

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GUILHERME REDONDO

**ESTUDO SOBRE A LOCALIZAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS E
ESTAÇÕES DE TRANSBORDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
NA MICRORREGIÃO DE CAMPO MOURÃO, PARANÁ**

CAMPO MOURÃO

2017

GUILHERME REDONDO

**ESTUDO SOBRE A LOCALIZAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS E
ESTAÇÕES DE TRANSBORDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
NA MICRORREGIÃO DE CAMPO MOURÃO, PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II), do curso de Engenharia Ambiental, do Departamento Acadêmico de Ambiental (DAAMB), do Câmpus Campo Mourão, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Medeiros Corneli

Co-orientador: Prof. Dr. Edivando Vitor do Couto

CAMPO MOURÃO

2017



TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO SOBRE A LOCALIZAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS E ESTAÇÕES DE TRANSBORDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA MICRORREGIÃO DE CAMPO MOURÃO, PARANÁ

por

Guilherme Redondo

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 16 de novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Profa. Dra. Vanessa Medeiros Corneli

Prof. Dr. Edivando Vitor do Couto

Profa. Dra. Morgana Suszek Gonçalves

Profa. Dra. Cristiane Kreutz

RESUMO

Visto os impactos ambientais associados ao gerenciamento inadequado dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), pesquisas atuais têm dado especial atenção aos locais de disposição desses materiais. Este trabalho teve como objetivo apresentar um estudo sobre a localização de aterros sanitários e estações de transbordo de RSU de municípios da microrregião de Campo Mourão, Paraná. Os parâmetros para análise da localização utilizados nesse estudo tiveram como base os requisitos legais do estado do Paraná listados na Resolução n° 094/2014 do Conselho Estadual de Meio Ambiente do Paraná (CEMA) para áreas de aterros sanitários: distância mínima de 1500 m de núcleos populacionais, 300 m de residências isoladas e 200 m de corpos hídricos; e na Portaria n° 187/2013 do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) para as áreas de estações de transbordo: distância mínima de 400 m de núcleos populacionais, 200 m de residências isoladas e 200 m de vias de domínio público. Na elaboração dos mapas de distâncias geraram-se três buffers para aterros sanitários: de 1.500 m, 300 m e de 200 m. Para as estações de transbordo foram gerados dois buffers: de 400 m e 200 m. A partir da metodologia utilizada foi possível observar áreas que atenderiam todos os critérios previstos e áreas que atenderiam parcialmente esses critérios. Quando avaliado a situação geral das áreas de transbordo e de disposição final de RSU na microrregião, nota-se a tentativa em minimizar os impactos ambientais associados ao gerenciamento inadequado dos RSU, evidenciado pela adoção das unidades de transbordo e pela ausência de lixões nas áreas analisadas. Nesse contexto, pode-se inferir que as estações de transbordo caracterizam-se como uma rápida e paliativa medida na eliminação de formas inadequadas de disposição final de resíduos, principalmente em pequenos municípios com limitações técnicas e financeiras para instalação e manutenção de aterros sanitários. Para uma análise mais detalhada da localização das áreas, visto que o período de seleção de algumas dessas localidades ser anterior à base legal utilizada como referência, sugere-se como futuras pesquisas a análise dos critérios legais e normativos vigentes na época da seleção das áreas, do histórico de ocupação do solo e levantamento de dados *in loco*.

Palavras-chave: Gestão de resíduos sólidos. Impactos ambientais. Legislação ambiental.

ABSTRACT

Given the environmental impacts associated with the inadequate management of Urban Solid Waste (USW), current research has given special attention to the disposal sites of these materials. This work had as objective to present a study about the location of sanitary landfills and USW transshipment stations of the microrregion of Campo Mourão municipalities, Paraná. The parameters for analysis of the location used in this study were based on the legal requirements of the state of Paraná listed in Resolution n° 094/2014 of the State Environmental Council of Paraná for sanitary landfill areas: minimum distance of 1500 m population centers, 300 m of isolated residences and 200 m of water bodies; and Portaria n° 187/2013 of the Environmental Institute of Paraná for transshipment station areas: minimum distance of 400 m of population centers, 200 m of isolated residences and 200 m of public domain roads. In the mapping of distances, three buffers were generated for sanitary landfills: 1,500 m, 300 m and 200 m. Two buffers were generated for the transshipment stations: 400 m and 200 m. Based on the methodology used, it was possible to observe areas that would fulfill all the expected criteria and areas that would partially fulfill these criteria. When evaluating the general situation of transshipment areas and final disposal of USW in the microrregion, we note the attempt to minimize the environmental impacts associated with inadequate USW management, as evidenced by the adoption of transshipment units and the absence of dumps in the areas analyzed. In this context, it can be inferred that the transshipment stations are characterized as a quick and palliative measure in the elimination of inadequate forms of final disposal of residues, mainly in small municipalities with technical and financial limitations for installation and maintenance of sanitary landfills. For a more detailed analysis of the areas location, since the selection period of some of these locations is anterior to the legal base used as reference, it is suggested as future research the analysis of the legal and normative criteria in force at the time of the selection of the areas, the history of land occupation and data collection in loco.

Key words: Solid waste management. Environmental impacts. Environmental legislation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da microrregião de Campo Mourão, Paraná.	15
Figura 2 – Mapa de distâncias mínimas com base na Resolução CEMA nº 094/2014 para o aterro B.	19
Figura 3 – Mapa de distâncias mínimas com base na Resolução CEMA nº 094/2014 para o aterro A.	20
Figura 4 – Mapa de distâncias mínimas com base na Resolução CEMA nº 094/2014 para o aterro C.	23
Figura 5 – Mapa de distâncias mínimas com base na Portaria IAP nº 187/2013 para a estação B.	24
Figura 6 – Mapa de distâncias mínimas com base na Portaria IAP nº 187/2013 para a estação C.	25
Figura 7 – Mapa de distâncias mínimas com base na Portaria IAP nº 187/2013 para a estação A.	26
Figura 8 – Mapa de distâncias mínimas com base na Portaria IAP nº 187/2013 para a estação F.	27
Figura 9 – Mapa de distâncias mínimas com base na Portaria IAP nº 187/2013 para a estação D.	28
Figura 10 – Mapa de distâncias mínimas com base na Portaria IAP nº 187/2013 para a estação E.	29
Figura 11 – Janela <i>Import Parameters</i> do programa SAS.Planet.	35
Figura 12 – Arquivo KML importado para o programa SAS.Planet.	36
Figura 13 – Controle sobre a escala das quadriculas que são baixadas no cache.	37
Figura 14 – Opção para selecionar os diversos serviços de mapas disponíveis no programa SAS.Planet.	37
Figura 15 – Opção para exportação da imagem da tela para JPG.	38
Figura 16 – Opções para exportação da imagem na tela para JPG.	39
Figura 17 – Imagem do Google Earth importada para o QGIS.	39
Figura 18 – Opções para execução do <i>buffer</i> de distância.	40
Figura 19 – Opções para a execução de camadas no QGis.	41
Figura 20 – <i>Buffers</i> e elementos caracterizados no QGis.	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Municípios da microrregião de Campo Mourão.	16
Tabela 2 – Porcentagem de aterros sanitários que atenderiam os critérios de localização com base na Resolução CEMA nº 094/2014.	18
Tabela 3 – Aterros sanitários A, B e C e as distâncias atendidas por cada localidade com base na Resolução CEMA nº 094/2014.	18
Tabela 4 – Porcentagem de estações de transbordo que atenderiam os critérios de localização com base na Portaria IAP nº 187/2013.	23
Tabela 5 – Estações de transbordo A, B, C, D, E e F e as distâncias atendidas por cada localidade com base na Portaria IAP nº 187/2013.	24
Tabela 6 – Trajeto percorrido pelos caminhões considerando ida as estações de transbordo e retorno ao centro gerador de RSU.	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo geral.....	9
2.2 Objetivos específicos.....	9
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1 Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos	10
3.2 Estações de transbordo de resíduos sólidos urbanos.....	11
3.3 Disposição final de resíduos sólidos urbanos	12
4 MATERIAL E MÉTODOS	15
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
6 CONCLUSÃO.....	30
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS	32
APÊNDICE	35

1 INTRODUÇÃO

A disposição de resíduos sólidos nas mais primitivas sociedades humanas não se demonstrava problemática, principalmente devido às habitações dispersas e pela abundância de áreas disponíveis em tal contexto histórico. Porém, com a aglomeração de pessoas em relativos espaços pequenos em busca de meios para sobrevivência, a disposição de resíduos tornou-se um desafio (AHMED; ALI, 2004).

O gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) emerge como uma ciência especializada na manutenção de cidades saudáveis e habitáveis. Alm (2015) afirma que melhorias na infraestrutura urbana, como na gestão de resíduos sólidos, são consideradas facilitadores para o crescimento econômico, com reflexo direto na qualidade de vida dos habitantes nos países desenvolvidos ou em desenvolvimento.

No Brasil, segundo panorama publicado em 2015 pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), a geração anual de RSU aproxima-se a 79,9 milhões de toneladas. Desse total, 90,8% corresponde ao montante coletado, restando 9,2% referente às localidades que não são assistidas por serviço de coleta e, provavelmente, com disposição inadequada. Do total coletado, cerca de 42,6 milhões de toneladas foram destinadas para aterros sanitários, e 30 milhões de toneladas dispostas em lixões ou aterros controlados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2015).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305 de 2010, entende-se como disposição final ambientalmente adequada a distribuição ordenada de rejeitos em aterros de modo a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

Para Besen et al. (2014), a PNRS constituiu um marco-regulatório para a gestão integrada e sustentável de RSU no país, lançando novos desafios para as administrações públicas. Visto as dificuldades das gestões municipais no gerenciamento de RSU, estudos atuais têm dado especial atenção aos locais de disposição destes materiais. A comum associação destes ambientes com potenciais fontes de contaminação agrava-se quando se observa que em diversas localidades os resíduos não estão dispostos conforme limitações legais e normas técnicas de manejo (MONDELLI; GIACHETI; HAMADA, 2016).

O presente trabalho teve como objetivo apresentar um estudo sobre a localização de aterros sanitários e estações de transbordo de RSU de municípios da microrregião de Campo Mourão, Paraná.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Apresentar um estudo sobre a localização de aterros sanitários e estações de transbordo de RSU de municípios da Microrregião de Campo Mourão, Paraná.

2.2 Objetivos específicos

- Selecionar os critérios de distância para a localização de aterros sanitários e estações de transbordo listados nas legislações específicas do estado do Paraná;
- Elaborar mapas de distâncias de núcleos populacionais, residências isoladas, corpos hídricos e vias de domínio público;
- Avaliar o atendimento dos critérios de localização de aterros sanitários e estações de transbordo listados nas legislações específicas do estado do Paraná.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos

Segundo a PNRS, entende-se como gerenciamento de resíduos sólidos o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada, de acordo com o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Ainda em concordância com esta mesma Lei, fica estabelecida a responsabilidade compartilhada pelos resíduos gerados, envolvendo o poder público, o setor empresarial e a coletividade. À administração pública municipal fica designado o compromisso pelo gerenciamento dos RSU, envolvendo desde a sua coleta até a disposição final ambientalmente adequada de resíduos domiciliares e os provenientes da limpeza urbana. Entretanto, muitos dos municípios brasileiros não estão cumprindo com o proposto na PNRS, postergando prazos estipulados, sem alcançar soluções para as falhas na gestão e sem transformar os problemas com os resíduos em oportunidades para a população. A principal alegação dos mesmos é a ausência de recursos necessários para o gerenciamento (MACHADO, 2013).

Em países desenvolvidos a capacidade de equacionamento da gestão é eficaz por um somatório de fatores, como recursos econômicos, preocupação ambiental da população e desenvolvimento tecnológico. Em cidades de países em desenvolvimento, com urbanização acelerada, observam-se déficits na capacidade pública sobre finanças e administração. Para estas localidades os impactos são diretos em infraestrutura e serviços básicos, como água, saneamento, coleta e destinação adequada de resíduos, além de falhas em garantir segurança e controle da qualidade ambiental para os indivíduos (JACOBI; BESEN, 2011).

Segundo o panorama da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) (2015), a geração de RSU pelos 1.191 municípios da região Sul atingiu a marca de 22.586 toneladas/dia, das quais 94,3% deste montante correspondem ao volume coletado. Deste total recolhido, 29% foram encaminhados para lixões e aterros controlados, e o restante para aterros sanitários. Quando visto apenas os dados referentes ao Paraná, tem-se uma geração de 8.858 toneladas/dia de resíduos, dos quais 94,2% foram coletadas, sendo 70,4% dispostos em aterros sanitários, 19,7% em aterros controlados e 9,9% em lixões (ASSOCIAÇÃO..., 2015).

Para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste o índice de cobertura de coleta é superior a 90%. Já as regiões Norte e Nordeste apresentaram um índice de cerca de 80% de cobertura.

Na disposição final, os avanços percebidos ainda não são suficientes para reduzir o volume de resíduos encaminhados para locais inadequados, com uma melhora relativa de 0,3%. Aproximadamente 30 milhões de toneladas de resíduos foram alocados em lixões e aterros controlados em 2015. Apesar das determinações da PNRS e demais leis ambientais, mais de 3.300 municípios no Brasil ainda fazem uso de unidades irregulares para destinação dos resíduos coletados (ASSOCIAÇÃO..., 2015).

A prestação do serviço de coleta seletiva pelos municípios tem avançado, porém muito aquém dos patamares necessários para efetivamente reduzir a quantidade de resíduos potencialmente recicláveis que ainda são dispostos em aterros ou lixões. Ressalta-se que as primeiras iniciativas no Brasil sobre coleta seletiva datam de 1989, e que a ausência por mais de vinte anos de uma política nacional de resíduos sólidos e de vontade política dos administradores municipais gerou um passivo ambiental de lixões e aterros controlados e os impactos decorrentes (JACOBI; BESEN, 2011).

3.2 Estações de transbordo de resíduos sólidos urbanos

Como forma de acondicionamento temporário de RSU têm-se as unidades de transbordo de resíduos sólidos não perigosos, que segundo a Portaria do Instituto Ambiental do Paraná nº 187/2013, são áreas de transferência de resíduos de um veículo com menor capacidade de carga para outro com maior capacidade e posterior encaminhamento para destinação final (PARANÁ, 2013). A transferência dos resíduos nas estações de transbordo é possível por meio de um desnível entre os pavimentos, de modo que os caminhões de coleta, posicionados em uma cota mais elevada, possam fazer a descarga dos resíduos. A descarga pode ser diretamente do caminhão de coleta para o veículo de transferência ou, mais usual, em contêineres com volume variável (MONTEIRO et al., 2001).

Entre coleta, tratamento e destinação final dos rejeitos em grandes centros urbanos, as estações de transbordo são comumente utilizadas. Nestes ambientes, caracterizados pela alta geração de resíduos, essas unidades são úteis para a descarga dos caminhões e seu retorno imediato à coleta. Assim, em grandes cidades, a implantação de estações de transbordo tem o intuito de melhorar a eficiência no processo de transporte dos resíduos, reduzindo o tempo de coleta e os custos de transporte (PRICEWATERHOUSECOOPERS, 2011).

Como vantagem das estações de transbordo está a flexibilidade proporcionada com relação ao local de destino final dos resíduos, pois caso ocorra o esgotamento da vida útil do

aterro sanitário pode-se implantar um novo em local diferente, sem que haja grande impacto na etapa de coleta (MASSUKADO, 2004).

Nas pequenas cidades, a estação de transbordo tem sido adotada como uma etapa do gerenciamento, a fim de cessar a disposição ambientalmente inadequada de RSU no território municipal. Após essa fase, os RSU são dispostos em aterros sanitários localizados em municípios diferentes dos de onde foram gerados.

A estratégia tem suas vantagens ambientais, considerando que a centralização da destinação final dos resíduos sólidos urbanos para um aterro sanitário colabora na redução do número de áreas usadas como aterros e, assim, de possíveis focos de contaminação ambiental. Além desse fator, a centralização oferece uma alternativa aos municípios de destinação final dos RSU ambientalmente adequada e ofereça mais recursos para garantir a proteção ambiental (PARANÁ, 2007).

No estado do Paraná, as estações/unidades de transbordo de RSU não perigosos são regulamentadas pela Portaria nº 187 de 27 de junho de 2013, do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), que estabelece condições e critérios e dá outras providências para o licenciamento ambiental de unidades de transbordo. Segundo tal portaria, as áreas selecionadas para instalação desse tipo de empreendimento devem cumprir distâncias mínimas de certos elementos da paisagem, com o intuito de preservar tais ambientes dos impactos associados com a atividade de transbordo de resíduos sólidos não perigosos. A área específica, onde ocorre de transferência dos resíduos deve ser mantida a no mínimo 200 metros de residências isoladas e vias de domínio público e a no mínimo 400 metros de núcleos populacionais (PARANÁ, 2013).

A Portaria IAP nº 187 de 27 de junho de 2013 também prevê algumas particularidades como, que em casos de unidades já implantadas, o IAP avaliará a adoção de distâncias diferentes, mediante as devidas justificativas técnicas e/ou legais; e que em situações justificadas, considerando o tipo da unidade, as medidas mitigadoras previstas, o IAP pode reduzir as distâncias (PARANÁ, 2013).

3.3 Disposição final de resíduos sólidos urbanos

Por disposição final de resíduos sólidos pode-se entender a colocação destes materiais em local onde possam permanecer por período indeterminado de tempo, de modo a não causarem dano ao homem ou ao meio ambiente (MONTEIRO, 1999). No Brasil, as formas de

disposição de RSU mais praticadas são os aterros sanitários, os aterros controlados e os lixões, sendo as duas últimas consideradas ambientalmente inadequadas.

Aterros sanitários são caracterizados pela disposição de resíduos no solo em área impermeabilizada, sem causar danos à saúde e segurança pública, minimizando os impactos ambientais. Esta técnica objetiva o confinamento dos resíduos à menor área possível, compactando a massa de resíduos diariamente com sucessivas camadas de solo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992). O tratamento dos rejeitos ocorre por meio de digestão anaeróbia e requer um controle dos líquidos lixiviados e gases resultantes do processo. Os líquidos são coletados por meio de drenos e tratados em lagoas aeróbias. Já o biogás pode ser coletado e reaproveitado para a geração de energia ou queimado no próprio local, de acordo com o volume gerado (FELICORI et al.; 2016).

Os aterros sanitários apresentam algumas desvantagens, como a emissão de odores característicos e de gases de efeito estufa, a proliferação de vetores, a possibilidade de exposição e riscos aos trabalhadores, e também a resistência por parte dos moradores do entorno, além da probabilidade de passivos ambientais após seu encerramento (COSTA; RIBEIRO, 2013).

A técnica de disposição em aterros sanitários tornou-se comum e mundialmente usada por parte das municipalidades, contudo requer uma extensa área para operação, além de tecnologias sustentáveis no tratamento dos subprodutos gerados. Estes dois fatores são tidos como empecilhos para as administrações públicas, já que afunilam as possibilidades locais (KASSIM, 2012).

No que se refere à seleção de áreas adequadas para implantação de aterros sanitários, observam-se limitações na escolha de um local apto perante as orientações das diretrizes legais e normativas, como por exemplo, às distâncias mínimas de núcleos populacionais e corpos hídricos. Para o estado do Paraná, os aterros sanitários de RSU não perigosos são regulamentados pela Resolução nº 094 de 04 de novembro de 2014, do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CEMA), que estabelece diretrizes orientadoras para o licenciamento e outorga, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários e dá outras providências (PARANÁ, 2014).

De acordo com a referida resolução, as áreas destinadas à instalação de aterros sanitários devem cumprir distâncias mínimas de certos elementos da paisagem, com o objetivo de preservar esses ambientes dos impactos associados com a atividade de disposição final de resíduos sólidos não perigosos. A distância mínima de núcleos populacionais é de 1.500 m, a partir do perímetro da área; a distância mínima de residências isoladas é de 300 m

a partir do perímetro da área; e a área de disposição final deve ser mantida a no mínimo 200 m de corpos hídricos (PARANÁ, 2014).

Outra forma mencionada de disposição de RSU são os aterros controlados, que, segundo Monteiro et al. (2001), difere-se de um aterro sanitário basicamente pela ausência da coleta e tratamento de chorume, assim como da drenagem e queima do biogás. No mais, aterros controlados devem ser construídos e operados exatamente como um aterro sanitário. Para o uso desta técnica é necessário atender condições específicas, como características particulares do solo, dificultando a escolha desta técnica como forma mais efetiva de acondicionamento e tratamento de resíduos perante aterros sanitários.

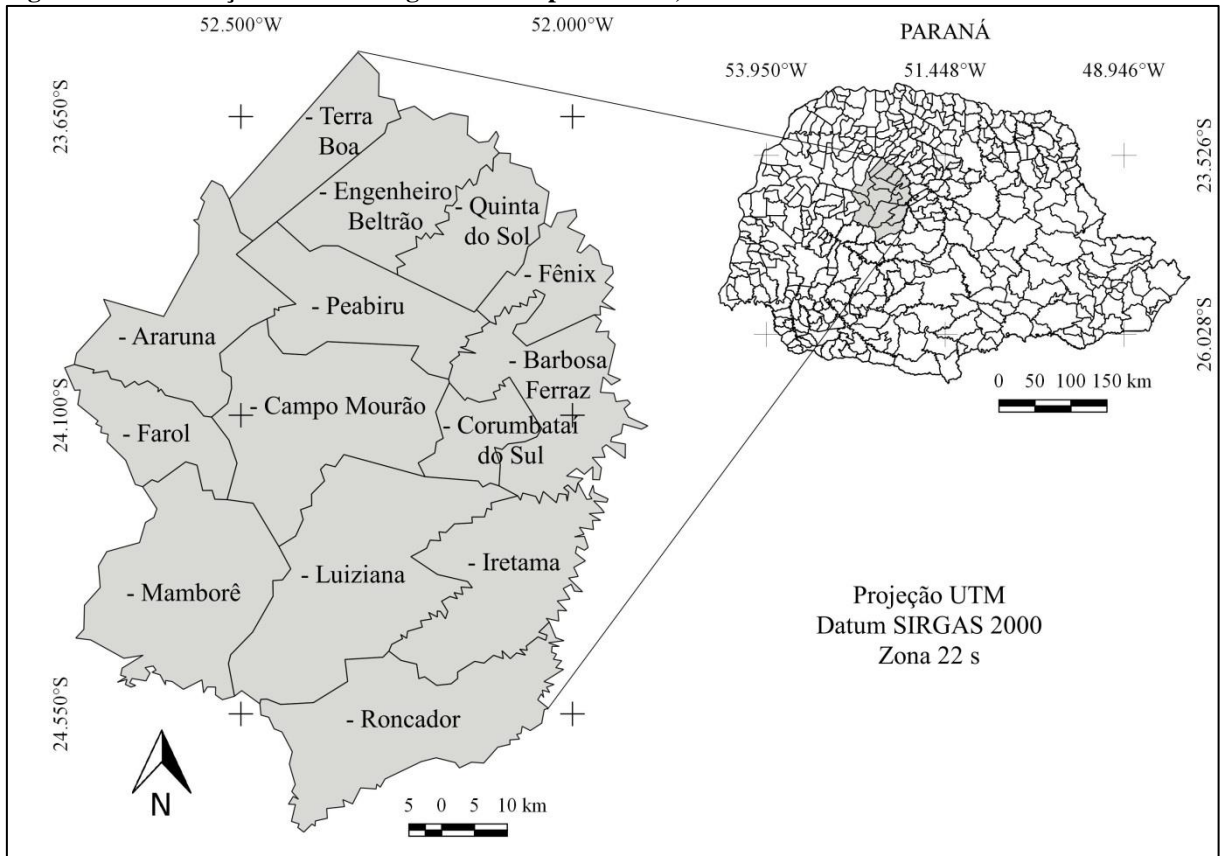
Os lixões ou vazadouros a céu aberto são locais de disposição de resíduos sem controle ou cuidado ambiental, acarretando na proliferação de vetores, contaminação de águas subterrâneas e do ar. Além destes prejuízos, segundo Azevedo et al. (2015), lixões propiciam a ocorrência de impactos visuais e sociais, assim como o desequilíbrio da fauna e flora. O resultado desse conjunto de impactos é a degradação ambiental, que diminui ou impede a capacidade dos recursos ambientais de restabelecimento natural.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em municípios pertencentes à microrregião de Campo Mourão, Paraná. A referida microrregião é formada pelas municipalidades de Araruna, Barbosa Ferraz, Campo Mourão, Corumbataí do Sul, Engenheiro Beltrão, Farol, Fênix, Iretama, Luiziana, Mamborê, Peabiru, Quinta do Sol, Roncador e Terra Boa.

Segundo o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES) (2004), a microrregião de Campo Mourão se localiza, em toda sua extensão territorial, no Terceiro Planalto Paranaense, com uma área de, aproximadamente, 7.059,6 km², representando 5,96% de todo o território do estado do Paraná (Figura 1).

Figura 1 – Localização da microrregião de Campo Mourão, Paraná.



Fonte: autoria própria.

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010) o número total de habitantes da microrregião é de 217.374 pessoas, sendo 39.306 habitantes da zona rural (18%) e 178.068 da zona urbana (82%) (Tabela 1). A economia da microrregião é basicamente agrícola, evidenciado pelas áreas destinadas a culturas temporárias, cerca de 345.010 hectares, e culturas permanentes, 22.561 hectares. A soja é o principal produto

agrícola cultivado na região. Visto também a participação da pecuária na economia, dá-se estímulo para a presença de frigoríficos e laticínios na microrregião (IBGE, 2006).

Tabela 1 – Municípios da microrregião de Campo Mourão.

Município	Área territorial (km ²)	Pop. urbana	Pop. rural	Pop. Total	IDH
Araruna	493,2	10.475	2.944	13.419	0,704
Barbosa Ferraz	538,6	9.581	3.075	12.656	0,696
Campo Mourão	757,9	82.676	4.518	87.194	0,757
Corumbataí do Sul	164,3	2.127	1.875	4.002	0,638
Engenheiro Beltrão	467,5	12.278	1.628	13.906	0,730
Farol	289,2	2.018	1.454	3.472	0,715
Fênix	234,1	3.995	807	4.802	0,716
Iretama	570,4	6.187	4.435	10.622	0,665
Luiziana	908,6	4.756	2.559	7.315	0,668
Mamborê	778,1	8.984	4.977	13.961	0,719
Peabiru	468,6	11.009	2.615	13.624	0,723
Quinta do Sol	326,2	3.811	1.277	5.088	0,715
Roncador	742,1	7.120	4.417	11.537	0,681
Terra Boa	320,8	13.051	2.725	15.776	0,728

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.

As distâncias mínimas utilizadas nesse estudo tiveram como base os requisitos legais do estado do Paraná listadas na Resolução n° 094/2014 do Conselho Estadual de Meio Ambiente do Paraná (CEMA) para áreas de aterros sanitários e na Portaria n° 187/2013 do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) para as áreas de estações de transbordo.

Da Resolução CEMA n° 094/2014 foram verificados os seguintes critérios de localização para aterros sanitários (PARANÁ, 2014):

- a) Distância mínima de 1500 metros de núcleos populacionais, a partir do perímetro da área;
- b) Distância mínima de 300 metros de residências isoladas, a partir do perímetro da área;
- c) Distância mínima de 200 metros de rios, nascentes e demais corpos hídricos, a partir da área de disposição final.

Da Portaria IAP n° 187/2013, para as estações/unidades de transbordo, foram verificados os seguintes critérios de localização (PARANÁ, 2013):

- a) Distância mínima de 400 metros de núcleos populacionais, a partir da área específica onde ocorre de transferência dos RSU não perigosos;
- b) Distância mínima de 200 metros de residências isoladas, a partir da área específica onde ocorre de transferência dos RSU não perigosos;
- c) Distância mínima de 200 metros de vias de domínio público, a partir da área específica onde ocorre de transferência dos RSU não perigosos.

Para o presente estudo não foram consideradas as situações apresentadas no o Art. 12, parágrafo único, da Portaria nº 187/2013, que em casos de estações já implantadas, o IAP avaliará a adoção de distâncias diferentes, mediante as devidas justificativas técnicas e/ou legais; e no parágrafo segundo, que em situações justificadas, considerando o tipo da unidade e as medidas mitigadoras previstas, o IAP poderá reduzir as distâncias.

Na elaboração dos mapas de distâncias de núcleos populacionais, residências isoladas, vias de domínio público e corpos hídricos os empreendimentos em estudo foram localizados por meio de imagens do *Bing Maps*.

No *software* QGIS® 2.14.5 foram gerados três *buffers* para aterros sanitários, a fim de analisar a localização dessas áreas com as distâncias específicas estabelecidas na legislação. O primeiro *buffer* de 1.500 m de raio foi utilizado para avaliar a distância do empreendimento em relação a núcleos populacionais. Já o segundo *buffer* de 300 m refere-se à distância mínima de residências isoladas. O terceiro e último *buffer* de 200 m refere-se à análise de distância de corpos hídricos. Para as estações de transbordo foram gerados dois *buffers*, sendo o primeiro de 400 m, para a análise de distância de núcleos populacionais, e o segundo de 200 m referente a residências isoladas e vias de domínio público (Apêndice A).

Foi avaliada a conformidade dos requisitos de distâncias mínimas de acordo com a presença dos elementos nos perímetros específicos. Para os casos de não atendimento, mediu-se a menor distância entre o elemento avaliado e seu respectivo empreendimento associado, a fim de conhecimento das proximidades.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi analisada a localização de aterros sanitários e estações de transbordo de nove municípios que compõem a microrregião de Campo Mourão, PR. Das nove áreas, três caracterizavam-se como aterros sanitários, denominados aqui como aterros A, B e C. Os demais caracterizavam-se como estações de transbordo, utilizadas como última etapa do gerenciamento dos RSU no território do município, denominadas estações A, B, C, D, E e F.

Na avaliação dos aterros sanitários, quanto ao atendimento aos critérios de localização previstos na Resolução CEMA nº 094/2014, pode-se observar que os três critérios de distâncias mínimas estariam sendo atendidos por 67% dos aterros em estudo (Tabela 2).

Tabela 2 – Porcentagem de aterros sanitários que atenderiam os critérios de localização com base na Resolução CEMA nº 094/2014.

Critérios	% de aterros sanitários
1. Distância mínima de núcleos populacionais (1500 m)	67
2. Distância mínima de residências isoladas (300 m)	67
3. Distância mínima de corpos hídricos (200 m)	67

Fonte: autoria própria.

Na sequência é apresentado um resumo individualizado da condição de localização dos aterros sanitários em relação a critérios previstos na Resolução CEMA nº 094/2014 (Tabela 3).

Tabela 3 – Aterros sanitários A, B e C e as distâncias atendidas por cada localidade com base na Resolução CEMA nº 094/2014.

Critérios	Aterros		
	A	B	C
1. Distância mínima de núcleos populacionais (1500 m)	X	-	X
2. Distância mínima de residências isoladas (300 m)	-	X	X
3. Distância mínima de corpos hídricos (200 m)	-	X	X

Legenda: X, itens atendidos; -, itens não atendidos.

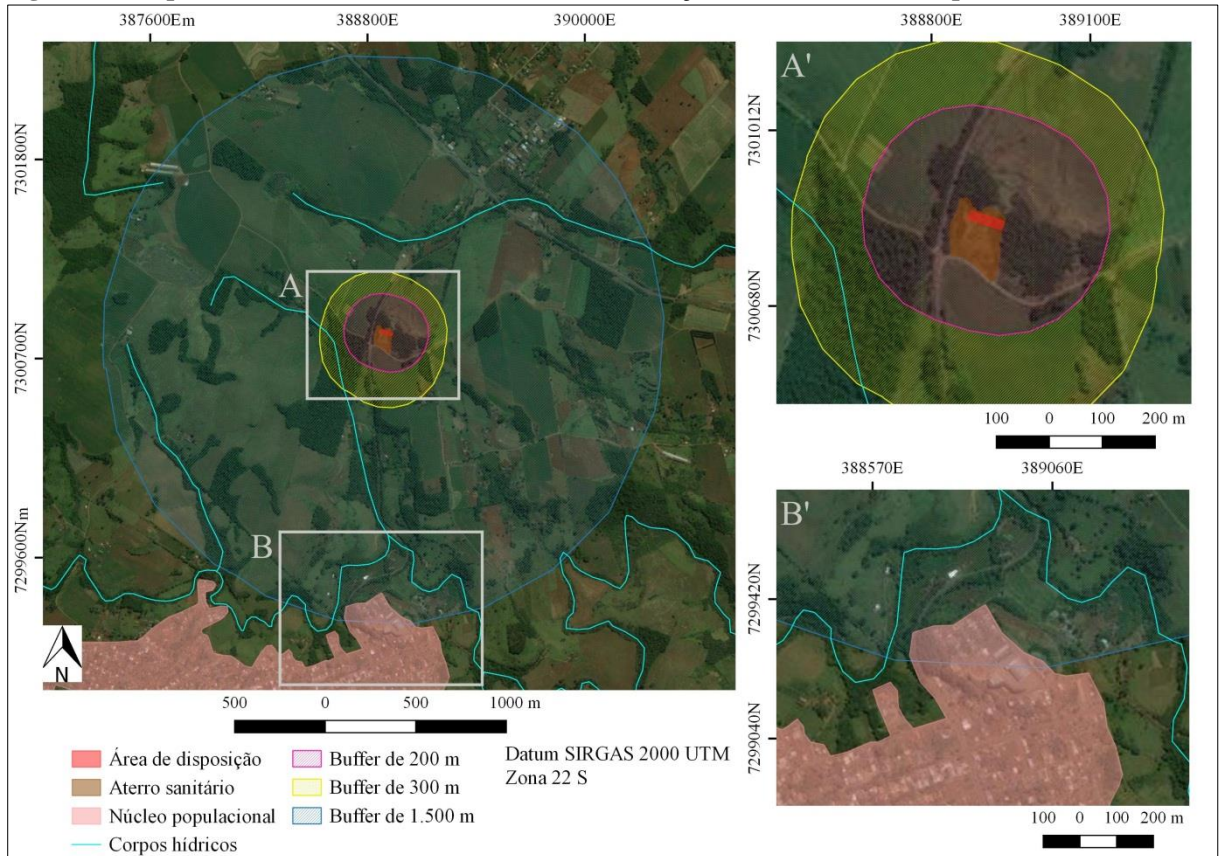
Fonte: autoria própria.

Na análise do requisito de distância mínima de núcleos populacionais (1.500 m), observou-se que o aterro B seria o único que não atenderia o critério previsto na Resolução CEMA nº 094/2014, já que o núcleo populacional englobado pelo raio de 1.500 m encontra-se a, aproximadamente, 1.300 m do local (Figura 2).

De acordo com a ABNT NBR 13896/1997, consideram-se núcleos populacionais as localidades sem categoria de sede administrativa, porém com moradias, usualmente ao redor

de igrejas ou capelas, com pequenos comércios (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Figura 2 – Mapa de distâncias mínimas com base na Resolução CEMA n° 094/2014 para o aterro B.



Fonte: autoria própria.

A distância de áreas urbanas em relação a aterros sanitários é um fator essencial devido aos custos envolvidos com a operação desses empreendimentos. Desse modo, quanto mais próximo da área urbana estiver o aterro sanitário, mais suscetível para uma operação eficiente em decorrência do menor percurso percorrido pelos caminhões (WEBER; HASENACK, 2000).

Entretanto, quanto mais distante da malha urbana, mais apta poderá estar uma área para a implantação de um aterro sanitário, já que a população estará distante dos maus odores, dos ruídos gerados pelos veículos e máquinas, além de possíveis animais vetores de doenças e insetos encontrados nesses locais (GREGÓRIO et al., 2013).

Segundo Massunari (2000), para a instalação de aterros sanitários, áreas acima de vinte quilômetros de distância, a partir do centro da cidade, podem resultar em altos custos de transporte dos resíduos, considerando os gastos com combustível, manutenção dos veículos e das vias de acesso. Assim, o autor elege como zona máxima de localização de aterros

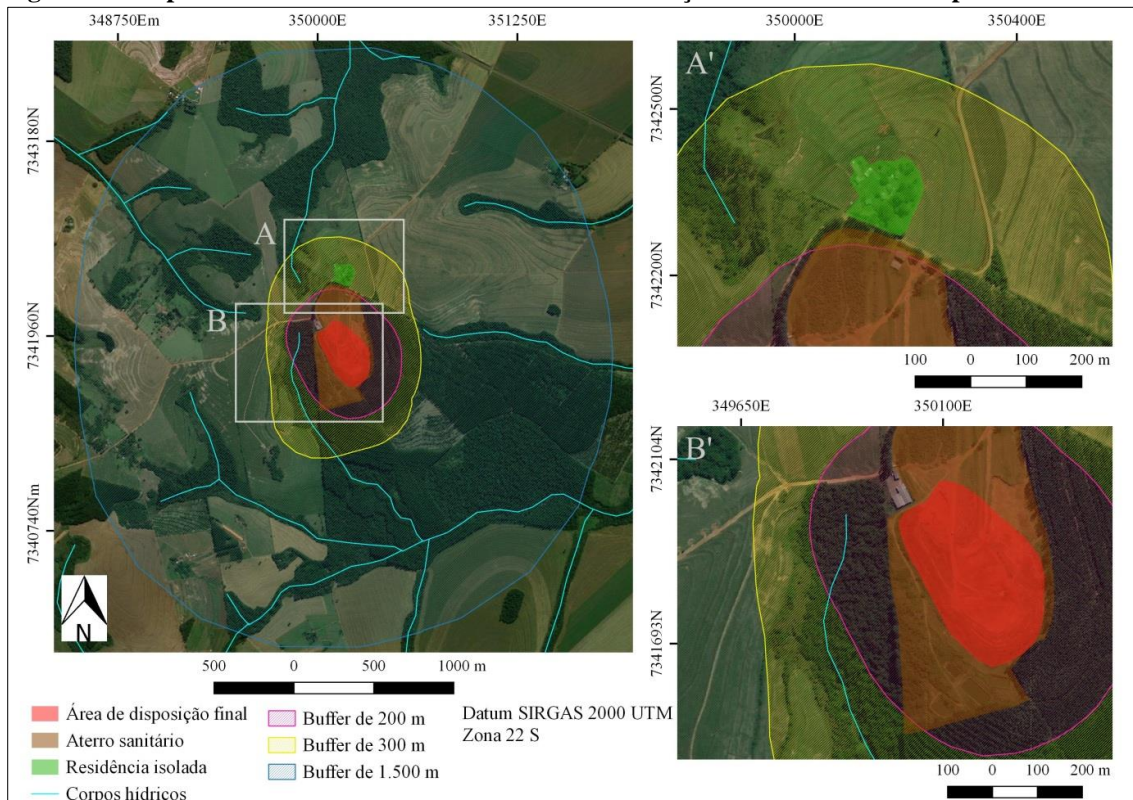
sanitários uma distância de até vinte quilômetros da malha urbana, categorizando ainda como zona ótima uma distância inferior a dez quilômetros.

Considerando as diretrizes da Resolução CEMA n° 094/2014, uma distância superior a 1.500 metros já é suficiente para eliminar os incômodos relacionados à área de disposição final de RSU. Quando comparada a ABNT NBR 13896/1997, que considera como uma distância mínima a núcleos populacionais, a partir do limite da área útil do aterro, uma distância superior a 500 metros, percebe-se que a legislação vigente no estado do Paraná é mais criteriosa na localização de aterros sanitários.

Contudo, a hipótese de expansão de núcleos populacionais após a instalação de aterros sanitários deve ser considerada, visto a dinâmica desses ambientes, bem como mudanças em requisitos legais e normativos ao longo do tempo. Assim, um local que previamente atendia as exigências, com o passar do tempo pode deixar de atender devido à implantação de novos loteamentos, por exemplo e/ou alterações em normas e requisitos legais.

Na análise do critério de distância de 300 m de residências isoladas, o aterro A seria o único que não atenderia o previsto na Resolução CEMA n° 094/2014. Observou-se na imagem a presença de elementos que podem caracterizar a existência residência isolada ao lado da área do aterro, separados por uma estrada (Figura 3).

Figura 3 – Mapa de distâncias mínimas com base na Resolução CEMA n° 094/2014 para o aterro A.



Fonte: autoria própria.

A proximidade de aterros sanitários com residências rurais e suas respectivas estruturas podem prejudicar as atividades ali realizadas, justificado pelo trânsito frequente de veículos pesados, como os caminhões transportadores de resíduos (DE CARVALHO FELICORI et al., 2016). Além dos incômodos provocados pela proximidade de aterros sanitários com as residências rurais, pode-se citar como outro prejuízo causado aos imóveis próximos a desvalorização ou depreciação do valor de comércio. Porém, a construção de estruturas rurais após a instalação de aterros também é uma observação a ser considerada.

Para a área do aterro sanitário A também foi possível verificar a existência de corpos d'água superficiais no raio de 200 m, a cerca de 130 m do local de disposição dos resíduos (Figura 3).

Com o intuito de confirmar a presença do corpo d'água superficial no raio de 200 m foi utilizada também a carta topográfica de número MI-2803/1 do IBGE e do Ministério da Defesa (Exército Brasileiro), que é um documento cartográfico oficial do Governo quanto ao mapeamento do território nacional (ITCG, 2017).

Consideram-se corpos hídricos os cursos d'água, lagos e lagoas, banhados, áreas alagadiças e inundáveis e as nascentes e olhos d'água (PEREIRA; SOARES; PEREIRA, 2004). Para a Portaria n° 124/1980 do Ministério do Interior (MI), construções ou estruturas que armazenam substâncias capazes de causar poluição hídrica, devem ficar localizadas a uma distância mínima de 200 metros das coleções hídricas ou cursos d'água mais próximos (BRASIL, 1980), assim como a ABNT NBR 13896/1997, que também determina a localização dos locais de disposição de resíduos sólidos a uma distância mínima de 200 metros de qualquer coleção hídrica ou curso de água.

Segundo Pedrosa et al. (2011), o principal impacto ambiental que o mau gerenciamento de um aterro sanitário pode ocasionar aos recursos hídricos é a contaminação por chorume. Este subproduto é um líquido escuro com odor desagradável gerado durante o processo de decomposição dos RSU a partir da umidade natural destes materiais, da água proveniente de precipitações pluviométricas e do fluido de decomposição originado na degradação dos resíduos. Possui composição química complexa e variável, que depende de fatores físicos e químicos na qual o aterro e os resíduos depositados estão submetidos. Assim, podem variar constantemente devido às particularidades dos rejeitos aterrados e de seus processos de decomposição. A influência de outros fatores como climatológicos, processos físico-químicos e biológicos também afetam diretamente na sua composição.

Em estudo sobre a concentração de metais pesados e variáveis físico-químicas em amostras de águas superficiais na circunvizinhança do Aterro Municipal de Manaus, de

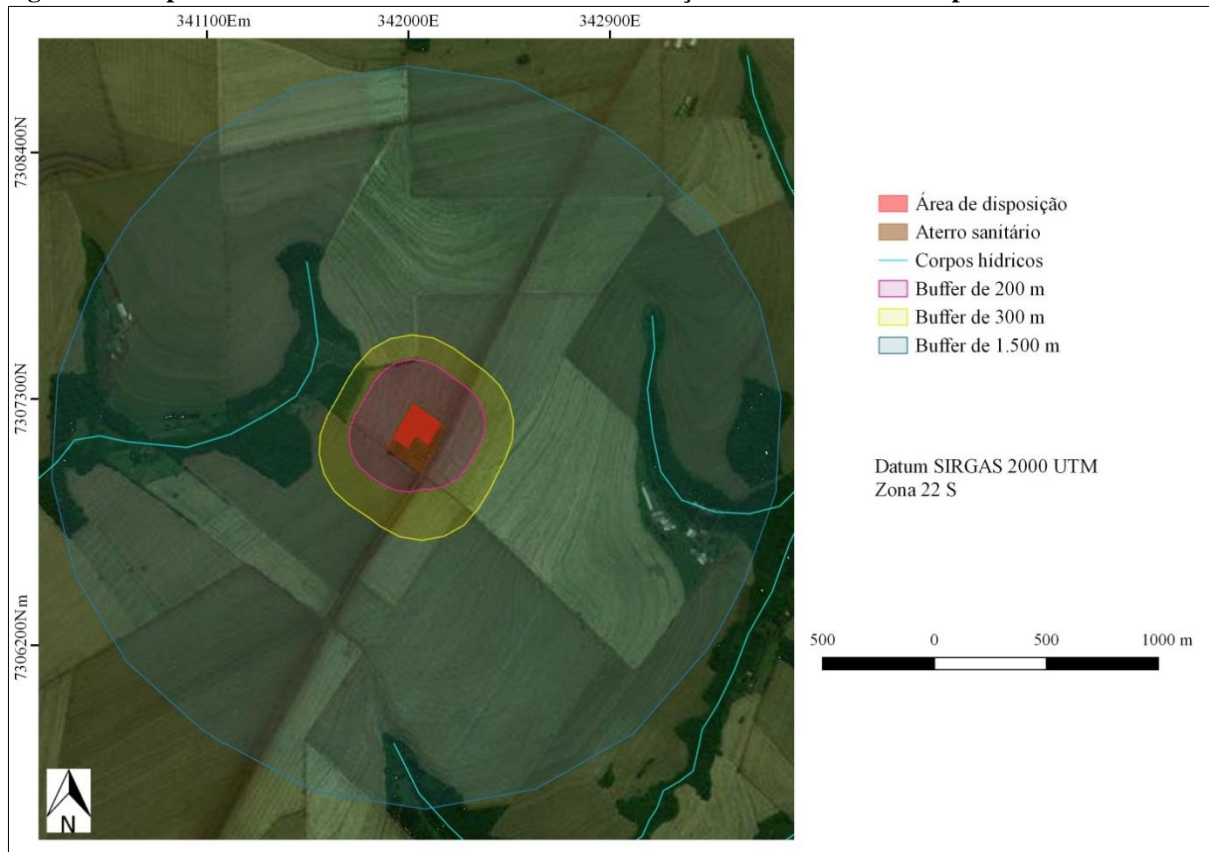
Oliveira e Santana (2010), obtiveram um comportamento aleatório nos resultados das análises químicas e variáveis físico-químicas para amostras coletadas nas proximidades do aterro. Os autores concluíram que tal comportamento relaciona-se ao fato de que o aterro possuía células encerradas e outras em atividade, ocasionando diferentes estágios de decomposição dos resíduos. Como o aterro estudado pelos autores não possuía sistema de armazenamento e tratamento de chorume, e que algumas células apresentavam rupturas no sistema de impermeabilização, o chorume que entrou em contato com o sistema hídrico provavelmente interferiu nas características físico-químicas da água. O resultado dos autores demonstra a influência da proximidade de aterros sanitários incorretamente gerenciados sobre variáveis ambientais, no âmbito do estudo citado, os corpos hídricos.

Segundo Serafim et al. (2003), o chorume é bem mais agressivo que o esgoto doméstico, principalmente pelo pH ácido e pela presença de diversas substâncias potencialmente tóxicas em sua composição, necessitando de um tratamento adequado. Para Pedroso et al. (2011), o lixiviado é considerado o principal agente poluidor gerado durante a decomposição dos resíduos sólidos, por contaminar corpos hídricos e toda a biota associada a esse meio em casos de vazamentos.

As águas subterrâneas são menos vulneráveis a contaminações do que as águas superficiais, devido à camada de solo sobrejacente. Porém, uma vez afetadas, demandam elevados custos para sua remediação, o que só é alcançado ao final de um longo período e sem a certeza da eficácia (TAVEIRA; SILVA; RODRIGUES, 2016).

A área denominada aterro C atenderia a todos os três requisitos de distâncias mínimas, de núcleos populacionais, de residências isoladas e de corpos hídricos previstos na Resolução CEMA n° 094/2014 (Figura 4).

Figura 4 – Mapa de distâncias mínimas com base na Resolução CEMA nº 094/2014 para o aterro C.



Fonte: autoria própria.

Em relação aos requisitos de distâncias mínimas para as estações de transbordo, na sequência é apresentada uma síntese sobre a análise da localização dessas áreas¹ (Tabelas 4).

Tabela 4 – Porcentagem de estações de transbordo que atenderiam os critérios de localização com base na Portaria IAP nº 187/2013.

Critérios	% de estações que atenderiam
1. Distância mínima de núcleos populacionais (400 m)	100
2. Distância mínima de residências isoladas (200 m)	67
3. Distância mínima de vias de domínio público (200 m)	33

Fonte: autoria própria.

Na sequência é apresentado um resumo individualizado da condição de localização das estações de transbordo em relação a critérios previstos na Portaria IAP nº 187/2013 (Tabela 5).

¹ Para o presente estudo não foram consideradas as situações apresentadas no o Art. 12, parágrafo único, da Portaria nº 187/2013, que em casos de estações já implantadas, o IAP avaliará a adoção de distâncias diferentes, mediante as devidas justificativas técnicas e/ou legais; e no parágrafo segundo, que em situações justificadas, considerando o tipo da unidade, as medidas mitigadoras previstas, o IAP poderá reduzir as distâncias (PARANÁ, 2013).

Tabela 5 – Estações de transbordo A, B, C, D, E e F e as distâncias atendidas por cada localidade com base na Portaria IAP nº 187/2013.

Critérios	Estações					
	A	B	C	D	E	F
1. Distância mínima de núcleos populacionais (400 m)	X	X	X	X	X	X
2. Distância mínima de residências isoladas (200 m)	-	X	X	X	X	-
3. Distância mínima de vias de domínio público (200 m)	-	X	X	-	-	-

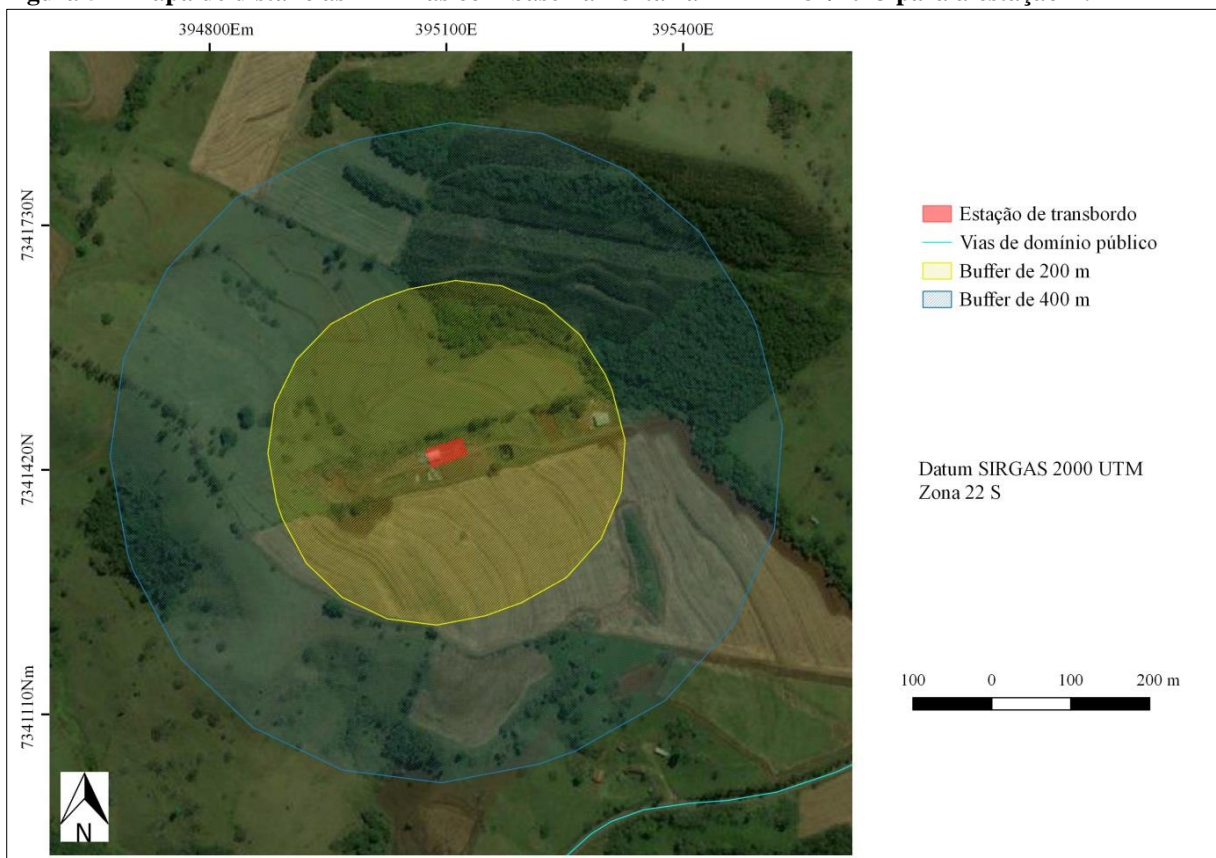
Legenda: X, itens atendidos; -, itens não atendidos.

Fonte: autoria própria.

Na condição atual, todas as estações de transbordo atenderiam a distância mínima de núcleos populacionais, de 400 m, como por exemplo, as estações B e C (Figura 5 e 6).

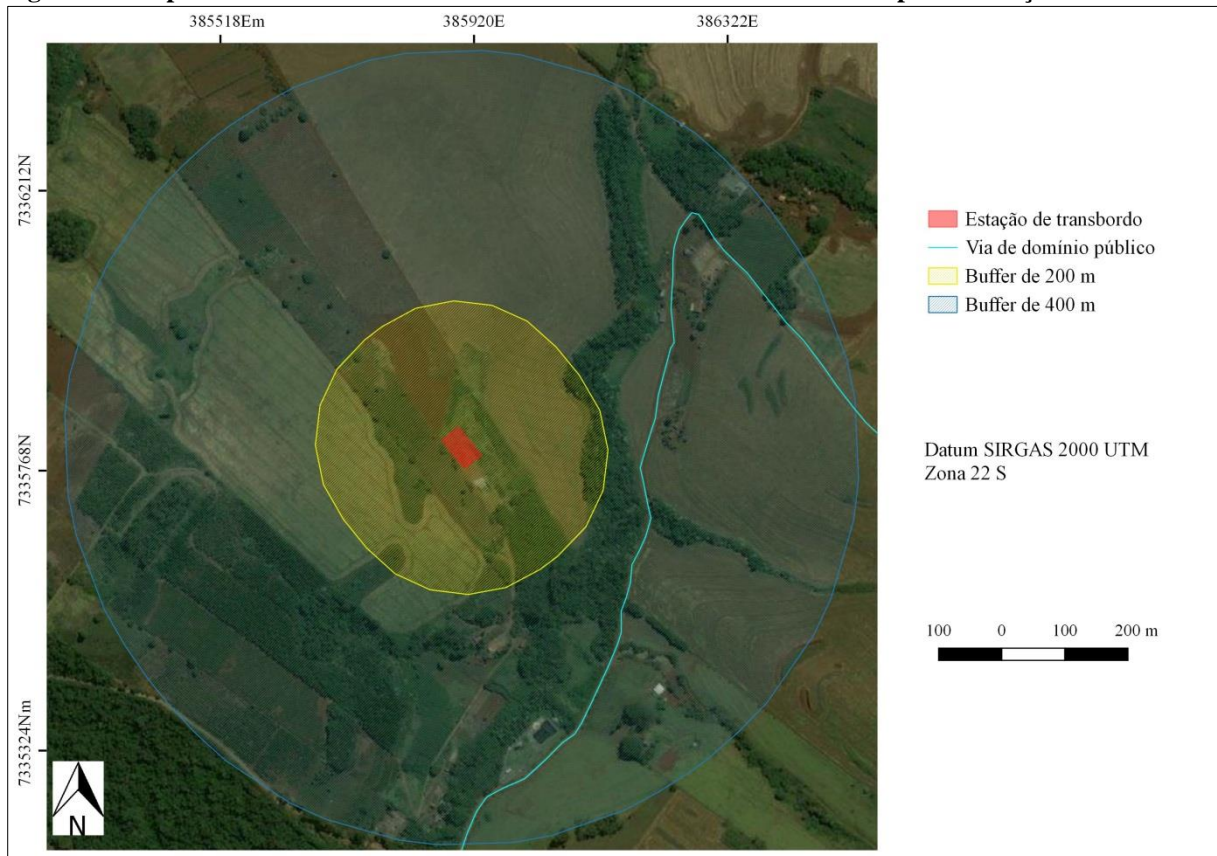
A distância dos centros geradores de resíduos sólidos em relação às estações de transbordo é essencial devido aos custos de operação. Para esses empreendimentos, quanto mais próximo da área urbana estiverem, menor será o percurso percorrido pelos veículos transportadores, resultando em uma operação mais eficiente. Entretanto, quanto mais distante a área, menor a possibilidade de interferências indesejadas no meio urbano pelo empreendimento.

Figura 5 – Mapa de distâncias mínimas com base na Portaria IAP nº 187/2013 para a estação B.



Fonte: autoria própria.

Figura 6 – Mapa de distâncias mínimas com base na Portaria IAP nº 187/2013 para a estação C.



Fonte: autoria própria.

Em grandes centros geradores de RSU, as estações de transbordo são utilizadas para aliviar o processo de transporte de resíduos destes centros as áreas de disposição final dos rejeitos. Em geral, as estações são implantadas quando a distância entre o centro gerador e o aterro sanitário é de 30 a 50 km, considerando o trajeto de ida e volta, ou mesmo quando as condições de tráfego rodoviário tornam extremamente lento o deslocamento dos caminhões transportadores de resíduos (PRICEWATERHOUSECOOPERS, 2011).

Desse modo, mesmo que na microrregião de Campo Mourão as estações de transbordo sejam utilizadas como a última etapa do gerenciamento dos RSU no território do município gerador, essas localidades tanto cumprem com a distância mínima de núcleos populacionais estipulada na Portaria IAP nº 187/2013, quanto são econômicas de acordo com o percurso entre a estação de transbordo e a cidade na qual os resíduos são coletados (Tabela 6).

Tabela 6 – Trajeto percorrido pelos caminhões considerando ida as estações de transbordo e retorno ao centro gerador de RSU.

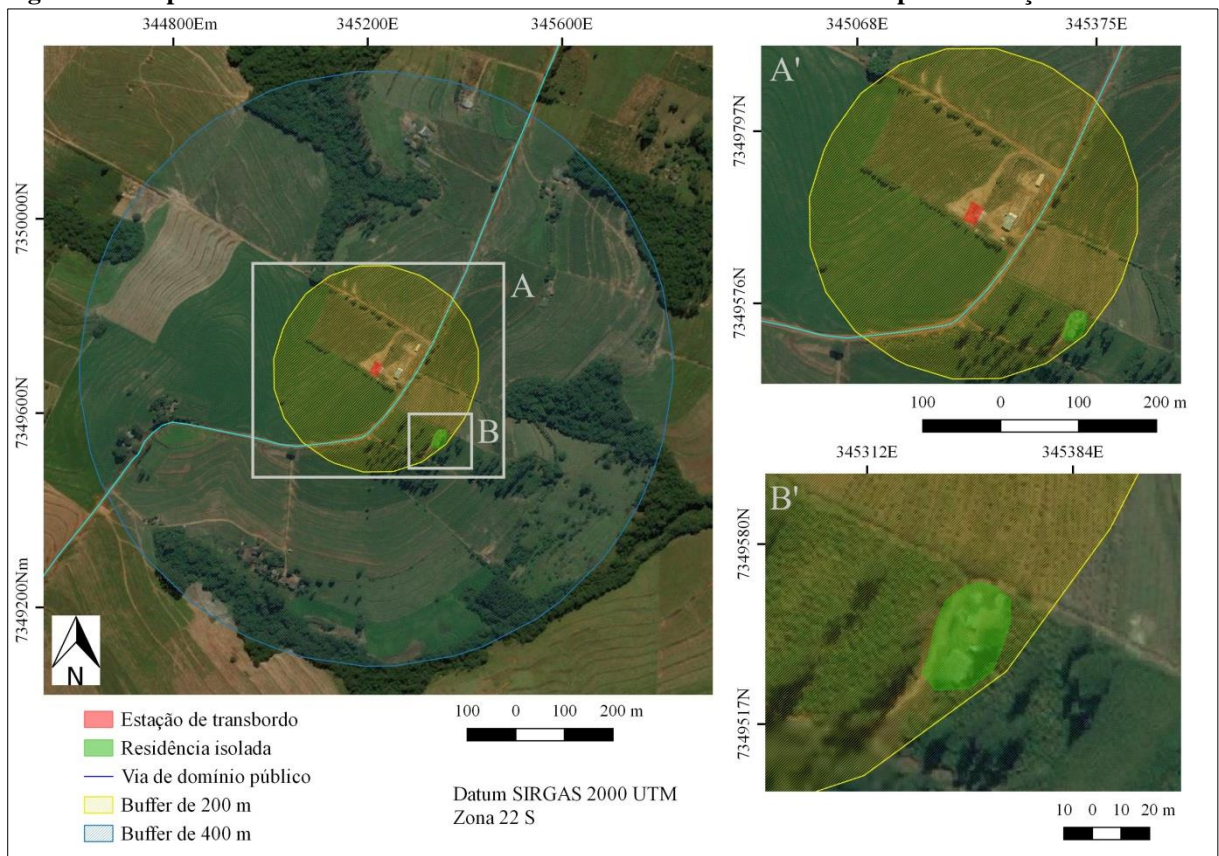
Estação	A	B	C	D	E	F
Trajeto (km)	10	6	4	3	4	12

Fonte: autoria própria.

Quando analisado o requisito de distância mínima de residências isoladas, de 200 m, observa-se que 67% das estações atenderiam o contido na Portaria IAP nº 187/2013 (Estações B, C, D e E).

As estações A e F não atenderiam a distância mínima, já que foi possível observar residências isoladas a 180 m da estação A e 190 m da estação F, aproximadamente (Figuras 7 e 8). Porém, muito próximo da metragem mínima estabelecida na legislação, 200 m.

Figura 7 – Mapa de distâncias mínimas com base na Portaria IAP nº 187/2013 para a estação A.

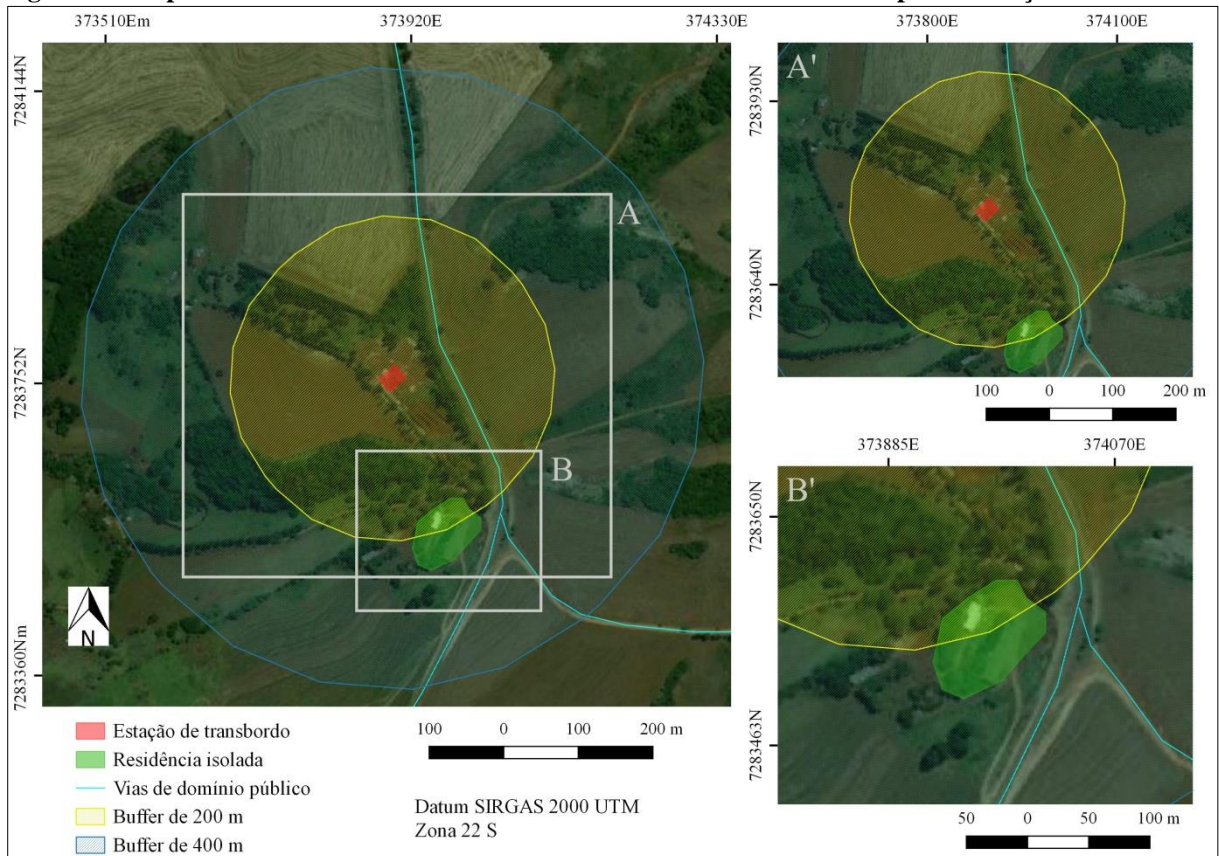


Fonte: autoria própria.

A proximidade de estações de transbordo com as residências no meio rural pode impactar negativamente nas atividades realizadas nesse ambiente, devido ao trânsito frequente dos veículos transportadores de resíduos. Devido essa constante movimentação, os moradores podem se sentir incomodados pela geração de poeira e barulho, provenientes tanto da descarga do material quanto da movimentação dos caminhões.

Outro incômodo que pode ser citado é a possível concentração de animais indesejados, além da emissão de maus odores, de acordo com as características dos resíduos armazenados e a influência dos ventos.

Figura 8 – Mapa de distâncias mínimas com base na Portaria IAP nº 187/2013 para a estação F.



Fonte: autoria própria.

A desvalorização ou depreciação do valor do imóvel também pode ser uma consequência. Entretanto, visto a dinâmica de ocupação do solo, vale ressaltar que a construção de residências rurais após a instalação de estações de transbordo deve ser considerada.

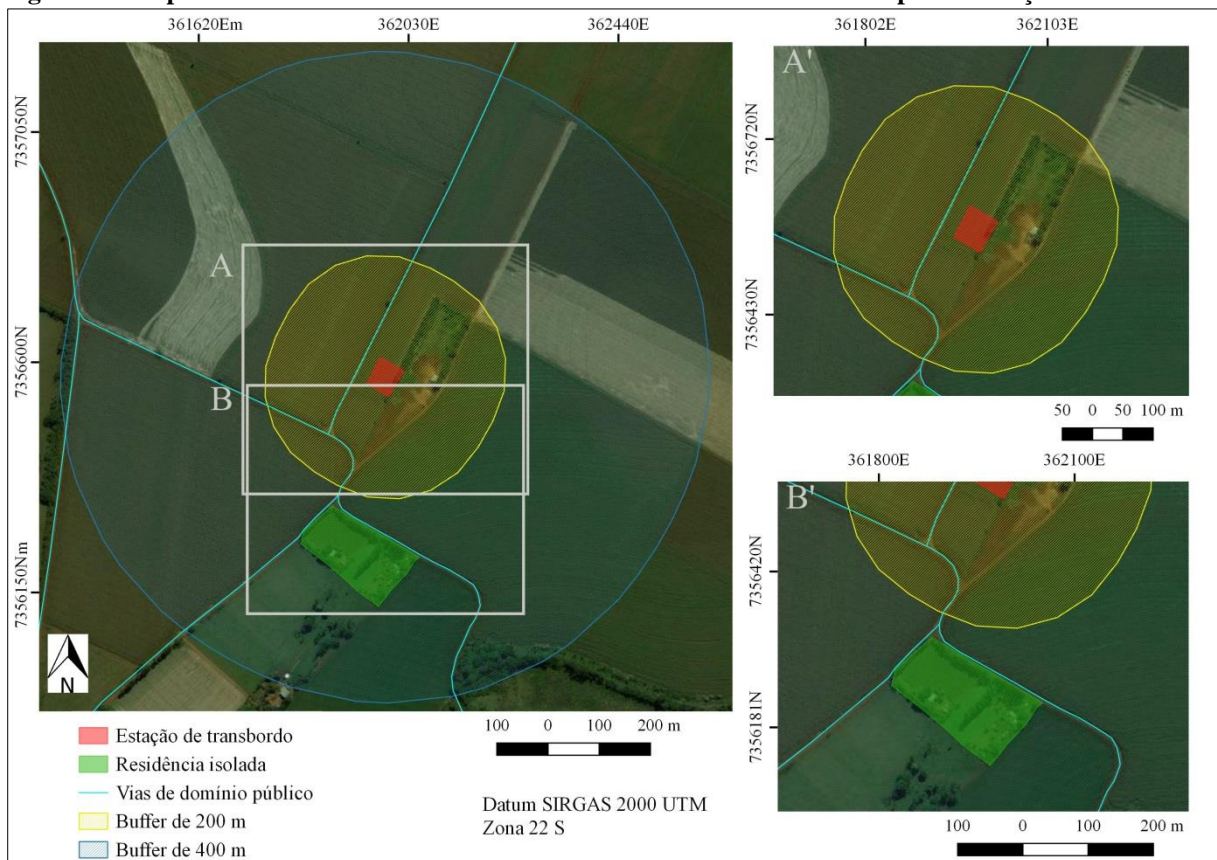
Na análise das áreas englobadas no raio de distância mínima de vias de domínio público, de 200 m, observou-se que 33% das estações de transbordo atenderiam o estabelecido na Portaria IAP nº 187/2013 (Estação B e C), restando 67% das estações onde foi possível observar caminhos no raio de 200 m (Estação A, D, E e F). As vias mais próximas localizam-se a cerca de 50 m da estação A e F, 30 m da estação D (Figura 9) e 20 m da estação E.

Segundo o Decreto nº 62.127, de 16 de Janeiro de 1968, que aprova o regulamento de Código Nacional de Trânsito, são vias terrestres as ruas, avenidas, logradouros, estradas, caminhos ou passagens de domínio público (BRASIL, 1968). Neste contexto, de acordo com o Art. 99, parágrafo primeiro, da Lei nº 10.406, de 10 de Janeiro de 2002, que institui o Código Civil, são bens públicos aqueles de uso comum do povo, tais como rios, mares, estradas, ruas e praças (BRASIL, 2002). Desse modo, para o presente estudo, foram

consideradas vias de domínio público aquelas que interligavam duas ou mais residências ou propriedades, satisfazendo a necessidade coletiva. A análise para a classificação das vias aconteceu conforme observação de imagens de satélite.

Com a elaboração dos mapas contendo os elementos da paisagem ao redor das estações de transbordo, foi possível observar que as estações que não atenderiam a distância mínima de vias de domínio público faziam limite com, ao menos, uma via nessa classificação.

Figura 9 – Mapa de distâncias mínimas com base na Portaria IAP nº 187/2013 para a estação D.



Fonte: autoria própria.

No entendimento de Weber e Hasenack (2000), a distância mínima de rodovias para aterros sanitários tem como objetivo a preservação das áreas de circulação do impacto visual do aterro. Desse modo, considerando as similaridades entre aterros sanitários e estações de transbordo, pode-se elencar como principal finalidade do critério de distância mínima de vias de domínio público o distanciamento dos usuários desses caminhos da poluição visual causada pela atividade.

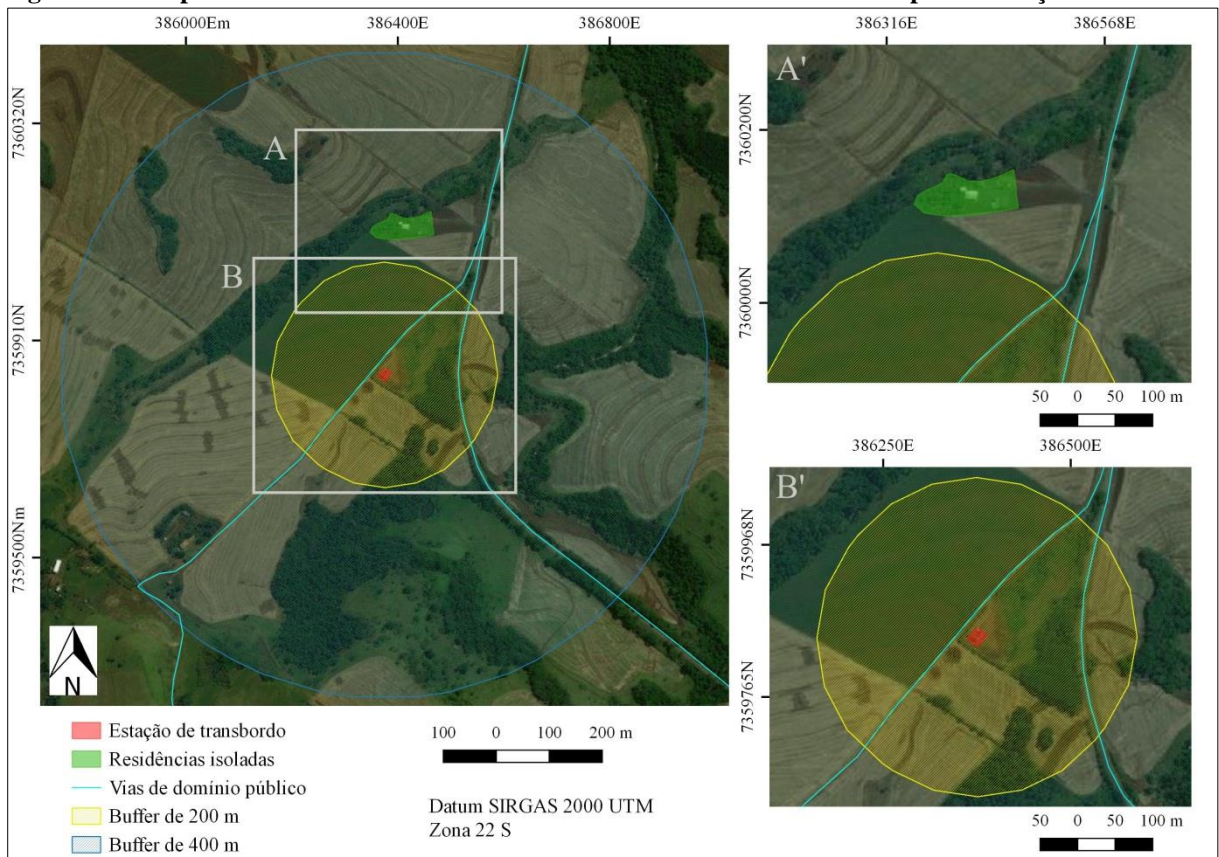
Outro impacto negativo aos usuários das estradas próximas as estações é a interferência no trânsito provocado pelos veículos pesados transportadores de resíduos.

Entretanto, visto a pequena geração de RSU pelos municípios que utilizam as estações de transbordo, provavelmente não há tráfego constante dos veículos de coleta nestas estradas.

Vale ressaltar para esse requisito que a abertura de acessos para uma área encarece os custos de implantação de uma estação de transbordo. Assim como para aterros, quanto mais próxima de uma estrada estiver à área, menores serão os custos de transporte.

A segunda localidade que apresenta vias de domínio público no raio de 200 m a partir da área de transferência dos resíduos é a estação E (Figura 10).

Figura 10 – Mapa de distâncias mínimas com base na Portaria IAP nº 187/2013 para a estação E.



Fonte: autoria própria.

De modo geral, considerando os seis critérios avaliados nesse estudo para a localização de aterros sanitários e unidades de transbordo, previstos na Resolução CEMA 094/2014 e Portaria IAP 187/2013, respectivamente, pode-se observar que 67% desses critérios estariam sendo atendidos pelo total de empreendimentos.

É válido ressaltar que os critérios de avaliação adotados estão vinculados a normativas recentes, datadas do ano de 2013 e 2014, e que o tempo de instalação de algumas dessas localidades precedem a data de publicação das legislações utilizadas como referência.

6 CONCLUSÃO

A partir dos critérios de localização para aterros sanitários de 1500 metros de núcleos populacionais, de 300 metros de residências isoladas e de 200 metros de rios, nascentes e demais corpos hídricos, estabelecidos na Resolução CEMA n° 094/2014, e para as estações de transbordo, estabelecidos na Portaria IAP n° 187/2013, de 400 metros de núcleos populacionais, de 200 metros de residências isoladas e de vias de domínio público, foi possível concluir que, para a condição atual, os três aterros sanitários e as seis estações de transbordo em estudo atenderiam parcialmente os critérios avaliados.

De modo geral, quando considerado os critérios avaliados nesse estudo quanto à localização de aterros sanitários e unidades de transbordo, previstos na Resolução CEMA 094/2014 e Portaria IAP 187/2013 respectivamente, observa-se que 67% dos critérios estariam sendo atendidos.

É válido ressaltar que os critérios de avaliação adotados estão vinculados à normativas recentes, datadas do ano de 2013 e 2014, e que o tempo de instalação de algumas dessas localidades precedem a data de publicação das legislações utilizadas como referência.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando avaliado a situação geral das áreas de transbordo e de disposição final de RSU na microrregião, nota-se a tentativa em minimizar os impactos ambientais associados ao gerenciamento inadequado dos RSU, evidenciado pela adoção das unidades de transbordo e pela ausência de lixões nas áreas analisadas. Nesse contexto, pode-se inferir que as estações de transbordo caracterizam-se como uma rápida e paliativa medida na eliminação de formas inadequadas de disposição final de resíduos, principalmente em pequenos municípios com limitações técnicas e financeiras para instalação, operação e manutenção de aterros sanitários.

Para a análise de localização das áreas, visto o tempo de instalação de algumas dessas localidades, que precedem a data de publicação das legislações utilizadas como referência, sugere-se como futuras pesquisas a análise tanto aos critérios legais e normativos vigentes na época da seleção das áreas, bem como sobre o histórico de ocupação do solo e levantamento de dados *in loco*.

REFERÊNCIAS

AHMED, S. A.; ALI, M. Partnerships for solid waste management in developing countries: linking theories to realities. **Habitat international**, v. 28, n. 3, p. 467-479, 2004.

ALM, J. Financing urban infrastructure: knowns, unknowns, and a way forward. **Journal of Economic Surveys**, v. 29, n. 2, p. 230-262, 2015.

AZEVEDO, P. B. de; LEITE, J. C. A.; DE OLIVEIRA, W. S. N.; SILVA, F. M. da; FERREIRA, P. M. de L. Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 20-34, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13896**: Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2015.

BESEN, G. R.; RIBEIRO, H.; GÜNTHER, W. M. R.; JACOBI, P. R.. Coleta seletiva na região metropolitana de São Paulo: impactos da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 259-278, 2014.

BRASIL. Decreto nº 62.127, de 16 de janeiro de 1968. Aprova o Regulamento do Código Nacional de Trânsito. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 de janeiro de 1968.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 de janeiro de 2002.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política nacional de resíduos sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 02 de agosto de 2010.

BRASIL. **Portaria Minter nº 124, de 20 de agosto de 1980**. Estabelece normas para a localização de indústrias potencialmente poluidoras junto a coleções hídricas. Brasília, 20 ago. 1980.

COSTA, B. S.; RIBEIRO, J. C. J. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: direitos e deveres**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2013.

DE CARVALHO FELICORI, T.; MARQUES, E. A. G.; SILVA, T. Q.; PORTO, B. B.; BRAVIN, T. C.; SANTOS, K. M. C. Identificação de áreas adequadas para a construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata–Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 3, 2016.

DE OLIVEIRA, D. L.; SANTANA, G. P. Influência do aterro municipal de Manaus sobre as águas superficiais da circunvizinhança: um enfoque ao estudo de metais pesados. **Caminhos de Geografia**, v. 11, n. 34, 2010.

FELICORI, T. de C.; MARQUES, E. A. G.; SILVA, T. Q.; PORTO, B. B.; BRAVIN, T. C.; SANTOS, K. M. C. Identificação de áreas adequadas para a construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata–Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 3, p.547-560, 2016.

GREGÓRIO, B. de S.; AZEVEDO, G. M. de; DE SOUZA, J. L.; SANTOS, P. S. Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário no município de Barreiras, Bahia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 16, 2013. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 842-849.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010**. 2010.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ - ITCG. **Cartas Topográficas**. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?cconteudo=51>>. Acesso em: 07 set. 2017.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Leituras regionais: mesorregião Geográfica Centro-Ocidental Paranaense**. Curitiba: IPARDES - BRD, 2004.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

KASSIM, S. M. The Importance of Recycling in Solid Waste Management. In: **Macromolecular Symposia**. WILEY-VCH Verlag, 2012. p. 43-50.

MASSUKADO, L. M. **Sistema de apoio à decisão: avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares**. 2004. 230 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2004.

MASSUNARI, I.S. Pesquisa e Seleção de Áreas para Aterro Sanitário. Ed. 54. p. 17 -22. ABPL – Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública. **Revista Limpeza Pública**, Acervo digital. 2000.

MACHADO, G. B. Municípios não têm como cumprir lei de resíduos sólidos – Será mesmo? **Portal Resíduos Sólidos**, Belém, 25 nov. 2013. Disponível em: <<http://www.portalresiduosolidos.com>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

MONDELLI, G.; GIACHETI, H. L.; HAMADA, J. Avaliação da contaminação no entorno de um aterro de resíduos sólidos urbanos com base em resultados de poços de monitoramento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v, 21, n,1, p. 169-182, jan./mar. 2016.

MONTEIRO, J. H. P.; FIGUEIREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A. F.; DE MELO, M. A. F.; DE BRITO, J. C. X.; DE ALMEIDA, T. P. F.; MANSUR, G. L. **Manual gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: SEDU/IBAM, 2001.

MONTEIRO, J. H. R. P. **Concessão de Serviços Públicos de Limpeza Pública, Coleta Domiciliar, Tratamento e Destinação Final de Lixo: Aspectos Jurídicos** In: Curso Modelo de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília, 1999.

PARANÁ. Conselho Estadual de Meio Ambiente - CEMA. Resolução n. 094/2014. Estabelece diretrizes e critérios orientadores para o licenciamento e outorga, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários, visando o controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e dá outras providências. **Diário Oficial**, Curitiba, 2014.

PARANÁ. Instituto Ambiental do Paraná - IAP. **Portaria n. 187/2013**. Estabelece condições e critérios e dá outras providências, para o licenciamento ambiental de Unidades de Transbordo de Resíduos Sólidos Urbanos Não Perigosos. 2013.

PARANÁ. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - SUDERHSA. **Termo de referência para a implantação de consórcios intermunicipais para destinação final de Resíduos Sólidos Urbanos no estado do Paraná**. Curitiba, 2007.

PEDROSO, K., TAVARES, C. R. G.; DE SOUZA, R. C.; DIAS, P. R. Z.; DA COSTA JR., E. F., VIOTTI, P. V. Avaliação da tratabilidade do lixiviado do aterro de Maringá-PR com a utilização de coagulantes naturais. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 3, n. 2, p. 47-52, 2011.

PEREIRA, A. V. R. P.; SOARES, S. R.; PEREIRA, S. W. Definição de critérios para avaliação de sistemas de disposição final de resíduos sólidos urbanos no estado de Santa Catarina. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, 2004. **Anais...** Florianópolis: ICTR, 2004. P. 4737-4749.

PRICEWATERHOUSECOOPERS - PWC. **Guia de orientação para adequação dos municípios à Política Nacional dos Resíduos Sólidos**. 2011.

SERAFIM, A. C.; GUSSAKOV, K. C.; SILVA, F.; CONEGLIAN, C. M. R.; BRITO, N. N. de; SOBRINHO, G. D.; TONSO, S.; PELEGRINI, R. Chorume, impactos ambientais e possibilidades de tratamento. **III Fórum de Estudos Contábeis. Rio Claro: Centro Superior de Educação Tecnológica**, p. 6-7, 2003.

TAVEIRA, M. M. V.; DA SILVA, A. M.; DOS SANTOS RODRIGUES, L. Impactos do aterro sanitário do município de Três Corações, Minas Gerais, na qualidade da água subterrânea. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 14, n. 1, p. 764-772, 2016.

WEBER, E.; HASENACK, H. Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário através de análises em SIG com classificação contínua dos dados. **Porto Alegre: UFRGS**, 2000.

APÊNDICE

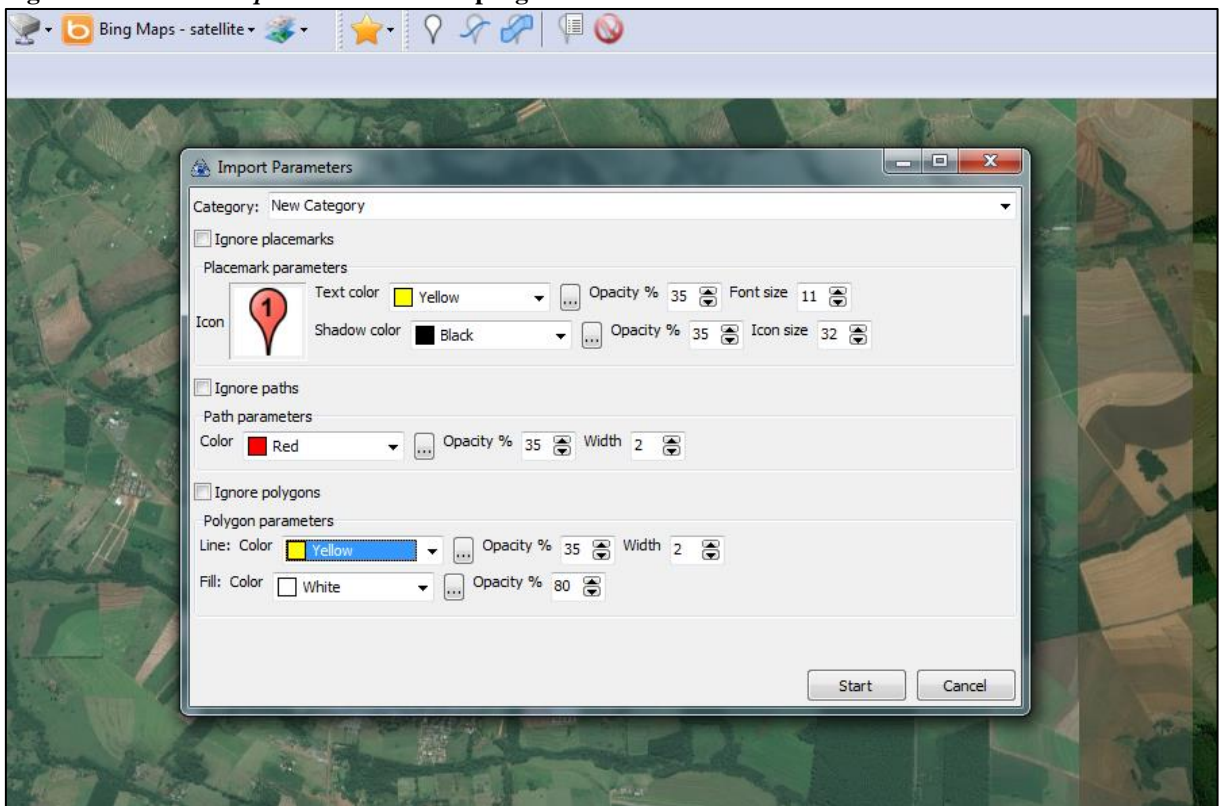
APÊNDICE A

MANUAL PARA ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE DISTÂNCIAS MÍNIMAS

Após a localização do local desejado por coordenadas geográficas e delimitação do perímetro da área em programas como o Google Earth, por exemplo, o arquivo com o polígono pode ser importado para o programa SAS.Planet, com o objetivo de obtenção da imagem da área e, assim, trabalhar com a imagem off-line no QGis.

Para o download da imagem desejada no SAS.Planet, no menu “Operations”, clique no item “Open”. Navegue até o local do arquivo com o polígono em KML delimitado anteriormente e clique sobre ele. Na janela “Import Parameters”, modifique a cor da linha para amarelo ou outra cor clara para a sobreposição dos mapas (Figura 11). Clique no botão “Start” para iniciar o carregamento das quadrículas.

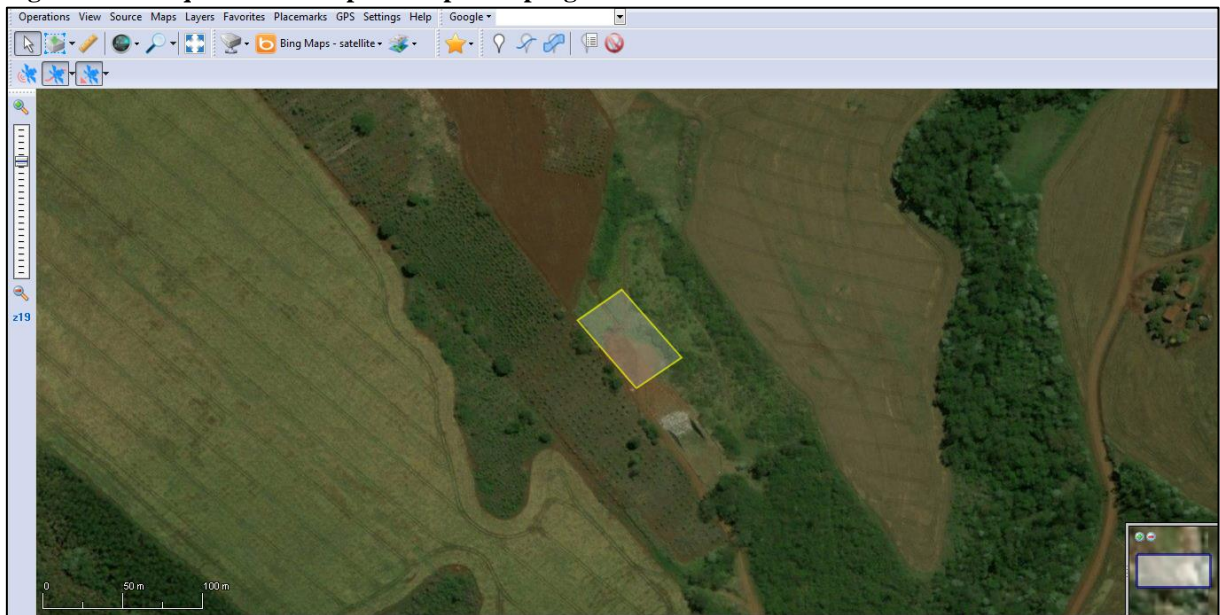
Figura 11 – Janela *Import Parameters* do programa SAS.Planet.



Fonte: autoria própria.

Ao carregar o arquivo KML no programa SAS.Planet, a imagem de satélite será descarregada imediatamente (Figura 12).

Figura 12 – Arquivo KML importado para o programa SAS.Planet.



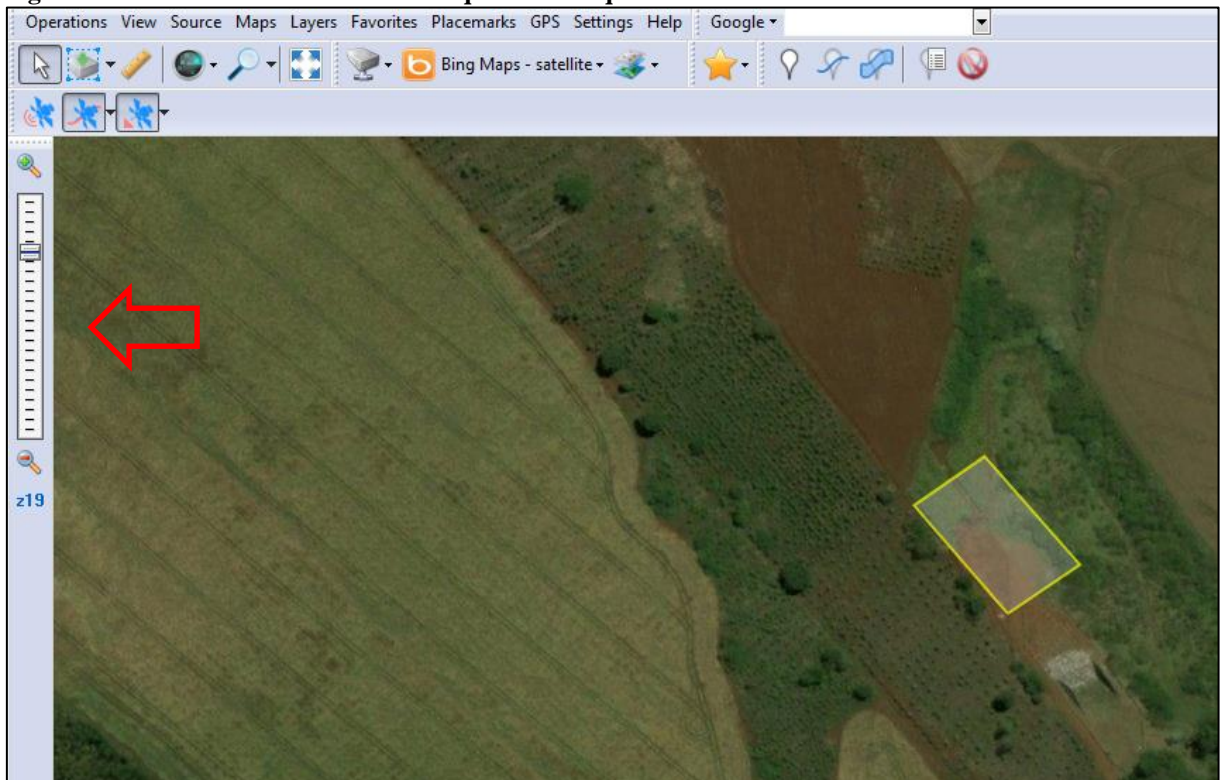
Fonte: autoria própria.

Nessa etapa é possível configurar alguns parâmetros importantes, como a “Escala” e o “Sistema de Referência”. Para tal, no menu “View”, item “Projection”, modifique para o Sistema de “Geographic WGS 1984 (EPSG:4326)”. Mantenha os dados no Sistema de Coordenadas Geográficas adotado para evitar possíveis distorções.

No menu “Source” é possível realizar o controle sobre o cache. A opção padrão é “Internet & Cache”. Mantenha essa opção para que o aplicativo SAS.Planet possa baixar as quadriculas no computador. É preciso deslocar-se sobre o mapa na região do polígono de interesse para fazer o cache item “Projection”, modificando o Sistema de “Geographic WGS 1984 (EPSG:4326)”. Com o cache realizado, quando a conexão de internet for perdida, será possível navegar desconectado da Internet. Esta opção tem que estar marcada para que seja possível exportar as imagens em outros SIGs (spring, Qgis, etc).

O controle da resolução das quadriculas pode ser realizado pela barra lateral deslizante, conforme representado pela Figura 13.

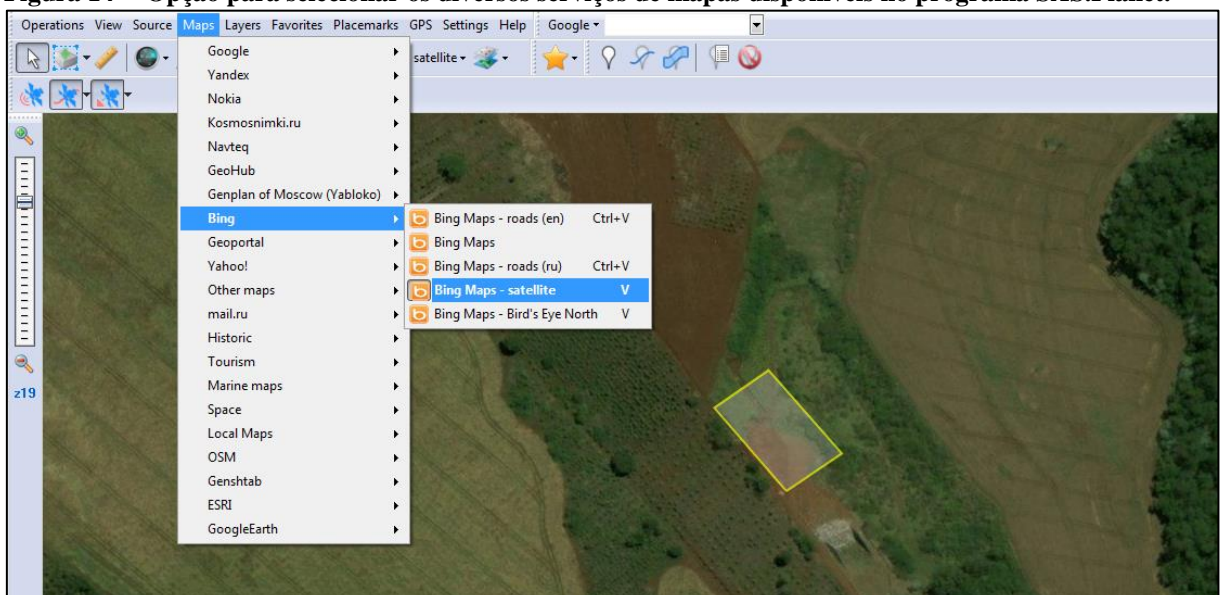
Figura 13 – Controle sobre a escala das quadrículas que são baixadas no cache.



Fonte: autoria própria.

No menu “Maps” é possível trocar a base dos dados de acordo com os serviços disponíveis. Para verificar a disponibilidade, é preciso navegar por toda a área do município em zoom máximo (pelo menos zoom 20) nas opções “Google: Satellite (Google maps)” e “Bing: Bing Maps – satellite” (Figura 14).

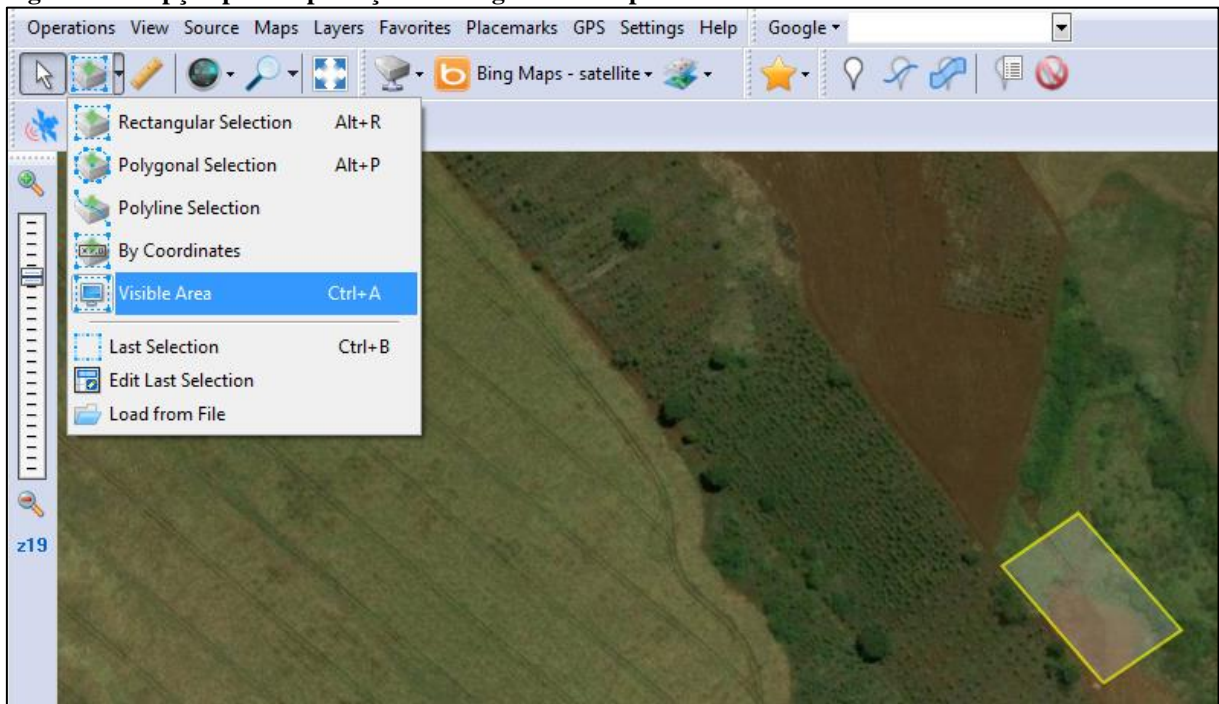
Figura 14 – Opção para seleccionar os diversos serviços de mapas disponíveis no programa SAS.Planet.



Fonte: autoria própria.

Depois de realizada as etapas anteriores, para salvar uma imagem, o programa SAS.Planet considera a escala atual e o tamanho das quadrículas na tela. Para salvar a tela como imagem ECW, deve-se clicar no item “Visible Area” ou “Polygonal Selection” (Figura 15).

Figura 15 – Opção para exportação da imagem da tela para JPG.

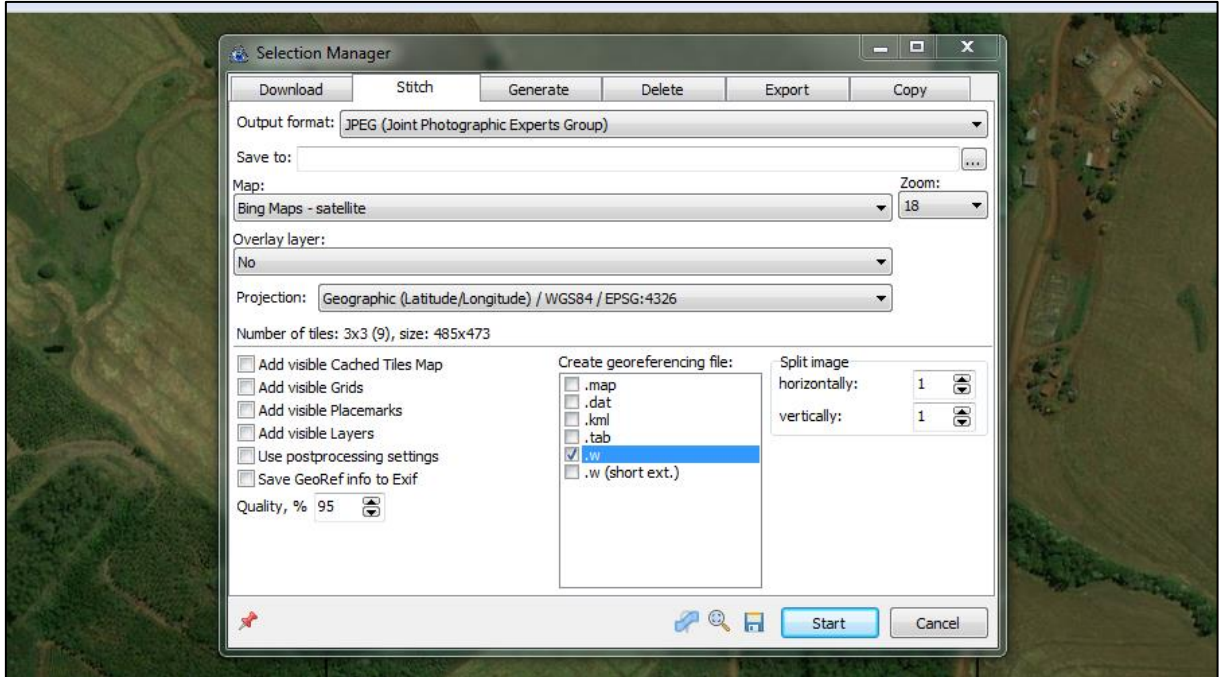


Fonte: autoria própria.

Após seleção da área desejada, aparecerá uma janela na qual se deve clicar na aba “Stich”. Então, deve ser selecionado o formato de imagem “JPEG” e no campo de saída deve ser inserido um nome e selecionado uma pasta de destino. Nos itens “Map” e “Zoom”, devem ser mantidos os serviços escolhidos e a escala que foi definida.

No item “Projection”, deve-se trocar para o “Sistema Geográfico WGS 1984”. Por último, para que seja salva a referência espacial externa para o arquivo JPG, deve-se marcar o item “W” na relação “Create Georeferencing File”. Assim, o botão “Start” deve ser clicado para o início da exportação (Figura 16).

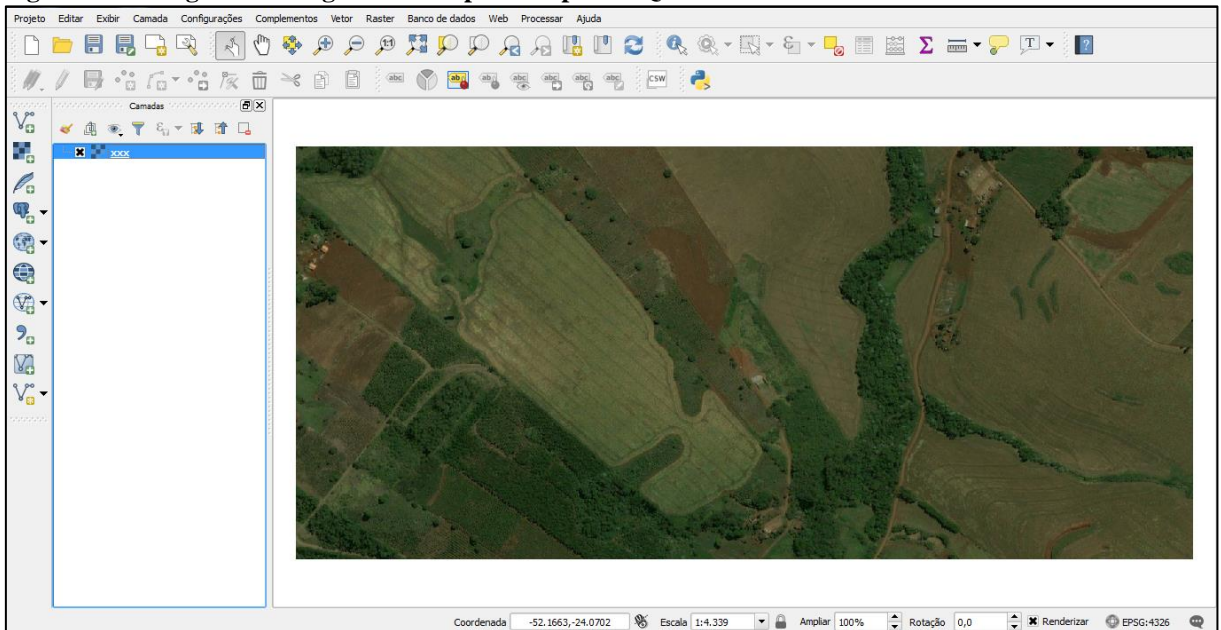
Figura 16 – Opções para exportação da imagem na tela para JPG.



Fonte: autoria própria.

Para visualização do resultado, o raster pode ser importado para o QGIS. A pequena fração da área será adicionada no programa (Figura 17).

Figura 17 – Imagem do Google Earth importada para o QGIS.

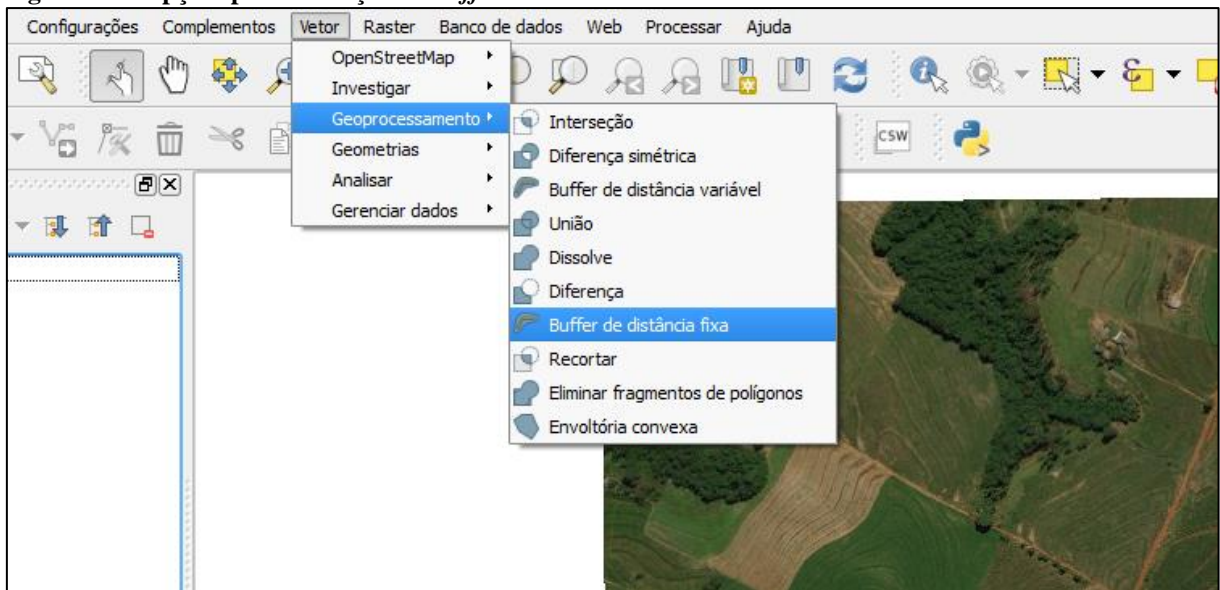


Fonte: autoria própria.

No QGis, após carregado o raster obtido pelo programa SAS.Planet, deve-se importar o arquivo shape do local desejado para a execução dos buffers de distância, de acordo com os critérios de distância.

Depois de carregado o arquivo shape com o perímetro da área, no menu “Vetor”, clique em “Geoprocessamento” e depois em “Buffer de distância fixa” (Figura 18). Na tela que irá surgir deve ser especificada camada de entrada e a distância desejada do buffer.

Figura 18 – Opções para execução do *buffer* de distância.

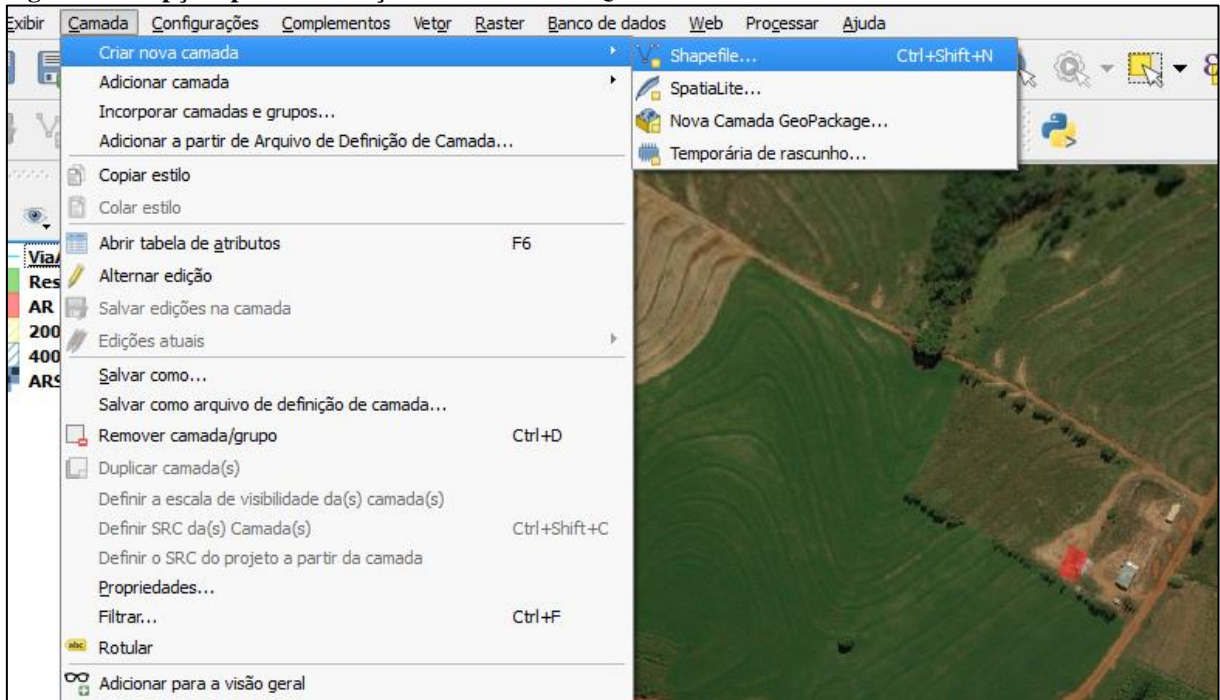


Fonte: autoria própria.

Depois de executado os buffers de distância desejados, de acordo com os critérios elencados no trabalho, pode-se caracterizar o uso e ocupação do solo ao redor da área selecionada para estudo.

Para a caracterização da área desejada, no menu “Camada” clique em “Criar nova camada” e depois em “Shapefile” (Figura 19). Após, selecione “Ponto”, “Linha” ou “Polígono”, de acordo com o elemento a ser identificado na paisagem.

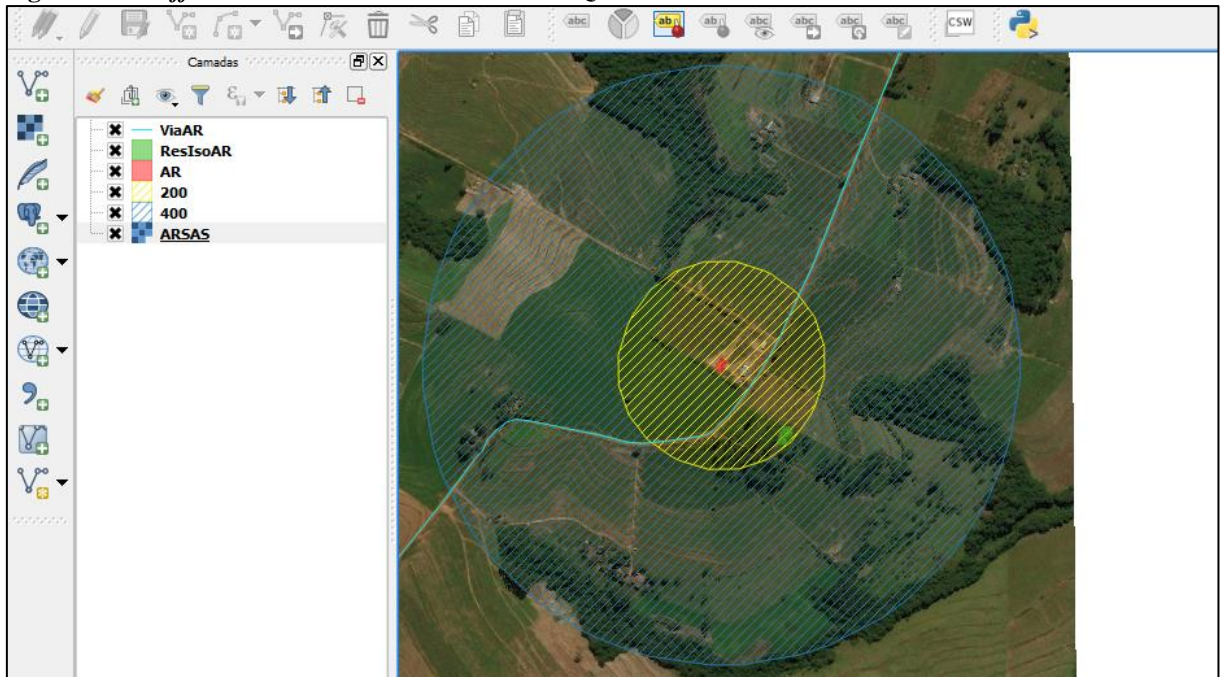
Figura 19 – Opções para a execução de camadas no QGis.



Fonte: autoria própria.

Com os buffers, pontos, linhas ou polígonos gerados, pode-se observar os raios de distâncias criados e os elementos englobados nessas áreas (Figura 20).

Figura 20 – Buffers e elementos caracterizados no QGis.



Fonte: autoria própria.