares/MG, de modo a investigar as múltiplas dimensões e fatores associados ao descarte irregular e à queima de resíduos sólidos em zonas urbanas, empregando abordagens analíticas e estatísticas para entender sua complexidade e inter-relações. Para alcançar esse objetivo, têm-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Realização de mapeamento georreferenciado dos pontos de incidência de descarte irregular ocorridos dentro do perímetro urbano do Município de Governador Valadares;
- b) Avaliar as características intrínsecas dos resíduos sólidos descartados, com foco na gestão dos diferentes tipos de resíduos, apoiando-se em análises estatísticas como Tabelas de Contingência, Qui-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V e Odds Ratio;
- c) Analisar a influência de variáveis aparentemente secundárias ou não diretamente significativas na dinâmica do descarte e queima de resíduos sólidos, investigando sua possível moderação ou mediação nos principais efeitos, utilizando análises estatísticas pertinentes.
- d) Desenvolver uma compreensão integrada da interação entre os diversos fatores contribuintes, com a finalidade de fornecer uma base sólida para futuras iniciativas de gestão e soluções sustentáveis, e valendo-se de uma abordagem estatística multidimensional.

3 METODOLOGIA

O estudo se concentra no município de Governador Valadares, situado na mesorregião do Vale do Rio Doce, a leste do estado de Minas Gerais (IBGE, 2010). A cidade dista cerca de 320 km a nordeste da capital, Belo Horizonte. Possui uma área total de 2.342 km², sendo que 24,37 km² são delimitados como perímetro urbano, conforme demonstrado no Mapa de Localização (Figura 1). Além de liderar uma microrregião composta por 24 municípios, Governador Valadares é reconhecido como um polo econômico regional de relevância, influenciando diversas áreas, inclusive regiões do Espírito Santo (MINAS GERAIS, 2015). Neste trabalho, a atenção foi focada especificamente para o perímetro urbano de Governador Valadares, conforme mapa de localização (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de Localização da Área de Estudo



Fonte: Elaborado pelo autor utilizando vetores do IBGE (2021), QGIS 3.32.1 e Google Earth Pro (2023).

O mapeamento do descarte irregular em Governador Valadares/MG foi meticulosamente realizado através de uma abordagem combinada de análises remotas e in-loco, utilizando recursos como Google Earth Pro e GIS¹ para análise de imagens, complementado com inspeções no terreno e uso de GPS para áreas obscuras nas imagens.

Inicialmente, consideramos vários fatores preponderantes para o descarte irregular, como proximidade a eixos viários, tipo de área (privada ou pública), condição socioeconômica da região e inclusão em Área de Preservação Permanente, integrando dados municipais e utilizando diversas ferramentas analíticas. O objetivo era obter uma visão compreensiva e detalhada dos padrões e motivadores do descarte irregular de resíduos na região.

A análise envolveu o detalhamento de localização e características das áreas de descarte por meio do sistema de geoprocessamento Municipal e o Google Earth, permitindo a geração de mapas temáticos detalhados. As categorizações socioeconômicas e de utilização predominante dos imóveis na região foram baseadas na legislação local.

Após a coleta de dados, realizou-se a caracterização presencial de pontos de descarte, observando diferentes categorias de resíduos e sinais de queimas. Os dados foram então

¹ QGIS 3.32.1 é um software livre e de código aberto para Sistemas de Informação Geográfica (SIG), utilizado para criar, editar, visualizar, analisar e publicar informações geoespaciais. Google Earth Pro é uma plataforma que permite visualizar um modelo digital detalhado do globo terrestre, baseado em imagens de satélite, fotos aéreas e dados GIS.

preparados para análise no software PSPP², possibilitando a execução de diversos testes estatísticos.

Nessa etapa, as variáveis categóricas foram codificadas e criadas tabelas de contingência 2x2³, fundamentais para entender a interação entre as variáveis. Realizamos testes do qui-quadrado de Pearson⁴ para avaliar a independência entre as variáveis categóricas. Calculamos também o risco relativo (odds ratio)⁵ e aplicamos os coeficientes de correlação de Phi e Cramers V⁶ para medir a força e direção das associações.

A análise exploratória se estruturou em dois grupos principais, focando nas variáveis-chave de descarte persistente e incidência de queima de resíduos, cruzadas com um conjunto de variáveis de localização e condições socioeconômicas. A abordagem sistemática e estruturada adotada permitiu um entendimento aprofundado da dinâmica complexa do descarte irregular de resíduos.

Apesar dos insights significativos obtidos, as associações identificadas não indicam relações de causa e efeito diretamente, demandando interpretação cuidadosa e consideração de possíveis variáveis de confusão não observadas. Os resultados obtidos, contudo, são importantes para informar estratégias futuras de mitigação de descartes irregulares na região estudada.

4 RESULTADOS

Concluída a etapa de investigação, foi elaborado um mapa de distribuição de pontos de descarte irregular de resíduos na região urbana de Governador Valadares (Figura 2).

² PSPP é um software livre para análise de dados, similar ao SPSS. É utilizado para análise estatística de dados amostrais, incluindo operações como crosstabulações, análises de frequência, testes de hipóteses e mais.

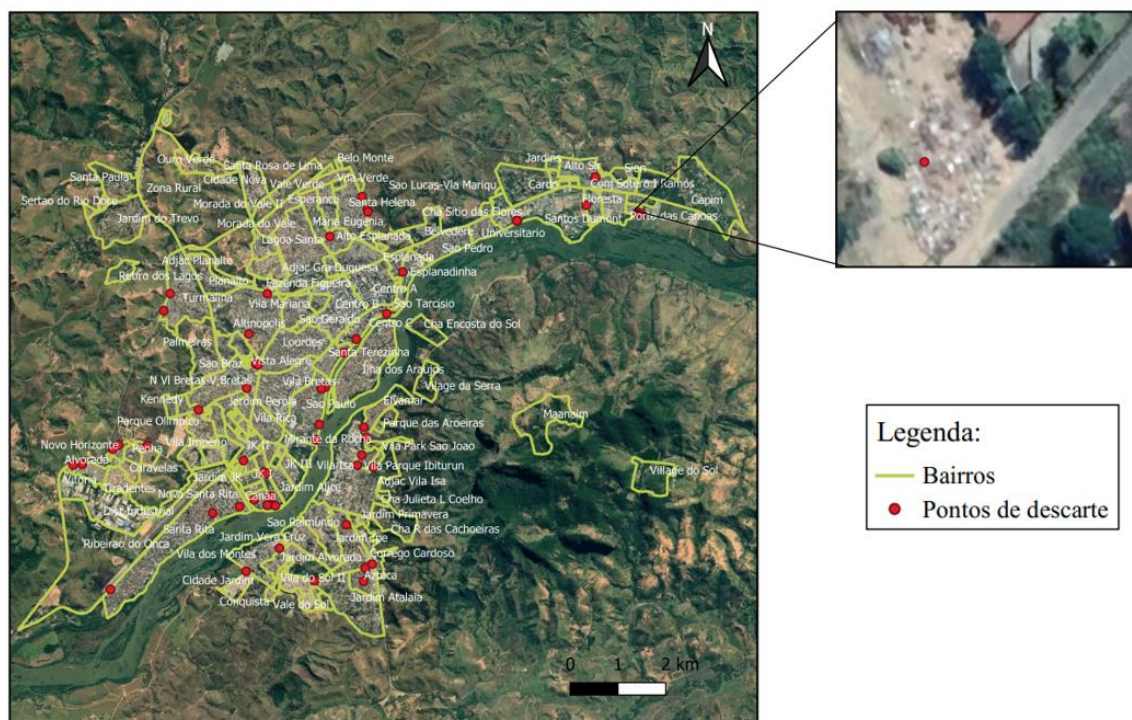
³ Tabelas de contingência 2x2 são utilizadas em estatística para examinar a relação entre duas variáveis categóricas, fornecendo uma base para testes de hipótese.

⁴ O teste chi-quadrado de Pearson é um teste estatístico que avalia se existe uma associação significativa entre duas variáveis categóricas. É comumente usado para comparar observações de frequências observadas em categorias com frequências esperadas. No contexto deste estudo, o teste ajudou a identificar relações entre características de áreas de descarte (como proximidade a eixos viários e condições socioeconômicas) e a incidência de descarte irregular e queima de resíduos.

⁵ Odds Ratio é uma medida de associação que descreve a razão entre as odds (chances) de um evento ocorrer em um grupo em relação às odds do mesmo evento ocorrer em outro grupo. No caso deste estudo, foi utilizado para quantificar a força e direção da associação entre a presença de certos tipos de resíduos (como plástico ou papel) em locais de descarte e a probabilidade de que esses locais apresentem queima de resíduos.

⁶ Phi e Cramer's V são medidas de associação para tabelas de contingência. O coeficiente Phi é utilizado para tabelas 2x2, enquanto Cramer's V pode ser aplicado a tabelas de qualquer tamanho, indicando a força da associação entre as variáveis categóricas.

Figura 2 – Mapa de distribuição de Resíduos de Construção e Demolição



Fonte: Elaborado pelo autor utilizando vetores do IBGE (2021), QGIS 3.32.1 (2022) e Google Earth Pro (2023).

Através da fotointerpretação de imagens de satélite, foi possível identificar 55 áreas suspeitas de descarte irregular, sendo que 42 dessas áreas foram posteriormente confirmadas por meio de inspeções in-loco. Para cada uma dessas 42 áreas, procedeu-se à aplicação de um check-list, destinado à análise das variáveis preestabelecidas, compilação de um relatório fotográfico e elaboração de um mapa de localização específica.

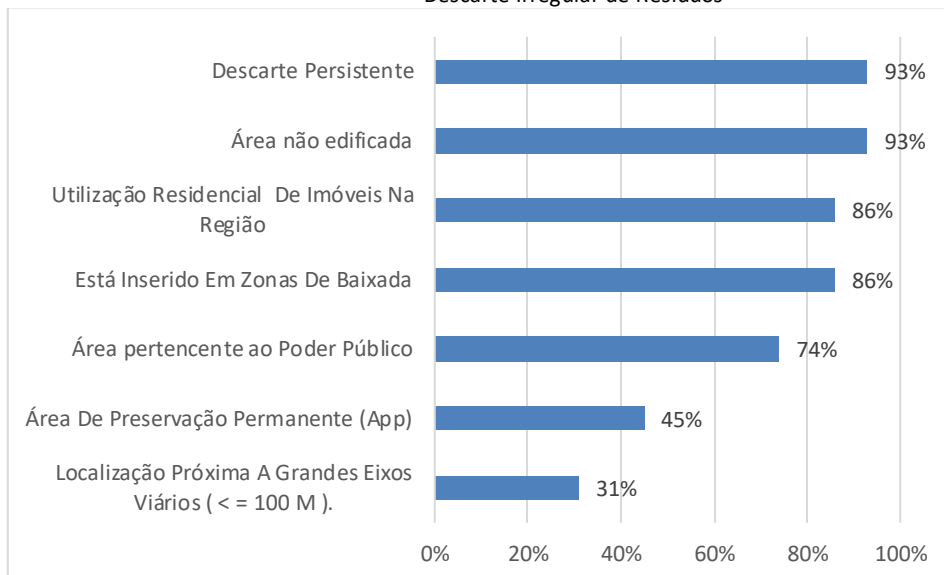
Dentre as áreas confirmadas, foi constatado que 31% situavam-se em proximidades de grandes eixos viários, e 45% estavam localizadas em Áreas de Preservação Permanente (APP). Notou-se, de forma significativa, que 74% das áreas de descarte estavam sob jurisdição pública. Cerca de 86% dos sítios identificados encontravam-se em zonas de baixada, e uma proporção similar era caracterizada pela utilização residencial dos imóveis circundantes.

Quanto às características físicas do terreno, 93% das áreas eram não edificadas e, proporcionalmente, evidenciou-se descarte persistente, sublinhando a natureza recorrente do fenômeno em questão.

A inspeção in-loco proporcionou uma avaliação detalhada da variedade de resíduos presentes nos locais de descarte. Resíduos classificados como perigosos foram detectados em 17% dos locais, ao passo que eletroeletrônicos foram identificados em 29%. Resíduos metálicos e de gesso foram registrados, respectivamente, em 36% e 38% das áreas examinadas. Observou-se a presença de isopor e borracha em 45% dos pontos, resíduos orgânicos em 55%, vidro em 62%, e resíduos de poda de árvores e jardinagem em 71%. Em 81% das áreas, foram observados indícios de queima e presença de papel e resíduos de construção e demolição, enquanto a incidência de plástico foi verificada em 86% dos pontos. Notavelmente, a madeira foi o resíduo mais recorrente, detectada em 96% das áreas inspecionadas.

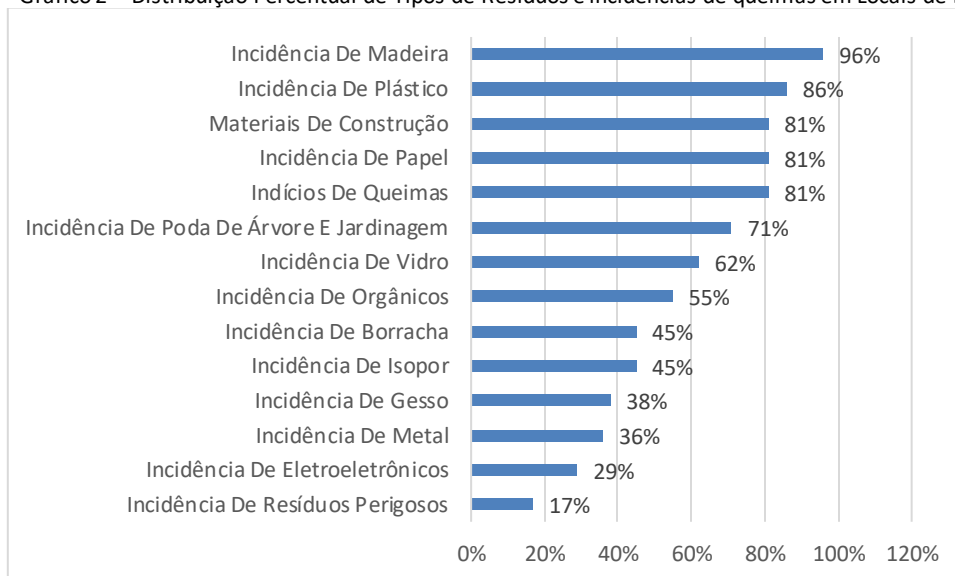
Os Gráficos 1 e 2 apresentam uma visualização mais detalhada e quantitativa dos dados coletados, facilitando a interpretação e análise dos padrões e distribuições dos diferentes tipos de resíduos e dos locais de descarte irregular analisados.

Gráfico 1 - Distribuição Percentual de Ocorrências de Características Geográficas e de Propriedade em Áreas de Descarte Irregular de Resíduos



Fonte: Autor.

Gráfico 2 – Distribuição Percentual de Tipos de Resíduos e incidências de queimas em Locais de Descarte Irregular



Fonte: Autor.

Para capturar a complexidade subjacente dessas áreas e oferecer uma representação precisa do problema, as descobertas foram organizadas em um formato tabular unificado. Nele, destacam-se as Tabelas de Contingência e as análises estatísticas utilizando o Chi-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V, além da Odds Ratio. Na sequência, são apresentadas alguns

dos principais resultados das análises realizadas, organizados com o objetivo de oferecer um ponto de partida robusto e baseado em dados para abordar a questão dos descartes irregulares persistentes e da queima de resíduos dispostos em locais inadequados (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise estatísticas adotando como variável principal áreas de descarte persistente

Áreas de descarte irregular de resíduos de modo persistente em locais edificadas ou não edificadas	
Análise das Tabelas de Contingência	Análises Chi-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V e Odds Ratio
Apesar de as áreas edificadas representarem apenas 2,6% do total de descarte persistente, um terço (33,3%) dessas áreas específicas exibe esse comportamento. No entanto, o descarte persistente é amplamente dominante em áreas não edificadas, totalizando 97,4% de todos os descartes persistentes, com todas (100%) essas áreas não edificadas mostrando recorrência no descarte. Além disso, enquanto 66,7% das áreas edificadas não apresentam descarte persistente, curiosamente, nenhuma área não edificada se enquadra nesta categoria, indicando que, uma vez que o descarte ocorre em uma área não edificada, ele tende a persistir.	Os resultados do teste de Chi-quadrado e do Linear-by-Linear são estatisticamente significativos ($p < 0.05$), sugerindo que o descarte persistente está fortemente associado à Área Não Edificada. Além disso, os valores de correlação (Phi e Cramer's V) foram altos (0.81), indicando uma forte correlação entre as duas variáveis. O Odds Ratio para o descarte persistente foi de 0.00 para Área Edificada, sugerindo que o descarte persistente é muito menos provável em Áreas Edificadas do que em Áreas Não Edificadas.
Áreas de descarte irregular de resíduos de modo persistente em regiões de condição socioeconômica baixa ou não baixa	
Análise das Tabelas de Contingência	Análises Chi-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V e Odds Ratio
Nas áreas com condição socioeconômica baixa, o descarte persistente foi observado em 93.9% das áreas, compreendendo 79.5% de todos os descartes persistentes registrados. Em contraste, em áreas de condição socioeconômica não baixa, todas (100%) registraram descarte persistente, ainda que representem apenas 20.5% do total de descartes persistentes. Por outro lado, nas áreas de condição socioeconômica baixa, apenas 6.1% das áreas não mostraram sinais de descarte contínuo. No entanto, não houve registros de áreas sem descarte persistente em áreas de condição socioeconômica não baixa.	As análises de Chi-quadrado e Linear-by-Linear não mostraram uma associação estatisticamente significativa ($p > 0.05$), sugerindo que o descarte persistente não está necessariamente associado à condição socioeconômica. Além disso, o valor de correlação (Phi e Cramer's V) foi de 0.11, indicando uma correlação muito baixa entre as duas variáveis. O odds ratio para o descarte persistente foi de 0.00 para condição socioeconômica não baixa e infinito para condição socioeconômica baixa, sugerindo que o descarte persistente é infinitamente mais provável em condições socioeconômicas baixas do que em condições não baixas.
Áreas de descarte irregular de resíduos de modo persistente em regiões residenciais ou comerciais	
Análise das Tabelas de Contingência	Análises Chi-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V e Odds Ratio
Nos imóveis residenciais, 89.7% apresentaram descarte persistente, e esse percentual representa 97.2% do total de imóveis residenciais com descarte persistente. Isso sugere que, entre os imóveis residenciais que praticam descarte, a reincidente é uma ocorrência muito comum. Por outro lado, nos imóveis comerciais, 10.3% tiveram descarte persistente, que constitui 80% do total de imóveis comerciais com descarte persistente. Isto indica que, mesmo que o descarte persistente seja menos prevalente em imóveis comerciais em comparação com imóveis residenciais, quando ocorre, é provável que continue. Quando observamos os imóveis sem descarte persistente, 50% estão categorizados como residenciais, representando apenas 2.8% do total de imóveis residenciais. No entanto, 50% dos imóveis comerciais estão sem descarte persistente, representando 20% do total de imóveis comerciais.	A maioria dos casos (95,1%) apresentaram descarte persistente, sendo que a maioria destes (89,7%) ocorreram em imóveis residenciais. Os testes de Chi-quadrado e Linear-by-Linear retornaram valores p de 0.094 e 0.098, respectivamente, indicando que não existe uma associação significativa entre o descarte persistente e a utilização dos imóveis. O valor de correlação (Phi e Cramer's V) foi de 0.26, indicando uma correlação fraca entre as variáveis. O Odds Ratio para o descarte persistente foi de 8.75 para imóveis residenciais e 1.09 para imóveis comerciais, sugerindo que o descarte persistente é mais provável em imóveis residenciais do que em comerciais. No entanto, este resultado não é estatisticamente significativo.

Áreas de descarte irregular de resíduos de modo persistente em locais onde são descartados resíduos de poda

Análise das Tabelas de Contingência

Análises Chi-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V e Odds Ratio

Nos locais onde houve descarte de poda, a taxa de descarte persistente é de 76.9%. Notavelmente, essa taxa representa 100% dos locais que possuíam descarte de poda, indicando que todos os locais com poda tiveram descarte persistente. Em contraste, em locais sem descarte de poda, o descarte persistente foi observado em 23.1% dos locais, e essa porcentagem corresponde a 81.8% do total de locais sem poda e com descarte persistente. Quando analisamos os locais sem descarte persistente, observamos que nenhum deles teve descarte de poda (0% para ambos os critérios relacionados a poda). Por outro lado, 100% dos locais que não tiveram descarte persistente não possuíam descarte de poda, representando 18.2% do total de locais sem descarte de poda.

A maioria dos descartes persistentes ocorre onde há poda (100%). O valor de p é menor que 0,05, indicando uma associação significativa entre descarte persistente e a presença de poda. A correlação é moderada. O Odds Ratio de +Infinit indica que descartes persistentes são muito mais prováveis onde há poda.

Fonte: Autor.

A análise de descarte persistente revela diferentes padrões e propensões em variados tipos de áreas e contextos socioeconômicos, bem como na presença de diferentes tipos de resíduos. Observa-se que o descarte persistente é mais propenso em áreas públicas e não edificadas, destacando uma preocupante tendência em locais de fácil acesso e menos supervisionados. Tais áreas, majoritariamente, representam 97,4% de todos os descartes persistentes, indicando uma associação forte e significativa com a natureza não edificada das áreas.

Quanto à condição socioeconômica, uma prevalência alta de descarte persistente é notável em áreas de condição socioeconômica baixa, chegando a 93,9%. Contudo, surpreendentemente, áreas de condição socioeconômica não baixa também exibiram uma taxa de 100% de descarte persistente, sinalizando que o problema é disseminado, embora estas áreas representem uma proporção menor do total de descartes. Não obstante, os testes estatísticos não associam significativamente a condição socioeconômica ao descarte persistente, evidenciando que fatores adicionais podem estar influenciando essa dinâmica.

Ao explorar as características de imóveis, verifica-se que o descarte persistente é altamente prevalente em áreas de imóveis residenciais, com 89,7% exibindo este comportamento. Os imóveis comerciais, por outro lado, apresentam uma taxa menor de descarte persistente, porém, uma vez estabelecido, o descarte tende a persistir. A correlação estatística entre a categoria do imóvel e o descarte persistente não é significativa, sugerindo que outros fatores subjacentes podem estar em jogo.

Relativamente aos diferentes tipos de resíduos, os resíduos de poda destacam-se pela congruência total com o descarte persistente, indicando uma associação significativa. Por outro lado, descartes de madeira, vidro, papel, plástico, metal, Isopor, borracha, e eletroeletrônicos não apresentam significância estatística robusta em relação ao descarte persistente, embora existam variações nas propensões de descarte persistente para cada tipo de resíduo, com algumas delas mostrando altas taxas de descarte persistente. O dado mais marcante desta análise é que em todos os locais onde ocorreu descarte de poda, também houve descarte persistente. Esta congruência total é um indício forte de que os locais com resíduos de poda, que

muitas vezes ocupam um grande volume, têm uma propensão significativamente alta de manter práticas de descarte continuadas

Em suma, embora várias associações entre o descarte persistente e diversos fatores e tipos de resíduos tenham sido observadas, a significância estatística foi, em muitos casos, ausente, sugerindo a necessidade de uma investigação mais profunda e contextual para entender completamente as dinâmicas e influências subjacentes do descarte persistente em diferentes contextos e situações.

Tabela 2 - Análise das estatísticas adotando como variável principal áreas de descarte irregular de resíduos com indícios de queima

Incidência de queimas em áreas de disposição irregular de resíduos próximas a grandes eixos viários	
Análise das Tabelas de Contingência	Análises Chi-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V e Odds Ratio
A incidência de queimas em áreas próximas a grandes eixos é bastante elevada, com 92.3% dessas áreas tendo indícios de queima, o que representa 35.3% do total de áreas com queima. Já em áreas distantes de grandes eixos, 78.6% delas tiveram queimas, o que abrange 64.7% do total de áreas com queima. Por outro lado, apenas 7.7% das áreas perto de grandes eixos não têm indícios de queima, enquanto esse percentual sobe para 21.4% em áreas mais afastadas, correspondendo a uma esmagadora maioria (85.7%) do total de áreas sem queima.	O teste do Chi-quadrado e o teste de associação Linear-by-Linear não indicam uma associação estatisticamente significativa entre as duas variáveis, com valores p de 0,277 e 0,283, respectivamente. A correlação entre Queima e Grandes Eixos é baixa (Phi e Cramer's V = 0,17). O Odds Ratio de 3,27 sugere que a queima é cerca de 3,27 vezes mais provável de ocorrer em locais com Grandes Eixos do que em locais sem Grandes Eixos.
Incidência de queimas em áreas de disposição irregular de resíduos de domínio público ou privado	
Análise das Tabelas de Contingência	Análises Chi-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V e Odds Ratio
Tanto em termos absolutos quanto relativos, as áreas públicas apresentam uma incidência significativamente maior de queimas quando comparadas às áreas privadas. Enquanto isso, a proporção de locais sem queima em áreas privadas é notavelmente maior, apesar de ainda representar uma parcela considerável dos locais totais sem queima.	O teste do Chi-quadrado indica uma associação estatisticamente significativa entre as duas variáveis, com valor p de 0,047. O teste de associação Linear-by-Linear também indica uma associação significativa com valor p de 0,050. A correlação entre Queima e Tipo de Área é moderada (Phi e Cramer's V = 0,31). O Odds Ratio de 0,19 sugere que a queima é menos provável de ocorrer em locais privados do que em locais públicos.
Incidência de queimas em áreas de disposição irregular de resíduos em regiões residenciais ou comerciais	
Análise das Tabelas de Contingência	Análises Chi-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V e Odds Ratio
Nos imóveis utilizados para fins residenciais, observa-se uma taxa de queima de 80.6%, e esses locais correspondem a 85.3% do total de descartes irregulares com indícios de queimas. Isto sugere que as áreas residenciais são locais significativos para o descarte irregular que resulta em queima. Já os imóveis de uso comercial mostram uma taxa preocupante: todos os descartes irregulares (100%) foram queimados, mesmo que esses locais representem apenas 14.7% do total de queimas. Em relação aos descartes sem queima, 19.4% dos locais residenciais não tiveram sinais de queima, sendo todos os casos (100%) de descartes sem queima. Os imóveis comerciais, por sua vez, não apresentaram qualquer registro de descartes sem queima.	O teste do Chi-quadrado e o teste Linear-by-Linear indicam que não há associação estatisticamente significativa entre as duas variáveis, com valores p de 0,279 e 0,285, respectivamente. A correlação entre Queima e Utilização dos Imóveis é baixa (Phi e Cramer's V = 0,17). O Odds Ratio indica que a queima não ocorre em áreas comerciais, enquanto é muito provável em áreas residenciais.
Incidência de queimas em áreas de disposição irregular de resíduos com presença de madeira	

Análise das Tabelas de Contingência	Análises Chi-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V e Odds Ratio
<p>Nas áreas de descarte que possuem resíduos de madeira, observa-se uma taxa de queima de 84,8%, e tais áreas compõem 82,4% do total de descartes irregulares com indícios de queimas. Isto indica que a presença de resíduos de madeira em uma área de descarte é um fator relevante que se correlaciona com a queima subsequente. Por outro lado, os locais que não possuem resíduos de madeira têm uma taxa de queima de 75,0%, mas estas áreas representam apenas 17,6% do total de queimas. Em relação aos descartes que não apresentaram sinais de queima, 15,2% dos locais com madeira e 25,0% dos locais sem madeira não foram queimados, representando 71,4% e 28,6% dos descartes totais sem queima, respectivamente.</p>	<p>O teste Chi-quadrado e o teste Linear-by-Linear não indicam uma associação significativa entre queima e a presença de madeira ($p > 0.05$). A correlação é baixa (Phi e Cramer's V = 0,10). O Odds Ratio indica que a queima é 1,87 vezes mais provável de ocorrer onde há madeira, mas este resultado não é estatisticamente significativo.</p>
Incidência de queimas em áreas de disposição irregular de resíduos com presença de vidro	
Análise das Tabelas de Contingência	Análises Chi-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V e Odds Ratio
<p>Nas áreas onde há descarte de resíduos de vidro, observa-se uma notável taxa de queima de 96,2%, com esses locais representando 73,5% do total de queimas. Por outro lado, nas áreas sem resíduos de vidro, a taxa de queima é de 60%, mas esses locais constituem apenas 26,5% do total de queimas. Considerando os descartes sem queima, apenas 3,8% dos locais com vidro e 40,0% dos locais sem vidro não foram queimados. Entretanto, não é intuitivo e nem é possível traçar uma correlação clara que associe diretamente a presença de vidro como uma variável determinante para queimas. A situação é similar à observada com resíduos de gesso, onde uma aparente correlação não necessariamente significa causalidade.</p>	<p>O teste Chi-quadrado e o teste Linear-by-Linear indicam uma associação significativa entre queima e a presença de vidro ($p < 0.05$). A correlação é moderada (Phi e Cramer's V = 0,46). O Odds Ratio indica que a queima é 16,67 vezes mais provável de ocorrer onde há vidro.</p>
Incidência de queimas em áreas de disposição irregular de resíduos com presença de papel	
Análise das Tabelas de Contingência	Análises Chi-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V e Odds Ratio
<p>Os locais com descarte de resíduos de papel apresentam uma notória taxa de queima de 94,1%, com esses locais representando igualmente 94,1% do total de queimas. Em contraste, nas áreas sem resíduos de papel, a taxa de queima é substancialmente menor, situando-se em 28,6%, embora essas áreas representem apenas 5,9% do total de queimas. Em relação aos descartes sem queima, 5,9% dos locais com papel e 71,4% dos locais sem papel não foram queimados. A presença de papel nos locais de descarte parece ter uma correlação direta e significativa com a incidência de queima.</p>	<p>A maioria dos locais de queima (94,1%) continham papel. Há uma forte associação positiva entre queima e a presença de papel, indicada pelo valor p e pelos altos valores de Phi e Cramer's V. O Odds Ratio sugere que é 40 vezes mais provável a ocorrência de queima quando há papel presente.</p>
Incidência de queimas em áreas de disposição irregular de resíduos com presença de plástico	
Análise das Tabelas de Contingência	Análises Chi-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V e Odds Ratio
<p>Os dados mostram uma notável taxa de queima de 100% para locais com descarte de plástico, o que sugere uma forte associação entre a presença de plástico e a incidência de queima. Estes locais compreendem 94,4% do total de descartes irregulares com indícios de queimas. Surpreendentemente, áreas sem descartes de plástico não registraram qualquer queima. Entretanto, quanto aos descartes sem queima, 5,6% dos locais com plástico e todos (100%) os locais sem plástico não foram queimados.</p>	<p>O teste de qui-quadrado indica uma associação muito forte entre queima e presença de plástico ($p < ,0001$), o que é corroborado pelo coeficiente de correlação de Phi e Cramer's V (.82). O Odds Ratio indica que a queima é infinitamente mais provável na presença de plástico.</p>

Incidência de queimas em áreas de disposição irregular de resíduos com presença de eletroeletrônicos	
Análise das Tabelas de Contingência	Análises Chi-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V e Odds Ratio
Locais com descarte de eletroeletrônicos têm uma taxa de queima de 35.3%, e essas áreas representam 100% de todos os descartes de eletroeletrônicos que mostram sinais de queima. Por outro lado, locais sem descarte de eletroeletrônicos apresentam uma taxa de queima de 64.7%, e essas áreas correspondem a 75.9% de todos os descartes sem eletroeletrônicos com indícios de queima. Quanto aos locais sem queima, não foram registrados sinais de queima em áreas de descarte de eletroeletrônicos, mas 100% dos locais sem descarte de eletroeletrônicos não mostraram indícios de queima.	O teste Chi-quadrado indica uma possível associação entre queima e a presença de eletroeletrônicos, embora o valor p não seja muito forte (0.062). No entanto, o valor p do teste de razão de verossimilhança (0.020) indica uma associação significativa. O valor do Odds Ratio indica que a queima é infinitamente mais provável de ocorrer quando há eletroeletrônicos presentes.
Incidência de queimas em áreas de disposição irregular de resíduos com presença de orgânicos	
Análise das Tabelas de Contingência	Análises Chi-quadrado, Linear-by-Linear, Phi e Cramer's V e Odds Ratio
Locais onde se verifica o descarte de materiais orgânicos têm uma elevada taxa de queima, chegando a 67,6%. Além disso, esses locais correspondem a 100% de todos os pontos onde se descartaram materiais orgânicos e que também indicaram queima. Em contraste, as áreas sem descarte de materiais orgânicos apresentam uma taxa de queima menor, de 32,4%, mas ainda assim representando 61,1% do total de descartes sem materiais orgânicos que mostraram sinais de queima. No que tange aos descartes sem indícios de queima, não há registros de queima nos locais com materiais orgânicos, porém, onde não foram descartados materiais orgânicos, 100% não apresentaram evidências de queima.	Há uma correlação moderada e significativa ($p < 0,001$; Phi e Cramer's $V = 0,51$) entre a ocorrência de queima e resíduos orgânicos, o que é confirmado pelo teste de Chi-quadrado e Linear-by-Linear. O Odds Ratio de Infinito indica que a queima é muito mais provável de ocorrer com resíduos orgânicos.

Fonte: Autor.

A investigação detalhada das queimas associadas ao descarte irregular de resíduos (Tabela 2), focada em várias dimensões, evidencia várias nuances consideráveis, especialmente no contexto da proximidade com grandes eixos viários e na disposição em áreas públicas e privadas, assim como nas regiões comerciais e residenciais.

Quanto à proximidade com grandes eixos viários, a análise indicou que tal proximidade não se correlaciona significativamente com a incidência de queimas, mesmo com a percepção de que locais adjacentes a esses eixos tenham uma probabilidade maior de experimentar tais eventos.

O tipo de propriedade demonstrou uma diferença marcante, com áreas públicas apresentando uma propensão significativamente maior para a incidência de queimas em comparação com propriedades privadas. Isso sugere uma necessidade urgente de implementar regulamentações e conscientização nessas áreas para mitigar o risco de queimas.

No contexto de regiões comerciais e residenciais, as regiões de imóveis comerciais destacaram-se com uma taxa de queima de 100%. Isso ressalta a necessidade de medidas preventivas, educação ambiental e regulamentações rigorosas nestes locais. As áreas residenciais, apesar de serem importantes no estudo, não apresentaram uma correlação tão robusta quanto os ambientes comerciais na incidência de queimas.

A investigação também observou o descarte de diferentes tipos de materiais, como madeira, vidro, papel, plástico, eletroeletrônicos e resíduos orgânicos. Entre esses, papel e plástico mostraram uma associação robusta com a incidência de queima, uma vez que são

materiais facilmente inflamáveis. A madeira, sendo também inflamável, apresentou uma correlação substancial com o fenômeno de queimas, necessitando de atenção nas estratégias de gestão de resíduos.

O vidro demonstrou uma correlação moderada com as queimas, enquanto eletroeletrônicos apresentaram uma associação significativa, apesar da variabilidade nas taxas de queima. Este resultado indica a presença de outros materiais inflamáveis descartados juntamente com os eletroeletrônicos. Os resíduos orgânicos, embora sejam uma preocupação ambiental significativa, não mostraram uma correlação direta e significativa com a incidência de queimas.

Em síntese, a complexidade e a multifatorialidade do fenômeno de queimas associadas ao descarte irregular de resíduos demandam estratégias integradas e multifacetadas, envolvendo regulações mais rigorosas, conscientização pública e gestão adequada de resíduos, com especial atenção à disposição de resíduos em áreas públicas, à proximidade de grandes eixos viários e ao tipo de resíduo descartado, principalmente em regiões comerciais.

4 CONCLUSÃO

Ao adentrarmos as trilhas de investigação deste estudo, emerge um panorama multifacetado, intrincado e complexo que enreda o descarte persistente e a ocorrência de queima em áreas urbanas. Ambos os fenômenos, como se evidencia neste artigo, não estão à mercê de uma única força propulsora, mas sim, são frutos de uma combinação de fatores que, em muitos casos, se interconectam e influenciam mutuamente.

A análise do descarte persistente em áreas urbanas nos conduziu por inúmeras variáveis. Embora áreas não edificadas se destacassem como pontos críticos para o descarte persistente, não podemos negligenciar as variáveis que, mesmo não emergindo como determinantes primários, como a proximidade a grandes eixos viários e a natureza da propriedade, contribuem para a complexidade do problema. Tal constatação reforça que, por vezes, intuições iniciais e percepções visuais podem não se alinhar com a realidade estatística, lembrando-nos da necessidade de investigações rigorosas e imparciais.

A questão dos resíduos de poda ressalta não apenas o seu descarte em si, mas também os desafios subsequentes que esses resíduos podem precipitar, como a atração de outros detritos. Assim, torna-se evidente que a gestão dos resíduos não pode ser dissociada das características intrínsecas desses materiais, e que cada categoria de resíduo requer atenção específica.

Por outro lado, na análise das ocorrências de queima, descobrimos um cenário igualmente complexo. A incidência de resíduos de papel e plástico em áreas de descarte irregular indicaram forte associação estatística com a ocorrência de queimas nesses locais, sinalizando uma lacuna na gestão e descarte adequados. A relação entre propriedade pública e incidência de queima, outra associação estatística percebida, lança luz sobre áreas onde a fiscalização e a regulação podem estar em déficit. Porém, tão importante quanto identificar essas áreas críticas, é reconhecer que muitas das nossas variáveis exploradas, mesmo aquelas que não demonstraram robustez estatística, desempenham papéis secundários ou indicativos em nossa

compreensão do fenômeno.

O fato de algumas variáveis não terem mostrado associações estatísticas robustas não as torna irrelevantes. Em vez disso, serve como um lembrete de que o descarte persistente e a queima em áreas urbanas são resultados de um ecossistema interativo de fatores. Variáveis que não apresentam significância direta podem, na realidade, exercer influências indiretas, possivelmente moderando ou mediatizando os efeitos de outras variáveis, ou desempenhando papéis em circunstâncias específicas que não foram capturadas em uma análise ampla.

Assim, a mensagem ressoante deste estudo é clara: a abordagem aos desafios do descarte e queima em áreas urbanas requer uma estratégia multifacetada e holística. Cada variável, seja ela estatisticamente significativa ou não, contribui para um quebra-cabeça complexo mais amplo e para o seu entendimento é imperativo que pesquisadores, autoridades, comunidades e outros agentes colaborem, compartilhem ideias e trabalhem conjuntamente na busca por soluções sustentáveis e eficazes.

Alicerçados nos resultados deste estudo, é nosso desejo que as futuras iniciativas não apenas abordem os aspectos mais salientes do descarte e queima, mas que também considerem os detalhes mais sutis e nuances apresentados pelas variáveis "menos óbvias", pois são essas nuances que frequentemente escondem as chaves para soluções inovadoras e efetivas.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-panorama-2014/>>. Acesso em: 14 jun. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-panorama-2020/>>. Acesso em: 14 jun. 2021.

ARAUJO, Isabela Cristine de. **A problemática do descarte irregular de resíduos da construção civil por pequenos geradores no município de Londrina/PR: caracterização de um ponto de descarte**. 2017. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

CHERNICHARO, C. A. L.; RUTKOWSKI, E. W.; VOLSCHAN JUNIOR, I.; CASSINI, S. T. A. (Coordenadores). **Resíduos sólidos: gerenciamento de resíduos da construção civil: guia do profissional em treinamento: nível 2** / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte: ReCESA, 2008. 68 p.

GOOGLE. Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2022.

GOUVEIA, N. **Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental**. Saúde e Sociedade, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 49-61, 1999. DOI: 10.1590/S0104-12901999000100005. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/sausoc/article/view/7031>. Acesso em: 1 oct. 2023.

IBGE. Geociências: Downloads. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 20 julho 2023.

MATIAS, Alessandra Natiele. **Construction and demolition waste in the light of the National Solid Waste Policy**. 2020. 204 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2020.

MINAS GERAIS. Portal do Governo do Estado de Minas Gerais. Disponível em <www.mg.gov.br/governomg/portal/c/governomg/>. Acessado em 20 de maio de 2023.

MONTEIRO, M. J. (2017). **Sistema logístico reverso para destinação final adequada de resíduos sólidos urbanos, sob a visão do pensamento sistêmico**, Publicação T.DD – 007/2017, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 230p.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

PINTO, T. P; GONZÁLES, J. L. R (coordenadores). **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Volumes I e II. Caixa Econômica Federal. Brasília, 2005.

SCHALCH Valdir; LEITE Wellington; JUNIOR José; CASTRO Marcus. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. São Carlos, 2002.