



MONITORAMENTO DO SISTEMA DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA CIDADE DO RECIFE.

Eduardo Antonio Maia Lins (*), Roger Ramos Azevedo, Fuad Carlos Zarzar Júnior, Joaquim Teodoro Romão de Oliveira.

* Instituto Federal de Pernambuco – IFPE / Universidade Católica de Pernambuco, eduardomaialins@gmail.com

RESUMO

A quantidade de resíduos sólidos gerada no planeta vem aumentando gradativamente com o aumento populacional e consumo excessivo. Um sistema de coleta de resíduos ineficaz pode trazer danos à saúde pública e ao meio ambiente. Neste trabalho foi desenvolvido e aplicado uma metodologia para auxiliar o sistema de coleta de resíduos na Cidade do Recife, facilitando o gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos. Tal metodologia, baseada em softwares criados pela empresa de limpeza urbana da cidade. Pôde-se constatar alguns problemas no gerenciamento tático e operacional na coleta de resíduos sólidos urbanos na cidade do Recife, tais como: não otimização da frota de veículos existente, produtividades acima das estabelecidas como ótimas na maioria dos setores, densidades abaixo ou acima da média, entre outros. Com isso, verificou-se a necessidade de reestruturação do sistema de coleta para que o gerenciamento se tornasse mais eficaz. Vantagens obtidas com a implantação do sistema gerou uma redução de resíduo despejado irregularmente barateando a operação em 75%, obtendo assim, uma renda para investimento nos equipamentos, ganho de escala e melhorias para a operação.

PALAVRAS-CHAVE: Lixo, Gestão, Custos.

ABSTRACT

The amount of solid waste generated does not increase gradually with the increase in population and excessive consumption. An ineffective waste collection system can harm public health and the environment. In this work, a methodology was developed and used to assist the waste collection system in the City of Recife, facilitating the management of urban solid waste collection. Such methodology, based on software created by the urban cleaning company of the city. It was possible to verify some problems in the tactical and operational management in the collection of solid urban waste in the city of Recife, such as: not optimizing the fleet of existing vehicles, productivity above the preparations as optimal in most sectors, densities below or above average, between others. Thus, there was a need to identify the collection system so that the management would become more effective. Advantages facilities with the implementation of the system generated a reduction of irregularly dumped waste, making an operation 75% cheaper, thus obtaining an income for investment in equipment, gain of scale and improvements for an operation.

KEY WORDS: Waste, Management, Costs.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização por que vem passando o Brasil a partir da década de 1950, com o conseqüente adensamento dos centros urbanos, tem feito com que muitas cidades brasileiras, em especial aquelas que crescem de forma acelerada, sofram graves problemas ambientais, sociais e sanitários (MARTINS, 2012). Os problemas sanitários são provocados principalmente pelo gerenciamento inadequado dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) onde são lançados de forma desordenada nas ruas, praças, córregos e terrenos baldios provocando riscos ao ser humano e ao ambiente (WHO, 2007).

Aspectos econômicos e culturais em conjunto com a questão demográfica acelera a deterioração dos recursos naturais, onde a quantidade de resíduos sólidos produzidos pelas populações relaciona-se não só com o nível de riqueza, mas também com os valores e hábitos de vida, determinantes do grau de disposição para a realização do consumo. Os americanos por exemplo, geram cerca de dois quilogramas de resíduos sólidos urbanos (RSU) por habitante ao dia, e, os japoneses, também de elevado poder aquisitivo, apresentam comportamentos que resultam numa geração significativamente menor, pouco superior a um quilograma (GODECKE *et al.* 2012).

A quantidade de resíduos produzida por uma população é variável e depende de uma série de variáveis como: renda, clima, população flutuante, períodos festivos etc. E para realização de uma coleta eficiente, faz-se necessário compreender que a operação engloba desde a partida do veículo de sua garagem, além da eficiência da coleta durante o percurso para remoção dos resíduos locais até o retorno ao ponto de partida (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002).



Muitas vezes, esses caminhos que deveriam ser realizados pelas frotas podem ser desviados por inúmeros fatores sem o prévio conhecimento de uma empresa. A utilização de sistemas tecnológicos vem sendo uma das grandes soluções para as empresas a fim de controlarem possíveis desvios de caminhos das frotas de caminhões de coleta de resíduos, além da fiscalização para um adequado acondicionamento dos resíduos. Este trabalho buscou trazer soluções para os problemas apresentados e estratégias para melhorar a eficiência dos caminhões de coleta no recolhimento e acondicionamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil.

METODOLOGIA

- Área de Estudo:

Recife é um município brasileiro, capital do estado de Pernambuco, localizado na Região Nordeste do país. Com área territorial de aproximadamente 218,435 km², sendo formado por uma planície aluvial, ilhas, penínsulas e manguezais como suas principais características geográficas (Figura 1). É constituída por 94 bairros, comportando uma população estimada em 1.653.461 habitantes (IBGE, 2020).



Figura 1. Cidade do Recife.

- Origem dos dados:

A geração de resíduos no Recife foi analisada de acordo com os dados de pesagens no aterro sanitário CTR – Candeias, fornecidas pela DLU (Diretoria de Limpeza Urbana), na qual pertence à EMLURB (Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana). Os dados relacionais de pesagens de lixo urbano no aterro foram analisados em variação dos valores totais coletados desde o primeiro semestre de 2016 até o primeiro semestre de 2018, em busca de relacionar as virtudes intrínsecas aos aspectos citados, o estudo foi baseado em parâmetros pré-existentes em livros e artigos sobre a geração de resíduos sólidos urbanos.

O registro de pesagem iniciava-se com a chegada do veículo e/ou equipamento ao aterro, onde o veículo era previamente cadastrado e vinculado ao serviço de coleta/limpeza que realiza. A pesagem foi realizada na entrada e saída do veículo no aterro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à quantidade de lixo gerada, de acordo com dados de Brown (1993), a produção de lixo pode variar de aproximadamente 0,46 a 2,27 kg/hab/dia, dependendo da cidade e do país de referência. Corroborando com o autor, os dados de pesagem obtidos mostram que o Recife possui valores semelhantes a margem estimada.

A Tabela 1 apresenta a variação da produção média de lixo do primeiro semestre de 2016 ao primeiro semestre de 2018 usando como base o crescimento populacional obtido através do IBGE (2020).



Tabela 1 – Geração de Resíduos Sólidos em Recife.

Semestre	kg/hab/dia
2016.1	1,63
2016.2	1,66
2017.1	1,51
2017.2	1,50
2018.1	1,63

Fonte: EMLURB – DLU (2020).

De acordo com Peral (1989), a geração de resíduos, ou seja, a quantidade de resíduos produzidos por uma população, é bastante variável e depende de uma série de fatores, entre eles:

- nível de vida da população: o volume gerado cresce à medida que a renda da população aumenta;
- a época do ano;
- modo de vida da população: é influenciado pela migração diária entre o centro da cidade e da periferia;
- movimento da população durante os períodos de férias, fins de semana e dias festivos;
- os novos métodos de acondicionamento de mercadorias, tais como a utilização de envases e embalagens sem retorno.

- O Sistema de Coleta:

De acordo com a Tabela 2, observa-se que foi possível selecionar os tipos de coleta de maior volume de resíduo. Esta análise demonstrou, de maneira resumida, que a coleta de lixo ainda se dá em grande parte na Coleta Domiciliar, ou seja, um método de coleta em que o cidadão dispõe o resíduo em frente a sua residência costumeiramente em sacolas plásticas que buscam a facilitar a operação. Porém, somente este procedimento não é o suficiente para o funcionamento perfeito da operação, o ideal é que o resíduo esteja disposto fora do alcance de animais, em lixeira tampada, com proteção suficiente para evitar acidentes ao trabalhador e ainda ser disponibilizado somente quando estiver próximo o horário de coleta da região. Contudo, é perceptível que a sociedade por muitas vezes não recebe as instruções devidas, dificultando para que a operação seja otimizada. Ressalta-se ainda que se trata de um serviço de coleta mais utilizado no Brasil, sendo considerado um dos mais caros.

Tabela 2 - Volume por tipo de coleta.

Tipo de Coleta	2016	2017	2018
DOMICILIAR	60,12%	64,61%	77,91%
ROTEIRIZADA	8,97%	9,04%	10,56%
SELETIVA DIVERSOS	0,26%	0,27%	0,35%
OUTROS	30,66%	26,08%	11,19%
Total Coletado(t)	482	448	486

Fonte: EMLURB (2020).

Os dados apresentados na Tabela 2 demonstram um aumento significativo na coleta domiciliar. Tal crescimento se dá através da logística implantada que buscou atender as residências de difícil acesso com estratégias de tombamento. Assim conhecido devido as “puxadas” que ocorrem através de uma coleta manual com os trabalhadores como pedestres para acessarem a locais de acesso limitado, como becos e escadarias e através de uma coleta motorizada por veículos de menor porte comparados ao caminhão de coleta tradicional de 15 ou 18m³. Esses outros veículos são caminhões menores e motocicletas que acessam ruas estreitas e íngremes onde o caminhão não conseguiria acessar. Depois de realizada a coleta, o lixo é levado aos corredores principais e deixados em locais planejados, chamados de pontos de confinamento que são locais onde o resíduo permanece por no máximo 1 hora até que o caminhão de coleta tradicional chegue ao local e faça o recolhimento.

Toda essa operação é cronometrada e acompanhada por rastreamento em tempo real, onde uma central de monitoramento fica realizando o auxílio para que os prazos sejam cumpridos e que todos os locais de coleta sejam atendidos. A todo instante a central recebe informações de rastreamento, trânsito, desvios indevidos e qualquer outro feito que possa colocar em risco o cumprimento da operação no horário devido.



A coleta de resíduos no dia a dia passa a se tornar uma rotina, e com isto, passou-se a perceber que os veículos seguiam o mesmo itinerário de tempos em tempos até que se fechasse o ciclo de coleta e assim retornar a mesma rota do primeiro dia. A fiscalização da EMLURB passou a observar a necessidade de reduzir o tamanho do ciclo para que o mesmo local fosse limpo com um menor intervalo de tempo, e assim foi feito até que se percebesse a limpeza do local. Da mesma forma acontece quando se deseja reduzir os custos, onde a logística passa a aumentar o intervalo do ciclo e assim corre o risco de fazer com que o local fique a mercê da coleta com o material a espera. No que se refere à frequência da coleta dos resíduos, Monteiro (2001) ressalta que a frequência mínima de coleta admissível em um país de clima quente como o Brasil é de três vezes por semana. Para Guerra (2011), uma maneira de avaliar a qualidade e eficiência do manejo dos RSU é a análise dos dados da frequência da coleta domiciliar e do tratamento dado aos resíduos no município.

A central de monitoramento por sua vez, passa a estudar esses casos, com o auxílio das leituras de pesagens e registros fotográficos realizados em campo antes e depois da execução da coleta, e assim definir os intervalos do ciclo, também chamados de frequência de coleta. Com isto, pôde-se criar roteiros de coleta por dia da semana, aumentando a frequência em locais mais necessitados e reduzindo em locais menos necessitados. Com esta economia financeira e de tempo, alguns veículos passaram a atender mais de um local ou serviço com uma logística estratégica. Canassa (1992) conseguiu reduzir um percurso de 54.182 metros para 47.131 metros (13%) em Florianópolis (Santa Catarina - Brasil). Eisenstein e Iyer (1997) definiram conjuntos de rotas diferentes das que estavam sendo utilizadas para a coleta em Chicago (Illinois - Estados Unidos), conseguindo diminuir entre 12 e 16% a capacidade dos caminhões utilizados, o que significa uma redução potencial de US\$ 9 milhões nos custos envolvidos.

A coleta roteirizada teve um aumento em escala um tanto inferior se comparado ao crescimento da coleta domiciliar. Este tipo de coleta traz consigo um grande problema ambiental, econômico e social, pois os locais de armazenamento do lixo costumeiramente são calçadas, terrenos baldios, praças e vias públicas. O seu material pode ser tão variável quanto o lixo domiciliar, e ainda pode conter lixo domiciliar. Os materiais encontrados depositados irregularmente costumam possuir um grande volume e difícil acesso. Contudo, ainda assim, pode ser classificado como roteirizado pois o local passa a apresentar uma constante quantidade de resíduos para coletar.

- Estratégias de monitoramento:

Diante de tamanha demanda e responsabilidade para com a sociedade, a estratégia adotada para o gerenciamento se deu por um planejamento rotineiro e cíclico semanalmente. A tecnologia implantada como o principal auxílio no monitoramento das coletas foi o rastreamento dos veículos e equipamentos, conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2. Sistema de rastreamento para coleta de resíduos no Recife. Fonte: Os Autores (2021).

Com esta ferramenta alinhada ao monitoramento, foi inserida em uma plataforma online para acompanhamento e extração de relatórios, com índices de rastreamento verificado junto ao planejamento previamente cadastrado, assim como a exibição de todos os veículos e/ou equipamentos em tempo real (Figura 3), sendo possível também a classificação dos equipamentos, emissão de alertas, respostas rápidas e outras funções de grande impacto para que a operação mitigasse suas falhas, obtendo ganho de velocidade nas soluções e correções.

O número de veículos e equipamentos em atividade em um mesmo momento, tanto em horários comerciais, quanto nos demais horários ocorre em grande escala, passando a exigir uma equipe que contenha muitos funcionários, o que pode ser inviável financeiramente para a operação. Desta forma, foram analisadas metodologias de filtros e amostragem que conseguissem indicar onde estavam ocorrendo a maioria dos problemas, além dos casos mais graves.

A metodologia se deu através de automação de processos de checagens, criação de indicadores de desempenho, avisos que auxiliassem na identificação de possíveis riscos para a operação, ocasionando, assim, uma melhoria no tempo de resposta aos imprevistos, possibilitando tomadas de decisão para correção ou alterações em busca de ajustes adequados para a rota.

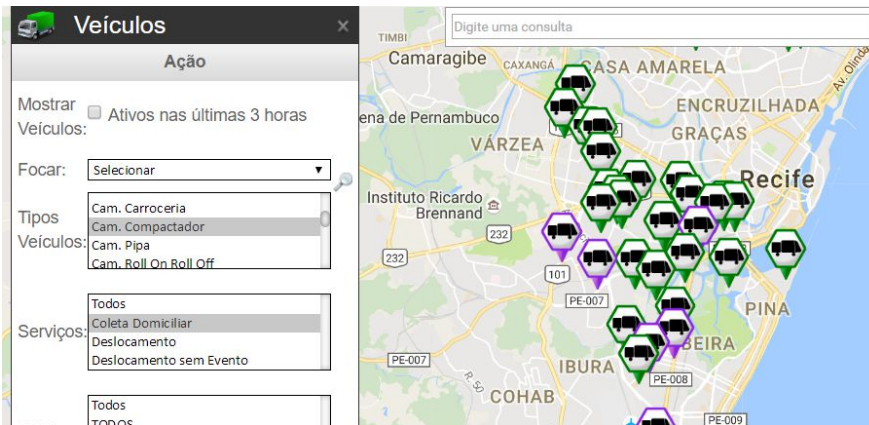


Figura 3. Rastreamento de coleta em tempo real. Fonte: EMLURB (2020).

Assim como o monitoramento por veículos se dá por meios de coordenadas cadastradas como pontos de coleta, outros pontos de coleta são inseridos diariamente por fiscais municipais, que procuram despejos irregulares de resíduos. Esses locais são cadastrados através de um aplicativo mobile, onde é lançado diretamente em uma plataforma online solicitando a coleta e limpeza do local, conforme observado na Figura 4.



Figura 4. Registro de ponto de coleta. Fonte: EMLURB (2020).

Já o serviço de coleta seletiva realizado no Recife é dividido em dois métodos que buscam atender e dar a oportunidade a todos os munícipes de poder selecionar o seu lixo e assim contribuir com o meio ambiente. É importante lembrar que para aderir a este serviço público o cidadão não terá custo e receberá instruções para o despejo do lixo selecionado. Os munícipes recebem sacolas plásticas de cores distintas para a seleção do resíduo de forma periódica e de acordo a disponibilidade do morador junto as condições oferecidas pelo poder público. Com isso, é possível realizar um planejamento na coleta. De um modo geral, os métodos de coleta seletiva acontecem da seguinte forma:

- Por meio dos Pontos de Entrega Voluntária (PEV's), que é uma caixa de coleta estacionária localizada espaçadamente por toda a cidade, de forma a se adequar as demandas oferecidas por cada região, ficando disponível por 24h para o despejo do material. Em frequências pré determinadas, a EMLURB realiza a retirada das PEV's com os resíduos, substituindo-os por uma caixa higienizada, transportando os resíduos aos centros de triagem. Depois, a empresa realiza uma higienização do coletor e o deixa preparado para uma próxima substituição.

- A coleta na porta do cidadão, com data e horário marcado por caminhões adequados a este serviço, é acionado quando não se tem uma PEV, ou quando há muitos colaboradores nas proximidades. Trata-se de uma coleta mais rápida e de um custo maior, visto que todo o procedimento se repete ao caminhão quando alcança o seu limite ou encerra o dia de atividade. Para se cadastrar e participar de tal serviço, o morador deve procurar a EMLURB e se informar dos dias e horários de coleta no seu endereço, ou ligar na central de atendimento discando 156. Com isso, o morador receberá as



instruções para dispor o material e as sacolas coloridas para a separação do resíduo. É importante dizer que a cidade possui um número limitado de participantes devido a pequena disponibilidade de veículos para tal operação, mas em contrapartida, este número de participantes tem aumentado, assim como também o volume das pesagens deste serviço. O crescimento é simbólico, mas ainda não possui a velocidade desejada pelos gestores e líderes municipais. De acordo com a EMLURB, houve um aumento do cadastramento em 0,01% entre os anos de 2016 e 2017 e 0,08% entre 2017 e 2018. Estes valores ainda são irrisórios quando comparados ao valor mais recente de resíduo gerado no município, onde em 2018, na melhor marca, a coleta seletiva atingiu 0,35% do volume total de resíduos gerados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- De acordo com as análises relativas a 2016, 2017 e 2018, os valores condizem a uma ordem de grandeza proporcional entre alguns serviços principais. Na maioria das vezes, os resíduos são colocados no “lixo comum” e não são quantificáveis, o que demonstra como a questão é tratada de forma secundária, situação que merece ser mudada, pois observados individualmente nos pontos de geração os volumes podem não ser significativos para viabilizar um sistema, o que não ocorre ao observar o quadro como um todo.

- Estas iniciativas individuais acabam por trazer um tratamento não uniforme a destinação, os mesmos resíduos que em alguns pontos são descartados, são reciclados em outros. Esse fato mostra não só o desperdício de recursos como também que, assim como se procura dar destinação correta em alguns pontos, em outros a questão é desconsiderada.

- No aspecto econômico, o serviço de Coleta Roteirizada possui um custo operacional de uma grandeza proporcional aproximada de 1/4 do custo em que a Coleta Domiciliar teria para realizar a coleta de um volume parecido em tempo de operação igualitário. E consequentemente a Coleta Seletiva foi avaliada perante os mesmos critérios e obteve uma proporção de 1/3 para a coleta porta a porta e de 1/6 para a coleta realizada em PEV. Esses valores afirmam que as vantagens na redução de resíduo despejado irregularmente barateiam a operação em 75% pelo simples fato de deixar o lixo no lugar correto e na hora correta, e ainda que este valor pode ainda ser reduzido a 12,5% se o resíduo for separado seletivamente e levado a um ponto de entrega voluntária, obtendo assim, uma possível renda para investimento nos equipamentos, ganho de escala e melhorias para a operação.

- De um modo geral, a tecnologia de software permitiu registrar informações pertinentes à gestão de resíduos, identificando os envolvidos e otimizando processos como a solicitação de coleta, elaboração de rotas, emissão de documentos, elaboração de relatórios etc.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BROWN, D. T. **The legacy of the landfill: perspectives on the solid waste crisis**. St. Catharines: Brock University. Institute of Urban and Environmental Studies, 1993. <http://www.brocku.ca/epi/legacy.txt> (08 ago. 2020)
2. CANASSA, E. M. **Planejamento de roteiros dos veículos coletores de resíduos sólidos urbanos**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1992, 134p.
3. CUNHA, V.; CAIXETA FILHO, J. V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: Estruturação e aplicação de Modelo não-linear de Programação por metas. **Gestão & Produção**, v. 9, n. 2, 2002. p. 143-161.
4. EISENSTEIN, D. D.; IYER, A. V. Garbage collection in Chicago: a dynamic scheduling model. **Management Science**, v.43, n.7, p.922-933, July 1997.
5. GODECKE et al. (2012), O Consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil, **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, nº 8, p. 1700-1712, e-ISSN: 2236-1170.
6. GUERRA, A.E. (2011) Qualidade e Eficiência dos Serviços de Saneamento. In: **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Atlas de Saneamento 2011. Brasília: MCidades. p. 28-46. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm>. Acesso em: 12 nov. 2020.
7. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020. **Resultado dos Dados Preliminares do Censo – 2020**. Disponível: <https://ibge.gov.br/>. Acesso em: 12 nov. 2020.
- MARTINS, K. **Expansão Urbana desordenada e o aumento dos riscos ambientais à saúde humana: o caso brasileiro**. Monografia, Universidade de Brasília, Planaltina, DF, 2012, 65 f.
8. MONTEIRO, J.H.P. (Org.). (2001) **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM. 204p.



9. World Health Organization (WHO). **Population health and waste management: scientific data and policy options.** Report of a WHO workshop Rome, Italy, 29-30 March 2007. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2007.