

LOCALIZAÇÃO DE PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ – PR

Mario Henrique Bueno Moreira Callefi

Universidade Estadual de Maringá UEM

mariocallefi@gmail.com

Mailson Jose da Silva

Universidade Estadual de Maringá UEM

mailsson@hotmail.com

Gilberto Junior Rodrigues

Universidade Estadual de Maringá UEM

gilberto.junior@outlook.com

José Luiz Miotto

Universidade Estadual de Maringá UEM

jlmiotto@uem.br

Márcia Marcondes Altimari Samed

Universidade Estadual de Maringá UEM

marcia.samed@gmail.com

Resumo

A geração de resíduos aumenta à medida que a população mundial cresce e se torna mais desenvolvida. Cabe às administrações públicas, juntamente com a iniciativa privada e a comunidade científica, desenvolver e implementar instrumentos para o gerenciamento dos resíduos gerados no contexto urbano.

Um dos instrumentos é a coleta seletiva, que pode ocorrer sob diversas configurações, sendo que uma delas é o uso de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) de materiais recicláveis. O presente trabalho propõe a aplicação de um algoritmo para encontrar as possíveis áreas para a instalação de um PEV de vidros na cidade de Maringá – PR. O método considera as distâncias entre os pontos e o volume de resíduos coletado em cada região. Dos 69 setores de coleta, foram selecionados quatro setores para localizar um PEV. A mediana encontrada foi o setor de coleta D37. Este foi a mediana encontrada com base nas distâncias mínimas entre os demais pontos e peso respectivo. O método se mostrou eficaz para selecionar o PEV, porém ele pode ser revisto para considerar mais pontos dentro de um mesmo setor da coleta. Posteriormente, o método pode ser aplicado a todas as regiões de coleta da cidade, inclusive para outros tipos de resíduos.

Palavras-chave: Ponto de Entrega Voluntária (PEV); Coleta Seletiva; Localização de Instalações; p-medianas.

Abstract

Waste generation increases as the world's population grows and becomes more developed. It is the responsibility of the public administrations, together with the private initiative and the scientific community, to develop and implement instruments for the management of waste generated in the urban context. One of the instruments is the selective collection, which can occur in several configurations, one of which is the use of Voluntary Delivery Points (PEV) of recyclable materials. The present work proposes the application of an algorithm to find the possible areas for the installation of a PEV of glasses in the city of Maringá - PR. The method considers the distances between the points and the volume of waste collected in each region. Of the 69 collection sectors, four sectors were selected to locate an ENP. The median found was collection sector D37. This was the median found based on the minimum distances between the other points and their respective weight. The method proved effective in selecting the ENP, but it can be revised to consider more points within the same collection sector. Subsequently, the method can be applied to all the collection regions of the city,

including for other types of waste.a todas as regiões de coleta da cidade, inclusive para outros tipos de resíduos.

Keywords: Voluntary Delivery Point (VDP); Selective collect; Location of Facilities; p-medians.

1.Introdução

À medida que a população mundial cresce, a geração de resíduos aumenta. Até o final do século XXI espera-se que haja cerca de nove bilhões de pessoas no mundo. Essa informação é preocupante do ponto de vista da disposição dos resíduos, uma vez que a disposição ambientalmente correta de rejeitos não ocorre na totalidade da população mundial (UNEP, 2015).

Para onde vão os resíduos gerados no Brasil? Segundo dados do último Diagnóstico de Resíduos Sólidos de 2014 (SNIS, 2016), é possível inferir que 52,4% dos resíduos são dispostos em aterros sanitários, 13,1% em aterros controlados, 12,3% em lixões e 3,9% é encaminhado para unidades de triagem e de compostagem. A quantidade de resíduos encaminhada para a triagem e compostagem demonstra-se preocupante, uma vez que, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010), a disposição ambientalmente adequada de rejeitos é a última opção dentro de uma hierarquia de medidas para o gerenciamento de resíduos sólidos, que inclui a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos.

Observa-se a necessidade da ampliação dos serviços de triagem e compostagem de resíduos. Para tanto, é preciso que os municípios implantem mecanismos para coletar o resíduo segregado. Basicamente, o resíduo coletado para a reciclagem pode ser obtido por meio da coleta porta a porta ou em pontos de entrega voluntária (PEVs) de resíduos. Porém, nem todos os municípios brasileiros possuem serviços de coleta seletiva. Uma pesquisa realizada em 1055 municípios brasileiros mostra que 18% possuem a coleta seletiva. Desse total, 81% estão situados nas regiões Sul e Sudeste (COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM, 2016).

Assim, considerando a necessidade de ampliar os serviços de coleta seletiva, o presente trabalho tem como objetivo estabelecer a localização de um Ponto de Entrega Voluntária do resíduo reciclável de vidro. O estudo foi realizado na cidade de Maringá, localizada no norte do Estado do Paraná.

A escolha do resíduo se deu pelas suas características de volume e fragilidade. A coleta porta a porta desse resíduo pode dificultar as atividades de acondicionamento e transporte nos caminhões da coleta. Por exemplo, se o vidro quebra, ele pode contaminar os demais materiais recicláveis dentro do caminhão, oferecendo riscos de acidentes aos trabalhadores. Além disso, já existem PEVs de vidros na cidade, o que mostra a aplicabilidade desse método de coleta no gerenciamento de resíduos sólidos da cidade.

Este artigo está organizado como segue: Referencial Teórico, Metodologia, Resultados e Discussões, Considerações Finais e Referências.

2. Revisão teórica

2.1 Gestão de resíduos sólidos

Segundo a PNRS (BRASIL, 2010), tanto resíduos gerados nas atividades domésticas, como resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, quando não-perigosos, são considerados resíduos domiciliares. Para que o resíduo chegue até à reciclagem ou destinação ambientalmente adequada dos rejeitos, é preciso que haja a coleta do mesmo. Tendo em vista a necessidade de triar os resíduos recicláveis, faz-se necessária a coleta segregada conforme a composição e constituição dos resíduos, a qual denomina-se coleta seletiva. Esta é um instrumento importante da PNRS, pois pode promover a inclusão social de catadores de materiais recicláveis. Além disso, pode-se aumentar a vida útil de aterros sanitários. Quando existe um sistema de coleta seletiva no município, as pessoas jurídicas e físicas têm a responsabilidade de separar os resíduos em seus estabelecimentos. Para tanto, pode-se utilizar um código de cores para identificar recipientes que armazenam o resíduo

até sua coleta. Essas cores são estabelecidas pela Resolução CONAMA Nº 275/01 (BRASIL, 2001).

Um dos aspectos que necessita de melhorias no gerenciamento de resíduos sólidos é o custo com os serviços de coleta e transporte de resíduos. Um serviço que não tenha seus custos dentro do orçamento previsto pode se tornar inviável. Os custos com coleta e transporte de resíduos podem chegar a 70% do custo total com o gerenciamento de resíduos sólidos municipais (BOSKOVIC et al., 2016).

Alguns estudos apontam para o aumento dos custos da coleta quando há sistemas de coleta seletiva. Os custos podem aumentar proporcionalmente ao aumento da cobertura dos serviços (MARIA; MICALE, 2013; BOSKOVIC et al., 2016). Entretanto, considerando os benefícios ambientais, os custos totais parecem não aumentar com a implantação de um sistema de coleta seletiva (BEL; FAGEDA, 2010). A forma de utilização dos recursos, como a utilização da capacidade dos veículos coletores, pode aumentar os custos totais entre 50% a 100% (MARIA; MICALE, 2013).

Faz-se necessário o desenvolvimento de modelos de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos que não sigam tradições e sim que promovam inovação. Conforme a cidade, podem-se encontrar as melhores tecnologias aplicáveis de gerenciamento para seu contexto. Elas devem estar adequadas às características de composição dos resíduos, permitir a reciclagem e ser acessíveis para a população. A necessidade de preços acessíveis é tanto mais crítica em países mais pobres (WILSON et al., 2012).

A melhoria contínua nos serviços de gerenciamento de resíduos proporciona um melhor serviço à população e considera a sustentabilidade e proteção ambiental (BEL; FAGEDA, 2010). Pode-se partir dos pontos fortes do sistema atual de cada cidade e envolver todos os interessados no desenvolvimento de um sistema melhor (WILSON et al., 2012).

Alguns dos fatores de custo dos serviços de coleta identificados na literatura são: frequência da coleta e remuneração de empregados (STEVENS, 1978); volume gerado; porcentagem do volume de resíduos destinados à reciclagem; nível de turistas na cidade; tipo de destinação final (incineração ou outro); forma do serviço prestado (BEL; FAGEDA, 2010); coleta em habitações multifamiliares; porcentagem de casas

que participam de programas de reciclagem; contêineres de reciclagem fornecidos para os habitantes; separação de materiais recicláveis realizada pelos coletores; e separação de materiais recicláveis em uma unidade centralizada (BOHM et al., 2010).

2.2 Reciclagem do Vidro

A reciclagem possui benefícios econômicos e ambientais. A atividade de reciclagem corrobora com o menor consumo de recursos naturais e energia em relação aos processos utilizando matéria-prima virgem. Ela contribui também com a redução da geração de gases de efeito estufa nos processos industriais e na disposição final de rejeitos.

No caso da reciclagem do vidro, o custo da produção primária é de R\$ 263/ton enquanto que o custo de produção a partir da reciclagem é de R\$ 143/ton (IPEA, 2010). Os benefícios ambientais da reciclagem do vidro, em termos de geração de energia e emissões de gases do efeito estufa (GEEs) é de R\$ 3/ton e R\$ 8/ton, respectivamente (IPEA, 2010). O vidro é o terceiro tipo de resíduo reciclável coletado nas cidades brasileiras, ficando atrás do papel/papelão (primeiro lugar) e plásticos (CEMPRE, 2016).

Alguns cuidados são necessários no armazenamento e transporte dos resíduos de vidro. Quanto à armazenagem, o vidro pode ser acondicionado em sacos de ráfia, tambores de 200 litros, caixas poliguindastes ou roll-on roll-off. O transporte pode ser feito em poliguindastes, caminhões carga seca, caminhões basculantes e caminhões roll-on roll-off. Em todas as atividades, é necessária a utilização de equipamento de proteção individual tais como luvas, óculos, calças e botas (ABIVIDRO, 2015).

Pode-se observar na Figura 1 que, após ser utilizado pelo consumidor, o vidro é coletado, higienizado, selecionado e triturado. Ele se torna então matéria-prima para a indústria vidreira que desenvolve novos produtos.

Figura 1 - Ciclo de vida da reciclagem do vidro



Fonte: ABIVIDRO (2015).

2.3 Ponto de Entrega Voluntária - PEV

Os PEVs de resíduos recicláveis são locais onde a população pode descartar o resíduo reciclável. Os resíduos acumulados nesses pontos são transportados para triagem por meio dos veículos de coleta do sistema de limpeza pública do município. Os resíduos recicláveis podem ser encaminhados para as cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis. Cerca de 54% dos municípios brasileiros, que fazem a coleta seletiva, realizam a coleta por meio dos PEVs e cooperativas (CEMPRE, 2016).

A participação da população nos programas de coleta seletiva pode ser influenciada por fatores sociodemográficos e conveniência de separação. Rousta et al. (2015) mostram que encurtar a distância dos PEVs e facilitar o fornecimento de informação sobre como reciclar podem melhorar a taxa de separação de resíduos. Os autores mostram que uma redução de 2 km para 50 metros proporciona uma redução do total de resíduo separado de forma incorreta de 2,23 para 1,63 kg por morador e por

semana (plástico e papel de jornal). A localização de pontos para descarte dos materiais recicláveis pode influenciar nas taxas de reciclagem. A distância pode aumentar o custo que um morador tem em termos de tempo gasto para fazer o descarte do resíduo (ANDO; GOSSELIN, 2005). Assim, Sörbom (2003) informa que sistemas de coleta seletiva porta a porta podem ser a melhor opção se o objetivo for estimular a maior quantidade possível de resíduo separado.

2.3 Problemas de localização e P-Medianas

O problema de localização de PEVs é um problema de logística urbana, que consiste em obter a sua melhor localização considerando-se critérios de geração de resíduos e outros atributos das regiões candidatas. A temática da localização possui grande importância desde os primórdios da história humana, por tratar de questões de sobrevivência, vantagens econômicas e melhoria das condições de vida. Consequentemente, os problemas de localização precisam envolver problemas multidisciplinares. É possível subdividir esses problemas em três classes, sendo eles: práticos, acadêmicos e aplicados (PIZZOLATO; RAUPP; ALZAMORA, 2012).

Owen e Daskin (1998) apresentaram uma revisão sobre o tema localização de instalações. Historicamente, segundo os autores, os estudos de localização tiveram início em 1909, com os estudos de Weber. A partir da década de 1960, os estudos sobre a teoria de localização prosperaram e foram renovados com a publicação de Hakimi, em 1964. As estratégias de localização foram divididas pelos autores em problemas de localização determinísticos estáticos e dinâmicos. Na primeira categoria estão incluídos os problemas de p-medianas, problemas de cobertura de conjuntos, problemas de p-centros e algumas formulações adicionais. A categoria de problemas de localização dinâmicos, segundo os autores, é a que apresenta menos trabalhos desenvolvidos e é aquela que se propõe a estudar problemas de localização de instalações para um vasto período, tal que considera incertezas relacionadas ao atendimento da demanda ao longo do tempo e também considera as expansões e realocações da facilidade em longo prazo.

Segundo Pereira (2005), os problemas envolvendo p-medianas são caracterizados por envolverem questões abrangendo localização e alocação, visando definir um cenário em que existe uma rede conectada por um número finito de caminhos e que seja possível alcançar um custo mínimo de instalação de facilidades e de atendimento das necessidades dos clientes. Além disso, os seguintes dados são necessários para caracterização desse tipo de problema: número finito de pontos nomeados como pontos de demanda; número finito de locais candidatos para instalação de determinada facilidade; distância entre cada um dos pontos e os locais candidatos; e número p de facilidades escolhidas a serem instaladas.

Para Pizzolato, Raupp e Alzamora (2012), os problemas envolvendo p-medianas podem ser representados matematicamente de acordo com o modelo de otimização representado a seguir:

$$\text{Min} \quad Z = \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} w_i \cdot d_{ij} \cdot x_{ij} \quad (1)$$

$$\text{Sujeito a:} \quad \sum_{j \in N} x_{ij} = 1; \quad i \in N \quad (2)$$

$$\sum_{j \in N} x_{jj} = p \quad (3)$$

$$x_{ij} \leq x_{jj}; \quad i, j \in N \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}; \quad i, j \in N \quad (5)$$

3. Metodologia

Este artigo propõe a aplicação do modelo de p-medianas para determinar a localização ótima para a instalação de ponto de entrega voluntária (PEV) de vidros em quatro setores da cidade de Maringá – PR. O transporte de vidros pela população até os PEVs pode ser descrito por meio de uma rede de transporte real. Nessa rede, representam-se os pontos de origem (regiões da cidade) e destino (local candidato à instalação do PEV). Tais pontos são os nós da rede e as ligações entre eles são

denominadas de arcos da rede. Modela-se então uma rede de transportes formada por um conjunto finito de nós e arcos. Em seguida, aplica-se o seguinte algoritmo para encontrar a mediana:

- a) Passo 1: obtenção da matriz D das distâncias mínimas entre os nós da rede;
- b) Passo 2: multiplica-se a j-ésima coluna de D pelo h_j (peso), para obter a matriz D';
- c) Passo 3: para cada linha i da matriz D', somam-se todos os termos da linha, sendo que o nó que corresponde à linha com a soma mínima de termos é a 1-mediana.

Para encontrar os pesos e distâncias entre os nós da rede, foram obtidos os dados de coleta convencional de resíduos entre os dias 16 de agosto de 2016 a 31 de dezembro de 2016. A coleta é dividida em 69 setores. No presente artigo, foram escolhidos quatro setores para localizar um PEV que atenda a estes setores. A quantidade de resíduo coletado em cada um dos quatro setores foi utilizada para determinar os pesos de cada setor. O ponto de localização de cada setor corresponde a um equipamento urbano, que foi selecionado após o levantamento de alternativas de pontos de localização em cada setor.

4. Resultados e discussão

Os quatro setores selecionados para o estudo se encontram próximos fisicamente. São setores atendidos pela coleta convencional de lixo no período diurno, às segundas, quartas e quintas-feiras. O Quadro 1 apresenta a sigla de cada setor, seus bairros, a quantidade coletada de resíduo na coleta convencional e o valor do peso atribuído proporcionalmente ao valor de quantidade coletada.

Quadro 1 - Setores selecionados para localizar o ponto de entrega voluntária

Setor	Alternativa	Coleta (kg)	Peso
D17	Grajaú, Jardim Paulista 01, 02, 03, 04, Requião 1° e 2° parte, Guaiapó e Moradia dos Ipês	776.840	0,353
D19	Jardim Pinheiro, Jardim da Glória, Jardim Liberdade, Conjunto Karina e Conjunto Parigot de Souza	67.130	0,031
D33	Conjunto Itaparica, Batel, Conjunto Paulino, Jardim São Francisco e Residencial Tuiuti	682.060	0,31
D37	Conjunto Champagnat, Piatã, Oásis, Campos Elíseos e Residencial Tuiuti	672.570	0,306
	Total	2.198.600	1

Fonte: Adaptado de SEMUSP (2017).

A Figura 2 apresenta um detalhamento dos setores da cidade de Maringá, que foram selecionados para o estudo da localização do Ponto de Entrega Voluntária.

Figura 2 - Localização dos setores na cidade de Maringá



Fonte: Autor (2017).

Para cada setor, foram identificados os possíveis candidatos à localização do PEV. Foram selecionados equipamentos urbanos, tais como Centros Municipais de Educação Infantil (CMEI) e Escolas. A escolha desses candidatos se deve ao fato de possuírem um fluxo frequente de pessoas e por consistirem em espaços de utilização

pública. Para escolher um candidato de cada setor para representar o nó da rede, foi considerada a capacidade do local. O Quadro 2 demonstra os setores, suas alternativas de localização do PEV, a capacidade de cada alternativa e a alternativa escolhida.

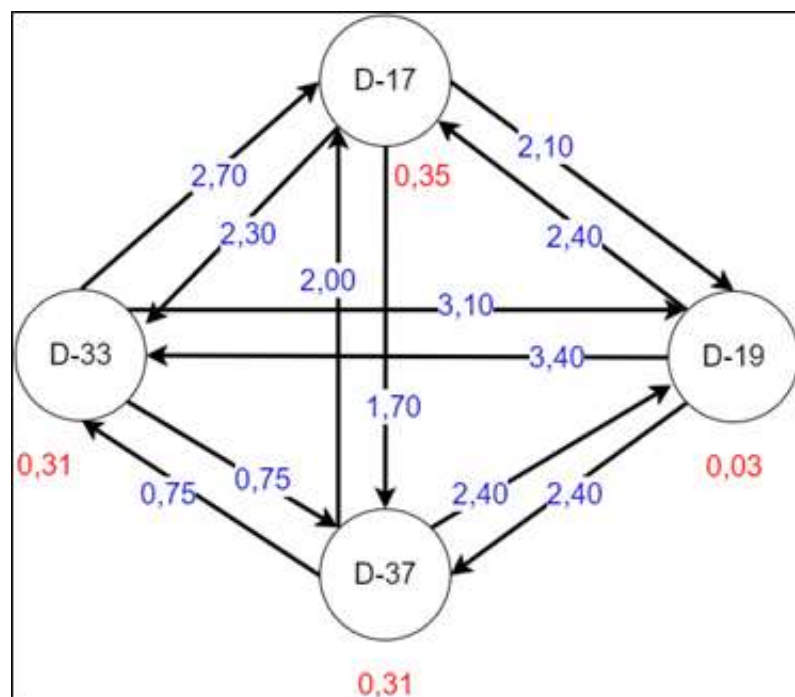
Quadro 2 - Alternativas para localização do nó de cada setor

Setor	Alternativa	Capacidade	Escolhido
D17	CMEI Zilda Arns Neumann	225 Alunos	Não
D17	CMEI Herbert José de Souza	226 Alunos	Não
D17	CMEI Anjo da Guarda	220 Alunos	Não
D17	Escola Estadual Tânia Varela Ferreira	858 Alunos em 2014	Sim
D17	Escola Municipal Ângela Verginia Borin	262 Alunos em 2016	Não
D17	Escola Municipal Olga Aiub Ferreira	617 Alunos em 2016	Não
D19	CMEI Maria Conceição Ramos Alexandre, Pion	175 Matrículas	Não
D19	CMEI Ângela Rossi Rizzo	Capacidade não informada	Não
D19	CMEI Guilhermina Cunha Coelho, Dona (Local Provisório)	375 Matrículas	Não
D19	Escola Estadual Adaile Maria Leite	965 Alunos em 2014	Sim
D33	Escola Municipal Mariana Viana Dias, Pion.	908 Alunos em 2016	Sim
D37	CMEI Galdino de Andrade, Prof.	175 Matrículas	Não
D37	CMEI Antonieta Mattos Coutinho	175 Matrículas	Sim

Fonte: Adaptado de SEMUSP (2017)

Após identificar os pontos que representam cada setor, montou-se a rede de transporte real. As distâncias entre os nós da rede foram obtidas por meio do Site *Google Maps*. Foi escolhida a menor distância sugerida pelo site. A Figura 3 representa a rede e seus respectivos pesos.

Figura 3 - Diagrama de rede dos setores de coleta de lixo



Fonte: Autor (2017).

As Tabelas 1 e 2 ilustram a matriz D das distâncias mínimas entre os nós da rede e a matriz com os valores dos pesos multiplicados por cada coluna da matriz D, bem como o valor do somatório de cada linha.

Tabela 1 - Matriz das distâncias mínimas entre os nós da rede

Setor	D17	D19	D33	D37
D17	0	2,1	2,3	1,7
D19	2,4	0	3,2	2,4
D33	2,7	3,1	0	0,8
D37	2	2,4	0,8	0

Fonte: Autor (2017).

Tabela 2 - Matriz das distâncias mínimas multiplicadas pelo peso de cada ponto

Setor	D17	D19	D33	D37	Total
D17	0	0,065	0,713	0,52	1,298
D19	0,847	0	0,977	0,734	2,558
D33	0,953	0,096	0	0,23	1,279
D37	0,706	0,074	0,233	0	1,013

Fonte: Autor (2017).

Observa-se na Tabela 2 que a linha com menor valor total é a linha do ponto D37. Assim, a alternativa de localização “CMEI Antonieta Mattos Coutinho” é a mediana dos pontos analisados, pois ela representa o ponto D37.

5. Considerações finais

O algoritmo para localização da mediana se mostrou eficaz para selecionar o local da instalação do PEV. Foram levadas em consideração as distâncias entre as localizações candidatas e seus respectivos pesos, representados pela porcentagem do total de resíduo coletado em cada setor em relação ao total.

Dentro de um mesmo setor de coleta, foram identificados vários pontos candidatos (equipamentos urbanos) para representar o setor. O critério utilizado para selecionar o ponto representativo do setor foi a capacidade do equipamento urbano, conforme suas características. Porém, não foi avaliada a capacidade operacional e as condições físicas para o recebimento e manuseio dos contêineres do PEV. Assim, antes da efetiva implantação do PEV, é preciso realizar uma análise de viabilidade técnica.

Os resultados demonstram que se obteve êxito na aplicação de um algoritmo para encontrar a mediana, considerando a distância entre pontos e pesos baseados na quantidade coletada de resíduo em cada ponto.

Para trabalhos futuros, sugere-se incluir, para cada setor, mais de um ponto representativo, utilizando o mesmo valor de peso. Assim, propõe-se uma nova aplicação do método considerando mais pontos dentro de um mesmo setor da coleta. Posteriormente, o método pode ser aplicado a todas as regiões de coleta da cidade para localizar um número maior de PEVs, inclusive para outros tipos de resíduos.

Referências Bibliográficas

ABIVIDRO (São Paulo). **Guia reciclagem do vidro: 100% puro. 100% reciclável.** São Paulo: Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro, 2015.

Disponível em: <http://abividro.org.br/manual_abividro.pdf>. Acesso em: 11 set. 2017.

ANDO, A. W.; GOSSELIN, A. Y. Recycling in multifamily dwellings: does convenience matter? **Economic Inquiry**, [s.l.], v. 43, n. 2, p.426-438, 2005.

BEL, G.; FAGEDA, X. Empirical analysis of solid management waste costs: Some evidence from Galicia, Spain. **Resources, Conservation And Recycling**, [s.l.], v. 54, n. 3, p.187-193, 2010.

BOSKOVIC, G. et al. Calculating the costs of waste collection: a methodological proposal. **Waste Management & Research**, [s.l.], v. 34, n. 8, p.775-783, 2016.

BOHM, R. A. et al. The costs of municipal waste and recycling programs. **Resources, Conservation And Recycling**, [s.l.], v. 54, n. 11, p.864-871, 2010.

BRASIL. Lei Federal 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 2010.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2001.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM (CEMPRE). **Pesquisa**

Ciclosoft 2016: Radiografando a coleta seletiva. 2016. Disponível em:

<<http://cempre.org.br/ciclosoft/id/8>>. Acesso em: 11 set. 2017.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Pesquisa sobre**

pagamento de serviços ambientais urbanos para a gestão de resíduos sólidos.

Relatório de pesquisa. Brasília: Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas

e Ambientais, 2010. Disponível em <<https://goo.gl/Yef72T>> Acesso em: 10 set. 2017

MARIA, F.; MICALE, C. Impact of source segregation intensity of solid waste on fuel consumption and collection costs. **Waste Management**, [s.l.], v. 33, n. 11, p.2170-2176, 2013.

Owen, S. H., DASKIN, M. S. Strategic facility location: A review. **European Journal of Operational Research**, V. 111, 423-447, 1998.

PEREIRA, M. A. **Um método Branch-and-Price para problemas de localização de p-medianas**. Tese (Doutorado em Computação Aplicada – INPE), São José dos Campos, 2005.

PIZZOLATO, N. D.; RAUPP, F. M. P.; ALZAMORA, G. S. Revisão de desafios aplicados em localização com base em modelos da p-mediana e suas variantes. **Revista PODES**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 13-42, 2012.

Prefeitura Municipal de Maringá (PMM). **Portal Geomaringá**. Disponível em <<http://geoproc.maringa.pr.gov.br:8090/PORTALCIDADAO/>> Acesso em 12 de jan. 2017.

ROUSTA, K. et al. Quantitative assessment of distance to collection point and improved sorting information on source separation of household waste. **Waste Management**, [s.l.], v. 40, p.22-30, 2015.

SEMUSP. Prefeitura Municipal de Maringá. **Planilha de controle da coleta convencional** - Agosto de 2016 a dezembro de 2016. SEMUSP, 2017.

SNIS - SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos - 2014. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2016.

SÖRBOM, A. **Den som kan – sorterar mer! Några slutsatser baserade påtidigare forskning kring källsortering i hushållen/Review of source separation of MSW**. FMS-Report 180, Swedish Defence Research Agency, The Environmental Strategies Research Group, Stockholm, Sweden, 2003.

STEVENS, B. J. Scale, market structure, and the cost of refuse collection. **The Review of Economics and Statistics**, v. 60, n. 3, p. 438-448, 1978.

UNEP. **Global Waste Management Outlook**. United Nations Environment Programme. 2015. Disponível em:<<https://goo.gl/VdVrkV>>. Acesso em: 10 set. 2017.

WILSON, D. C. et al. Comparative analysis of solid waste management in 20 cities. **Waste Management & Research**, [s.l.], v. 30, n. 3, p.237-254, 2012.