

Proposta Metodológica para a Análise da Dinâmica Espacial de Focos de Resíduos Sólidos Urbanos na Escala Municipal: estudo de caso em Alvorada/RS

Pedro Godinho Verran
Fiscal Ambiental da Prefeitura Municipal de Alvorada/RS

Resumo: Esta pesquisa foi desenvolvida pelo Setor de Fiscalização Ambiental da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Alvorada/RS, unindo a experiência da fiscalização em focos de resíduos sólidos urbanos com ferramentas de Geoprocessamento. O setor recebe diversas denúncias referentes ao descarte irregular de resíduos em diversos locais da cidade, isso sem considerar as áreas afastadas que são alvo contínuo do descarte de resíduos, mas que não são objeto de denúncias por parte da população. Muitas dessas áreas afastadas são o habitat da flora e fauna silvestre, sendo consideradas Áreas de Preservação Permanente. Nesse sentido, o presente trabalho realizou a análise espacial da dinâmica dos focos de resíduos no Município, comparando os anos de 2011 e 2019. Para a análise, foram utilizados dados referentes ao histórico de denúncias sobre RSU; imagens do Google Earth e Google Street View; malha digital dos setores censitários no formato *shapefile* (IBGE, 2010); dados tabulares com informações demográficas dos setores censitários (IBGE, 2010); e o *software* QGIS. A partir da análise das imagens e dados de denúncias foram identificados os focos de resíduos do Município nos anos de 2011 e 2019, possibilitando analisar a dinâmica espacial dos focos no período. Os pontos com as coordenadas dos focos de resíduos foram exportados para o QGIS, onde foram sobrepostos à malha digital dos setores censitários com informações demográficas e socioeconômicas, para a geração de mapas temáticos. Com base na análise dos mapas foram identificadas áreas com maior concentração de focos de resíduos e iniciado o desenvolvimento de ações voltadas ao combate de descarte irregular no Município. Dentre essas ações destaca-se: instalação de um centro de recebimento de resíduos de podas de árvore para a transformação em adubo orgânico; instalação de câmeras de videomonitoramento em áreas críticas; aumento no número de flagrantes de descarte de resíduos.

Palavras-chave: análise espacial; fiscalização ambiental; geoprocessamento; resíduos sólidos.

Abstract: This research was developed by the Environmental Inspection Sector of the Municipal Environment Secretariat, combining the experience of inspection in areas of urban solid waste with Geoprocessing tools. The sector receives several complaints regarding the irregular disposal of waste in various locations in the city, without considering the remote areas that are a continuous target for the disposal of waste, but which are not the subject of complaints by the population. Many of these remote areas are the habitat of wild flora and fauna, being considered Permanent Preservation Areas. In this sense, the present work carried out a spatial analysis of the dynamics of the outbreaks of waste in the Municipality, comparing the years 2011 and 2019. For the analysis, data referring to the history of complaints about waste were used; Google Earth and Google Street View images; digital mesh of Brazilian census tracts in the *shapefile* format; tabular data with demographic information from census; QGIS software. From the analysis of the images and data of complaints, the municipal waste centers in the years 2011 and 2019 were identified, making it possible to analyze the spatial dynamics of the centers in the period. The points with the coordinates of the waste sources were exported to QGIS, where they were superimposed on the digital mesh of the census sectors with demographic and socioeconomic information, for the generation of thematic maps. Based on the analysis of the maps, areas with a higher concentration of waste spots were identified and the development of actions aimed at combating irregular disposal in the Municipality started. Among these actions, the following stand out: installation of a center for receiving waste from tree pruning for transformation into organic fertilizer; installation of video surveillance cameras in critical areas; increase in the number of flagrant waste disposal.

Keywords: environmental inspection; geoprocessing; solid waste; spatial analysis.

1. Introdução

Esta pesquisa foi desenvolvida pelo Setor de Fiscalização Ambiental da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município (SMAM) de Alvorada/RS. A fiscalização atua através do atendimento ao disque denúncia, onde são recebidas denúncias referentes ao descarte irregular de resíduos sólidos em diversos locais da cidade. Também atua de forma preventiva em áreas afastadas da cidade que são alvo contínuo do descarte de irregular de resíduos. Muitas desses locais afastados são áreas de banhado, consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP), conforme o Código Estadual de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul.

Embora Alvorada já conte com a universalização da coleta de resíduos domiciliar em todo o seu território, o limite máximo diário de coleta do caminhão do lixo por residência é de 50 litros. Dessa forma, a destinação dos Resíduos da Construção e Demolição e Resíduos Volumosos¹ (RCD-RV) dos pequenos geradores fica sob a responsabilidade deles mesmo, tendo em vista que o Município não conta com locais para o recebimento desses resíduos. Isso faz com que muitas pessoas optem pelo descarte irregular RCD-RV em vias públicas, margens de arroios, terrenos baldios, e áreas afastadas das áreas residenciais. Na medida em que os focos de lixo passam a fazer parte da paisagem urbana, essas áreas degradadas assumem um aspecto de “legalidade” quanto ao descarte, atraindo mais e mais resíduos, em um ciclo que se retroalimenta, gerando impactos ambientais, econômicos e sociais de difícil mensuração.

Conforme Moraes (2006), “as soluções atualmente adotadas, na imensa maioria dos municípios brasileiros, são sempre emergenciais, em que as ações são tomadas somente após a ocorrência das deposições ilegais, por meio da limpeza dos locais atingidos”. Estas ações, “quando rotineiras, têm significado sempre atuações em que os gestores se mantêm como coadjuvantes dos problemas, conformando, num ou noutro caso, uma prática que pode ser denominada de Gestão Corretiva” (PINTO, 1999). Conforme esse mesmo autor, a Gestão Corretiva caracteriza-se, por englobar atividades não preventivas, repetitivas e onerosas, que não surtem efeitos adequados, e são, por isso, profundamente ineficientes.

No ano de 2010 foi promulgada a Política Nacional do Resíduos Sólidos, apresentando os instrumentos básicos para o gerenciamento dos resíduos sólidos. Dentre esses instrumentos destaca-se aqui o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PMGRS), que tem como objetivo principal a construção de um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções da problemática dos resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. A

¹São considerados Resíduos Volumosos: móveis velhos, eletrodomésticos usados, podas de árvores, etc.

construção dessas ações deve ser feita com a participação de todos setores da sociedade, sob a coordenação do Poder Público Municipal.

Conforme Carneiro (2005), a adoção de qualquer modelo de gestão não pode se dar pela simples importação de modelos aplicados com sucesso em outras localidades, tendo em vista as especificidades de cada região. No caso da elaboração do PMGRS, há a necessidade de análise e conhecimento das características específicas do Município em que esse é gerado.

O Poder Público de Alvorada publicou a primeira versão do PMGRS em 2013, apresentando um diagnóstico da situação dos resíduos sólidos no Município naquele período. Com base nesse cenário, o documento apresenta prognósticos de curto, médio e longo prazo, o que possibilitou a elaboração de uma matriz sugestiva de metas para serem alcançadas num horizonte de 20 anos. No que se refere ao gerenciamento dos RCD-RV o documento propõe a instalação de uma rede de Pontos de Entrega Voluntária (PEV), modelo proposto pelo Ministério do Meio Ambiente (2012) e implementado com sucesso em diversos municípios brasileiros.

Os PEV's são locais em que os pequenos geradores podem encaminhar até 1 m³ diário de RCD-RV de forma gratuita, evitando dessa forma o acúmulo desses resíduos em vias públicas e outras áreas do município. Tendo em vista que os PEV's devem ser instalados de forma gradual e em conjunto com programas de Educação Ambiental junto à comunidade, a ideia é realizar uma gradual transição do modelo de Gestão Corretiva dos resíduos sólidos, para um modelo de Gestão Preventiva, diminuindo os gastos públicos voltados a frequente execução de limpeza em focos de lixo.

O PMGRS prevê a instalação gradual de ao menos oito PEV's até o ano de 2033, como estratégia para zerar a disposição de pontos com descarte de RCD-RV em vias públicas e outras áreas do Município. Embora Alvorada tenha executado a instalação de um PEV em 2015 como projeto-piloto, esse equipamento teve que ser interditado cerca de um ano após a sua inauguração devido a problemas de gestão e falta de critérios na localização da sua instalação.

Destaca-se que desde que o autor do presente trabalho de pesquisa começou a atuar como Fiscal Ambiental pela Prefeitura de Alvorada em 2015, tem sido constatado o aumento do número de focos de resíduos nas vias públicas e outras áreas do Município; aumento do número de reclamações por parte da população; envolvimento do Poder Executivo em processos de Crimes Ambientais decorrente do descarte de resíduos sólidos em APP's.

Nesse sentido, o presente trabalho de pesquisa faz parte do desenvolvimento de um conjunto de estratégias que a Administração Pública Municipal vem elaborando para tentar superar grandes problemas decorrentes da gestão ineficiente dos resíduos sólidos urbanos que vem operando até

então. O ponto de partida para o desenvolvimento dessas estratégias é o PMGRS (2013). No entanto, como esse documento encontra-se desatualizado, a partir dessa pesquisa foi elaborado um novo diagnóstico situacional no que se refere aos descarte irregular de resíduos sólidos, sendo possível se basear com dados atualizados para a tomada de decisões.

Dentre as ações atualmente em andamento destacamos: a elaboração de mapas e indicadores para o monitoramento dos focos de resíduos sólidos; desenvolvimento de estratégias de fiscalização no combate ao descarte irregular; implementação de uma rede de PEV's, tendo como prioridade a instalação nas áreas mais críticas do Município.

Nesse trabalho, a análise espacial baseada em mapas temáticos encontra-se dividida em duas etapas. Na primeira etapa foram gerados um mapa para o ano de 2011 e outro para o ano de 2019, com o objetivo de analisar a evolução do número de focos de resíduos por Macrozona. Já na segunda etapa, foi gerado um mapa para o ano de 2019 com a distribuição espacial dos focos de resíduos, sendo possível analisar com um melhor nível de detalhamento onde estavam concentrados os descartes irregulares.

2. Área de Estudo

A população de Alvorada é de cerca de 211.352 habitantes, conforme dados do IBGE para o ano de 2020. Sua área territorial é de 71,3 km², tendo uma densidade demográfica de 2964,2 hab/km². Tem como municípios limítrofes Cachoeirinha, Gravataí, Viamão e Porto Alegre. A sede do Município tem como coordenadas 29°59'24° de latitude e 51°05'24° de longitude e encontra-se a 17 m de altitude. Segue abaixo o mapa de localização de Alvorada (Figura 1).

Por ser um Município pequeno e que faz limite com grandes centros urbanos como Porto Alegre, Viamão e Gravataí, Alvorada tem o desafio de compatibilizar o crescimento urbano com os cuidados ambientais necessários (HASENACK, 2007).

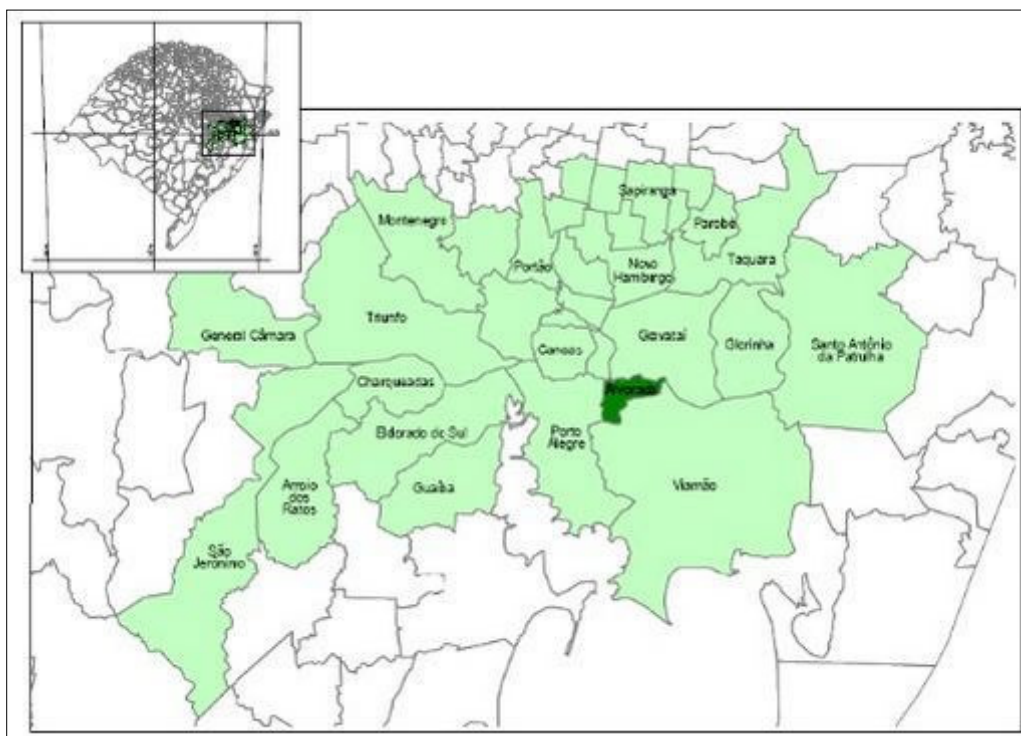


Figura 1 – Mapa de localização do Município de Alvorada/RS.
 Fonte: Plano Ambiental de Alvorada (2008).

3. Objetivo

O presente trabalho de pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento de uma metodologia de análise espacial da dinâmica dos focos de resíduos sólidos na escala municipal. A partir dos resultados dessas análises pretende-se auxiliar na implementação de ações de combate ao descarte irregular de focos de resíduos em todo o Município.

Dentre essas ações, destacam-se: a elaboração de mapas e indicadores de monitoramento dos focos de resíduos sólidos; desenvolvimento de estratégias de fiscalização quanto ao descarte irregular; implementação de uma rede de PEV's, tendo como prioridade a instalação nas áreas mais críticas do Município.

4. Metodologia

Para o desenvolvimento dessa metodologia, foram utilizados os softwares Qgis, Google Earth, Google Street View, o *shapefile* dos setores censitários do IBGE (2010), dados tabulares dos setores censitários do IBGE (2010), *shapefile* com as delimitações das Macrozonas do Município.

Como produtos finais da aplicação dessa metodologia, foram gerados três mapas: mapas comparativos referentes ao descarte irregular de resíduos sólidos para os anos de 2011 e 2019, por Macrozona; mapa de distribuição espacial dos focos de resíduos sólidos em Alvorada.

Foram considerados focos de resíduos sólidos todas as concentrações de descarte irregular de lixo das mais diversas origens: Resíduos da Construção e Demolição, Resíduos Volumosos (móveis, eletrodomésticos, podas de árvore), resíduos domésticos, resíduos de estabelecimentos comerciais, etc. Quanto ao tamanho, foram considerados apenas os amontoados com volume aparente de pelo menos 1 m³.

O registro dos focos de resíduos foi feito utilizando o Google Street View. Tendo em vista que através desse software é possível percorrer quase todas as vias públicas do Município de Alvorada nos anos de 2011 e 2019, foi possível registrar diversos pontos com descarte irregular de lixo nas vias públicas e outras áreas no território municipal (Figura 2). Para cada foco registrado foi inserido um marcador com as suas coordenadas geográficas. Para o ano de 2011 foram registrados 86 focos de lixo, enquanto para o ano de 2019 foram registrados 158 (Figura 3).



Figura 2 – Registros de um foco pequeno (acima) e de um foco grande (abaixo) de resíduos sólidos em vias públicas.
Fonte: Google Earth e Google Street View.

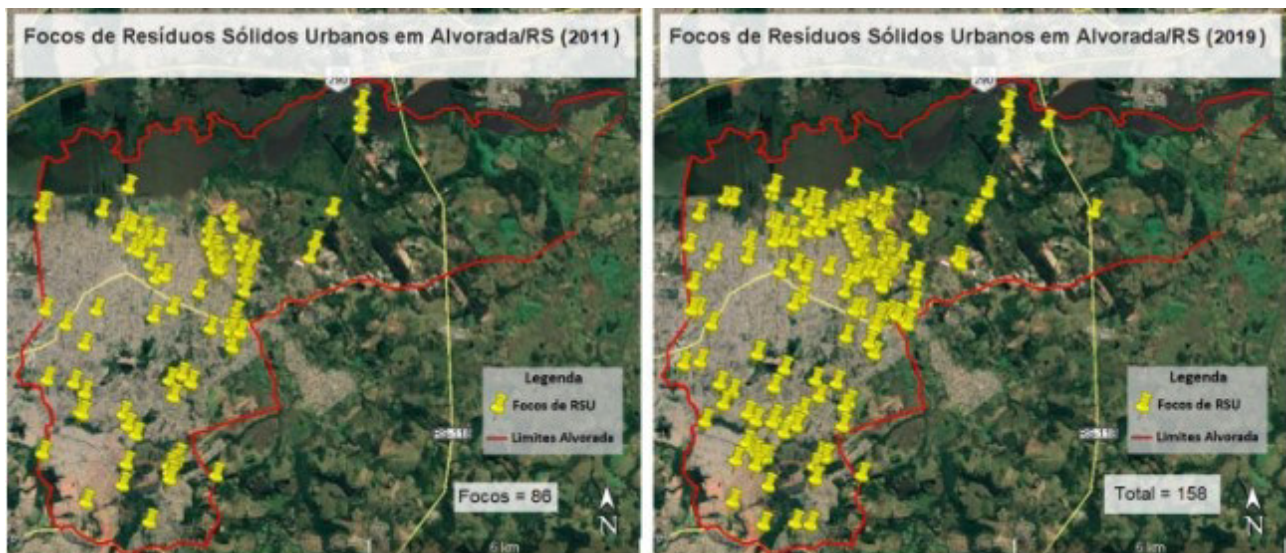


Figura 3 – Total de registros 86 de focos de resíduos sólidos em 2011 (mapa à esquerda) e 158 focos em 2019 (mapa à direita). Fonte: Elaboração própria.

Paralelamente, o *shapefile* dos setores censitários foi inserido no QGIS, sendo associada a tabela com a população total para cada um dos setores. Em Alvorada cada setor censitário está dentro de uma unidade territorial maior, denominada Macrozona. Conforme o Plano Diretor de Alvorada, o Município é sub-dividido em 11 Macrozonas, as quais são definidas como um grupo de bairros com características semelhantes relacionadas à ocupação, à cultura, à economia, ao meio ambiente e à infraestrutura urbana. A partir das informações demográficas dos setores censitários foi atribuída densidade demográfica para cada uma das Macrozonas, para representar a distribuição da população no território municipal.

Após, no QGIS foi feita a sobreposição do total de pontos com focos de resíduos referentes aos anos de 2011 e 2019 com os limites territoriais das 11 Macrozonas, com o objetivo de contabilizar o total de focos em cada uma dessas unidades territoriais. O número total de focos foi representado por um círculo proporcional ao seu valor absoluto, dentro de cada Macrozona. Dessa forma foram gerados os mapas de focos de resíduos sólidos urbanos para os anos de 2011 e 2019, sendo possível comparar a evolução no número de focos de lixo por Macrozona no período em análise.

Por fim, foi gerado um segundo tipo de mapa utilizando o Google Earth, para representar a distribuição pontual dos focos de lixo para o ano de 2019. Por proporcionar uma análise da distribuição espacial mais detalhada dos focos, esse mapa teve como objetivo sugerir local para a implantação de PEV, assim como auxiliar nos serviços de Fiscalização Ambiental. Nesse mapa os focos foram classificados em pequenos e grandes. Os parâmetros utilizados para definir se um foco era de pequeno ou grande porte, foram: análise das imagens do Google Street View; análise panorâmica das imagens de satélite do Google Earth; comparação com o mapa de focos crônicos do

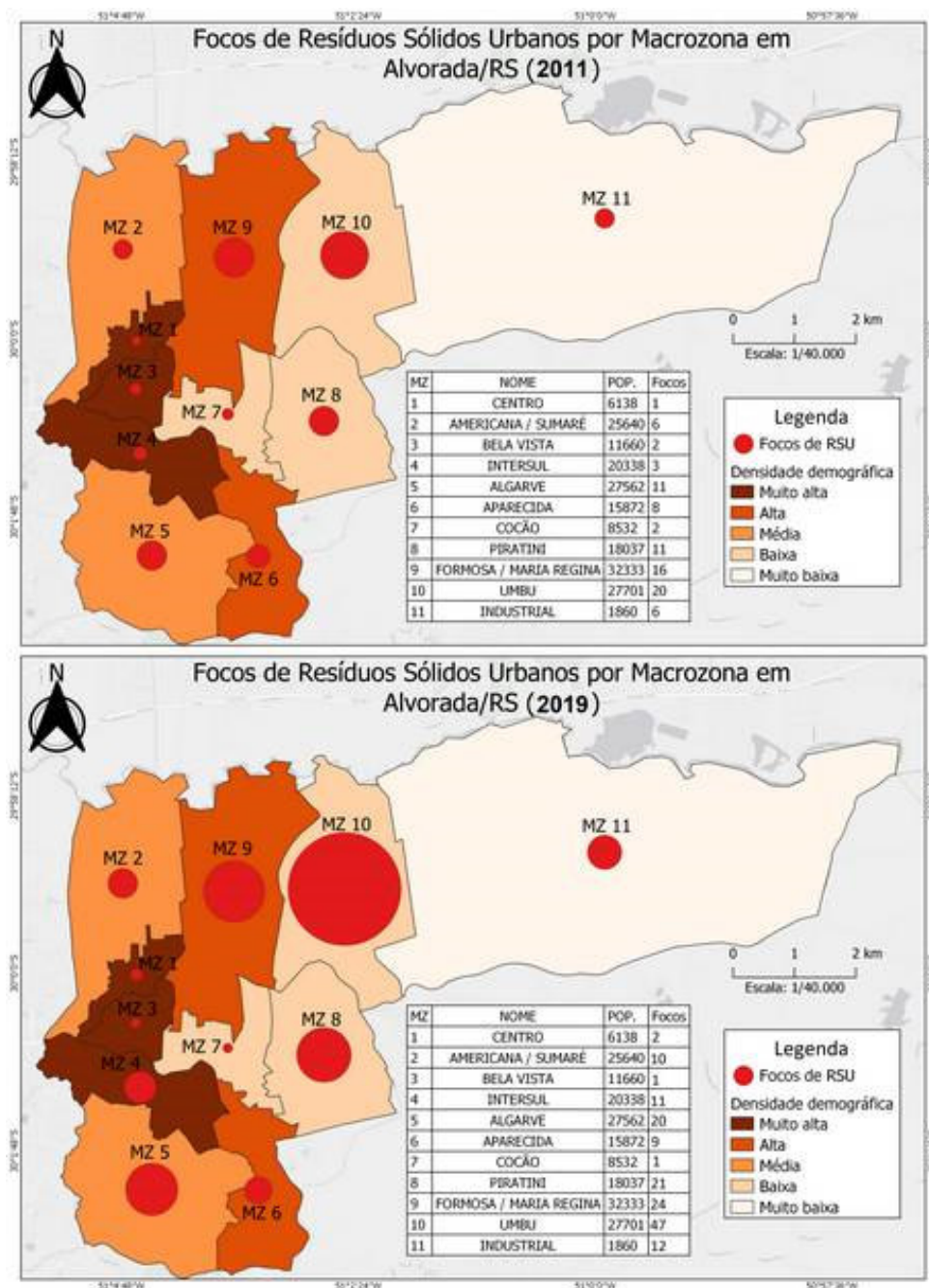
Plano Ambiental de Alvorada (2008); análise no banco de dados sobre focos de lixo do Setor de Fiscalização Ambiental.

5. Resultados e Discussão

5.1. Análise da dinâmica espacial dos focos de resíduos sólidos por Macrozona

Levando em consideração a meta do PMGRS de zerar o número de focos de resíduos sólidos em Alvorada até 2033, a análise comparativa entre os mapas de círculos proporcionais no período 2011 e 2019 (Figura 4) indica um caminho totalmente contrário à meta estabelecida.

Figura 4 – Focos de resíduos sólidos por Macrozona em 2011 (acima) e em 2019 (abaixo).



Fonte: Elaboração própria.

Quadro 1 – Focos de resíduos sólidos por Macrozona (2011 – 2019).

MZ	Nome	Focos 2011	Focos 2019	Diferença
1	Centro	1	2	1
2	Americana / Sumaré	6	10	4
3	Bela Vista	2	1	-1
4	Intersul	3	11	8
5	Algarve	11	20	9
6	Aparecida	8	9	1
7	Cocão	2	1	-1
8	Piratini	11	21	10

9	Formosa / Maria Regina	16	24	8
10	Umbu	20	47	27
11	Industrial	6	12	6

Fonte: elaboração própria.

Enquanto em 2011 foram registrados um total de 86 focos de resíduos no Município, em 2019 esse total subiu para 158, representando um aumento de 83,7% no total de focos.

Conforme o mapa de 2019, o maior número de focos está concentrado nas Macrozonas 8, 9 e 10. Pelo fato delas fazerem divisa uma com a outra, o conjunto dessas três Macrozonas representa a região de maior concentração de focos no Município, com 58,2% do total. Enquanto Piratini (MZ 8) e Formosa / Maria Regina (MZ (9) apresentaram, respectivamente, 21 e 24 focos, Umbu (MZ (10) apresentou o total de 47 focos, um aumento de 27 focos quando comparado ao mapa 2011, quando foram registrados um total de 20 focos nessa Macrozona.

O Algarve (MZ 5) também se destaca pelo aumento de 11 para 20 focos de resíduos no período em análise, fazendo com que essa Macrozona também mereça atenção por parte dos gestores. Somente o Centro (MZ 1) e a Bela Vista (MZ 3) que apresentaram um número bastante reduzido de focos, mantendo-se estáveis quanto à geração entre o ano de 2011 e 2019. Essas duas Macrozonas são vizinhas e estão localizadas na área central do Município, onde a densidade demográfica é maior. Nesse sentido, a análise desses mapas leva a concluir que o descarte irregular tende a ocorrer nas áreas mais periféricas, onde a concentração populacional é mais reduzida.

Em um outro estudo realizado pelo Setor de Fiscalização Ambiental da SMAM de Alvorada, foram contabilizados um total de 297 fiscalizações decorrentes de denúncias ambientais, quanto ao descarte irregular de resíduos sólidos em todo o Município no período 2014 – 2015, conforme o mapa da Figura 5.

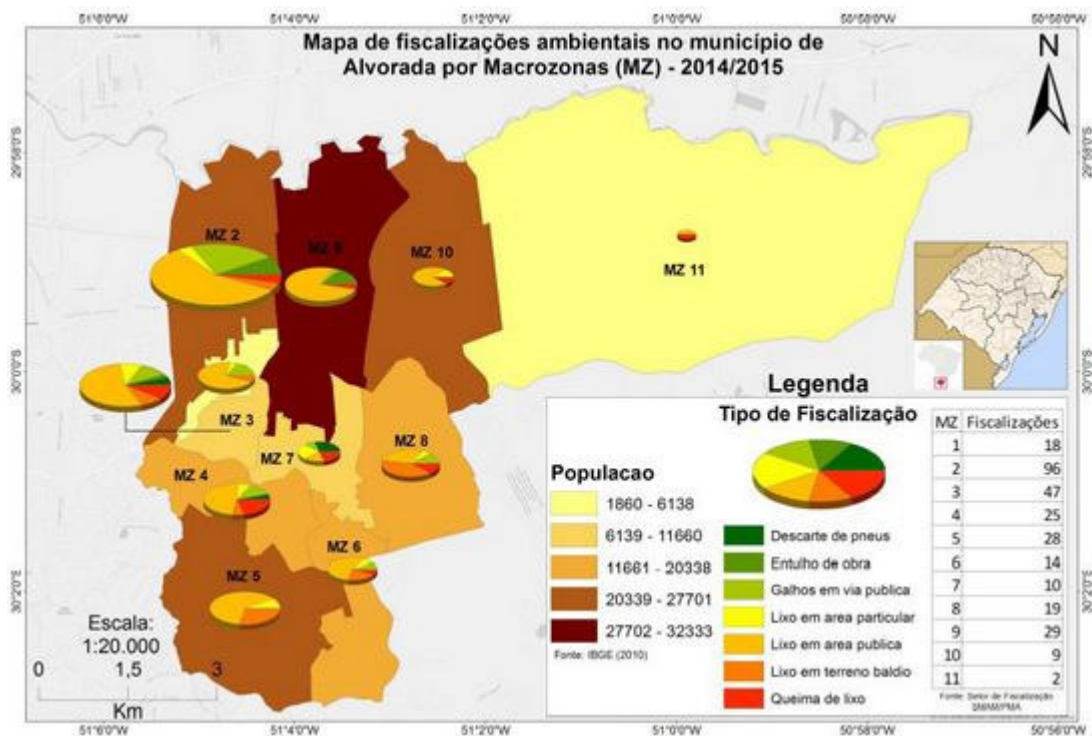


Figura 5 – Mapa de Fiscalizações ambientais em Alvorada (2014 – 2015).
Fonte: Pio & Verran (2016).

Como podemos perceber na comparação entre os mapas da Figura 4 e 5, não é possível constatar uma relação direta entre o número de fiscalizações com o total de focos em cada Macrozona. Nas Macrozonas 1 e 3 foram registrados um número de fiscalizações muito superior ao total de focos de resíduos. Por outro lado, embora o Umbu (MZ 10) tenha apresentado um número de focos bastante superior em relação a todas as outras Macrozonas, foram registrados apenas nove pedidos de fiscalização. Nesse sentido, a análise entre o mapa de focos de resíduos e o mapa de fiscalizações corrobora com a ideia de que na medida em que os focos de lixo passam a fazer parte da paisagem urbana, essas áreas degradadas assumem um aspecto de “legalidade” quanto ao descarte, atraindo mais e mais resíduos, em um ciclo que se retroalimenta, gerando impactos ambientais, econômicos e sociais.

5.2. Análise espacial da concentração dos focos de resíduos sólidos no Município

Com base no mapa de distribuição espacial dos focos de resíduos sólidos (Figura 6), foram constatados um total de 146 focos pequenos e 12 focos grandes.

A maior concentração de focos foi registrada na região conjunta das Macrozonas 8, 9 e 10, onde é possível perceber uma grande quantidade de focos crônicos em áreas bastante urbanizadas. Dentre essas três Macrozonas, destaca-se o Umbu (MZ 10). Na porção sudoeste do Umbu, há uma extensa faixa com uma grande quantidade de focos de lixo, com um foco crônico exatamente no

meio da sua extensão. Toda essa faixa degradada faz parte da margem direita de um dos principais corpos hídricos que corta a cidade, o Arroio Águas Belas.

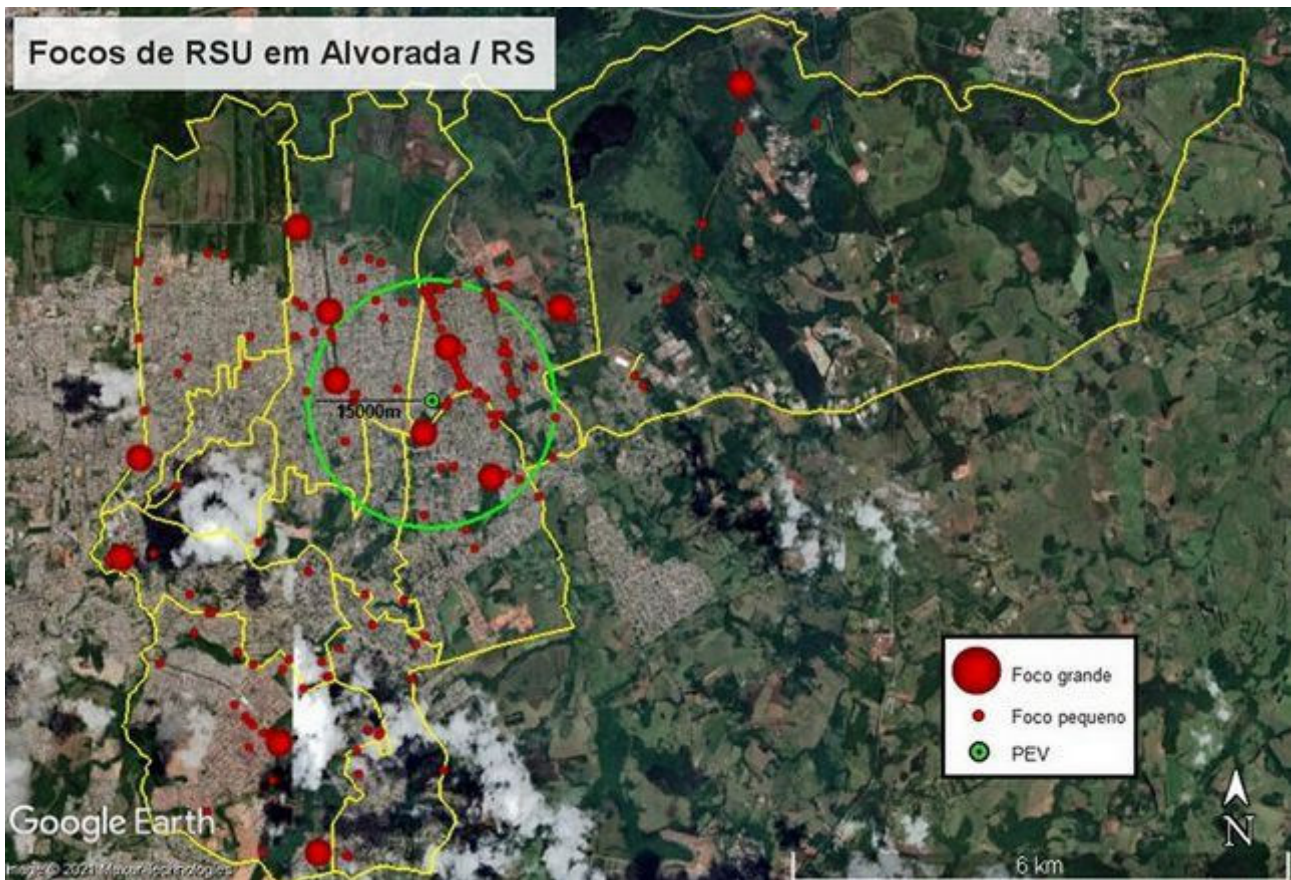


Figura 6 – Mapa de distribuição espacial de focos de resíduos sólidos urbanos (RSU) em Alvorada (2019).
Fonte: Elaboração própria.

Quadro 2 – Quantidade de focos grandes e pequenos por Macrozona.

MZ	Nome	Focos	
		Pequenos	Grandes
1	Centro	2	0
2	Americana / Sumaré	9	1
3	Bela Vista	1	0
4	Intersul	10	1
5	Algarve	18	2
6	Aparecida	9	0
7	Cocão	1	0
8	Piratini	20	1

9	Formosa / Maria Regina	21	3
10	Umbu	44	3
11	Industrial	11	1
Total		146	12

Fonte: Elaboração própria

Em 2016, por uma determinação do Ministério Público, ocorreu um processo de desapropriação das famílias que residiam na margem direita do Arroio Águas Belas, tendo em vista que essas pessoas estavam morando em uma APP. Embora essas pessoas tenham sido realocadas para um conjunto habitacional popular no mesmo bairro, não houve nenhum tipo de planejamento por parte do Poder Público com relação à proteção da margem do arroio, que passou a ficar totalmente desocupada e vulnerável. Não bastou muito tempo, começou a ocorrer o descarte de RCD-RV, que logo passou a atrair outros tipos de resíduos, tornando toda essa extensão do arroio uma “área livre” para o descarte de lixo de toda ordem. As imagens da Figura 7 mostram o antes e o depois da desapropriação. Em 2011 podemos perceber a rua sem lixo, já em 2019, após o processo de desapropriação, podemos perceber o grande foco de lixo que se formou. O volume é tão grande que obstruiu a passagem da via. Atualmente este é um dos maiores focos de lixo do Município, o qual está localizado atrás de uma escola de ensino fundamental e outra de ensino infantil.



Figura 7 – Imagem de satélite e foto na margem direita do Arroio Águas em 2011 (acima), e em 2019 (abaixo).
 Fonte: Google Earth e Google Street View.

O mapa de distribuição espacial dos focos de resíduos sólidos (Figura 6) tem auxiliado no desenvolvimento de estratégias no combate aos focos de lixo. Dentre essas estratégias, destacam-se: início da instalação da rede de PEV's; indicação de locais para a instalação de câmeras de videomonitoramento; planejamento das rotas de Fiscalização Ambiental.

O local escolhido para a instalação do primeiro PEV do Município encontra-se na porção sudoeste da Macrozona 10, próximo a divisa com as Macrozonas 8 e 9, tendo em vista que esse é o local com a maior concentração de descartes irregulares em todo o Município. Para a escolha do local, foi feita uma busca no cadastro de terrenos da Prefeitura na região em análise, sendo possível identificar a existência de um terreno próximo aos pontos críticos. O terreno possui fácil acesso para os usuários do serviço, e está localizado em frente a um campus do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), o que pode favorecer a implementação do equipamento mediante parcerias com o essa instituição de ensino. Além disso, a sede da SMAM já conta com local para o recebimento de galhos de poda de árvore, os quais passam por um processo para transformação em composto orgânico para ser utilizado em um projeto de hortas orgânicas que se encontra em andamento em diversos locais do Município.

A definição do raio de abrangência de 1500 m tomou como base as recomendações do Manual para Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos de Construção Civil em Consórcios Públicos (Ministério do Meio Ambiente, 2010), o qual prevê a capacidade de deslocamento dos

pequenos coletores (equipados com carrinhos, carroças e outros pequenos veículos) em cada viagem, ou seja, algo entre 1,5 km e 2,5 km. Esta medida leva em consideração a altimetria da região e a presença de barreiras naturais.

Um outro passo que já foi dado, foi a maior aproximação entre a SMAM com a Secretaria Municipal de Segurança e Mobilidade Urbana (SMSMU), a qual controla as câmeras de videomonitoramento da cidade. A SMSMU passou a encaminhar para a SMAM registros com flagrantes de descartes irregulares, sendo possível identificar os responsáveis e autuá-los. Paralelo a isso, os Guardas Municipais também passaram a atuar nos flagrantes de descarte de lixo e encaminhar os dados para a Fiscalização Ambiental gerar multas nos infratores. Nesse sentido, a parceria com a SMSMU tem aumentado o poder de atuação nos descartes irregulares de resíduos sólidos, aumentando consideravelmente o número de flagrantes e penalidades aplicadas. Uma parte do dinheiro proveniente das multas é utilizado em ações de melhorias ambientais no Município, enquanto outra parte é depositada no Fundo Municipal de Meio Ambiente.

6. Conclusões

Tendo em vista que o principal objetivo do presente trabalho de pesquisa foi o desenvolvimento de uma metodologia de análise espacial da dinâmica dos focos de resíduos sólidos na escala municipal, conclui-se que os mapas temáticos gerados apresentaram excelentes aplicações para o monitoramento do desempenho do Município no combate aos focos de lixo em vias públicas e outras áreas, assim como para a tomada de decisões por parte do Poder Público.

Apesar das limitações apresentadas pelo Google Earth e Google Street View quando comparado com situações *in locu*, foi possível identificar focos de resíduos sólidos em todo o território municipal de forma bastante eficiente. Como aspectos positivos, destaca-se: o tempo e os recursos gastos foram muito mais baixos se a coleta dos dados tivesse sido feita *in locu*; através desses softwares é possível retroceder no tempo e fazer a análise espaçotemporal do desenvolvimento do fenômeno em análise; qualquer Município que tenha tido suas vias públicas mapeadas pelos serviços do Google pode adaptar essa metodologia, gerando indicadores de acompanhamento referente aos descartes irregulares em vias públicas e outras áreas.

De uma geral, o diagnóstico da presente pesquisa ilustra a falta de eficiência nas estratégias de combate aos focos de lixo em vias públicas e outras áreas, por parte do Poder Público. Entre o ano de 2011 e 2019 foi registrado um aumento de 83,7% no total de focos de resíduos.

Na etapa de análise da dinâmica espacial dos focos de resíduos sólidos por Macrozona, onde foram gerados dois mapas de círculos proporcionais para representar o número total de focos em cada Macrozona, foi possível analisar a evolução espaçotemporal dos descartes irregulares em vias públicas e outras áreas do Município. A partir dessa análise foi possível identificar o Umbu como a Macrozona em situação mais crítica, tendo um aumento de 20 para 47 (135%), indicando que esta é a região do Município que deve ter a maior atenção por parte do Poder Público quanto a estratégias de combate aos focos de lixo.

Já na etapa de análise espacial da concentração dos focos de resíduos sólidos no Município, o mapa de distribuição espacial de focos de resíduos possibilitou analisar com um maior nível de detalhamento as regiões com maior concentração de focos de lixo. Nesse sentido, constatou-se a formação de uma grande faixa de descartes irregulares na porção sudoeste do Umbu, indicando esta ser a região com a maior concentração de descartes irregulares em toda Alvorada. A instalação do primeiro PEV de Alvorada deverá ocorrer nessa região.

Diante das análises realizadas, podemos concluir que a administração municipal de Alvorada é refém de um processo de gestão corretiva, emergencial, insuficiente e insustentável a médio e longo prazo, com resultados muito aquém do necessário. A superação desse modelo de gestão corretiva deverá priorizar estratégias de prevenção quanto ao descarte irregular de resíduos. Dentre essas estratégias, podemos citar: instalação de uma rede de PEV's, contemplando todas as regiões da cidade; maiores investimentos no Setor de Fiscalização Ambiental para o desenvolvimento de estratégias de monitoramento, permitindo o registro de um maior número de flagrantes; aumento da rede de câmeras de videomonitoramento, principalmente próximo aos focos crônicos de lixo; desenvolvimento de programas de educação ambiental junto à comunidade.

Referências bibliográficas

ALVORADA. Lei Municipal nº 2.316 de 05 de janeiro de 2011. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental do Município de Alvorada. 2011. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/a2/plano-diretor-alvorada-rs> >. Acesso: abr/2021.

ALVORADA. Plano Municipal de Saneamento Básico. Alvorada/RS. 2013.

BRASIL. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília/DF. 2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm >. Acesso: abr/2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Manual para Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos de Construção Civil em Consórcios Públicos. Brasília/DF. 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação. Brasília/DF. 2012. Disponível em: <

http://www.resol.com.br/cartilhas/manual_para_plano_municipal_de_gestao_de_residuos_solidos-mma-marco_2012.pdf >. Acesso: abr/2021

CARNEIRO, *et al.* **Características do entulho e do agregado reciclado.** In: Projeto Entulho Bom. Reciclagem de Entulho para a produção de materiais de construção. Salvador: Editora da UFBA; 2001. p. 142-186.

HASENACK, H. *et al.* **Plano Ambiental do Município de Alvorada: Diagnóstico ambiental.** 2007. Disponível em: < <https://www.yumpu.com/pt/document/read/13000733/diagnostico-ambiental-faurgs-alvorada> >. Acesso: abr/2021

MORAIS, G. M. D. de. **Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos de construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia: subsídios para uma gestão sustentável.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Uberlândia/MG. 2006. 201f. Disponível em: < <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14129/1/DiagnosticoDeposicaoClandestina.pdf> >. Acesso: abr/2021

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** 1999. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: < <http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf> >. Acesso em: abr/2021

PIO, G DA S; VERRAN, P. G. **Mapa dos Resíduos: os resultados da cultura do consumo no Município de Alvorada/RS.** 17º Mostra de Pesquisa, Ensino, e Extensão do Instituto Federal do Rio Grande do Sul. Campus Porto Alegre. Out/2016.