



SISTEMA DE COLETA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM NÍVEL COMUNITÁRIO EM UM PAÍS EM DESENVOLVIMENTO: ESTUDO DE CASO EM FLORIANÓPOLIS, BRASIL

Carla Tognato de Oliveira*

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

carlatog@hotmail.com

Carlos Manuel Taboada Rodrigues

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

carlos.taboada@ufsc.br

RESUMO

O trabalho tem o objetivo de definir um sistema de coleta de resíduos orgânicos que seja acessível ao grupo comunitário do projeto "Revolução dos Baldinhos", localizado no bairro Chico Mendes, no município de Florianópolis, Brasil. O foco do trabalho é a identificação geográfica dos pontos de entrega voluntária e da roteirização da coleta dos resíduos orgânicos por meio de materiais e procedimentos de baixo custo e alto grau de acessibilidade. Para tanto, definiu-se o problema de roteirização e dividiu-se os procedimentos metodológicos em três etapas. A primeira etapa foi a localização geográfica dos pontos de entrega voluntária (PEVs) e verificação da atual coleta – verificando volume coletado e rota. A segunda etapa foi a proposição de rotas e a terceira etapa foi a comparação entre a rota realizada e a proposta pelo trabalho. Através da comparação entre a rota realizada por método empírico e o método computacional, chegou-se a 12,76% em redução das distâncias percorridas. Na questão que tange o volume de resíduos orgânicos coletados, se identificou que reduzindo o volume do contentor de 50 litros para 30 litros, reduz a rota.

Palavras-chave: sistema de coleta de resíduos orgânicos, gerenciamento de resíduos, problema de roteirização, otimização de rotas, organização comunitária.

COMMUNITY LEVEL ORGANIC WASTE COLLECTION SYSTEM IN A DEVELOPING COUNTRY: CASE STUDY OF FLORIANÓPOLIS, BRAZIL

ABSTRACT

The paper aims to set an organic waste collection system which is accessible to the community group of the "Revolução dos baldinhos"(Revolution of the buckets), located in the neighborhood called Chico Mendes, in Florianópolis, Brazil. The focus is the geographical identification of voluntary delivery points and routing the collection of organic waste through low cost material and procedures and high degree of accessibility. Therefore, we define the routing problem and shared the methodological procedures in three steps. The first step was the geographical location of the voluntary delivery points and check the current collection - verifying collected and route volume. The second step was to propose routes and the third step was the comparison between the performed route and

*Autor para correspondência / Author for correspondence / Autor para la correspondencia: **Carla Tognato de Oliveira** - Rua Frederico José Peres, 56 - Bairro Santa Mônica - Florianópolis/SC - CEP: 88035-340

Data do recebimento do artigo (received): 31/08/2016

Data do aceite de publicação (accepted): 09/03/2017

Desk Review

Double BlindReview

the proposal route. By comparing the route performed by empirical method and the computational method, we came to 12.76% by reducing distances. The question regarding the volume of collected organic waste, we have identified that reducing the 50 liters container volume to 30 liters, reduces the route.

Keywords: organic waste collection system, waste management, vehicle routing problem, route optimization, community organization.

SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS A NIVEL DE LA COMUNIDAD EN UN PAÍS EN DESARROLLO: ESTUDIO DE CASO EN FLORIANÓPOLIS, BRASIL

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo establecer un sistema de recolección de residuos orgánicos que sea accesible para el grupo de la comunidad de la "Revolução dos Baldinhos" (Revolución de los cubos), ubicado en el barrio de Chico Mendes, en Florianópolis, Brasil. El enfoque del trabajo es la identificación geográfica de los puntos de entrega voluntaria y el encaminamiento de la recogida de residuos orgánicos a través del coste de material y de bajo y alto grado de procedimientos de accesibilidad. Por lo tanto, se establece el problema de enrutamiento y divide los procedimientos metodológicos en tres pasos. La primera etapa fue la ubicación geográfica de los puntos de entrega de voluntarios (PEV) y comprobar la colección actual - control de volumen captado y ruta. El segundo paso fue proponer rutas y el tercer paso fue la comparación entre la ruta realizada y la propuesta de lo trabajo. Mediante la comparación de la ruta realizada por el método empírico y el método de cálculo, llegamos a la 12,76% en distancias reducidas. La cuestión en términos de los residuos orgánicos volumen recogido, se identificó que la reducción del volumen del recipiente 50 litros a 30 litros, reduce la ruta.

Palabras-clave: sistema de recolección de residuos orgánicos, gestión de residuos, problema de enrutamiento, optimización de ruta, organización de la comunidad.

1. INTRODUÇÃO

Enquanto os seres humanos viverem em comunidades, resíduos serão um problema, e a tendência da sociedade moderna é aumentar a geração destes (Gellynck *et al.*, 2011). Em particular, graves problemas ambientais urbanos estão ocorrendo nos países em desenvolvimento, devido a um aumento considerável na geração de resíduos provocado pela concentração da população nas áreas urbanas, sem infraestrutura. Nesses países, principalmente, a característica definidora dos resíduos gerados é a elevada porcentagem de matéria orgânica (Hiramatsu *et al.*, 2009; Oberlin e Szántó, 2011).

Os resíduos orgânicos são caracterizados por restos de alimentos, resíduos de jardim, resíduos de animais de estimação e papéis sujos com comida (Yoshida *et al.*, 2012). Os resíduos orgânicos mantêm alto teor de umidade e putrefação, e afetam diretamente os ambientes urbanos com seu odor

e outros subprodutos indesejáveis (Cullen, 1997). O acúmulo desses, também, interfere na drenagem das águas superficiais urbanas, o que pode causar inundações e águas paradas, onde insetos e vetores podem se proliferar (Stern *et al.*, 1997). Portanto, o gerenciamento desses resíduos, incluindo coleta, transporte e tratamento, deve ser realizado o mais rápido possível e em condições que minimizem seus lixiviados e odores (Puyuelo *et al.*, 2013).

No Brasil estima-se que 94.335 toneladas de matéria orgânica são descartadas por dia, isto é, 51,4% de todo o resíduo urbano gerado (IBGE, 2010). Esse material orgânico pode ser transformado em adubo, criando um produto útil e aumentando a vida útil dos aterros sanitários (Stern *et al.*, 1997). Porém, não há uma política pública de segregação dos resíduos orgânicos no Brasil. No entanto, o município de Florianópolis busca o reconhecimento de “Capital da Inovação”. Para tanto, o município visa o desenvolvimento sustentável e incentivo a projetos inovadores de promoção ao desenvolvimento econômico, social e ambiental (Florianópolis, 2012). O projeto chamado “Revolução dos Baldinhos”, estudo de caso desenvolvido nesse trabalho, é um exemplo de projeto inovador do município.

O estudo de caso, em questão, ocorre no bairro Monte Cristo, em Florianópolis. Este bairro é caracterizado pela violência, população em situação de pobreza e baixo índice de escolarização (Angeoletto *et al.*, 2016). O projeto surgiu em 2008 a partir de um surto de leptospirose. Verificou-se, na época, que o surto era motivado pelo excesso de resíduos orgânicos depositados irregularmente nas ruas, terrenos baldios e áreas públicas. Uma das frentes de combate aos ratos, vetores da doença, foi a coleta e a compostagem desse resíduo.

Com o apoio técnico do Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo – CEPAGRO, a comunidade começou a reunir, em baldinhos com tampa, as sobras de comidas e reciclá-las no bairro. A “Revolução dos Baldinhos” começou com 5 famílias e em pouco tempo atingiu 95 (Angeoletto *et al.*, 2016). O projeto conta com um grupo comunitário para as atividades de mobilização e sensibilização das famílias e instituições educacionais; execução da coleta, transporte e tratamento dos resíduos orgânicos; distribuição do composto orgânico produzido e; realização de oficinas nas escolas.

Em 2015, o projeto começou a ser replicado em outras comunidades carentes de diferentes municípios do Brasil. E a partir do ano de 2017, o CEPAGRO estará finalizando suas atividades na “Revolução dos Baldinhos”. Portanto, a partir dessa data, o grupo comunitário, por meio de uma associação, dará continuidade ao projeto. Para tanto, identificou-se que o método de compostagem do projeto está bem delineado, porém outros pontos importantes para a replicação ainda não foram descritos. Esse é o caso do sistema de coleta dos resíduos orgânicos.

Nesse trabalho dá-se atenção ao problema de roteirização no sistema de coleta de resíduos. Dado que a otimização de rota para a coleta de resíduos sólidos é o principal componente do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos para reduzir custos (Khan e Samadeer, 2014).

Atualmente, todo processo de rotas é realizado com base em conhecimento empírico de uma única pessoa vinculada à “Revolução dos Baldinhos”. Não há dados documentados de onde estão localizados os pontos de entrega voluntária (PEVs) e nem quais rotas são utilizadas.

Baseado nas características do problema descrito, o trabalho tem o objetivo de definir um sistema de coleta de resíduos orgânicos que seja acessível ao grupo comunitário. Para tanto, foram realizadas três etapas: a primeira consiste na identificação dos PEVs e na segunda etapa, foi proposta uma rota de coleta para cada veículo coletor do projeto. Na terceira etapa são verificados os parâmetros da rota de coleta proposta de um dos veículos com a rota realizada *in loco*.

Este artigo está estruturado em cinco seções, apresentando além desta introdução: i) uma revisão bibliográfica sobre o problema de roteirização; ii) os procedimentos metodológicos adotados nessa pesquisa, conduzidos a partir de dados primários; iii) a análise e discussão dos resultados; iv) conclusões.

2. PROBLEMA DE ROTEIRIZAÇÃO

Os problemas de roteirização consistem em projetar um conjunto de rotas para minimizar custos no atendimento de um grupo de clientes geograficamente dispersos, satisfazendo as restrições operacionais (Bräysy et al., 2009; Pillac et al., 2012). Há diferentes formas de alcançar a redução de custos, alguns autores focam: redução do tempo da rota (Teixeira et al., 2004); redução das distâncias (Das e Bhattacharyya, 2015; Sanjeevi e Shahabudeen, 2016); redução de tempo de espera e de quantidade de veículos (Qureshi et al., 2009) e; redução da quantidade de rotas e de distância (Ramos et al., 2013). Alguns autores, como Brasileiro e Lacerda (2008) e Khan e Samadder (2016), otimizam conjuntamente a distância e tempo de rota. No caso de Kim et al. (2006), além de minimizar o número de veículos e o tempo da rota, eles consideram a compacidade da rota, ou seja, diminuem o número de cruzamentos entre as vias.

A coleta pode ser dividida em: (1) coleta de resíduos urbanos (ver trabalho de Brasileiro e Lacerda, 2008; Das e Bhattacharyya, 2015; Ghose et al., 2006; Hiramatsu et al., 2009; Khan e Samadder, 2016; Kim et al., 2006; Sanjeevi e Shahabudeen, 2016), que é caracterizada pela coleta de todo resíduo urbano; (2) coleta de resíduos recicláveis (ver trabalho de Teixeira et al., 2004; Wilson e Williams, 2007), normalmente vinculada a coleta de plástico, papel, vidro e metal e; (3) coleta de resíduos orgânicos (ver trabalho de Gredmaier et al., 2013). A coleta de resíduos, nessas três esferas pode acontecer em residências e/ou comércios.

O problema mais abordado no campo de roteirização de sistemas de coleta de resíduos é a coleta de resíduos residenciais com dois tipos principais de coleta: de porta a porta (Brasileiro e Lacerda, 2008; Das e Bhattacharyya, 2015) e drop-off (Teixeira et al., 2004; Khan e Samadder, 2016). Na coleta porta a porta, os resíduos ficam nas calçadas e é preciso passar por todas as ruas de um determinado local, tornando-o um problema de rota em arco (Ramos et al., 2013). No caso da coleta drop-off, as pessoas levam seus resíduos em pontos de entrega de fácil acesso, como junto a lojas e supermercados, e o veículo coletor deve passar em todos os pontos de entrega, tornando-o um problema de rota de nó (Ramos et al., 2013). Gredmaier et al. (2013) comparam as duas formas de coleta de resíduos residenciais com um resultado de consumo de combustível muito menor para a coleta drop-off. Da mesma maneira, a coleta de resíduos comerciais também é dividida em porta a porta (Kim et al., 2006; Ramos et al., 2013) e drop-off. Sanjeevi e Shahabudeen (2016) abordam a integração dos sistemas de coleta de resíduos comerciais e residenciais por drop-off.

O estudo de caso, envolve a coleta de resíduos orgânicos urbanos tanto no sistema de coleta de resíduos residenciais como comerciais, de pequeno porte, e o tipo de coleta é drop-off, em que todos os pontos de entrega voluntária (PEVs) devem ser recolhidos. O problema de roteirização é o problema de roteirização de veículos com coleta e entrega simultânea. Esse problema considera a troca de contentores de resíduos orgânicos de um-para-um, portanto, a quantidade de contentores entregues é exatamente a mesma que a quantidade recolhida (ver o trabalho de Ramos et al., 2013). Neste estudo, todas as rotas começam em um depósito para carregar os recipientes limpos e terminam na área de compostagem para descarregar os contentores cheios.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foram realizados procedimentos para a definição do sistema de coleta de resíduos orgânicos do estudo de caso. Estes estão divididos em etapas, resumidas na Figura 1.

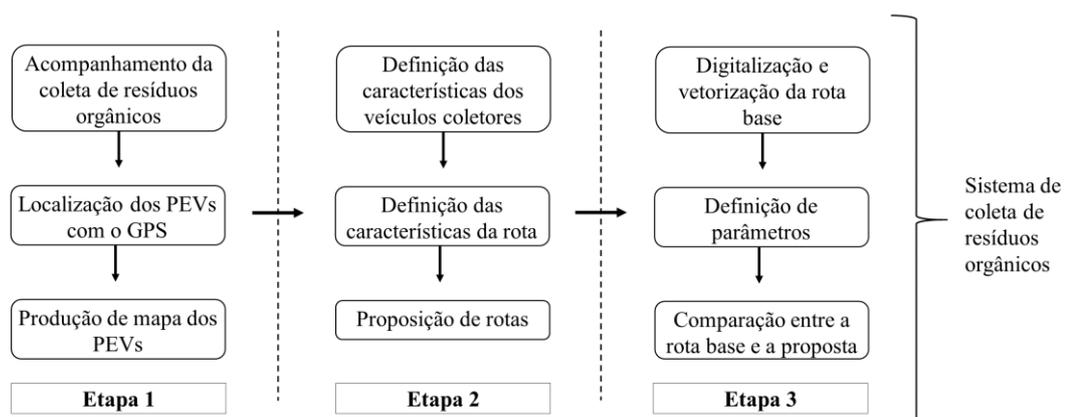


Figura 1. Etapas para definição do sistema de coleta de resíduos orgânicos.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A primeira etapa consistiu em dois acompanhamentos da coleta, com espaço temporal de um mês. Nos dois acompanhamentos se utilizou o GPS para determinação dos PEVs. Tanto a internet como o aplicativo GPS do celular podem sofrer interrupções, e para que não houvesse pontos duvidosos, foi realizado o acompanhamento em duas coletas distintas. Realizou-se a transferência dos dados obtidos na primeira etapa para o computador. Logo após, verificou-se os pontos do GPS com os locais no mapa, por meio do *software* de informações geográficas. Esses pontos foram numerados e tiveram seus atributos identificados.

Os PEVs geograficamente determinados foram exportados para o *software* de planejamento de rotas. Para a geração de rotas, segunda etapa, se considerou: os pontos de coleta, capacidade de armazenamento de cada veículo, barreiras físicas (vias estreitas, interdição de entradas), sentido das vias.

Como forma de verificação e análise dos procedimentos realizados, desenvolveu-se uma terceira etapa. Nessa etapa, a rota base (método empírico) foi realizada pelo veículo coletor Kombi. A rota base, obtida por GPS, foi transferida para o *software* de informações geográficas e realizou-se a verificação com o mapa. No *software* de planejamento de rotas fez-se a análise dos parâmetros: extensão total de rede. Por meio desta análise pode-se saber se a rota proposta (método computacional) é compatível e se houve alguma otimização referente a rota base. Como verificação visual fez-se a sobreposição das rotas, no *software* de mapas e informações geográficas.

Como pode ser verificado, este trabalho utilizou os seguintes materiais:

- Computador de mesa com acesso à internet;
- *Smartphone* com acesso à internet.
- Aplicativo (*software*) GPS para *smartphone*;
- *Software* de mapas e informações geográficas;
- *Software* de planejamento de rotas.

Os *softwares*, acima citados, são obtidos de forma gratuita. Isso posto, o desenvolvimento do sistema de coleta de resíduos orgânicos torna-se acessível a essas comunidades. Pois a comunidade que realiza o projeto “Revolução dos Baldinhos” é constituída de uma população carente com baixo grau de escolaridade e capacitação técnica. Portanto, se utilizou materiais e procedimentos de baixo custo e com maior acessibilidade para a integração de todos.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O estudo de caso foi realizado nas comunidades Chico Mendes, Novo Horizonte e Grota que se localizam no bairro Monte Cristo, no município de Florianópolis. Conforme dados da prefeitura de Florianópolis (2015), o bairro possui uma área de 0,588 km² e perímetro de 3,377 km. Segundo o censo demográfico de 2010 (IBGE), o bairro Monte Cristo possui 12.707 habitantes. Essas regiões encontram-se na área urbana de Florianópolis com as coordenadas geográficas: paralelo 27°35'21" de latitude Sul, com interseção com o meridiano 48°36'14" de longitude Oeste (Figura 2).



Figura 2. Bairro Monte Cristo em Florianópolis.

Fonte: Elaborada pelos autores.

O serviço de coleta de resíduos orgânicos é realizado pelo projeto “Revolução dos Baldinhos” em parceria com a Companhia Melhoramentos da Capital (COMCAP). A COMCAP é responsável pela coleta e destinação final dos resíduos sólido de Florianópolis e a parceria está vigente desde 2011. Dessa maneira, a coleta é realizada por quatro pessoas, 1 motorista e 1 gari da COMCAP e 2 participantes do projeto.

No total são 35 pontos de entrega voluntária (PEVs), localizados em escolas, creches e lanchonetes, além de casas e calçadas. No entanto, em 33 PEVs são realizadas as coletadas com o veículo coletor, no total de 43 contentores recolhidos. Os 7 contentores restantes, localizados em 3 diferentes PEVs, são coletados com um carrinho de mão. A escolha da localização dos PEVs é feita sem critérios determinados. Os PEVs são localizados onde é melhor para quem deposita os resíduos (Figura 3).



Figura 3. Ponto de Entrega Voluntária (PEV) com informações.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Não há registros de onde os PEVs estão localizados. Neste contexto, não há rota determinada. A rota é feita no momento da coleta pelos participantes do projeto que sabem onde estão os PEVs.

O recolhimento acontece todas terças e sextas-feiras. O veículo de coleta varia. A COMCAP trabalha com dois tipos diferentes de automóveis, o modelo HR da marca Hyundai® e o modelo S10 da marca Ford®. Quando não é possível a participação da COMCAP, o projeto coleta com uma Kombi da marca Volkswagen®. As informações de volume e tempo gasto para coleta para cada modelo é descrito abaixo (Tabela 1).

Tabela 1.
Dados sobre a coleta e transporte dos resíduos orgânicos.

Veículos Coletores	Responsável	Quantidade de contentores (50 L) transportadas	Quantidade de viagens necessárias	Tempo (horas)
S10	COMCAP	20 contentores	3	2
HR	COMCAP	45 contentores	1	1,5
Kombi	Revolução dos Baldinhos	25 contentores	2	2

Fonte: Elaborada pelos autores.

São utilizados 50 contentores plásticos de 50 litros cada. Esses contentores são identificados pela pintura com os dizeres “BALDINHOS” na lateral. Em cada coleta é feita a troca dos contentores cheios por contentores vazios e limpos, cada troca é feita manualmente e demora cerca de 10 minutos. São coletados, em média, 875 quilogramas de resíduos orgânicos por dia de coleta, logo cada contentor possui, em média, 17,5 quilogramas de resíduos orgânicos. A coleta tem início na sede do projeto, onde ficam os contentores limpos, e finaliza na Escola de Educação Básica América Dutra Machado, onde é realizada a compostagem.

Ao aplicar os procedimentos descritos na primeira etapa, obteve-se um mapa com a identificação dos pontos de coleta, conforme Figura 4.



Figura 4. Pontos determinados através do GPS.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os pontos de entrega voluntária (PEVs) foram identificados de vermelho. Ademais, os pontos diferenciados consistem em: PEV e local de armazenamento dos contentores limpos (identificador rosa – número 17), portanto o início da rota, e; disposição final dos resíduos orgânicos (identificador verde – número 13). Os atributos de cada ponto estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2.
Identificação dos pontos de coleta.

Identificação	Coordenadas geográficas		Quantidade de contentores	Observação
	Latitude	Longitude		
1	-27,58738611	-48,6031167	1	PEV
2	-27,58749444	-48,6041667	1	PEV
3	-27,58845000	-48,6051889	3	PEV
4	-27,58880556	-48,6048778	1	PEV
5	-27,58968056	-48,6037944	1	PEV
6	-27,59118056	-48,6002972	1	PEV
7	-27,59114722	-48,5979083	4	PEV
8	-27,59143611	-48,5979139	1	PEV
9	-27,59147778	-48,5976194	1	PEV
10	-27,59203333	-48,5974833	1	PEV

Identificação	Coordenadas geográficas		Quantidade de contentores	Observação
	Latitude	Longitude		
11	-27,59193611	-48,6027222	1	PEV
12	-27,59273056	-48,6028056	1	PEV
13	-27,59072222	-48,6030722	-	Fim da rota; Disposição final dos resíduos
14	-27,59150833	-48,6035917	2	PEV
15	-27,59176944	-48,6036472	1	PEV
16	-27,59167500	-48,6043194	1	PEV
17	-27,59064444	-48,6041889	1	Início da rota; Armazenamento dos contentores limpos; PEV
18	-27,59096111	-48,6043028	1	PEV
19	-27,59118056	-48,6044806	1	PEV
20	-27,59150833	-48,6046250	1	PEV
21	-27,59060000	-48,6043306	2	PEV
22	-27,59103889	-48,6046472	1	PEV
23	-27,59123056	-48,6048139	1	PEV
24	-27,59021111	-48,6042694	1	PEV
25	-27,59105833	-48,6051833	1	PEV
26	-27,58971944	-48,6045333	2	PEV
27	-27,59016667	-48,6047972	1	PEV
28	-27,59102500	-48,6054556	1	PEV
29	-27,59117500	-48,6057056	3	PEV
30	-27,59003333	-48,6048917	1	PEV
31	-27,58926944	-48,6050806	1	PEV
32	-27,58968889	-48,6054056	1	PEV
33	-27,58973333	-48,6053528	1	PEV
34	-27,59041389	-48,6054694	1	PEV

Fonte: Elaborada pelos autores.

Antes deste estudo não havia registro da localização geográfica dos PEVs, sendo que os registros existentes são fotos e conhecimento empírico de parte do grupo comunitário. Essa falta de registro gera risco para o desenvolvimento do projeto, visto que os membros que detêm esse conhecimento podem sair da comunidade ou do projeto, sem passar o conhecimento adiante. Dessa maneira, o projeto poderá ser descontinuado. Assim como, sem a visualização geográfica dos PEVs, não é possível notar as distâncias entre os pontos, dessa forma, impedindo a geração de uma rota formal de coleta. Com os parâmetros geográficos definidos para cada rota e considerando o sentido

das ruas, restrições de movimento dos veículos e a capacidade de contentores que cada veículo pode transportar, o planejamento da rota foi realizado, como ilustra a Figura 5.



com 65 – 70% de umidade, são aproximadamente 2,5 litros. Com esses dados pode-se identificar que cada contentor possui, aproximadamente, 29 litros de resíduos por dia de coleta. Portanto, pode-se reduzir os contentores de 50 litros por contentores de 30 litros. A comparação entre os volumes de contentores está definida na **Tabela 4**.

Tabela 4.
Comparação entre volume de contentores.

Veículos Coletores	Contentores de 50 L		Contentores de 30 L	
	Quantidade transportadas	Viagens necessárias	Quantidade transportadas	Viagens necessárias
S10	20	3	33	2
HR	45	1	75	1
Kombi	25	2	41	2

Fonte: Elaborada pelos autores.

Como é possível identificar, o veículo S10, com o contentor de 30 L, diminui uma viagem. Assim, com o contentor de 30 L, o S10 diminui a distância percorrida. No caso dos outros dois veículos coletores, não há diferença no número de viagens. No entanto, a capacidade de transporte de contentores aumenta. Conseqüentemente, pode-se criar mais PEVs ou aumentar o número de contentores por PEV. Dessa maneira, há a possibilidade de atender mais famílias pelo projeto.

Como forma de verificação e análise dos procedimentos realizados, fez-se a comparação entre a rota realizada por método empírico e o método computacional. A rota base, realizada pela Kombi, e a rota proposta foram sobrepostas para identificação dos diferentes trajetos (Figura 6).



Figura 6. Sobreposição das rotas.

Fonte: Elaborada pelos autores.

O planejamento da rota gerou uma otimização. A rota proposta reduziu as distâncias percorridas em 12,76%, conforme Tabela 5.

Tabela 5.**Análise entre a rota empírica e a rota simulada.**

	Rota base (km)	Rota proposta (km)	Redução da distância (km)	Porcentagem de redução
Sistema de coleta de resíduos orgânicos	5,594	4,880	0,714	12,76%

Fonte: Elaborada pelos autores.

A redução significa a diferença entre a distância obtida pelo método empírico e o método computacional. Esse resultado foi gerado apenas pela roteirização da coleta, sugerindo que economias nos custos de coleta são possíveis com esses procedimentos metodológicos. A redução acontece devido ao *software* buscar um menor trajeto entre os PEVs. Portanto, diminuíram os percursos vazios. Essa análise, também, demonstra que a atual movimentação do veículo é ineficiente, comparada com a rota proposta, o que resulta em uma rota maior para execução da coleta.

O ponto de partida do projeto foi reduzir os vetores da leptospirose. Entretanto, alcançou-se mais: (1) desenvolveu a compostagem como um negócio; (2) gerou pequena renda; (3) mudou a perspectiva da situação social dos envolvidos no projeto; (4) desenvolveu a agricultura urbana no bairro; além da (5) redução do volume de resíduos orgânicos encaminhado para aterro sanitário e outros locais irregulares. Os pontos citados podem ser relacionados com o trabalho de Oberlin e Szántó (2011), onde a coleta dos resíduos orgânicos e a compostagem trouxeram renda para a comunidade, além de reduzir a quantidade de resíduos encaminhados para aterro sanitário. Da mesma forma, houve uma valorização do resíduo, deixando de ser rejeito e se tornando insumo para a compostagem. No entanto, enquanto a comunidade discutida por Oberlin e Szántó (2011) não apoiou a iniciativa e fez com que o projeto fosse suspenso, houve o engajamento da população do bairro Monte Cristo para a continuidade e crescimento do projeto. Pois existiu uma mudança na qualidade de vida da população do bairro.

Ressalta-se que tanto o Brasil como o município de Florianópolis não possuem uma política de separação e coleta de resíduos orgânicos. Segundo Gellynck *et al.* (2011), a municipalidade que separa os resíduos orgânicos tem uma maior probabilidade (37% maior) em reduzir a geração de resíduos do que as que não coletam separadamente. Dessa forma, há redução do peso de resíduos enviados a aterros sanitários e, conseqüentemente, redução do valor gasto no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos pelo município.

Por isso, identificam-se vantagens na atividade exercida pelo “Revolução dos Baldinhos”. A responsabilidade sobre a coleta de resíduos foi dividida com o projeto e houve uma redução no peso dos resíduos enviado para o aterro sanitário. Isso posto, o município poderia incentivar o projeto, por meio de equipamentos, manutenção no veículo coletor (Oberlin e Szántó, 2011). No caso, a principal forma de incentivo e ajuda ao projeto, em relação a municipalidade, é o desenvolvimento de lei de segregação dos resíduos orgânicos descentralizada com aplicação nos bairros do município. Aplicando, primeiramente, nos bairros que estão na mesma situação de vulnerabilidade social.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho descreveu procedimentos metodológicos específicos para um problema de coleta de resíduos orgânicos proveniente de um contexto real, garantindo que o sistema de coleta seja realizado de forma simples e precisa pelo grupo comunitário. A abordagem foi motivada por aspectos particulares que dificultam o problema, como a baixa infraestrutura tecnológica e a falta de conhecimento técnico dos envolvidos no projeto. Um sistema de coleta de resíduos orgânicos estruturado, com análise de distância percorrida e capacidade de carga contribui para a eficiência do gerenciamento dos recursos do projeto. A proposta do sistema de coleta, apresentada neste trabalho, aprimora o gerenciamento, por meio da redução das distâncias percorridas, e isso pode contribuir na redução os custos financeiros da “Revolução dos Baldinhos”.

Espera-se que os resultados tragam para o projeto “Revolução dos Baldinhos” um benefício maior que o sistema de coleta de resíduos orgânicos, também se espera que o projeto possa ser replicado em outros locais para aprimorar a eficiência do processo, já que aumentou a qualidade de informação sobre os PEVs e as rotas. Rotas documentadas facilitarão a coleta e adesão de mais famílias e, conseqüentemente, mais PEVs.

A vantagem dos procedimentos metodológicos e dos materiais utilizados é a sua capacidade de recalculas as rotas de modo rápido e fácil, caso haja alguma alteração no sistema de coleta. O grupo comunitário, agora, possui uma ferramenta de suporte para estudar modificações no sistema de coleta e replanejar rotas no caso de adicionar ou relocar PEVs.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

Angeoletto, F.; Maestri, C.; Rover, O. J.; Abreu, M. J. (2016). O passo-a-passo de uma revolução - compostagem e agricultura urbana na gestão comunitária de resíduos orgânicos; Florianópolis: CEPAGRO.

Banco Multidimensional de Estatísticas: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. (2008). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.bme.ibge.gov.br/app/index.jsp>. Acesso em: 03 jun. 2016.

Brasileiro, L. A.; Lacerda, M. G. (2008). Análise do uso de SIG no roteamento dos veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares. Engenharia Sanitária e Ambiental. 13(4). 356-360.

Bräysy, O.; Dullaert, W.; Nakari, P. (2009). The potential of optimization in communal routing problems: case studies from Finland. Journal of transport geography. 17(6). 484-490.

Censo Demográfico. (2010). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>. Acesso em: 29 mai. 2016.

Cullen, M. (1997). Potential organic waste collection from commercial sources in Lismore: A case study. Australian Journal of Environmental Management. 4(4). 239-250.

Das, S.; Bhattacharyya, B. K. (2015). Optimization of municipal solid waste collection and transportation routes. Waste Management. 43. 9-18.

Florianópolis (2012). Lei complementar nº 432, 07 de maio de 2012. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/f/florianopolis/lei-complementar/2012/43/432/lei-complementar-n-432-2012-dispoe-sobre-sistemas-mecanismos-e-incentivos-a-atividade-tecnologica-e-inovativa-visando-o-desenvolvimento-sustentavel-do-municipio-de-florianopolis>. Acesso em: 01 agosto 2016.

Florianópolis. (2015). Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano. Geoprocessamento Corporativo. Florianópolis. Disponível em: <http://geo.pmf.sc.gov.br/>. Acesso em: 26 junho 2016.

Gellynck, X.; Jacobsen, R.; Verhelst, P. (2011). Identifying the key factors in increasing recycling and reducing residual household waste: A case study of the Flemish region of Belgium. Journal of Environmental Management. 92(10). 2683-2690.

- Ghose, M. K.; Dikshit, A. K.; Sharma, S. K. (2006). A GIS based transportation model for solid waste disposal – A case study on Asansol municipality. *Waste Management*. 26(11). 1287-1293.
- Gredmaier, L.; Riley, K.; Vaz, F.; Heaven, S. (2013). Seasonal yield and fuel consumed for domestic, organic collections in currently operational door-to-door and bring-type collection systems. *Waste and Biomass Valorization*. 4(3). 683-693.
- Hiramatsu, A.; Hara, Y.; Sekiyama, M.; Honda, R.; Chiemchaisri, C. (2009). Municipal solid waste flow and waste generation characteristics in an urban-rural fringe area in Thailand. *Waste Management & Research*. 27(10). 951–960.
- Khan, D.; Samadder, S.R. (2016). Allocation of solid waste collection bins and route optimisation using geographical information system: A case study of Dhanbad City, India. *Waste Management & Research*. 0734242X16649679.
- Khan, D.; Samadder, S.R. (2014). Municipal solid waste management using Geographical Information System aided methods: A mini review. *Waste Management & Research*. 32(11). 1049-1062.
- Kim, B.; Kim, S.; Sahoo, S. (2006). Waste collection vehicle routing problem with time windows. *Computers & Operations Research*. 33(12). 3624-3642.
- Oberlin, A. S.; Szántó, G. L. (2011). Community level composting in a developing country: case study of KIWODET, Tanzania. *Waste Management & Research*. 29(10). 1071-1077.
- Pillac, V.; Guéret, C.; Medaglia, A. L. (2012). An event-driven optimization framework for dynamic vehicle routing. *Decision Support Systems*. 54. 414-423.
- Puyuelo, B.; Colón, J.; Martín, P.; Sánchez, A. (2013). Comparison of compostable bags and aerated bins with conventional storage systems to collect the organic fraction of municipal solid waste from homes. A Catalonia case study. *Waste Management*. 33(6). 1381-1389.
- Qureshi, A. G.; Taniguchi, E.; Yamada, T. (2009). An exact solution approach for vehicle routing and scheduling problems with soft time windows. *Transportation Research Part E*. 45(6). 960-977.
- Ramos, T. R. P.; Gomes, M. I.; Barbosa-Póvoa, A. P. (2013). Planning waste cooking oil collection systems. *Waste Management*. 33(8). 1691-1703.

Sanjeevi, V.; Shahabudeen, P. (2016). Optimal routing for efficient municipal solid waste transportation by using ArcGIS application in Chennai, India. *Waste Management & Research*. 34(1). 11-21.

Stern, J.; Southgate, D.; Strasma, J. (1997). Improving garbage collection in Latin America's slums: some lessons from Machala, Ecuador. *Resources, Conservation and Recycling*. 20(3). 219-224.

Teixeira, J.; Antunes, A. P.; Sousa, J. P. (2004). Recyclable waste collection planning - a case study. *European Journal of Operational Research*. 158(3). 543-554.

Wilson, C. D. H. and Williams, I. D. (2007). Kerbside collection: A case study from the north-west of England. *Resources, Conservation and Recycling*. 52(2). 381-394.

Yoshida, H.; Gable, J. J.; Park, J. K. (2012). Evaluation of organic waste diversion alternatives for greenhouse gas reduction. *Resources, Conservation and Recycling*. 60. 1-9.