

I-108 – PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE LOCAIS PROPENSOS À IMPLANTAÇÃO DE ÁREAS DE TRIAGEM E TRANSBORDO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COM APLICAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE - MG

Renata Franco Lúcio⁽¹⁾

Engenheira Química pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (DESA/UFMG). Doutoranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (DESA/UFMG).

Gustavo Ferreira Simões

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG, 1990). Mestre em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio, 1994). Doutor em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio, 2000). Professor Associado do Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia da Universidade Federal de Minas Gerais.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental.- Av. Antonio Carlos, 6627 - Escola de Engenharia - Bloco 1 – 4º andar Pampulha 31270901 - Belo Horizonte, MG – Brasil - Tel: (31) 9153-7875- e-mail: renatafrancolucio@hotmail.com

RESUMO

A construção civil é um importante segmento da indústria brasileira, tida com um indicativo do crescimento econômico e social. Contudo, também constitui uma atividade geradora de impactos e seus resíduos têm representado um grande problema para ser administrado, podendo em muitos casos gerar impactos ambientais. Além do intenso consumo de recursos naturais, os grandes empreendimentos colaboram com a alteração da paisagem e, como todas as demais atividades da sociedade, geram resíduos.

Um dos principais impactos enfrentados pelos municípios em relação aos resíduos da construção civil está associado à disposição irregular das enormes quantidades produzidas e aos gastos por parte da administração pública com modelos de gestão corretivas. Essa situação pode ser atribuída à ausência de políticas públicas específicas para tratar a gestão e o gerenciamento dos RCC ou ainda pelo descumprimento dessas.

Com o objetivo de contribuir nesta área de conhecimento, a presente pesquisa propôs e implementou uma metodologia expedita para definição de locais propensos à instalação de áreas de triagem e transbordo, a qual se mostrou eficiente quanto ao objetivo proposto. Foram apresentadas algumas limitações na utilização da metodologia no que tange a uma análise detalhada dos locais propensos à implantação de ATT.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos, Resíduos da Construção Civil, Resíduos de Construção e Demolição, Gerenciamento, Área de triagem e transbordo, Políticas Públicas.

INTRODUÇÃO

A disposição final dos resíduos tem se afastado cada vez mais dos seus locais de geração devido, principalmente, às aglomerações urbanas que limitam a disponibilidade de áreas passíveis de instalação destes empreendimentos. Nesse sentido, Monteiro et al. (2001) afirma que a localização das áreas de destino final de resíduos tem se distanciado dos centros de massa de geração de resíduos em decorrência de exigências ambientais e da pressão da população em aceitar a instalação locais para disposição final de resíduos próximos a suas residências.

O principal aspecto negativo que surge a partir do aumento na distância entre os pontos de geração de resíduos e seu destino final é o aumento dos custos de transporte. No que tange aos resíduos da construção civil, os custos com o transporte deste tipo de resíduo fica a cargo dos geradores, no entanto, o aumento destes custos incentiva a disposição irregular que por sua vez é de responsabilidade do município.

Além disso, outros problemas que podem ser apontados são o atraso nos roteiros de coleta, o aumento do tempo improdutivo de trabalhadores à espera do retorno de veículo que foi descarregar no aterro e a redução da produtividade dos caminhões de coleta (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Quando é necessário percorrer grandes distâncias faz-se necessário o transporte dos resíduos para estações de transferência ou áreas de transbordo de resíduos como forma de solucionar os problemas que surgem a partir do aumento das distâncias, principalmente para minimização dos custos com o transporte.

Alguns municípios já vêm optando pela implantação de estações de transbordo de resíduos. A definição da localização destas áreas é crucial para o cumprimento de sua função e aumento da sua eficiência.

O princípio de utilização das estações de transbordo que sustentam sua lógica de funcionamento é a transferência de pequenas cargas provenientes de veículos de coleta de resíduos para veículos de transporte de resíduos com maior capacidade, reduzindo os custos de transporte e possibilitando uma otimização de tempo e redução de consumo de combustível, dos custos de manutenção e das emissões atmosféricas. As estações de transbordo propiciam melhores condições de tráfego, além de promover uma oportunidade de triagem dos resíduos, permitindo a identificação de resíduos recicláveis e inapropriados para aterragem (EPA, 2001).

Ornelas (2011) propôs e testou metodologia para definição de locais para implantação de pontos de entrega voluntária de resíduos sólidos (PEV) considerando duas principais variáveis. A primeira foram as áreas de equipamentos públicos (escolas, praças, parques) que, devido ao seu caráter público de utilização, apresentam como locais naturalmente aptos para a implantação de PEV. A segunda variável foi a densidade de domicílios, considerando que a aptidão para instalação de um PEV é diretamente proporcional à concentração de residências. O autor aplicou conceitos, técnicas e procedimentos inerentes ao geoprocessamento e análise espacial com a utilização do programa computacional *ArcGIS*.

Como resultado, o autor apresentou um mapa de aptidão para instalação de PEV no distrito de Cachoeira do Campo – município de Ouro Preto-MG (Figura 1). Os locais mais indicados para implantação de um PEV apresentam-se com aptidão “Muito Alta”. Segundo Ornelas (2011) outros dados relacionados aos resíduos sólidos recicláveis podem ser adicionados na análise para definição da localização para instalação de um PEV.

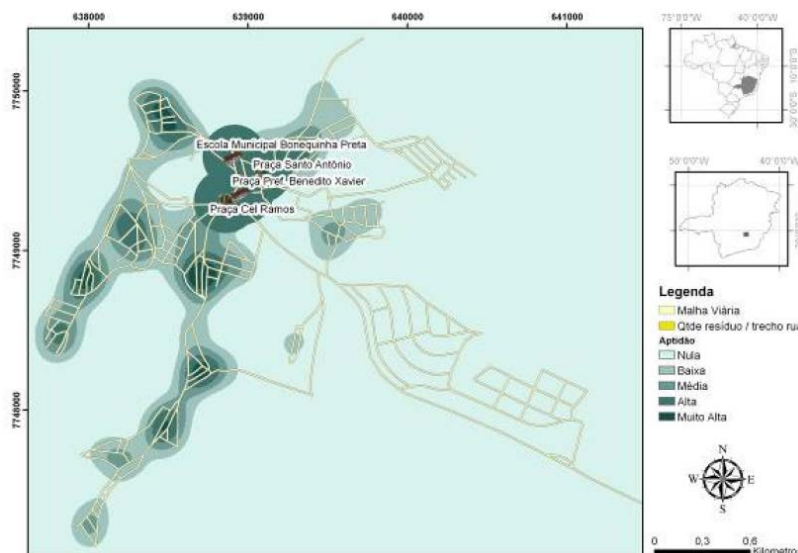


Figura 1: Mapa de aptidão para instalação de PEV para o distrito de Cachoeira do Campo.

Fonte: ORNELAS, 2011.

Além dos trabalhos já citados, pode-se encontrar na literatura diversos outros exemplos de trabalhos de pesquisa onde há a utilização de SIG na GRSU e em relação à utilização de SIG para a seleção de áreas para implantação de aterros sanitários. Alguns desses trabalhos foram citados por Ornelas (2011), são eles: Baasch

(1995), Brasileiro e Lacerda (2002), Brollo (2001), Calijuri et al. (2002), Dalmas (2008), Paes (2004), Samizava (2008), Vieira (1999), Weber e Hasenack (2002), entre outros.

MATERIAIS E MÉTODOS

A definição de áreas mais propensas para implantação de áreas de triagem e transbordo (ATT) consiste em uma proposta metodológica, com aplicação preliminar ao município de Belo Horizonte.

Tal etapa tem como intuito auxiliar o gerenciamento de RCC a partir da indicação de locais mais adequados para implantação de ATT, favorecendo a triagem dos RCC, aumentando a reciclagem dos mesmos e diminuindo os custos associados ao seu gerenciamento.

As áreas para implantação de ATT devem considerar a proximidade aos pontos de maior geração de RCC, de maneira a reduzir os custos com transporte de resíduos. As ATT exercem uma função nucleadora, propiciando uma diminuição dos custos com o transporte dos RCC a partir do aumento do volume transportado por cada caminhão o que ocorre em geral para distâncias maiores, ou seja, transporta-se os RCC dos geradores para as ATT em caminhões de pequenos porte e das ATT para as áreas de destinação final (Aterros de Resíduos Classe A, Estações de Reciclagem de RCC, associações de reciclagem – papel, plástico, metal, madeira) o transporte é realizado por caminhões de maior capacidade. Além disso, o aumento de áreas para destino final de RCC mais próximas aos pontos de geração também na redução dos problemas ambientais a partir da diminuição dos pontos de deposições irregulares. Complementando as considerações anteriores, a partir das ATT há um incentivo à efetivação da triagem dos materiais reutilizáveis e recicláveis para seu beneficiamento. A utilidade da implantação destas áreas pode estar associada à prefeitura, que terá uma diminuição dos custos totais relacionados à gestão dos RCC, sendo os custos tangíveis como a coleta de deposições irregulares e intangíveis como a redução de impactos ambientais, ou às empresas transportadoras de RCC, que diminuiriam o custo com o transporte de resíduos.

Para definir a localização para instalação da Área de Triagem e Transbordo de RCC foi necessário considerar vários fatores. De uma forma geral, a adoção de todas as variáveis e premissas deste estudo foram embasadas nas considerações realizadas por Pinto e González (2005), os quais destacam que a definição da localização de áreas para manejo de grandes volumes de RCC deve ser precedida da análise dos seguintes itens:

- Regulamentação do uso do solo no município;
- Localização das regiões com maior concentração de geradores de grandes volumes de resíduos (áreas residenciais ou comerciais com população de maior renda e/ou que estejam em processo de implantação ou expansão);
- Existências de eixos viários, para agilizar o deslocamento de veículos de carga de maior porte.
-

Dessa forma, foram avaliadas as regiões com tendências de maior geração de RCC, a acessibilidade e as condições do uso do solo do município de Belo Horizonte, a partir de dados de renda, classificação viária e zoneamento, respectivamente. Além disso, foi introduzida a variável de disponibilidade de lotes de maneira facilitar e diminuir os custos de implantação da ATT.

Com o intuito de facilitar os procedimentos matemáticos e operações com as unidades espaciais utilizadas, foram atribuídos pesos para cada variável analisada. A atribuição de pesos é necessária uma vez que nem sempre os valores de diferentes planos de informação são comparáveis entre si, dessa forma ela permite a comparação entre os diferentes planos utilizados na análise. A atribuição dos pesos variou de acordo com a contribuição de cada variável para a implantação da ATT. Por exemplo, em relação à classificação viária, quanto mais próximo de uma via mais estruturada melhor será a acessibilidade, ou seja, maior a propensão de instalação da ATT e maior será o peso atribuído. Tais considerações serão melhor detalhadas a seguir. Não foi considerado peso relativo às variáveis a partir da consideração que todas as variáveis analisadas são igualmente relevantes para o estudo.

A partir da atribuição dos pesos para cada variável trabalhada, são gerados planos de informação classificados e pode-se proceder com a álgebra de mapas a partir de ferramentas de geoprocessamento. Esta técnica, em

princípio, se assemelha à consagrada forma de análise utilizando a sobreposição de mapas em formatos translúcidos.

Além disso, foram avaliadas as condições restritivas apresentadas pelas variáveis analisadas para implantação da uma área de triagem e transbordo que eliminam áreas que, devido a impossibilidades técnicas ou legais, não podem ser utilizadas para ATT.

Destaca-se que tal metodologia não tem como objetivo realizar uma análise minuciosa de todos os parâmetros envolvidos com a localização de ATT, mas sim indicar de maneira ampla e expedita áreas de maior propensão. Ressalta-se que as informações utilizadas para o município estudado são disponíveis também para outros grandes centros urbanos permitindo, dessa forma, a aplicação da metodologia para outros municípios. Vale destacar que esta metodologia não se trata de um estudo logístico e não avalia o percurso dos transportadores. A Tabela 1 apresenta de forma resumida a base de dados utilizada e uma abordagem detalhada de cada variável é apresentada a seguir.

Tabela 1: Base de dados utilizada

Dados	Fonte
Renda	IBGE, Censo/2010
Lotes Vagos	Prefeitura de Belo Horizonte, PRODABEL
Zoneamento do Solo Urbano	Prefeitura de Belo Horizonte, SMAPU
Vias com tabela associada: classificação em arteriais, locais e de ligação regional.	Prefeitura de Belo Horizonte, SMAPU

Fonte: Autor.

Devido à dificuldade em obter os pontos de geração de RCC ao longo do município e seus respectivos volumes gerados de maneira direta, foram selecionados indicadores que pudessem indicar indiretamente regiões no município com maior propensão de geração de RCC, conforme abordado por Pinto e Gonzáles (2005). A variável adotada foi o total do rendimento nominal mensal dos domicílios, considerando a partir de estudos realizados que os serviços de transporte de RCC são utilizados onde há uma maior concentração de renda e levando em consideração a premissa que maiores volumes de resíduos da construção civil são gerados onde há maior concentração de renda. Para tanto, foram utilizados dados georreferenciados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) da base de informações do Censo Demográfico 2010. A unidade territorial trabalhada foi o setor censitário. Por definição, o rendimento nominal mensal domiciliar considera a soma dos rendimentos mensais dos moradores da unidade domiciliar, exclusive dos moradores de menos de 10 anos de idade e daqueles cuja condição na unidade domiciliar seja pensionista, empregado doméstico ou parente do empregado doméstico.

A análise da variável renda foi realizada em cinco faixas. A cada faixa foram atribuídos pesos de um a cinco de acordo com a consideração já citada de que a utilização de transportadores de RCC ocorrem onde há maior renda e a premissa adotada que maiores volumes de resíduos da construção civil são gerados onde há maior concentração de renda. Ou seja, o peso atribuído variou de cinco, para faixas dos maiores valores de renda, a peso um, para as faixas de menores valores de renda. A Tabela 2 apresenta as faixas de renda com seu respectivo peso atribuído.

Tabela 2: Classificação do Total do Rendimento Nominal Mensal dos Domicílios Particulares

Faixas de Renda (reais)	Peso
0 a 44.244	1
44.244 a 1.027.459	2
1.027.459 a 1.980.881	3
1.980.881 a 3.710.452	4
3.710.452 a 14.508.096	5

Em seguida, considerou-se o zoneamento de Belo Horizonte conforme a LPOUS (Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo – Lei 7.166/96 e alterações até a Lei 9.959/10). Os dados georreferenciados foram fornecidos pela Secretaria Municipal Adjunta de Planejamento Urbano (SMAPU).

Conforme já abordado no Capítulo 3, as áreas de triagem e transbordo de RCC são unidades consideradas de baixo potencial poluidor de acordo com a Deliberação Normativa COPAM nº155, 25 de agosto de 2010 e, dessa forma, apresenta poucas restrições a serem consideradas em relação ao seu local de instalação. A principal condição para avaliar seu impacto ambiental é o porte do empreendimento, isto é, a sua capacidade de recebimento de resíduos. A legislação municipal que define o porte em relação à capacidade de recebimento é a Deliberação Normativa nº 72, de 11 de abril de 2012. Esta classificação é apresentada pela Tabela 3.

Tabela 3: Classificação do porte de estação de transbordo de RCC

Capacidade de Recebimento	Porte do Empreendimento
Capacidade de Recebimento \leq 2000 m ³ /mês	Pequeno
2000 m ³ /mês < Capacidade de Recebimento < 5000 m ³ /mês	Médio
Capacidade de recebimento \geq 5000 m ³ /mês	Grande

Para cada tipo de zoneamento foi atribuído um peso de zero a cinco. Sendo o valor zero atribuído a locais não disponíveis a implantação de ATT e o valor cinco atribuído a locais mais adequados para a instalação de ATT. O zoneamento atual de Belo Horizonte é dividido nas seguintes categorias, conforme a conforme a LPOUS:

- Zona de Preservação Ambiental – ZPAM. Regiões que, por suas características e pela tipicidade da vegetação, destinam-se à preservação e à recuperação de ecossistemas. É vedada a ocupação do solo nas ZPAMs, exceto por edificações destinadas exclusivamente ao seu serviço de apoio e manutenção;
- Zona de Proteção – ZP. Regiões sujeitas a critérios urbanísticos especiais, que determinam a ocupação com baixa densidade e maior taxa de permeabilidade, tendo em vista o interesse público na proteção ambiental e na preservação do patrimônio histórico, cultural, arqueológico ou paisagístico. Se subdividem em ZP-1, ZP-2 e ZP-3;
- Zona de Adensamento Restrito – ZAR. Regiões em que a ocupação é desestimulada, em razão de ausência ou deficiência de infraestrutura de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário, de precariedade ou saturação da articulação viária interna ou externa ou de adversidade das condições topográficas. Se subdividem em ZARs-1 e ZARs-2;
- Zona de Adensamento Preferencial – ZAP. Regiões passíveis de adensamento, em decorrência de condições favoráveis de infraestrutura e de topografia;
- Zona Central – ZC. Regiões configuradas como centros de polarização regional, municipal ou metropolitana. Se subdividem em ZHIP - Zona Hipercentral, ZCBH - Zona Central de Belo Horizonte, ZCBA - Zona Central do Barreiro, ZCVN - Zona Central de Venda Nova;
- Zona Adensada – ZA. Regiões nas quais o adensamento deve ser contido, por apresentarem alta densidade demográfica e intensa utilização da infraestrutura urbana, de que resultam, sobretudo, problemas de fluidez do tráfego, principalmente nos corredores viários;
- Zona de Especial Interesse Social – ZEIS. Regiões edificadas, em que o Executivo tenha implantado conjuntos habitacionais de interesse social ou que tenham sido ocupadas de forma espontânea, nas quais há interesse público em ordenar a ocupação, por meio de programas habitacionais de urbanização e regularização fundiária, urbanística e jurídica. São divididas em ZEISs-1 e ZEISs-3;
- Zona de Grandes Equipamentos – ZE. Regiões ocupadas ou destinadas a usos de especial relevância na estrutura urbana, nas quais é vedado o uso residencial.

De acordo com a descrição apresentada, percebe-se que há uma restrição de instalação de ATT em relação às ZPAM. Dessa forma, estas regiões foram retiradas da avaliação. A Tabela 4 apresenta os pesos considerados para cada zoneamento de acordo com as suas definições.

Tabela 4: Zoneamento e os pesos atribuídos

Zoneamento	Peso
ZPAM	0
ZA e ZAR	1
ZP	2
ZC	3
ZAP e ZEIS	4
ZE	5

Na sequência, considerou-se o acesso viário como mais uma variável a ser incluída na avaliação de locais de implantação de ATT. Os dados georreferenciados foram fornecidos pela Secretaria Municipal Adjunta de Planejamento Urbano (SMAPU), a qual forneceu a classificação viária conforme a hierarquia especificada na Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo (LPOUS) e alterações.

O acesso às áreas de triagem e transbordo é uma importante variável a ser considerada, uma vez que estas áreas promovem um grande fluxo de veículos para recebimento e destinação dos resíduos. Para a definição das condições a serem analisadas consultou-se LPOUS (Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo – Lei 7.166/96 e alterações até a Lei 9.959/10).

A LPOUS classifica e define a natureza das vias públicas como:

Ligação regional: via - ou trecho - com função de fazer a ligação com municípios vizinhos, com acesso às vias limdeiras devidamente sinalizado;

Arterial: via - ou trecho - com significativo volume de tráfego, utilizada nos deslocamentos urbanos de maior distância, com acesso às vias limdeiras devidamente sinalizado;

Coletora: via - ou trecho - com função de permitir a circulação de veículos entre as vias arteriais ou de ligação regional e as vias locais;

Local: via - ou trecho - de baixo volume de tráfego, com função de possibilitar o acesso direto às edificações;

Mista: via - ou trecho - destinada à circulação de pedestres e ao lazer, de baixo volume de circulação de veículos, na qual a entrada de veículos de carga aconteça apenas eventualmente;

Pedestres: a via destinada à circulação de pedestres e, eventualmente, de bicicletas;

Ciclovia: via ou pista lateral fisicamente separada de outras vias, destinada exclusivamente ao trânsito de bicicletas.

A localização de usos não residenciais é disciplinada pela conjugação da localização dos usos com a classificação de cada atividade (previstas nos Anexos X e XI da LPOUS), com a natureza da via pública e a largura da via.

Tal legislação não define as condições para áreas de triagem e transbordo, dessa forma foram adotadas as condições estabelecidas para aterros sanitários, já que este promove um grande fluxo de veículos, comparável a uma ATT. A LPOUS classifica os aterros sanitários como grupo III. A definição da localização dos usos classificados no grupo III de acordo com os parâmetros das vias são apresentados pela Tabela 5.

Tabela 5: Localização do uso para o Grupo III, definido pelo Anexo XI da LPOUS

Classificação das Vias	Largura das Vias (em metros)	Grupo III (uso não residencial)
Ligação Regional	<10	NA
	> ou = 10 e <15	AC
	> Ou = 15	AC
Arterial	<10	NA
	> ou = 10 e <15	AC
	> Ou = 15	AC
Coletora	<10	NA
	> ou = 10 e <15	AC
	> Ou = 15	AC
Local	<10	NA
	> ou = 10 e <15	NA
	> Ou = 15	NA

A= Admitido AC= Admitido sob condições NA= Não Admitido

Dessa forma, foram adotadas para a análise as vias classificadas como ligação regional e arterial com larguras entre 10 e 15 metros e acima de 15 metros. Não foram incluídas na análise as vias coletoras, pois limitava a análise de acordo com as áreas de influência pelo grande número de vias pertencentes a esta classificação.

Utilizou-se a análise por áreas de influência, ou seja, foram definidas distâncias em relação às vias adotadas para análise, considerando que quanto maior a distância das vias pior será o acesso às ATT, diminuindo a propensão para instalação das mesmas em áreas distantes de vias estruturadas. Dessa forma, maiores pesos foram atribuídos as menores distâncias das vias, conforme apresentado pela Tabela 6.

Além dos fatores já abordados, foi considerada a disponibilidade de lotes. Dessa forma, a base de dados georreferenciados dos lotes vagos do município de Belo Horizonte foi fornecida pela PRODABEL. A variável trabalhada foi as áreas dos lotes vagos. As áreas dos lotes vagos foram divididos em quatro faixas. Para cada faixa foram atribuídos pesos de zero a três, sendo o maior valor atribuído para áreas capazes de receber maior volume de resíduos até o peso zero (menor valor) para áreas muito pequenas, incapazes de comportar uma ATT. As faixas de áreas dos lotes vagos e seus respectivos pesos são apresentados na Tabela 7.

Tabela 6: Áreas de Influência das vias e seus respectivos pesos

Áreas de Influência (metros)	Peso
0 a 100	5
100 a 200	4
200 a 300	3
300 a 400	2
400 a 500	1
Acima de 500	0

Tabela 7: Faixas de área de lotes vagos do município de Belo Horizonte e seus respectivos pesos

Faixas de área de lotes vagos (m ²)	Peso
0 a 1100	0
1100 a 1400	1
1400 a 2300	2
2300 a 4800	3

Os valores de áreas definidos foram considerados em função da capacidade de recebimento das ATT, conforme definido por Pinto e González (2005), apresentado na Tabela 8.

Tabela 8: Área demandada de acordo com a capacidade de recebimento das ATT

Capacidade de Recebimento (m ³ /dia)	Área Demandada (m ²)
70	1100
135	1400
270	2300

Fonte: PINTO e GONZÁLEZ, 2005.

Vale ressaltar que a camada corresponde aos lotes vagos, não significa que eles sejam de propriedade pública. Porém, pelo fato de não serem edificados, acredita-se que a aquisição, ou mesmo aluguel, destes lotes seja mais fácil e menos dispendiosa se comparada à seleção de áreas de ocupação já estabelecida.

Por fim, todas as variáveis foram combinadas resultando em áreas propensas para implantação de ATT de acordo com os critérios adotados e os pesos estabelecidos. As regiões de maior propensão foram as que resultaram em um maior peso final. Para as melhores áreas resultantes foram apresentadas sua localização no *Google Earth*.

RESULTADOS

Aplicando a metodologia descrita anteriormente, para o município de Belo Horizonte, foram obtidos os planos de informação ponderados e padronizados pelos pesos definidos para todas as variáveis analisadas, sendo elas renda, zoneamento, lotes vagos e sistema viário.

A Figura 2 apresenta o mapa de locais propensos à instalação de ATT para o município de Belo Horizonte. Tal figura é resultado da combinação dos planos de informações gerados para as variáveis renda, disponibilidade de lotes, acessibilidade e regras de uso do solo (zoneamento) de acordo com os pesos definidos na metodologia. O resultado deste cruzamento não é uma resposta binária, mas sim uma indicação entre os locais mais propensos aos menos propensos para implantação da atividade. Os locais com propensão “Alta” apresentam-se como prioritários para a implantação de ATT para resíduos da construção civil. As áreas pertencentes à Zona de Proteção Ambiental foram excluídas da análise, pois é vedada a sua ocupação de acordo com a LPOUS.

Como se pode observar, todas as regionais administrativas do município possuem regiões com elevada concentração das características desejáveis para implantação da ATT. Em geral, as áreas de alta propensão estão localizadas em torno dos principais eixos viários do município, indicando a grande importância desta variável frente as outras analisadas.

A Figura 3 apresenta os locais propensos à implantação de ATT inserindo com parâmetro restritivo, além das ZPAM, as áreas edificadas e os lotes vagos com área inferior a 1.100 m². O intuito ao inserir esta restrição é indicar a propensão das áreas em análise que estejam prontamente disponíveis para receber uma ATT devido à disponibilidade de lotes. Ou seja, todas as áreas apresentadas na análise possuem lotes disponíveis. O que as diferenciam são os pesos associados aos outros parâmetros (renda, zoneamento, distância das vias) e às áreas dos lotes vagos.

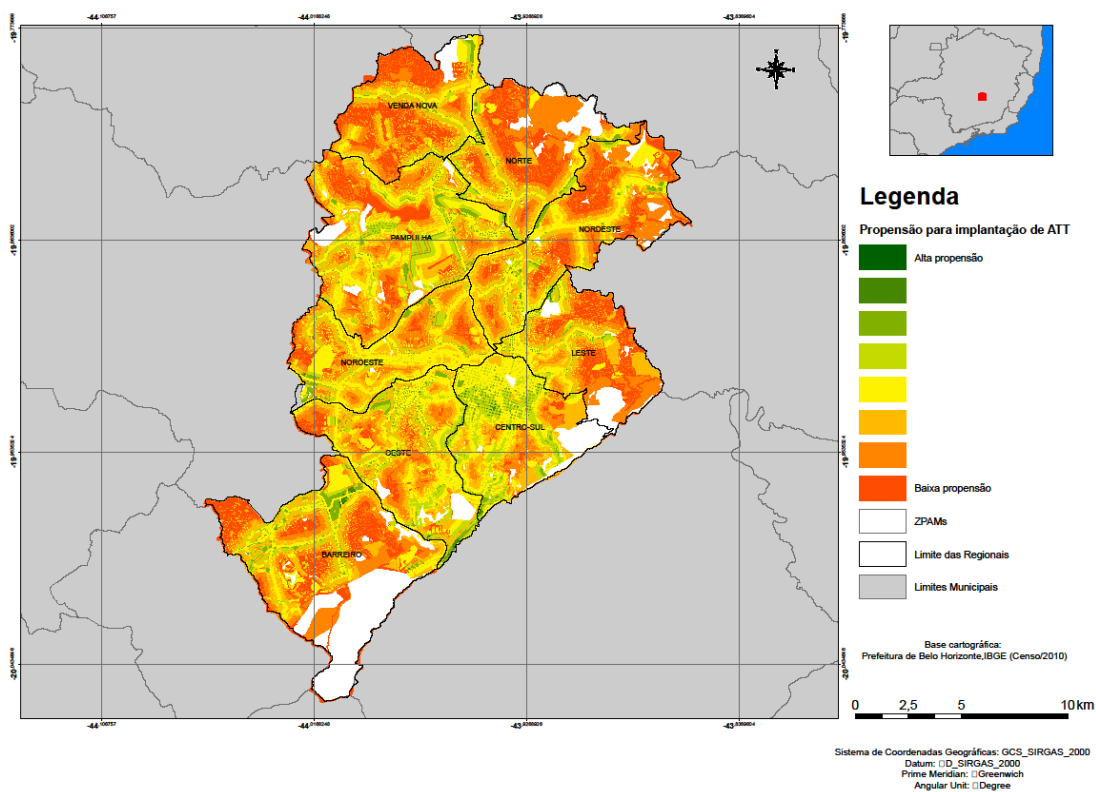


Figura 2: Mapa de locais propensos à implantação de ATT, para o município de Belo Horizonte com restrição de áreas de ZPAM.

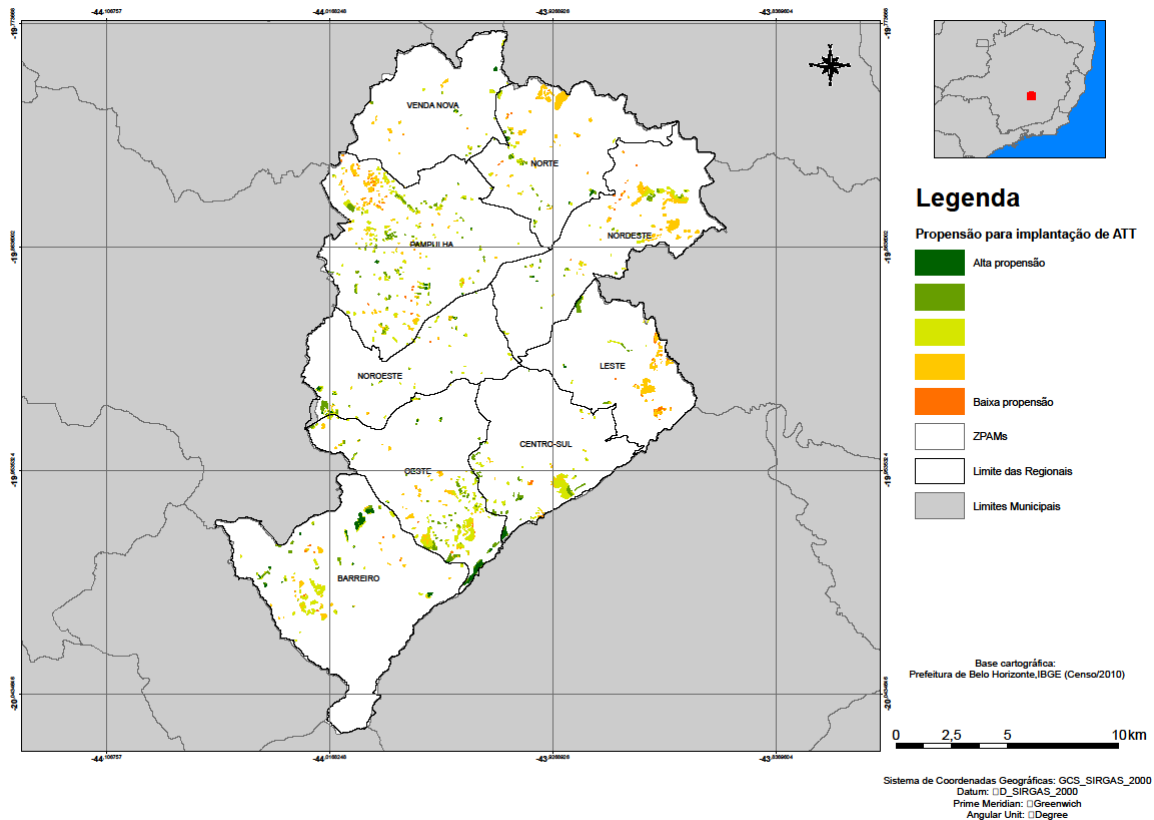


Figura 3: Mapa de locais propensos à implantação de ATT, para o município de Belo Horizonte com restrição de áreas de ZPAM, lotes edificáveis e lotes vagos com área menor que 1.100m².

As áreas de maior propensão indicadas pela metodologia estão distribuídas pelas regionais do município conforme Figura 4.

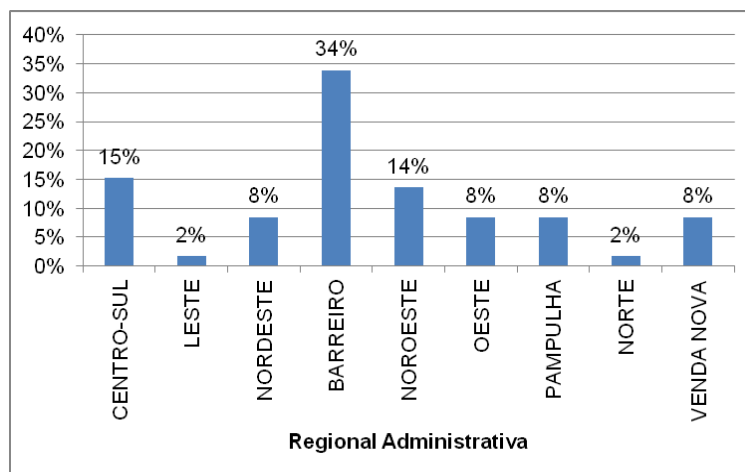


Figura 4: Distribuição percentual dos locais mais propensos à implantação de ATT pelas regionais do município de Belo Horizonte

Há uma maior concentração de áreas favoráveis para implantação de ATT na regional Barreiro, principalmente por características como proximidade de vias estruturadas, disponibilidade de lotes e zoneamento. A regional Centro-Sul se destaca diante das outras regionais do município também pela concentração de áreas propensas, o bairro destacado dentro da regional é o Belvedere. Neste caso os fatores renda, disponibilidade de lotes e proximidade de vias estruturadas favoreceram a regional.

Em especial, a regional Centro-Sul vem se destacando pela intensa expansão urbana marcada por grandes quantidades de novos empreendimentos. A Tabela 9 apresenta os dados dos últimos Censos Demográficos de população residente em Belo Horizonte, por regional administrativa e por bairros.

A expansão no bairro Belvedere é comprovada pelas altas taxas de crescimento anual da população apresentada na Tabela 9. A taxa de crescimento anual da população apresentada para o bairro Belvedere nos períodos de 1991 a 2000 e 2000 a 2010 foram superiores às apresentadas pelo município e todas as regionais.

Tabela 9 Taxa de crescimento anual em Belo Horizonte, por Regional Administrativa e por bairros - 1991/2000/2010 (%)

Regional/Unidade de Planejamento	Taxa de Crescimento Anual (%)	
	1991-2000	2000-2010
Barreiro	1,91	0,84
Centro Sul	0,39	0,42
Leste	0,20	-0,16
Nordeste	1,04	0,67
Noroeste	-0,08	-0,13
Norte	2,58	1,07
Oeste	0,81	0,68
Pampulha	3,38	3,01
Venda Nova	2,36	0,75
Belo Horizonte	1,15	0,66
Belvedere	7,07	8,34

Fonte: IBGE. Censo Demográfico

Para avaliar as áreas de locais propensos à implantação de ATT resultantes da aplicação da metodologia proposta para o município de Belo Horizonte, utilizou-se o software *Google Earth* para indicação de algumas dessas áreas.

As duas regionais de destaque (Barreiro e Centro-Sul) devido ao elevado número de áreas com alta propensão apresentadas foram analisadas no *Google Earth*. As Figuras 5 e 6 apresentam tais áreas.

A partir das imagens apresentadas é possível verificar que há uma boa correspondência da aplicação da metodologia proposta para a área real do município, indicando áreas não edificadas e considerando todos os outros parâmetros analisados. No entanto, se faz necessária a confirmação in loco das áreas apresentadas devido à atualização da base de dados da prefeitura e do software *Google Earth*.



Figura 5: Áreas de alta propensão para implantação de ATT na regional Centro-Sul, bairro Belvedere



Figura 6: Áreas de alta propensão para implantação de ATT na regional Barreiro, bairro das Indústrias I

CONCLUSÕES

Pode-se considerar que a metodologia proposta nesta pesquisa foi satisfatória como método amplo e expedito. No entanto, ela apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Por ser uma metodologia expedita para indicação de locais propensos para instalação de ATT e utilizar poucas variáveis para análise, não foram utilizadas ferramentas sofisticadas. Dessa forma, os resultados obtidos devem ser ajustados em pesquisa de campo nas regiões indicadas pela aplicação da metodologia. Além disso, os resultados são extremamente dependentes da qualidade das bases de dados utilizadas. A base de informações de lotes não edificados foram atualizadas em 2008, prejudicando a análise e tornando necessário a verificação das áreas inicialmente no software *Google Earth* e posteriormente em campo. O primeiro limite utilizado para a área de influência das vias de 0 a 100 metros e a eliminação de algumas vias da análise pode indicar como resultado áreas coincidentes com vias. No entanto, a metodologia não tem como objetivo indicar uma área específica para instalação de ATT e sim regiões de maior propensão baseadas nos parâmetros considerados. Adicionalmente, não foram considerados parâmetros como por exemplo a topografia, que pode restringir o acesso a veículos de carga, e pressão popular para implantação das ATT. No entanto, cabe ressaltar que áreas de triagem e transbordo são classificadas pela legislação como baixo potencial poluidor e que podem ser estruturas temporárias justificando a sua instalação em bairros residenciais. Além disso, destaca-se que tais áreas não precisam necessariamente ser compradas, podendo ser alugadas uma vez que podem ser temporárias.

A metodologia utilizada permite a aplicação para qualquer região onde haja disponibilidade de dados e informações. De uma forma geral, os dados são de simples obtenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BELO HORIZONTE. PREFEITURA MUNICIPAL. SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA - SLU. Relatório Anual de Atividades. Belo Horizonte: 1999 – 2011.
2. LÚCIO, Renata Franco. Diagnóstico do sistema de gerenciamento de resíduos da construção e demolição no município de Belo Horizonte – MG. 2013. 121 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2013.
3. MONTEIRO, J. H. P. et al. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p.
4. ORNELAS, Adílio Rodrigues. Aplicação de métodos de análise espacial na gestão dos resíduos sólidos urbanos. 2011. 92 p. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2011.
5. PINTO T. P.; GONZÁLEZ, J. L. R. (Coord) Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. 196 p., v. 1, Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2005. ISBN: 85-86836-04-4.
6. SIMÕES, Carla Araújo. Estudo da rede de gerenciamento de pequenos volumes de resíduos da construção civil em Belo Horizonte: uma análise espacial com o apoio do Geoprocessamento. 2011. 118 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2011.