

## III-413 - AVALIAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS LOCAIS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA (LEVs) DE MATERIAIS RECICLÁVEIS DE BELO HORIZONTE E SUA RELAÇÃO COM OS PONTOS ESTRATÉGICOS DA CIDADE

**Lucas Fernandes de Oliveira<sup>(1)</sup>**

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Federal Tecnológico de Minas Gerais (CEFET-MG).

**Manuella Faustina de Castro Pimenta<sup>(2)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Federal Tecnológico de Minas Gerais (CEFET - MG). Bolsista de Iniciação Científica pela PICV.

**Arthur Couto Neves<sup>(3)</sup>**

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Federal Tecnológico de Minas Gerais (CEFET-MG).

**Carlos Wagner Gonçalves Andrade Coelho<sup>(4)</sup>**

Geógrafo pela PUC Minas. Especialista em Geoprocessamento pela UFMG. Mestrado em Geografia pela UFMG. Doutorado em Tratamento da Informação Espacial pela PUC MINAS. Professor do Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Belo Horizonte, Brasil.

**Gisele Vidal Vimieiro<sup>(4)</sup>**

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia da UFMG. Especialista em Educação Ambiental pela Faculdade SENAC Minas. Mestre e Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da UFMG. Professora do Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Belo Horizonte, Brasil.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Amazonas, 5253 - Nova Suíssa - Belo Horizonte - MG - CEP: 30421-169 - Brasil - Tel: (31) 08750 - 0501- e-mail: [lucasfoloveiral1@gmail.com](mailto:lucasfoloveiral1@gmail.com)

### RESUMO

O aumento da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) demonstra a necessidade de se utilizar métodos alternativos para a redução do encaminhamento desses resíduos para os aterros sanitários. No município de Belo Horizonte, uma alternativa utilizada é a coleta seletiva incentivada utilizando as modalidades porta a porta e ponto a ponto. Em relação a coleta ponto a ponto, espera-se a escolha destes locais em áreas de grande acesso populacional, impacte na sua utilização, criando a necessidade de coletas mais frequentes. Diante deste cenário, o objetivo da presente pesquisa foi analisar a influência de locais de grande acesso nas proximidades dos locais de entrega voluntária (LEV) de materiais recicláveis de Belo Horizonte, por meio de ferramentas de geoprocessamento. Analisou-se a localização desses equipamentos urbanos, relacionando-a com a proximidade dos seguintes estabelecimentos: escolas, igrejas, praças, parques, unidades de conservação, áreas de esporte e lazer e equipamentos de meio ambiente, e com cada frequência de coleta. Com estes dados foram elaborados um mapa de frequência de coleta e outro a partir da contagem de estabelecimentos por LEV, permitindo assim visualizar a relação entre estes parâmetros. Essa relação foi verificada pela correlação de Spearman. Foram encontrados 740 estabelecimentos nos raios de atuação dos LEVs. Por meio da interpretação dos mapas e da análise estatística, ao contrário do esperado, foi possível observar que os fatores analisados não interferem significativamente na utilização dos pontos de entrega voluntária pelos moradores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coleta Seletiva, Ponto a Ponto, LEVs, Resíduos Sólidos Urbanos.

### INTRODUÇÃO

O desafio que envolve a gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) tem se tornado cada vez mais crítico devido, principalmente, ao aumento do consumo e, conseqüente, ao aumento na geração de resíduos sólidos. A postura da sociedade tem contribuído para a situação de precariedade da gestão de RSU, na qual destaca-se o descarte e a inadequada disposição final como um dos principais problemas ambientais e sanitários do mundo (BARROS, 2012; GONÇALVES *et. al.*, 2013).

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), uma das formas de disposição final ambientalmente correta é a distribuição de rejeitos em aterros sanitários operacionalmente adequados, de modo a minimizar os impactos ambientais, entre os quais destacam-se: proliferação de vetores de doenças, como dengue e disfunções; acúmulo de resíduos; contaminação do ar; além de doenças respiratórias, (HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012). Contudo, em 2017, cerca de 3.300 municípios brasileiros ainda destinavam seus resíduos sólidos em locais impróprios, prática recorrente em diversas regiões do país até os dias atuais (ABRELPE, 2017; BRASIL, 2010).

Em Minas Gerais, diversos municípios apresentam ainda dificuldades em relação ao manejo de resíduos sólidos, e optam, muitas vezes, pelo depósito desses resíduos em vazadouros a céu aberto (lixões), destino potencialmente danoso e prejudicial ao meio ambiente (BARROS *et al.*, 2005; BARROS, 2012; FEAM, 2016). No caso do município de Belo Horizonte, desde a década de 70, seus resíduos são destinados para aterros sanitários (PBH, 2017).

Uma outra forma de destinação final adequada dos resíduos é a reciclagem, que consiste em um processo que envolve a alteração de suas propriedades, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, além de proporcionar economia de recursos naturais e energia e, portanto, deve ser incentivada (BARROS, 2012; BRASIL, 2010).

A abrangência do programa de coleta seletiva municipal de Belo Horizonte ainda se mostra restrita, uma vez que apenas 0,5% de todo RSU coletado é destinado para reciclagem. Na cidade, foram coletados, no ano de 2013, um total de 672.642,91 toneladas de resíduos domiciliares e estima-se que, deste total, cerca de 35 % destes são potencialmente recicláveis (Belo Horizonte, 2016). Porém apenas 7.271,37 toneladas foram coletadas e encaminhadas para as unidades de triagem da cidade no mesmo ano, aproximadamente 1,08% (SNIS, 2016; Belo Horizonte, 2016).

Desde 2007, o serviço de coleta de resíduos recicláveis em Belo Horizonte ocorre em duas modalidades: a coleta porta a porta e a coleta ponto a ponto. A modalidade porta a porta, em 2018, atendia a 36 bairros, alcançando uma população aproximada de 390.000 habitantes na capital. Por outro lado, a coleta seletiva ponto a ponto possui 76 locais de entrega voluntária (LEVs) distribuídos em todas as regionais de Belo Horizonte, ficando à disposição da população 24 horas por dia (PBH, 2017; SLU, 2018).

A modalidade ponto a ponto, pode ser destacada pelo seu potencial de coleta, como depende da participação popular para a coleta de materiais recicláveis, não sendo restrita a rota dos caminhões de coleta seletiva para determinadas regiões do município. Além de atender aos moradores próximos dos LEVs, esta modalidade permite a sua utilização por qualquer indivíduo que passa pelos contenedores. Logo, pode-se esperar que a escolha destes locais em áreas de grande acesso populacional, como parques, igrejas e escolas, impacte na sua utilização, criando a necessidade de coletas mais frequentes para suprir a demanda de seu uso (BRINGHENTI, 2004). Diante deste cenário, o objetivo da presente pesquisa é analisar se há influências de locais de grande acesso populacional na utilização LEVs de Belo Horizonte, usando a frequência de coleta com indicador de utilização, por meio de ferramentas de geoprocessamento.

## METODOLOGIA

Para avaliar a área de atuação dos LEVs de Belo Horizonte, utilizou-se a o raio proposto por Peixoto *et al.* (2004) de 370 metros, uma vez que em áreas urbanas os caminhos nem sempre são de fácil acesso ou em linha reta, devido às direções das ruas e ao relevo. Este foi uma adaptação da recomendação de Bringhenti (2004), que indica uma distância máxima de 500 metros do cidadão até o local de descarte de seus resíduos.

Para a coleta e produção dos dados de pesquisa, foi elaborado pelos autores um arquivo *shapefile* (arquivo utilizado em *softwares* de geoprocessamento que relaciona localização espacial com suas informações locais) com a localização de todos os LEVs de Belo Horizonte, utilizando dados fornecidos pela Superintendência de Limpeza Urbana (SLU) do município (SLU, 2018). Para os *shapefiles* dos estabelecimentos escolhidos, utilizou-se uma base de dados espacial da prefeitura, obtida pelo fornecidos pela PRODABEL (2018).

Os estabelecimentos que foram utilizados para a comparação neste artigo, foram: igrejas, escolas públicas e particulares, instituições de ensino superior, praças, parques, unidades de conversação ambiental, locais de

esporte e lazer e equipamentos de meio ambiente (nomenclatura adotada pela prefeitura de Belo Horizonte para centros de educação ambiental, parques municipais, reservas particulares ecológicas e centros de vivência agroecológica), todas localizadas em Belo Horizonte (ARQUIDIOCESE DE BELO HORIZONTE, 2018; PRODABEL, 2018).

O *software* ArcGIS 10.4 foi utilizado para a visualização e tratamento das informações espaciais e a elaboração dos mapas. A partir das localizações dos 76 LEVs de Belo Horizonte, correlacionou-se a distância com os estabelecimentos definidos através de *buffers* (ferramenta de geoprocessamento que delimita um raio de ação em torno de um elemento desejado).

Dentro do raio proposto para os LEVs, foi levantado o número de estabelecimentos, que se encontravam dentro da área de atendimento. Para que o estabelecimento fosse considerado dentro do *buffer*, sua localização deveria ter ao menos uma interseção espacial com qualquer raio de abrangência de algum LEV. E então, todos os estabelecimentos selecionados a partir desta regra foram compiladas de modo que se pudesse ter por LEV a quantidade de estabelecimentos dentro de sua respectiva área de atuação, sendo ainda possível realizar sua tipificação.

Com este resultado, foi possível regionalizar as informações através de método de interpelação dos dados. O primeiro mapa envolveu a relação entre a localização do local de entrega voluntária e a quantidade de estabelecimentos associados ao seu raio de abrangência. O segundo evidenciou a relação entre a mesma localização com a frequência de coleta dos resíduos, uma vez que este é um indicador do sucesso do LEV, pela participação da população.

Foi feita uma divisão entre o número total de estabelecimentos encontrados dentro de quaisquer raios de abrangência e o número total de LEVs para que seja obtido um valor médio para efeito de comparação dos dados. E o mesmo procedimento foi realizado entre frequência mensal total e o número de LEVs, afim de obter também, um parâmetro de comparação.

Com a contagem de estabelecimentos associada a cada LEV e o número de coleta mensal de cada um, foi realizado o teste estatístico de Correlação de Spearman, utilizando o *software* R 3.5.1, visando identificar a influência da presença dos estabelecimentos com a participação da população nestes locais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise proposta permitiu identificar um total de 740 estabelecimentos nos raios de atuação dos LEVs. Dentro deste total, identificou-se 68 equipamentos de esporte e lazer, 55 unidades de conservação, 141 praças, 227 escolas de ensino infantil e fundamental, 96 equipamentos de meio ambiente, 125 instituições de ensino superior e 28 igrejas.

Baseando nas médias encontradas entre o total de estabelecimentos e a frequência mensal, divididos respectivamente pelos números de LEVs, foram encontrados aproximadamente 9 estabelecimentos próximos a cada LEV e em média, cada LEV tem a frequência de dez coletas mensais.

Na tabela 01, a seguir, é possível observar a contagem dos estabelecimentos em cada regional de Belo Horizonte. As regiões Pampulha e Centro-Sul chamam a atenção por apresentarem as duas maiores quantidades de estabelecimentos que foram identificados dentro da área de atuação dos LEVs. E ainda é válido destacar as regiões Norte e Oeste, que mesmo não apresentando um número elevado de locais de entrega voluntária, apresentam uma alta média de estabelecimentos, se comparadas as demais regiões.

**Tabela 01: Relação entre os estabelecimentos presentes nos raios dos LEVs e as Médias de Estabelecimentos por LEVs**

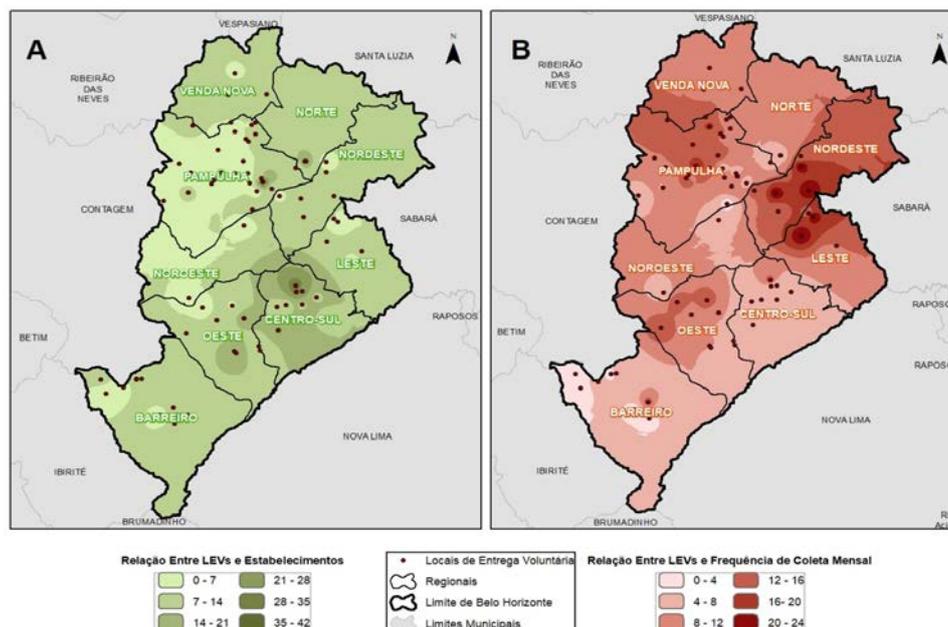
Regional	Número de LEVs	Número de Estabelecimentos	Média Estabelecimentos por LEVs
NOROESTE	2	9	5
NORTE	2	33	17
VENDA NOVA	3	29	10
LESTE	5	30	6
NORDESTE	6	49	8
OESTE	9	105	12
BARREIRO	10	84	8
CENTRO-SUL	11	183	17
PAMPULHA	28	218	8
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>740</b>	<b>89</b>

Fonte: SLU, 2018

Com isso, na Figura 1A, que relaciona os LEVs com a quantidade de estabelecimentos próximos, pode-se destacar a regional Pampulha, onde dois de seus 28 LEVs, contam com 36 estabelecimentos próximos, e apresentam uma frequência de apenas 12 e 8 coletas por mês. Outro caso são três LEVs localizados na região Centro-Sul, que contam com 34, 30 e 21 estabelecimentos em seus raios de abrangência e apresentam uma frequência de coleta mensal de 16, 4 e 4, respectivamente.

Enquanto isso, analisando a Figura 1B, seis LEVs apresentam o maior número de coletas mensais. São três na região nordeste, dois na região leste e um na região Pampulha, que recebem 24 coletas por mês. Dentre eles, dois apresentam 11 estabelecimentos próximos, o maior número dentre estes selecionados.

Um fator que pode ter levado a uma baixa frequência de coleta para os LEVs da região Centro-Sul se comparada a outras regionais, mesmo com um alto número de estabelecimentos, é a coleta seletiva porta-a-porta realizada pela prefeitura. Este tipo de coleta engloba quase a totalidade dos bairros que compõe esta região, fazendo com que a população se desestime da coleta seletiva ponto-a-ponto.



**Figura 01: A – Relação Entre LEVs e Estabelecimentos**

B – Relação Entre LEVs e Frequência de Coleta Mensal

Fonte: Produção dos Autores, 2019.

O teste estatístico de Correlação de Sperman, não identificou nenhuma correlação significativa ( $p$ -valor  $<0,005$ ) entre a frequência de coleta e a quantidade de estabelecimentos em seu raio de abrangência, este fato também é evidenciado nos mapas apresentados na Figura 1A e Figura 1B.

## CONCLUSÕES

Diferentemente do que foi levantado por Bringhenti (2004) para cidade de Vitória-ES, o sucesso operacional dos LEV em Belo Horizonte, não está relacionado a proximidade a locais de grande acesso, como era esperado. Existem alguns fatores que podem contribuir para a diferença de coleta nos contenedores como: a falta de divulgação dos programas de entrega voluntária, deficiência no ensino sobre a importância da coleta seletiva, desinteresse da população, falta de LEVs em determinadas regiões, além da distância para cooperativas e estratégias de otimização para a rota de coleta de resíduos recicláveis dessa modalidade (SLU, 2018).

Portanto, recomenda-se que estudos similares sejam realizados acerca dos LEVs em Belo Horizonte, afim de determinar quais são os principais fatores que levam a população a utilizá-los, proporcionando novas discussões sobre a coleta seletiva na cidade.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) pelo apoio financeiro acerca da participação no evento 30º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental da ABES e à Ana Maria Raposo pelo apoio na realização do estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARQUIDIOCESE DE BELO HORIZONTE. **Catálogo de Paróquias**. Disponível em: <http://arquivo.arquidiocesbh.org.br/catalogo>. Acesso em 20 maio. 2018.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2015.
3. BARROS, R. T. V.; SILVA, T. A. S.; MIRANDA, T. G. **O gerenciamento dos resíduos verdes na UFMG: outras possibilidades**. UFMG - Belo Horizonte, Minas Gerais, 2005.
4. BARROS, R. T. V. **Elementos de resíduos sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012. 424 p.
5. BELO HORIZONTE. **Plano Municipal De Gestão Integrada De Resíduos Sólidos De Belo Horizonte**. Belo Horizonte: Prefeitura de Belo Horizonte, 2017.
6. BELO HORIZONTE. **Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte: 2016/2019**. Belo Horizonte: Prefeitura de Belo Horizonte, 2016.
7. BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010: Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluído os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis**. 2010.
8. BRINGHENTI, Jacqueline. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais e da participação da população**: São Paulo: [s.n.], 2004. 316 p.
9. DIAS, S. M. Lixo e Cidadania: os impactos da política de resíduos sólidos de Belo Horizonte no mundo do trabalho do catador da ASMARE. In: **ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS**, 13., Ouro Preto, 2002. Anais... Ouro Preto, nov. 2002, p. 1-25.
10. EMPRESA DE INFORMÁTICA E INFORMAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE – PRODABEL **BH Map**. Disponível em: <http://bhmap.pbh.gov.br/v2/mapa>. Acesso em: 20 maio. 2018.
11. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE - FEAM. **Classificação e Panorama da Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais**. Minas Gerais, 2016. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/2017/RESIDUOS/Minas\\_Sem\\_Lixoes/Classifica%C3%A7%C3%A3o\\_e\\_Panorama\\_Final\\_2016\\_para\\_ASCOM.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2017/RESIDUOS/Minas_Sem_Lixoes/Classifica%C3%A7%C3%A3o_e_Panorama_Final_2016_para_ASCOM.pdf). Acesso em: 09 maio. 2018.
12. GONÇALVES, J. A. et al. Dezoito anos catando papel em Belo Horizonte. **Estudos Avançados**, Belo Horizonte, n. 63, p. 231-238, maio/ago. 2008.



13. GONÇALVES, M. A.; TANAKA, A. K.; AMENOMAR, A. A. A destinação final dos resíduos sólidos urbanos: alternativas para a cidade de São Paulo através de casos de sucesso. **Future Studies Research Journal**, São Paulo, 5 (1), 96-129. 2013.
14. HOORNWEG, D.; THOMAS, L. **What a waste: solid A Global Review of Solid Waste Management**. World Bank, Urban Development Sector Unit, 2012.
15. HOORNWEG, D., & BHADA-TATA, P. **What a waste: a global review of solid waste management**. Washington, DC. v. 15, p. 116. 2012.
16. PREFEITURA DE BELO HORIZONTE - PBH. **Coleta seletiva porta a porta**. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/coleta-seletiva/porta-a-porta>. Acesso em: 20 maio. 2018.
17. PREFEITURA DE BELO HORIZONTE - PBH. **Coleta seletiva porta a porta**. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/coleta-seletiva/central-de-tratamento>. Acesso em: 20 maio. 2018.
18. RIBEIRO, H. et al. **Coleta Seletiva com inclusão social**. São Paulo: ANNABLUME, 2009.
19. SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA - SLU. **Informações disponibilizadas pela SLU**. 2018.