

## LEAN SERVICE E REDUÇÃO DE CUSTOS NO PROCESSO DE COLETA DE RESÍDUOS DOMICILIARES

LEAN SERVICE AND COSTS REDUCTION IN THE PROCESS OF COLLECTION OF DOMICILIAL WASTE

*Adriana Gonçalves de Resende Freitas*

UFMG, FACE, CEPCON | Gerência de Custos (GCUST), Prefeitura de Belo Horizonte  
Gerente de Custos  
Belo Horizonte, MG, Brasil  
Email: [adrianagrfeitas@gmail.com](mailto:adrianagrfeitas@gmail.com)

*Ricardo Marques Braga*

UFMG, FACE, CEPEAD | Centro Universitário - UNA  
Professor  
Belo Horizonte, MG, Brasil  
Email: [rimbraga@gmail.com](mailto:rimbra@gmail.com)

*Noel Torres Junior*

UFMG, FACE, CEPEAD  
Professor  
Belo Horizonte, MG, Brasil  
Email: [noel@face.ufmg.br](mailto:noel@face.ufmg.br)

*Poueri do Carmo Mário*

UFMG, FACE, CEPCON | Centro Universitário - UNA  
Professor  
Belo Horizonte, MG, Brasil  
Email: [poueri@gmail.com](mailto:poueri@gmail.com)

### RESUMO

A busca sistemática de esforços para melhorar as operações das organizações tem despertado o crescente interesse sobre o "Lean", além dos contextos da manufatura. Neste artigo, objetiva-se analisar o processo de coleta de resíduos domiciliares do município de Belo Horizonte, realizado pela Superintendência de Limpeza Urbana de modo a identificar as perdas existentes que impactam nos custos desta atividade. Analisaram-se as diretrizes do Plano Municipal de Gestão integrada de Resíduos Sólidos e o processo atual de coleta de resíduo domiciliar. Isso possibilitou a identificação das perdas sob a ótica Lean e a mensuração dos custos envolvidos com esta operação. A análise também permitiu o levantamento dos ganhos e os desafios gerenciais advindos da adoção do sistema de coleta "ponto a ponto" como uma alternativa para a realização deste serviço. Realça-se a importância do uso da abordagem "Lean" na análise e na busca de alternativas para a melhoria da qualidade e da produtividade na gestão de operações dos serviços.

**Palavras-chave:** Lean Service. Estratégia. Redução de Perdas. Coleta ponto a ponto. Mapeamento do Fluxo de Valor.

Data de submissão: 21 de dezembro de 2018.

### ABSTRACT

The systematic pursuit of efforts to improve the operations of organizations has raised the growing interest in Lean beyond the contexts of manufacturing. This paper aims to analyze the household waste collection process of the city of Belo Horizonte conducted by the Superintendence of Urban Cleaning in order to identify the existing losses that impact the costs of this activity. The guidelines of the Municipal Solid Waste Management Plan and the current household waste collection process were analyzed. This made it possible to identify Lean losses and to measure the costs involved in this operation. The analysis also allowed the survey of the gains and management challenges arising from the adoption of the point-to-point collection system as an alternative for the realization of this service. It is important to use the Lean approach in the analysis and in the search for alternatives to improve the quality and productivity in the management of service operations.

**Keywords:** Lean Service. Strategy. Loss Reduction. Point to point collection. Value Flow Mapping.

Data de aprovação: 16 de outubro de 2019.

## INTRODUÇÃO

Fruto de uma crescente pressão dos clientes para a promoção do melhoramento da qualidade dos produtos, essas duas últimas décadas presenciaram um claro crescimento e difusão de abordagens gerenciais que visam o melhoramento dos processos produtivos. Nesse contexto, muitas empresas implementaram o sistema de produção *Lean* (SHOKRI, 2017). Inicialmente, esta filosofia de produção foi amplamente utilizada no setor de manufatura (LEWIS, 2000). Entretanto, várias iniciativas bem-sucedidas de implementação desta filosofia ocorrem no setor de serviços (LEITE; VIEIRA, 2015). Apesar da ampla difusão desta filosofia em diversas áreas do setor de serviços, ainda existem poucos trabalhos que abordam este tema no contexto de serviços públicos. Dessa forma, nota-se a necessidade de trabalhos que explorem tal assunto.

Diante o exposto, pode-se afirmar que o uso de novas abordagens gerenciais que visem à redução dos custos e à melhoria da qualidade dos serviços devem ser mais compreendidas e difundidas. Inserido neste contexto, o trabalho busca elucidar o uso da abordagem *Lean Service* para a análise e busca de alternativas para redução dos custos e das perdas em processos de serviços. De modo mais específico, esta abordagem servirá de base para análise do processo de coleta de resíduos domiciliares em Belo Horizonte.

Pujol e Barraza (2010) destacaram, em pesquisa realizada em algumas organizações públicas do México, que questões relativas à qualidade dos serviços, melhoria contínua dos processos internos e externos tendo o foco no cliente como premissa para a condução das atividades de melhoramento tornaram-se essenciais na gestão diária destas organizações. Nessa direção, a abordagem *Lean* auxiliou a gestão dessas organizações a melhorarem o desempenho de suas atividades, reduzindo os tempos de ciclo e melhorando a utilização dos recursos existentes nos processos.

Nesse sentido, pode-se inferir que um melhor entendimento da abordagem *Lean* de gestão no contexto de serviços ainda é um grande desafio a ser explorado pelas empresas de serviços públicas e privadas brasileiras.

## DESIGN DE PESQUISA APLICADO NO CONTEXTO INVESTIGADO

Tendo em vista que este trabalho se concentra em um objetivo que envolve compreender como um determinado fenômeno contemporâneo ocorre em uma dada organização (uso da Abordagem *Lean* para análise dos custos e das perdas envolvidos no processo de coleta de resíduos), aplicou-se o método estudo de caso como estratégia metodológica mais adequada. Deve-se ressaltar que este método está atrelado à necessidade de observar a teoria em uma situação real (YIN, 2018).

O estudo de caso é próprio para a construção de uma investigação empírica que pesquisa fenômenos dentro de seu contexto real, com pouco controle do pesquisador sobre eventos e manifestações do fenômeno. Sustentado por uma plataforma teórica, reúne o maior número possível de informações, em função das questões e proposições orientadoras do estudo, por meio de diferentes técnicas de levantamento de dados e evidências. Busca-se, criativamente, apreender a totalidade de uma situação e descrever, discutir e analisar a complexidade de um caso concreto, construindo uma teoria que possa explicá-lo e prevê-lo (MARTINS, 2006).

Este trabalho foi conduzido junto à Superintendência de Limpeza Urbana (SLU) da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH) com o objetivo de analisar o processo de coleta de resíduos domiciliares. Os critérios de seleção basearam-se na facilidade de acesso dos pesquisadores aos dados, na importância desta unidade nos serviços de coleta

de resíduos domiciliares no Estado de Minas Gerais e na representatividade do seu orçamento para a PBH. Entrevistas semiestruturadas foram realizadas junto a alguns gestores e técnicos envolvidos com o processo de planejamento, orçamento, contabilidade, estatística, custos e operacional da SLU.

Como recomendado pelos autores Gibbert, Ruigrok e Wicki (2008) e Stuart *et al.*(2002), métodos complementares de coleta de dados foram utilizados para triangular os resultados obtidos com as entrevistas, possibilitando reforçar a validade de constructo do estudo. Estes métodos incluem a análise de documentos internos fornecidos pela SLU e documentos externos da organização obtidos no Portal da PBH, além de observação direta do processo. Esta última possibilitou verificar e esclarecer os dados coletados durante as entrevistas. A análise do processo foi feita utilizando-se ferramentas para o mapeamento do fluxo de valor: Gráfico Geral das Atividades e VSM (*Value Stream Mapping*).

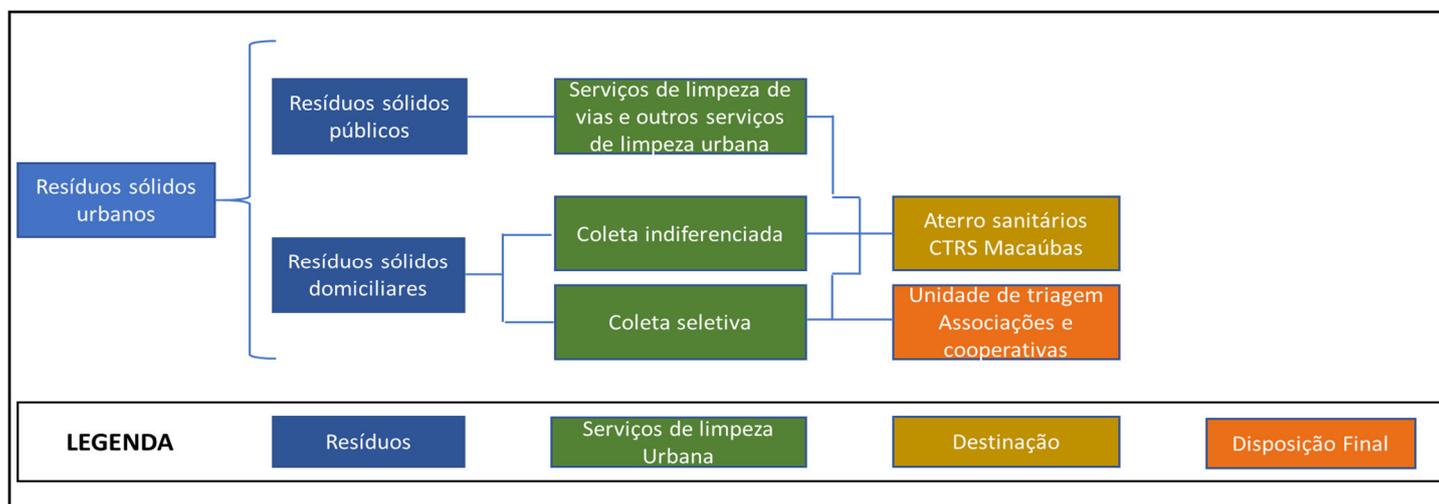
**RESULTADOS OBTIDOS**

**O processo de coleta domiciliar em áreas urbanizadas de Belo Horizonte**

Para melhor identificar as perdas *Lean* de um processo, é preciso primeiramente compreender o seu fluxo e as principais atividades que o compõe, analisando suas etapas. Dessa maneira, é necessário atentar-se ao entendimento do processo da coleta de resíduos domiciliares nas áreas urbanas da cidade de Belo Horizonte.

De acordo com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte de 2017 (PMGIRS-BH-2017), existe uma divisão entre os tipos de resíduos sólidos urbanos em resíduos sólidos públicos e em resíduos sólidos domiciliares (Figura 1). Na categoria dos resíduos sólidos domiciliares, ainda se faz a distinção em coleta indiferenciada e seletiva.

A coleta indiferenciada, que é o objeto de estudo deste artigo, tem como destino os aterros sanitários, enquanto a coleta seletiva domiciliar é direcionada a várias unidades de triagem e separação, como associações e cooperativas.



**Figura 1** – Sistema de manejo diferenciado de resíduos sólidos urbanos

Fonte: Adaptado Plano Municipal de Gestão integrada de Resíduos Sólidos da Prefeitura de Belo Horizonte, 2017, p 86.

A coleta de resíduos domiciliares em Belo Horizonte, conforme dados disponibilizados pelo PMGIRS-BH-2017, ocorre de maneira descentralizada, coordenada por nove gerências regionais sob a gerência da SLU. Ocorre, primordialmente, no período diurno e, em 2013, segundo dados da SLU, coletou-se 672.842,91 toneladas de resíduos, o que corresponde a uma geração per capita de 0,744 kg (habitante/dia). Nesse mesmo ano, 96% da população foi atendida mediante o modelo “porta a porta”, porcentagem semelhante nos anos de 2016, 2017 e até outubro de 2018 (SC-EST – Seção de Estatística da SLU).

## As perdas *Lean* no processo de coleta de resíduos domiciliares em áreas urbanizadas de Belo Horizonte

Ao se tratar da média da produtividade dos empregados, o PMGIRS-BH-2017, informa uma faixa de coleta de 2.400 kg de resíduos por dia. Essa relação é dada utilizando-se medições da programação de coleta domiciliar efetuada por caminhão compactador durante uma jornada de trabalho diária. Dessa forma, consideram-se no cálculo algumas variáveis: capacidade do veículo coletor (massa e volume), número de viagens/dia, arranjo de guarnição (motorista e coletores) e distâncias percorridas. Mapear o processo e quantificar estas variáveis são os pontos primordiais para se identificar as perdas e possibilitar a realização das análises.

Sem ter um controle e gestão da demanda pelos serviços, torna-se difícil prever os recursos necessários para a sua realização. O excesso de recursos e a ociosidade da mão de obra na coleta de resíduos são perdas evidentes nos processos de serviços. Esta ideia é reforçada por Lovelock, Wirtz e Hemzo (2012) que apontam os conceitos de capacidades máxima e ótima de um serviço, ou seja, o que um sistema é capaz de entregar e o que um serviço consegue atingir sem comprometer a qualidade do serviço prestado.

Os processos de coleta domiciliar de resíduos relatados no PMGIRS-BH possuem alguns problemas que ocasionam perdas e desperdícios e que, portanto, precisam ser resolvidos. Alguns deles que podem ser observados são resíduos que são acondicionados e dispostos de maneira inadequada quanto à locais e aos horários, escassez de infraestrutura e de recursos humanos para acompanhamento e execução dos serviços realizados, serviço de coletas com baixo índice de automação entre outros. Assim, o que se nota é que, talvez, o grande desafio do processo de coleta de resíduos domiciliares é o aperfeiçoamento da prestação de serviço, pois com um nível de automação elevado tais problemas poderiam ser minimizados.

Segundo o PMGIRS-BH, em benchmarking realizado em algumas cidades brasileiras, a coleta automatizada é uma grande solução que pode auxiliar a otimização do processo e na redução das perdas das coletas de resíduos domiciliares. Assim, um exemplo que pode ser utilizado em outras regiões é o de Caxias do Sul-RS, em que a coleta automatizada é feita no modelo “ponto a ponto” e não “porta a porta”, sendo esta última a mais comum atualmente. O processo se dá a partir de um caminhão que contém braços mecânicos e, com este equipamento, consegue elevar o contentor até o compartimento de carga, local este em que os resíduos são despejados. A partir de tal processo, podem-se notar dois ganhos importantes, isto é, a diminuição do excesso de mão de obra bem como a exclusão do contato entre o funcionário e o resíduo, diminuindo, assim, riscos de acidentes e condições de trabalho que apresentem riscos à saúde do trabalhador.

Na visão *Lean*, essa otimização pode representar um sacrifício para o cliente, pois existiria um deslocamento dele da porta da sua residência até onde depositaria seu resíduo em um contentor único, ou seja, um ponto coletor. Apesar de toda essa mudança, o PMGIRS-BH aponta que, após a implantação do sistema “ponto a ponto”, haveria uma diminuição de gastos aos cofres públicos e uma possível redução no custo social.

Ao analisar o processo de coleta de resíduos domiciliares, é possível confirmar as afirmações de Gavilán e Gallego (2016) que, com a aplicação do *Lean* nos serviços, é factível produzir melhores processos, organização, segurança, eficiência e, conseqüentemente, qualidade, produtividade e a competitividade da organização. Melhorias que podem ser traduzidas na resposta adequada à necessidade de cada processo, eliminando o desperdício e as perdas.

**O mapeamento do fluxo de valor do processo de coleta de resíduo domiciliar em áreas urbanizadas de Belo Horizonte**

Ao realizar o mapeamento do fluxo de valor do processo de coleta de resíduo domiciliar de Belo Horizonte, primeiramente, delimitou-se o início e fim do processo a ser analisado. Dessa forma, ficou estabelecido o início do processo quando o caminhão estaciona na porta do domicílio que se dará a primeira coleta até o início da coleta do próximo domicílio, contemplando assim o ciclo de uma coleta.

Por existirem rotas e distâncias diferenciadas entre a empresa coletora até os bairros e, também, diferentes distâncias dos bairros até os aterros, estas variações poderiam influenciar nos cálculos de tempo ciclo da operação. Para proceder à análise do ciclo operacional de coleta, optou-se por utilizar como amostra a rota da região do Barreiro, por ser uma das mais distantes do aterro.

Conhecendo-se o tempo do ciclo de uma coleta “porta a porta” e os recursos necessários para esta coleta, é possível compreender a % de Valor agregado (VA) e de Valor não agregado (NVA) de um dia de trabalho, dada a quantidade de coletas a serem realizadas em uma rota. Conforme Quadro 1, o tempo do ciclo total de cada coleta “porta a porta” para a amostra em análise foi de 22 segundos e representa uma informação necessária para os cálculos de VA e NVA.

**Quadro 1 – Mapeamento do fluxo atual da coleta resíduos domiciliares no Barreiro**

Atividade realizada	Tempo de Ciclo	Sequência de atividade	Descrição
Caminhão na porta da casa do cidadão	-	1	Início do ciclo de cada coleta
Operário desce do caminhão e se desloca até a porta da casa do cidadão	5 seg	2	NVA (Atividade que não agrega valor). Movimentação/deslocamento
Operário pega resíduo na porta da casa do cidadão	3 seg	3	VA (Atividade que agrega valor). Pegar
Operário desloca-se da casa do cidadão até o caminhão	5 seg	4	NVA (Atividade que não agrega valor). Movimentação/andar
Operário coloca resíduo no caminhão	3 seg	5	VA (Atividade que agrega valor). Colocar
Caminhão desloca até a porta da próxima casa	6 seg	6	NVA (Atividade que não agrega valor). Deslocamento
Caminhão na porta da casa do cidadão	-	7	Fim do ciclo de cada coleta
<b>Total</b>	<b>22 seg</b>	-	-

Fonte: Análise observacional do processo (2018)

Para que fosse possível a construção do Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM), foi necessária a análise cronometrada dos tempos e a apuração de informações de demanda e disponibilidade de trabalho. Talvez o mais importante deles seja o *Takt Time*, que por sua vez representa o ritmo de trabalho imposto para que se realize todo o trabalho de uma jornada diária. Para o seu cálculo, utiliza-se a seguinte fórmula:

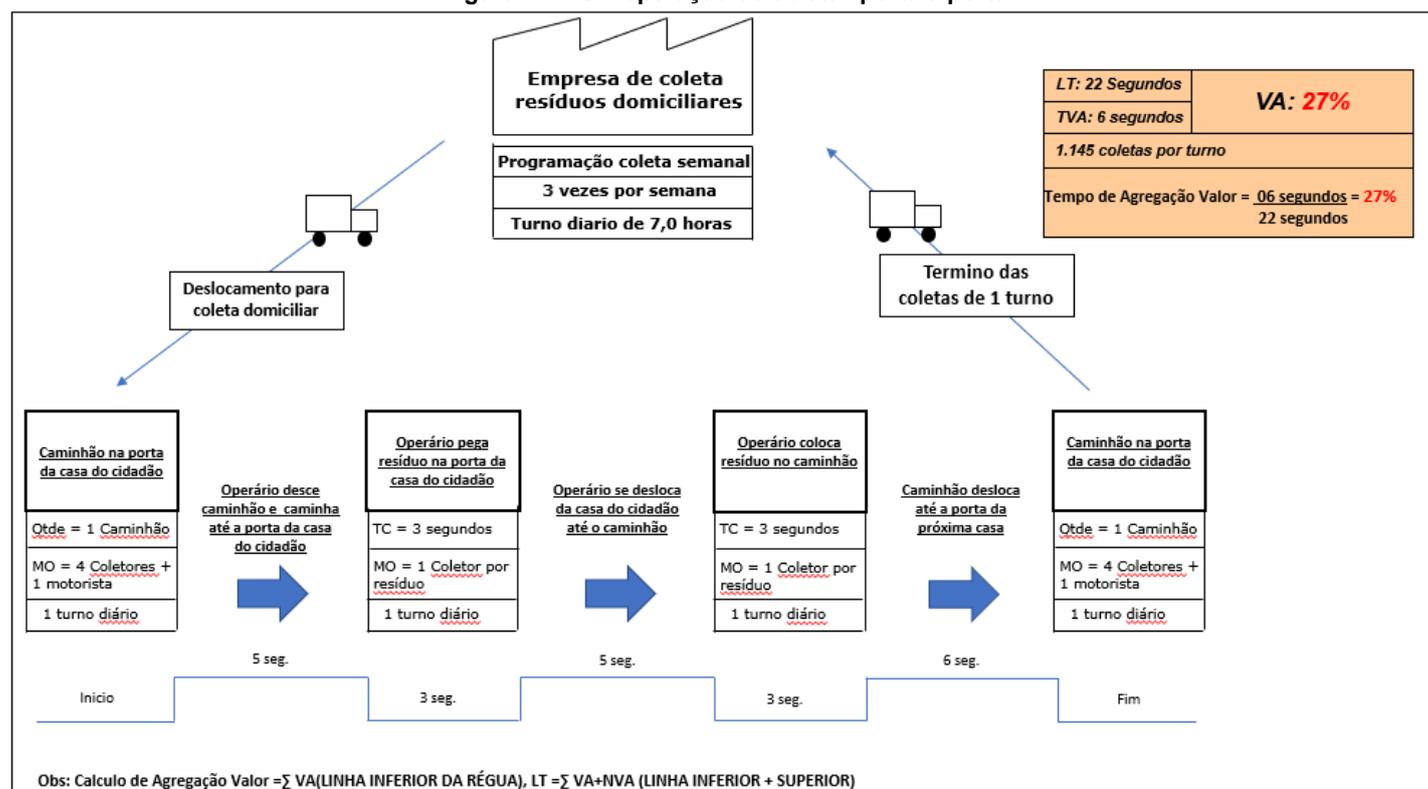
$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tempo líquido disponível diário}}{\text{demanda diária do cliente}}$$

$$\text{Demanda} = \frac{1.145 \text{ coletas/dia}}{7,0 \text{ horas /dia}} = 163^1 \text{coletas / hora}$$

$$\text{Takt time} = \frac{1}{163 \text{ coletas / hora}} \times 3600 \text{ segundos} = \mathbf{22 \text{ segundos por coleta}}$$

Após o cálculo do *Takt time* juntamente com os tempos de ciclo e recursos necessários, foi confeccionado o VSM da situação atual, em que se constataram as perdas *Lean* no processo de coleta “porta a porta”. Com o VSM, foi possível identificar as atividades que agregam valor e aquelas que não agregam valor, de acordo com a Figura 2.

Figura 2 – VSM operação de coleta “porta a porta”



Fonte: Análise observacional com medição do processo - Elaborado pelos autores.

Nesta análise, ao observar que em um lead time total de 22 segundos apenas 6 segundos de fato agregaram valor ao processo, tem-se que tal resultado representa apenas 27%. O tempo restante de 16 segundos (73%) é caracterizado como perdas. Conforme descrito por George (2003), as perdas *Lean*, principalmente a de movimentação e *Work In Process* (WIP), indicam impactos negativos evidentes nas atividades e operações. Foi possível relacionar as perdas *Lean* e seus impactos, conforme Quadro 2.

**Quadro 2 – Identificação das perdas através da aplicação do pensamento enxuto**

<b>Perdas Lean</b>	<b>Impactos observados</b>
Movimentação	- Excesso de movimentação dos coletores de resíduos (operários) no processo de coleta. - Aparecimento de retrabalho por excesso e quantidade de resíduos na coleta “porta a porta”.
Work in process	- Excesso de quantidade de atividades a serem realizadas durante a coleta.
Falta de padronização	- Falta de padronização de embalagens para acondicionamento dos resíduos, dificultando o manuseio e transporte. - Risco de contaminação de doenças por estar em contato direto com o resíduo.
Desgaste e Ergonomia	- Excesso de peso das embalagens a serem manuseadas pelos coletores e excesso de subida e descida do caminhão por inúmeras vezes ao dia. - Desgaste físico ao final do turno de trabalho causado por fadigas. - Riscos de acidente do trabalho por estar exposto ao trânsito e aos obstáculos físicos. - Exposição e vulnerabilidade a odores e mau cheiros.

Fonte: Análise observacional do processo (2018)

**Os impactos das perdas nos custos da coleta de resíduos domiciliares**

Analisando o caso da coleta domiciliar de resíduos de Belo Horizonte e de acordo com o PMGIRS-BH-2017, os custos dessa operação são bem representativos e elevados. O mais agravante é quando se percebe a necessidade de mais dispêndios financeiros pelo fato de o sistema atual não atender a demanda e as estruturas existentes.

O PMGIRS-BH-2017 aborda que o atendimento de coleta de resíduos domiciliares é coberto por 134 compactadores e 19 mini-compactadores, totalizando 153 veículos de coleta. No entanto, para atender a real necessidade, seriam necessários mais oito veículos para complementar o atendimento.

Os serviços de coleta domiciliar, com a cobertura atual de 95% da área de urbanização formal, equivalem a um montante dos resíduos estimado em 73,39% ou 657.487t do total. Para se atingir a totalidade da área de urbanização formal, avalia-se que a coleta atingiria a 692.091,58t, com impactos nos custos da coleta e da destinação. A admissão da área de urbanização formal restante acrescenta um custo total de R\$15.759.617,82 por ano aos custos da coleta domiciliar, segundo o PMGIRS-BH-2017.

A prestação de serviços em relação aos resíduos sólidos urbanos é composta por quatro atividades: a coleta/transporte, o transbordo, o tratamento e a destinação final dos resíduos. A Tabela 1 apresenta os valores de 2015 que compõem, em parte, o cálculo da Taxa de Coleta de Resíduos Sólidos (TCR).

**Tabela 1 - Custos para realização dos serviços de coleta/transporte transbordo e tratamento/destinação dos resíduos componentes da TCR**

<b>Atividade</b>	<b>Valor - 2015(R\$)</b>
Coleta/Transporte	94.773.313,31
Transbordo	5.839.842,45
Tratamento e Destinação	*29.108.807,30
<b>Valor total</b>	<b>129.721.963,06</b>

Nota: (\*) valor original da aplicação do fator era R\$34.718.673,21

Fonte: DR/ADF-SLU (Diretoria Administrativa e financeira da Superintendência de Limpeza Urbana)

Nas atividades de coleta e transbordo, os custos são apropriados integralmente. Porém, no caso da destinação final, que é realizada na CTRS-Macaúbas, existem resíduos que são decorrentes dos demais serviços de limpeza urbana e que não compõem o cálculo da TCR, sendo necessária a aplicação de um fator de correção proporcional à massa aterrada, que é de 83,84% (675.780,82t de parcela domiciliar em relação a 806.017,68t aterradas), conforme o departamento de estatística da SLU.

A consolidação dos custos diretos e indiretos para a prática dos serviços de coleta/transporte, transbordo e tratamento/destinação dos resíduos aponta para um total de R\$191.932.724,67, conforme a Tabela 2.

**Tabela 2** - Custos totais incorridos na realização dos serviços de coleta/transporte, transbordo e tratamento/destinação dos resíduos componentes da TCR

Atividade	Valor - 2015(R\$)
Serviços contratados para coleta/transporte, transbordo e destinação	129.721.963,06
Folha de pagamento com pessoal próprio da SLU – custo direto	11.105.399,46
Folha de pagamento com pessoal próprio da SLU – custo indireto	39.561.066,64
Custeio e outros serviços	10.146.795,30
Consultorias	1.397.500,21
<b>Total</b>	<b>191.932.724,67</b>

Fonte: Estimativas Myr Projetos Sustentáveis com base em informações da DR/ADF-SLU (Diretoria Administrativa e financeira da Superintendência de Limpeza Urbana)

Além da TCR, que é uma receita do Município de Belo Horizonte, a SLU obtém um complemento para a cobertura das despesas com a prestação dos serviços, quando necessário, com aportes oriundos do orçamento geral do município ou de Recursos Oriundos do Tesouro (ROT). Também é possível haver cobrança pela prestação de serviços extraordinários de limpeza urbana direta de usuários, que também podem ser fonte de receita.

A arrecadação da TCR em 2015 foi de R\$184.716.786,00, segundo a Diretoria Administrativa e Financeira da SLU (DPFIN/SLU), porém, conforme aponta a Tabela 3, foi insuficiente, uma vez que foi necessária a complementação de R\$7.215.938,67 para cobrir os custos.

**Tabela 3** - Custos totais incorridos na realização dos serviços de coleta/transporte, transbordo e tratamento/destinação dos resíduos e receitas da TCR

Atividade	Valor - 2015(R\$)
Arrecadação efetivamente realizada pela TCR 2015	184.716.786,00
Custos totais, conforme a composição da TCR 2015	191.932.724,67
<b>Saldo</b>	<b>-7.215.938,67</b>

Fonte: Estimativas Myr Projetos Sustentáveis com base em informações da DR/ADF-SLU (Diretoria Administrativa e financeira da Superintendência de Limpeza Urbana)

Apresentou-se um déficit relativamente pequeno, pois no ano anterior (2014) havia sido registrado um déficit de R\$26.491.796,02. Nesse sentido, seria relevante viabilizar investimentos planejados e necessários para aperfeiçoar a gestão e a prática dos serviços de gestão dos resíduos, conforme propostas do PMGIRS.

O PMGIRS-BH-2017 apontou que os investimentos previstos para o ano de 2016 atingiram o montante de R\$4.730.078,60, recursos esses que foram empregados para a criação de programa mais intenso de coleta seletiva e para modernização da infraestrutura. Nesse sentido, ao incluir recursos para investimentos no orçamento para a efetivação dos serviços de coleta / transporte, transbordo e tratamento / destinação dos resíduos, o montante atingiu R\$203.185.803,60, elevando o déficit para R\$18.469.017,27.

Para momentos futuros, em que serão necessários investimentos mais vultosos, a discrepância entre a arrecadação e a necessidade de recursos pode inviabilizar ou retardar a aplicação do Plano, principalmente, porque as maiores necessidades ocorrerão nos primeiros anos de implantação. Um caminho seria recorrer a financiamentos, para amortizar os valores que cabem à SLU, de investimentos ao longo do período, de forma a reduzir os impactos do aumento drástico na taxa, mas as consequências seriam mais graves do ponto de vista de juros e endividamento.

A partir das propostas contidas no PMGIRS-BH-2017 poderá haver alterações na prestação do serviço público de coleta, transporte, tratamento e descarte final dos resíduos sólidos domiciliares. Por essa razão, mostra-se oportuno que ocorra uma avaliação, tendo como base enfoques jurídico, técnico e econômico, de modo articulado, sobre a influência de tais mudanças na disponibilidade do serviço, uma vez que este deve ser prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição, a fim de que possa ocorrer a cobrança da TCR.

A Lei Federal nº 12.305/2010 consolidou um novo paradigma quanto à responsabilidade pelos resíduos sólidos e, mediante o art. 25, estabeleceu-se que o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações a fim de assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos, das diretrizes e demais determinações nela estabelecidas e em seu regulamento.

Tendo em vista que a responsabilidade do gerador de resíduos sólidos domiciliares relaciona-se somente à coleta ou à devolução, é essencial que um aspecto seja avaliado, a disponibilidade do serviço público aos contribuintes da TCR ao se planejar a forma como o serviço de coleta passará a ser prestado, a partir das proposições do PMGIRS-BH-2017.

Diante das disposições legais contidas na Lei nº 12.305/2010, sobretudo quanto à perspectiva da responsabilidade compartilhada, não parece razoável levar em consideração que o serviço público somente estaria disponível ao contribuinte da TCR na modalidade de coleta “porta a porta”. Em caso de prestação de serviço na modalidade “ponto a ponto” e considerando-se que tal serviço seja acessível em qualidade e em quantidade adequadas a todos os contribuintes, fica possível construir fundamentos que possam sustentar a configuração da sua disponibilidade, ou seja, para além das formas de coleta, importa avaliar como o serviço será prestado, em termos de qualidade e de quantidade, a partir das mudanças propostas.

### **Mensuração dos custos e redução com a adoção da coleta “ponto a ponto”**

Tomando como base as análises realizadas no processo atual de coleta dos resíduos, foco deste estudo, foi necessário levantar os custos atuais (2018) da operação de coleta, para que se possa identificar o quantitativo monetário que será afetado na redução dos recursos propostos com a adoção do novo modelo de coleta (“ponto a ponto”). Dessa maneira, por meio das informações levantadas junto a SLU (Superintendência de Limpeza Urbana), foi possível mensurar os seguintes valores da operação:

**Tabela 4** - Custos da operação de coleta de resíduo domiciliar indiferenciada “porta a Porta”

Atividade	Quantidade	Custo unitário mensal (R\$)	Custo total mensal (R\$)
Mão de obra dos coletores de resíduos domiciliares (salários, encargos, benefícios)	4	3.065,32	12.261,28
Motorista de caminhão compactador (salários, encargos, benefícios)	1	3.793,36	3.793,36
Caminhão coletor compactador (depreciação, manutenção, seguro, rastreamento, diesel, pneu e outros)	1	14.719,06	14.719,06
<b>Total</b>	-	-	<b>30.773,70</b>

Fonte: SLU (Superintendência de Limpeza Urbana)

Os custos apresentados na tabela 4 representam os recursos necessários para que uma equipe de trabalho realize a coleta domiciliar “porta a porta” em um turno de trabalho. Dessa forma, ao relacionar estes custos com a rota objeto de estudo deste caso, é possível compreender que são gastos R\$30.773,70 por mês para se realizar uma média de 27.480 coletas/mês (1.145 coletas/dia x 24 dias trabalhados em média no mês), o que representa também uma média de 398,4 toneladas/mês (16,6 toneladas/dia x 24 dias trabalhados no mês).

Na tabela 5, em que se aplicam os custos da coleta de resíduos na proposta de coleta “ponto a ponto”, é possível identificar a redução dos custos de três mãos de obra de coletores de resíduos, isso porque a coleta “ponto a ponto”, ao ser realizada de forma automática pelo caminhão, transbordando as caçambas, necessita apenas de um ajudante e um motorista. Dessa forma, o novo custo total desta operação seria:

**Tabela 5** - Custos da operação de coleta de resíduo domiciliar indiferenciada “ponto a ponto”

Atividade	Quantidade	Custo unitário mensal (R\$)	Custo total mensal (R\$)
Mão de obra dos coletores de resíduos domiciliares (salários, encargos, benefícios)	1	3.065,32	3.065,32
Motorista de caminhão compactador (salários, encargos, benefícios)	1	3.793,36	3.793,36
Caminhão coletor compactador (depreciação, manutenção, seguro, rastreamento, diesel, pneu e outros)	1	14.719,06	14.719,06
Depreciação aquisição das caçambas (5 anos)	-	750,00	750,00 *
<b>Total</b>	-	-	<b>22.327,74</b>

Fonte: autores do artigo

Nota: \*Valor de depreciação: considerado ativo imobilizado com depreciação de 5 anos.

Ao analisar os valores representados nas tabelas 4 e 5, é possível identificar uma redução mensal de R\$ 8.445,96 no custo da operação de coleta de resíduo, passando do conceito “porta a porta” para o conceito de coleta “ponto a ponto”. É importante lembrar que esta redução representa apenas uma equipe de operação de coleta, como identificado nas tabelas (Mão-de-obra dos coletores e do motorista + o aluguel do caminhão compactador). Se projetarmos a redução para as demais equipes e regiões atendidas na cidade de Belo Horizonte, adotando, se possível, o novo modelo de coleta a todas as regiões da cidade, poderíamos prever uma redução a valores próximos de R\$ 1.148.650,56 por mês, o que significaria uma redução anual de R\$ 13.783.806,72, a qual daria para cobrir o déficit anual de R\$ 7.215.938,67 sinalizado na tabela 3 (considerando que se manteve esse déficit), criando ainda um excedente de R\$ 6.567.868,05 para que a PBH

e SLU possam fazer novos investimentos e desenvolvimento de ações de melhoria e redução dos impactos sociais causados. A seguir o detalhamento desta projeção:

- ⇒ Mão de obra de coletores de resíduos domiciliares: de 544 para 136 coletores de resíduos
- ⇒ Motorista de caminhão compactador: sem alteração, 136 motoristas
- ⇒ Caminhão coletor compactador: Sem alteração, 136 unidades

Com base nestas informações obtidas a partir dos dados fornecidos pela Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, em que a massa de resíduos coletada chega a ser de aproximadamente 16,6 toneladas/dia para uma equipe (Rota) de trabalho, é possível dimensionar a quantidade de caçambas necessárias para que esses resíduos sejam acondicionados e recolhidos a partir da nova proposta de coleta “ponto a ponto”. Para o dimensionamento da quantidade de caçambas, considerando o volume de 16,6 toneladas/dia dividido por 1,5 toneladas de uso de cada caçamba, necessitar-se-ia de um investimento em 14,4 caçambas, o que arredondando seriam 15 caçambas. Considerando que os investimentos iniciais da coleta “ponto a ponto” seriam a aquisição das caçambas e o custo do aluguel do caminhão adaptado, é possível fazer a projeção dos seguintes valores de investimentos:

- ⇒ Aquisição de 15 caçambas metálicas para coleta de resíduos: R\$45.000,00 (R\$3.000,00 cada caçamba).
- ⇒ Custo aluguel caminhão adaptado para transbordo da caçamba: R\$14.719,06.

Contudo, o custo estimado mensal após a adoção da coleta “ponto a ponto” para o caso em estudo será de R\$22.327,74, que corresponde aos valores apresentados na tabela 5, sendo possível constatar a existência real de reduções de custos nesta operação.

### **Análise e recuperação dos impactos sociais**

Com adesão ao novo conceito de coleta de resíduo domiciliar denominado “ponto a ponto”, há de se pensar nos impactos sociais causados, seja nas empresas envolvidas ou em seus empregados. Em momento algum, a realização deste trabalho teve o propósito de excluir postos de trabalho, uma vez que aqui objetivou-se tratar de uma análise racional de uma operação que tem levado trabalhadores a realização de um sacrifício e a um esforço diário de se expor a perigos de acidentes, contaminações, fadigas, cansaços e outras situações negativas.

A partir desta perspectiva, propõem-se ideias e soluções que busquem minimizar estes desafios e impactos fazendo com que estas alterações propostas possam representar oportunidades para aqueles que de alguma forma serão afetados. Dentre estas propostas, destacam-se algumas:

- ⇒ A empresa detentora de mão de obra de coletores de resíduos promoveria um programa de requalificação e treinamento para os seus colaboradores, fazendo com que o desligamento desses trabalhadores aconteça de forma planejada e amparada pela empresa;
- ⇒ Realocação de mão de obra de coletores de resíduos domiciliares para outras funções na empresa em que eles possam desenvolver atividades em outras áreas;
- ⇒ Buscar realizar um remanejamento dos coletores para a realização de atividades necessárias a limpeza e conservação de estabelecimentos da própria prefeitura, pois poderá existir déficit de mão de obra para estas atividades;

- ⇒ Desenvolver parcerias com empresas públicas e privadas, por meio de convênios ou até mesmo a absorção dessa mão de obra em serviços relacionados à coleta seletiva e ao devido tratamento da mesma.

Dessa forma, estas ações visam promover um relacionamento ético e transparente da empresa com os afetados diretamente com a mudança, fazendo com que estes trabalhadores possam compreender a importância de se qualificarem e buscarem novos desafios profissionais.

### **Sugestão de melhoria para a coleta de resíduos com menores custos e perdas de forma mais eficiente**

Ao fazer uma análise ao modelo atual de coleta de resíduos domiciliares indiferenciada de Belo Horizonte, é possível identificar alguns aspectos que podem ser aprimorados de forma a reduzir os impactos negativos nos custos e, sobretudo nos trabalhadores que nele operam.

Sob este contexto e com objetivo de minimizar tais impactos, foi possível identificar no PMGIRS-BH -2017 algumas práticas de coleta de resíduos domiciliares indiferenciadas que tem ido ao encontro da melhoria desse processo:

- Transporte subterrâneo de resíduos/ Espanha (Barcelona e várias cidades na Europa).
- Coletores com contêiner subterrâneo/ Portugal (Portimão), Brasil (Itu, Campinas).
- Coletores com contêiner não subterrâneos/ Brasil (Caxias do Sul).

Essas práticas de coletas realizadas em diversos países e cidades estão descritas em detalhes no PMGIRS-BH-2017. Isso mostra que, ao elaborarem o plano, os autores buscaram embasamento necessário para demonstrar as possíveis melhorias que podem ser aplicadas ao processo de coleta de resíduos da cidade de Belo Horizonte. Dessa forma, considerando-se os métodos apresentados, ao se fazer uma análise de menor impacto de investimentos e maior agilidade, propõe-se uma coleta de resíduos “ponto a ponto” ao invés do método “porta a porta”. Tal proposta se dá porque o método “ponto a ponto” apresenta menor custo e redução de perdas, pois nele há uma diminuição de mão de obra, menos esforço do operário durante a coleta, mais agilidade no processo por parte da prefeitura entre outros.

Faz-se importante destacar o modelo de coletores com contêineres não subterrâneos. Tal método trata-se da instalação, em pontos estratégicos, de contentores plásticos ou metálicos, de forma que a população descarte os resíduos gerados em domicílio, não sendo, portanto, necessária a coleta “porta a porta”. O investimento para este método mostra-se menor que os outros métodos apresentados, podendo demonstrar maior agilidade na sua aplicação e conseqüentemente promover reduções de custos e perdas no processo de coleta existente no município de Belo Horizonte.

A modalidade “ponto a ponto” possui maiores vantagens que a “porta a porta”, ainda que nesse método a população tenha que estar disposta a conduzir os resíduos domiciliares até os contentores instalados, seja em locais públicos ou privados. Dessa maneira, o processo é realizado utilizando-se um caminhão que contém braços mecânicos e, assim, consegue elevar o compartimento de carga do veículo até onde os resíduos são descartados. Este tipo de coleta é efetuado de maneira automatizada e, dessa forma, consegue eliminar diversas perdas e problemas apresentados no modelo atualmente atualizado. Além dessa vantagem, é possível notar que tal método elimina os sacos de lixo que, normalmente, são deixados nas ruas pela população, evitando, assim, o entupimento de “bueiros” e a ação de vetores de doenças, como cães e gatos.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerar a filosofia “Lean” em cenários de serviços é uma tarefa desafiadora, mas instigante e necessária, principalmente, quando se trata de redução de custos e melhor aplicação dos recursos públicos. Foi com esta ênfase e instigando as diversas áreas de atuação de operações e serviços que esse artigo propôs analisar de forma sistemática a aplicação das práticas “Lean” nos processos de serviços. Este objetivo ficou ainda mais claro e necessário quando o foco foi dado ao processo de coleta de resíduos domiciliares do município de Belo Horizonte, a qual é realizada de forma manual e com muitas perdas e desperdícios durante a sua realização.

Constata-se que essa pesquisa é de grande importância para a abordagem da aplicação do pensamento enxuto nos processos de coleta de resíduos domiciliares. Essa busca para cerceamento de perdas e desperdícios nos processos é muito presente na filosofia “Lean”, que se apresenta como estratégia de competitividade para as empresas de serviços e, ainda, justifica a crescente presença do “Lean” em serviços nas publicações científicas dos últimos anos.

Como resultados encontrados nessa pesquisa, destacam-se, primeiramente, a necessidade de incentivo a novas pesquisas e aos estudos de aplicação do “Lean” em serviços, pois os resultados podem ser significativos e satisfatórios para a área de serviços. Quanto às análises das perdas, pôde ser constatada a existência das perdas sugeridas por George (2003), destacando-se o excesso de movimentação dos operários e equipamentos, a quantidade de etapas a serem processadas durante o serviço, o desgaste físico e ergonomia dos operários ao realizarem o serviço. Estas perdas, além de representarem um impacto negativo no serviço de coleta de resíduos domiciliares, representam também um impacto financeiro negativo nos custos da operação, o que pôde ser verificado na análise dos dados do artigo. É importante destacar que estas perdas, quando mensuradas financeiramente, ocasionam um impacto nos custos, o que não representa eficiência dos custos, mas sim perdas e desperdícios.

Conforme evidenciado através dos dados coletados, o aumento nos custos da operação de coleta de resíduos domiciliares deixa claro o aumento do déficit ano a ano. Dessa maneira, agir de forma a aperfeiçoar os processos desta atividade, através das práticas Lean, poderá minimizar os custos e conseqüentemente os déficits financeiros. Os gestores precisam analisar as perdas e desperdícios na operação com o objetivo de constatar se há excesso de processamento, movimentação desnecessária no transporte e coleta dos resíduos, defeitos constantes nos equipamentos, dentre outros. Conforme descrito, considerando a simulação realizada e a manutenção dos valores de déficit e redução, poderiam ser economizados montantes aproximados de R\$14 milhões anuais, suficientes para cobrir o déficit anual identificado (R\$7.215.938,67, sinalizados na tabela 3). O excedente gerado poderia ser utilizado pela PBH e pela SLU para realizarem novos investimentos, desenvolvimento das ações de melhoria e redução dos impactos sociais causados por possíveis dispensas de mão de obra.

Este trabalho limitou-se a estudar os processos e os custos da coleta de resíduos domiciliares do município de Belo Horizonte, tendo como direcionamento as práticas Lean e sua abordagem nos processos deste serviço prestado pela SLU. Contudo, ao abordar a prática Lean nas atividades de coleta de resíduos domiciliares, foi possível constatar o quanto se faz importante analisar as perdas, desperdícios e os custos das operações logísticas. A partir dos resultados e das análises feitas, é possível também sugerir novos estudos acerca da abordagem Lean nas atividades e processos das empresas, de forma que possam vir contribuir para o bom desempenho, produtividade e qualidade dos serviços prestados. Em relação aos serviços, esses estudos se fazem ainda mais necessários considerando-se as características e particularidades que esse setor apresenta.

<sup>1</sup> Valor arredondado de 163,5714.

## REFERÊNCIAS

- BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. (2017). Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Belo Horizonte (PMGIRS-BH). Março de 2017. Disponível em <[www.pbh.gov.br](http://www.pbh.gov.br)>. Acesso em dez. 2017.
- BRASIL. Câmara dos Deputados (2010). Lei Federal nº12.305/2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em dez. 2017
- GAVILÁN, J. y GALLEGO, A. Implementación del modelo Lean Service en el proceso de recaudo de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Fincomercio Ltda. Revista Redes de Ingeniería. 7(2), 138-147, 2016.
- GEORGE, M. L. Lean Six Sigma for Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions. New York: McGraw Hill, 2003.
- GIBBERT, M.; RUIGROK, W.; WICKI, B. What passes as a rigorous case study? Strategic Management Journal, v. 29, n. 13, p. 1465–1474, 2008.
- GUPTA, S.; SHARMA, M.; SUNDER M., V. Lean services: a systematic review. International Journal of Productivity and Performance Management, v. 65, n. 8, p. 1025–1056, 14 nov. 2016.
- LEITE, H. DOS R.; VIEIRA, G. E. Lean philosophy and its applications in the service industry: a review of the current knowledge. Production, v. 25, n. 3, p. 529–541, set. 2015.
- LEWIS, M. A. Lean production and sustainable competitive advantage. International Journal of Operations & Production Management, v. 20, n. 8, p. 959–978, ago. 2000.
- LOVELOCK, C.; WIRTZ, J.; HEMZO, M. A. Marketing De Serviços: pessoas, tecnologia e estratégia. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2012.
- MARTINS, G. DE A. Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa. São Paulo: Editora Atlas, 2006.
- PUJOL, Juan R.; BARRAZA, Manuel F. S. Implementation of Lean-Kaizen in the human resource service process: A case study in a Mexican public service organization. Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 21 No. 3, 2010.
- SHOKRI, A. Quantitative analysis of Six Sigma, Lean and Lean Six Sigma research publications in last two decades. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 34, n. 5, p. 598–625, 2 maio 2017.
- STUART, I. et al. Effective case research in operations management: a process perspective. Journal of Marketing Management, v. 20, p. 419–433, 2002.
- YIN, R. K. Case Study Research and Applications: Design and Methods. 6. ed. London: SAGE Publications, 2018.