

**Análise da Gestão da Coleta e Transporte dos RSU do Município de Castanhal – PA**  
**Analysis of the Collection and Transport Management of MSW in the City of Castanhal - PA**  
**Análisis de la Gestión de Recolección y Transporte de RSU en el Municipio de Castanhal - PA**

Recebido: 01/09/2020 | Revisado: 08/09/2020 | Aceito: 01/10/2020 | Publicado: 02/10/2020

**Deyved Leonam Guimarães do Nascimento**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3518-4095>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: [deyvedleonam@gmail.com](mailto:deyvedleonam@gmail.com)

**José Almir Rodrigues Pereira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3144-1787>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: [rpereira@ufpa.br](mailto:rpereira@ufpa.br)

**Aline Christian Pimentel Almeida**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7421-5632>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: [alinecpas@ufpa.br](mailto:alinecpas@ufpa.br)

## **Resumo**

Analisa a gestão da coleta e transporte dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) do município de Castanhal em 2019. A pesquisa é do tipo descritiva exploratória e foi desenvolvida em 3 etapas. Foram verificados os instrumentos de planejamento do setor de RSU no município (etapa 1), analisados os aspectos operacionais da coleta e transporte dos RSU (etapa 2) e sistematizados e analisados os custos operacionais com os veículos coletores (etapa 3). Os resultados permitiram identificar que o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) não foi elaborado e que existiam deficiências na prestação do serviço, como a falta de informações dos limites dos setores, itinerários, percursos e tempos de coleta produtiva, improdutiva e de transporte. Também foi constatado que 17 veículos coletores não estavam em condições de operar (80,95% da frota) e que 43 dos 119 funcionários poderiam ser realocados em outras atividades (36,13% da guarnição). A conclusão da pesquisa é que as deficiências operacionais contribuíram para o custo total dos veículos coletores de R\$ 2.159.985,30 (2019), valor 211,75% maior que o arrecadado com a taxa de serviços urbanos

(TSU), constante do IPTU para o gerenciamento do setor de RSU (R\$692.863,81). Também foi verificada a necessidade de planejamento técnico para melhorar a eficiência e reduzir os custos na prestação do serviço de coleta e transporte de RSU no município de Castanhal.

**Palavras-chave:** Aspectos operacionais; Custos; Coleta e transporte; Resíduos sólidos urbanos.

### **Abstract**

It analyzes the management of the collection and transport of Urban Solid Waste (MSW) in the city of Castanhal in 2019. The research is of the exploratory descriptive type and was developed in 3 stages. The planning instruments of the MSW sector in the municipality were checked (step 1), the operational aspects of the collection and transport of MSW were analyzed (step 2) and systematized and the operating costs of the collecting vehicles (step 3) were analyzed. The results allowed to identify that the Municipal Plan for Integrated Management of Solid Waste (PMGIRS) was not elaborated and that there were deficiencies in the provision of the service, such as the lack of information on the limits of the sectors, itineraries, routes and times of productive, unproductive and carriage. It was also found that 17 collecting vehicles were unable to operate (80.95% of the fleet) and that 43 of the 119 employees could be relocated to other activities (36.13% of the garrison). The conclusion of the research is that the operational deficiencies contributed to the total cost of the collecting vehicles of R \$ 2,159,985.30 (2019), 211.75% higher than the amount collected with the urban services fee (TSU), contained in the IPTU for the management of the MSW sector (R \$ 692,863.81). There was also a need for technical planning to improve efficiency and reduce costs in providing MSW collection and transportation services in the city of Castanhal.

**Keywords:** Operational aspects; Costs; Collection and transport; Urban solid waste.

### **Resumen**

Analiza la gestión de la recolección y transporte de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en el municipio de Castanhal en 2019. La investigación es de tipo descriptivo exploratorio y se desarrolló en 3 etapas. Se verificaron los instrumentos de planificación del sector de RSU en el municipio (paso 1), se analizaron los aspectos operativos de la recolección y transporte de RSU (paso 2) y se sistematizaron y se analizaron los costos operativos de los vehículos recolectores (paso 3). Los resultados permitieron identificar que no se elaboró el Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PMGIRS) y que existían deficiencias en la prestación del servicio, como la falta de información sobre los límites de los sectores,

itinerarios, rutas y tiempos de producción productiva, improductiva y de transporte. También se constató que 17 vehículos recolectores no pudieron operar (80,95% de la flota) y que 43 de los 119 empleados podrían ser reubicados a otras actividades (36,13% de la guarnición). La conclusión de la investigación es que las deficiencias operativas contribuyeron al costo total de los vehículos recolectores de R \$ 2.159.985,30 (2019), 211,75% superior al monto cobrado con la Tasa de Servicios Urbanos (TSU), contenido en el IPTU para la gestión del sector de RSU (R \$ 692.863,81). También existía la necesidad de planificación técnica para mejorar la eficiencia y reducir los costos en la prestación de servicios de recolección y transporte de RSU en el municipio de Castanhal.

**Palabras clave:** Aspectos operacionales; Costos; Recolección y transporte; Residuos sólidos urbanos.

## 1. Introdução

O rápido e constante aumento populacional e a evolução econômica têm provocado grandes desafios aos governos locais, como o crescimento na geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) (Welivita, et al., 2015; Chong, et al., 2016; Pisani Jr, et al., 2017; Wang, et al., 2018). Ao analisar essa tendência de crescimento, a UNEP (2015), informou que as cidades começaram a gerar anualmente cerca de 2 bilhões de toneladas de RSU a partir 2015.

Essa realidade, somada ao desordenado adensamento populacional nas cidades e ao uso e ocupação do solo sem o planejamento da infraestrutura necessária, tem dificultado o acesso da população a coleta e transporte de RSU e encarecido o custo operacional da prestação do serviço (Brasileiro & Lacerda, 2008; Junior & Filho, 2010).

Segundo Ornelas (2011), a heterogeneidade dos padrões de geração dos RSU, das vias de acesso e dos tipos de veículos empregados fazem da coleta e transporte, a etapa mais complicada do gerenciamento integrado de RSU. Além disso, o processo de coleta e transporte de RSU representa, geralmente, a maior preocupação dos governos municipais e dos órgãos de gerenciamento dos serviços de limpeza pública brasileiros, devido ao alto custo de execução, à dificuldade na realização das atividades e às intensas e imediatas reclamações da população quando o serviço é realizado com frequência e qualidade insatisfatórias (Braga, et al., 2008; Battistella, 2014; Aleluia & Ferrão, 2016).

Nos países em desenvolvimento, Memon (2010), Guerrero, et al. (2013) e World Bank (2014) estimaram que os municípios gastavam de 20% a 50% de seus orçamentos na gestão e gerenciamento de RSU, dos quais 80% a 95% para a coleta e transporte, com pouco ou

nenhum valor derivado do setor de Resíduos Sólidos (RS) (taxas, impostos, etc.) e sem que esses percentuais garantissem a qualidade de execução do serviço. Segundo UNEP (2013), UNEP (2015), UNESCAP (2015) e Guerrini et al. (2017) esse problema de capital utilizado de forma desproporcional pode ser solucionado a partir da melhoria na eficiência da prestação de serviço.

Nesse contexto, na Lei nº. 14.026, de 15 de julho de 2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico, é determinada a necessidade de eficiência e eficácia na prestação dos serviços públicos de saneamento básico, o que inclui a coleta e transporte dos RSU (Brasil, 2020). Essa determinação também consta na Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), ao estabelecer a necessidade da regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços de limpeza e manejo dos RSU (Brasil, 2010).

De acordo com os estudos de Marchi (2015), para que essa melhoria ocorra é necessário planejamento técnico, operacional e gerencial das atividades, com o conhecimento inicial da forma de prestação do serviço de limpeza pública e manejo dos RSU nos municípios (diagnóstico).

No caso da coleta e transporte dos RSU, o diagnóstico é realizado a partir da análise de aspectos técnicos (setores, frequência, períodos, horários, tempos, velocidades, guarnição e frota) e de custos operacionais da prestação do serviço (Junior & Filho, 2010; Barros, 2012; Lourenço, 2016).

Em relação aos custos, a ABLP (2002), e Pinheiro & Ferreiro (2017) informam que os custos operacionais com coleta e transporte dos RSU podem variar em função da quantidade de RSU a ser manejada, sendo importante verificar valores de combustível, lubrificantes, quilometragem e peças (acessórios) dos veículos coletores.

Diante do exposto, o objetivo da pesquisa é analisar a situação da gestão da coleta e transporte dos RSU, da zona urbana (ZU), do município de Castanhal-PA em 2019, a partir dos instrumentos de planejamento do setor de RSU, dos aspectos operacionais da coleta e transporte dos RSU e dos custos decorrentes dos veículos coletores empregados na prestação do serviço.

## 2. Metodologia

A pesquisa foi do tipo descritiva exploratória, que, de acordo com Gil (2008), tem como objetivo descrever e explicar as características de determinada população ou fenômeno, como por exemplo a situação da gestão da coleta e transporte dos RSU para o planejamento e operação eficiente da prestação do serviço.

A área de estudo foi a zona urbana do município de Castanhal, localizada na Microrregião de Castanhal e Mesorregião Metropolitana de Belém nas coordenadas geográficas 01° 17' 17,36" de latitude Sul e 47° 55' 34,43" de longitude a Oeste de Greenwich, conforme representado na Figura 1.

**Figura 1.** Localização da Zona Urbana do Município de Castanhal.



Fonte: Autores (2020).

Com população estimada de 200.793 habitantes no ano 2019, dos quais 177.902 habitantes (88,6%) situados na zona urbana, Castanhal faz limite com os municípios de São Caetano de Odívelas e Terra Alta ao norte; Inhangapi e São Miguel do Guamá ao sul; São Francisco do Pará e Santa Maria do Pará a leste; e, Santo Antônio do Tauá e Santa Isabel do Pará a oeste (IBGE, 2019).

As atividades da pesquisa foram desenvolvidas em 3 etapas, com consulta de informações em sites e em documentos fornecidos por órgãos municipais de Castanhal:

Prefeitura do Município, Secretaria Municipal de Obras e Urbanismo (SEMOB) e Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA). Também foram investigados documentos técnicos e trabalhos acadêmicos relacionados ao tema da pesquisa.

Na etapa 1 foram verificados os instrumentos legais de planejamento do setor, como o plano municipal de gestão integrada dos resíduos sólidos (PMGIRS) e as leis e decretos municipais relacionados à prestação do serviço de limpeza pública e manejo dos RSU.

Em seguida (etapa 2), foram analisados os aspectos operacionais da coleta e transporte dos RSU e observadas a organização (estrutura) e o desempenho operacional da prestação do serviço, no caso as características dos RSU gerados e coletados (quantidade e composição gravimétrica) e as formas de acondicionamento e distribuição espacial dos locais de armazenamento dos RSU, as formas de coleta, a divisão do município em setores de RSU, os itinerários para tráfego e remoção dos RSU, a frota de veículos, a guarnição de mão-de-obra, as frequências, os períodos e horários da prestação do serviço; os tempos e velocidades médios utilizados e os locais de origem dos veículos (garagem) e de destinação final dos RSU.

É importante frisar que nos itinerários foram observadas as rotas de coleta para remoção dos RSU, os percursos produtivos e improdutivos da coleta, os percursos de transporte e os percursos totais de coleta e transporte dos veículos coletores

Finalizando a pesquisa, na etapa 3 foram sistematizados e analisados os custos operacionais mensal e anual dos veículos coletores com peças, acessórios e material de manutenção; combustível; lubrificantes de motor e da transmissão; pneus e recauchutagem.

### **3. Resultados e Discussão**

A gestão do setor de RSU do município de Castanhal é realizada pela SEMOB, que coleta e transporta os RSU das localidades da ZU, ou seja, de 28 bairros e 1 distrito até o lixão do Pantanal, situado a 4,5 km do centro urbano.

Na análise do planejamento das atividades foi constatado que o município não possuía Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), apesar de no art.18 da PNRS de 2010 ser estabelecida a necessidade do município desenvolver esse instrumento legal de planejamento do setor de RSU (Brasil, 2010). Também não foram identificados documentos técnicos ou manual para orientação das atividades operacionais da equipe da SEMOB.

Vale comentar que a elaboração do PMGIRS “é condição para o Distrito Federal e os



municípios terem acesso aos recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade” (Brasil, 2010).

De acordo com a SEMMA, a geração per capita de RSU da ZU foi estimada em 0,708 kg/hab.dia, com geração média mensal da ZU de 3.778,64 toneladas, dos quais 51,4 % dos RSU como matéria orgânica (MO) e 31,9% como resíduos recicláveis (RR) (Castanhal, 2019b). No entanto, durante a pesquisa não foram identificados os dados da quantidade (t/dia ou t/mês) e do volume (m<sup>3</sup>/dia ou m<sup>3</sup>/mês) de RSU gerados e coletados nas localidades da zona urbana do município.

Segundo os estudos de Zaman & Lehmann (2013), Garcia et al. (2015), Pisani Jr, et al. (2017), a carência de dados municipais de geração de RSU tem como consequência a inadequada elaboração de projetos de infraestruturas dos componentes do gerenciamento de RSU, a equivocada especificação e quantificação de equipamentos a serem empregados na coleta e transporte dos RSU e o aumento nos custos orçamentários e nos impactos ambientais com a prestação do serviço.

Os RSU foram acondicionados em sacolas plásticas e armazenados em coletores (lixeiras) distribuídos pela ZU (Castanhal, 2019c). No entanto, ao percorrer as localidades, foi verificado que nem todos os RSU são acondicionados e armazenados em recipientes sanitariamente adequados. Além disso, observou-se que somente as praças públicas e centro da ZU apresentavam coletores distribuídos na frente dos domicílios e próximos a assentos públicos. Nos demais locais, os RSU estavam dispostos principalmente nas calçadas, em tambores e em baldes plásticos.

Na Figura 2 são representados o acondicionamento em sacolas plásticas (a), o armazenamento adequado em coletores (b), o armazenamento sem o acondicionamento dos RSU (c), e o armazenamento em tambores (d).

**Figura 2.** Acondicionamento e Armazenamento de RSU de Castanhal.



Fonte: Castanhal (2019a).

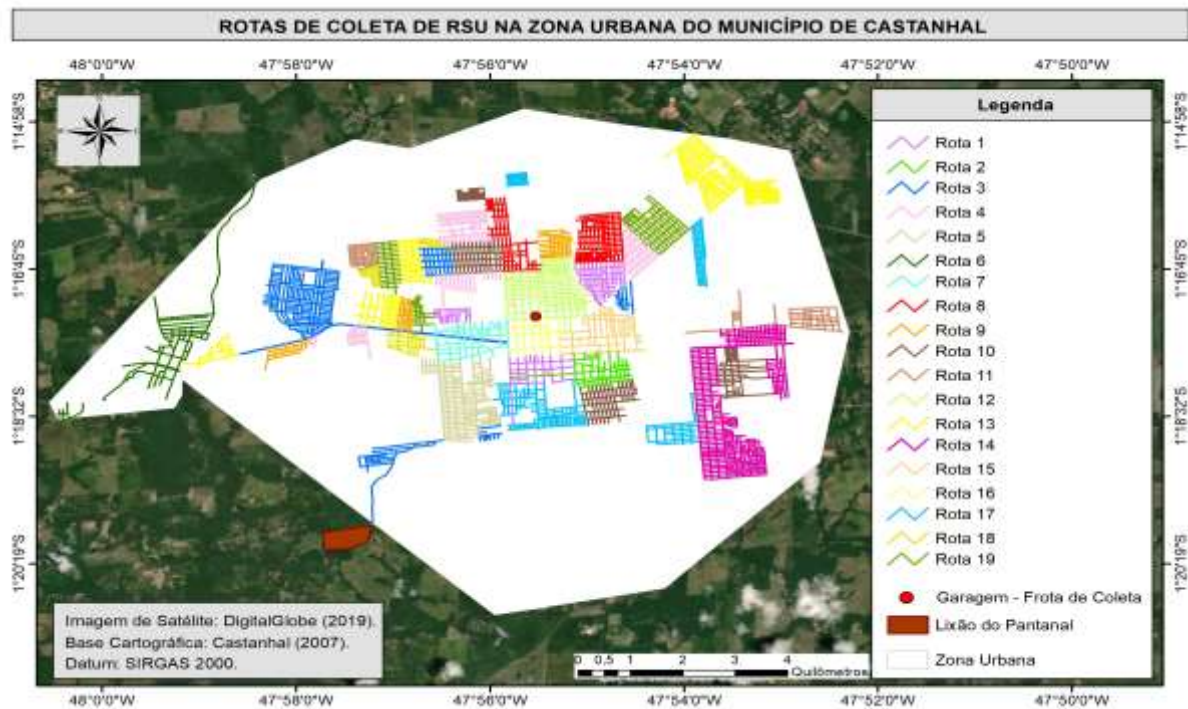
De acordo com as pesquisas de Barros (2012) e CEMPRE (2018), a falta de prática da população em acondicionar adequadamente os RSU e a deficiente estrutura de armazenamento, com quantidade inferior a necessária e com distribuição irregular, dificultam o planejamento e a operação da prestação do serviço de coleta e transporte dos RSU no município, possibilitando que agentes transmissores de doenças patogênicas (cachorro, gatos e ratos) tenham acesso e espalhem o material nas vias, propagando odores e atrapalhando o serviço de limpeza pública no município.

Essa situação prejudica a eficiência do serviço de coleta dos RSU, dificultando estimar a quantidade de pontos de armazenamento de RSU e o tempo real gasto para realizar o serviço de coleta e transporte. Além disso, a acumulação inadequada de RSU em “pontos específicos”, geralmente esquinas, provoca poluição visual e facilita que esse material seja carregado pelas águas da chuva para sarjetas, bueiros e canais do sistema de drenagem urbana.

Os RSU foram removidos porta-a-porta pela guarnição dos veículos coletores, em 2019, não sendo identificada durante a pesquisa, informações dos setores e itinerários de coleta e transporte dos RSU. No entanto, no Plano Diretor do município constam 19 rotas de coleta e transporte para a ZU, conforme pode ser observado na Figura 3.



**Figura 3.** Rotas de Coleta de RSU na Zona Urbana de Castanhal.



Fonte: Autores (2020).

Na análise realizada com o software ArcGis 10.5, foi verificado que as rotas elaboradas em 2006 estão desatualizadas, com dados incompletos e/ou desatualizados das vias públicas (nome, comprimento e tipo de pavimentação) a serem percorridas pelos veículos coletores. Ainda foi constatada a desatualização dos dados da malha viária da ZU urbana do município utilizada pelos veículos coletores, sendo necessárias a denominação, a determinação e atualização dos comprimentos das vias (principalmente nas regiões periféricas), a especificação das vias com e sem pavimentação asfáltica e a elaboração de dados referentes às novas vias construídas após o ano de 2006.

Segundo os estudos de Lourenço (2016) e CEMPRE (2018), os dados desatualizados da malha viária urbana dificultam o planejamento e a operação da prestação do serviço de coleta e transporte de RSU dos municípios, pois o desconhecimento da totalidade das vias públicas, das condições de pavimentação e da delimitação dos locais por onde são construídas, comprometem o desenvolvimento dos itinerários de coleta e transporte e a determinação do número e do tipo de veículos necessários nos bairros e no distrito para a realização do serviço.

Além disso, a maioria das rotas abrangem mais de um local de coleta, sendo esses distantes um do outro, o que aumenta os custos operacionais e o tempo para prestação do serviço e diminui a disponibilidade dos veículos para atender outras rotas de coleta e

transporte dos RSU. É oportuno citar que não foram identificados os documentos de ordenamento das vias em que cada veículo coletor deveria transitar; as justificativas técnicas, econômicas ou de logísticas para a configuração e divisão das rotas; os pontos de início e fim de cada rota; os percursos produtivos e os percursos improdutivo de coleta e de transporte das rotas; e o percentual de cobertura na prestação do serviço.

É importante reforçar que Junior & Filho (2010), Barros (2012) e CEMPRE (2018) recomendam que a coleta de RSU deve ocorrer a partir de bairros e/ou setores de coleta, definidas por tipo de uso e ocupação do solo e da geração de RSU, com o serviço iniciando o mais próximo possível da garagem e terminando nas proximidades da destinação final dos RSU e com o mínimo possível de percursos improdutivo para otimizar a prestação do serviço.

De acordo com dados da SEMMA e SEMOB, a coleta e transporte dos RSU em 2019, foi realizada por 21 caminhões basculantes do tipo compactador, dos quais 12 alugados e 9 adquiridos pela prefeitura e repassados à SEMOB, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Frota de Veículos Coletores Utilizados na Coleta e Transporte de RSU.

Nº	Ano	Capacidade (m <sup>3</sup> )	Carga Útil (t)	Marca	Modelo	Tipo	Qtde.
1	2005	5	-	Volkswagen	VW 13180	Próprio	2
2	2005	15	-	Volkswagen	VW 23220	Próprio	3
3	2010/2012	10	-	Mercedes-Benz	MB1718	Alugado	1
4	2010/2012	15	-	Mercedes-Benz	MB1620	Alugado	1
5	2010/2012	15	-	Mercedes-Benz	MB1618	Alugado	1
6	2010/2012	14	-	Ford	-	Alugado	5
7	2010/2012	14	-	Volkswagen	-	Alugado	2
8	2010/2012	19	-	Volkswagen	-	Alugado	2
9	2017	15	11.559	Iveco	170E28	Próprio	4
Total de Veículos							21

Fonte: Castanhhal (2019a); Castanhhal (2019b).

Segundo a SEMOB, não eram conhecidas as informações do modelo de fabricação de 9 veículos (alugados) e nem os valores de carga útil de 17 veículos coletores em 2019. Ao analisar a frota, foi verificado que apenas 4 dos 21 veículos coletores tinha condições de utilização no serviço. Além disso, os outros 17 veículos (80,95% da frota) apresentavam vida

útil operacional superior a 7 anos e estavam sucateados, passando a maior parte do tempo em manutenção. Portanto, foi constatada a necessidade de substituição por novos veículos.

A média diária foi de 7 veículos coletores parados para manutenção, sobrecarregando as atividades da frota disponível (14 veículos). Na Figura 4 podem ser observados 2 dos veículos coletores utilizados na prestação do serviço.

**Figura 4.** Caminhão Basculantes Compactadores utilizados na Coleta e Transporte dos RSU.



Fonte: Castanhal (2019a).

É importante frisar que nos trabalhos da UNEP (2015) e de Pinheiro & Ferreira (2017) é recomendada vida útil operacional de no máximo 7 anos para a frota de veículos destinados a coleta e ao transporte de RSU, que a frota seja distribuída de acordo com as características da zona (comercial, domiciliar ou mista.) e que sejam previstos veículos de reserva para atendimento às situações de emergência, para aumentar a eficiência e a eficácia da prestação do serviço.

Segundo Castanhal (2019c), a guarnição dos veículos coletores foi formada por 119 funcionários ativos, sendo 26 motoristas e 93 operários, tendo em cada veículo coletor 1 motorista e 3 operários coletores de RSU. Na pesquisa foi verificada a possibilidade de realocação de 7 motoristas e 36 operários (36,13% da guarnição) para outras atividades operacionais, considerando que a zona urbana é composta por 19 rotas de coleta atendidas tecnicamente por 19 veículos, cada um com 1 motorista e 3 operários coletores. Também foi constatado que a frequência no atendimento das rotas varia de semana para semana, com a coleta realizada diariamente ou de forma alternada, à exceção dos domingos, quando o serviço é paralisado (Castanhal, 2019b).

No geral, a coleta ocorreu diariamente no centro comercial e alternadamente, 2 ou 3

vezes na semana, nas demais regiões, com o serviço ocorrendo nos 3 turnos: matutino (07:00 às 13:00), vespertino (13:00 às 17:00) e noturno (sem especificação do horário), sendo a jornada de trabalho de no mínimo 6 horas por dia, conforme representado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Períodos, Horários e Jornada de Trabalho.

Turno	Horário	Tempo Operacional	Jornada de Trabalho
Matutino	07:00 - 13:00	6 horas	6 horas/dia
Vespertino	13:00 - 17:00	4 horas	
Noturno	-	-	

Fonte: Castanhal (2019b).

Ao analisar a frequência e os horários da prestação do serviço nas rotas de coleta e transporte de RSU, não foram identificadas as informações do período noturno e nem as justificativas técnicas, econômicas ou de logística para a determinação da frequência de 2 ou 3 vezes na semana e do tempo operacional de 6 e 4 horas no período matutino e vespertino, o que pode comprometer a qualidade do serviço.

Com isso, é necessário o planejamento adequado das frequências, períodos e horários da coleta e transporte dos RSU. Segundo os estudos de Ornelas (2011), Battistella (2014), Franca (2017) e CEMPRE (2018), isso pode ser realizado com a quantificação dos RSU gerados, da análise do adensamento populacional e do estudo do uso e ocupação do solo (habitacional, comercial ou misto), para melhorar a eficiência da prestação do serviço.

De acordo com a SEMOB, não foram conhecidos os valores exatos dos tempos e velocidades médias dos veículos para o atendimento de cada rota de coleta e transporte, uma vez que os veículos não são monitorados por GPS, o que dificulta a fiscalização e o planejamento da coleta e transporte dos RSU. Com isso, segundo Castanhal (2019b), foi estimado em 5 horas o tempo médio gasto pelos veículos na prestação do serviço, com velocidade média de 15 km/h nos percursos produtivos e de 45 km/h nos percursos improdutivos.

Em relação aos veículos coletores, o tempo médio de transporte foi de aproximadamente 1 hora, com velocidade média de 45 km/h, não tendo informações dos tempos médios produtivos e improdutivos da coleta de RSU. Essa falta de dados do município dificulta o desenvolvimento dos procedimentos técnicos para a otimização das rotas quanto a ociosidade dos veículos coletores em função do tempo.

A prestação eficiente do serviço requer o conhecimento dos percursos, tempos e

velocidades da coleta produtiva, improdutiva e de transporte das rotas ou itinerários, sendo que esses valores podem ser adotados de procedimentos operacionais e da especificação mínima nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos (Brasil, 2010; UNEP, 2015; Pinheiro & Ferreira, 2017; Franca, 2017; e Lucarelli, 2017).

As deficiências operacionais da prestação do serviço da coleta e transporte dos RSU resultaram nos custos operacional médio mensal e total de R\$ 179.998,78 e de R\$ 2.159.985,30 com os veículos coletores no ano de 2019, respectivamente, conforme representado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Custos Operacionais dos Veículos Coletores de RSU em 2019.

Mês	Frota Total (R\$)		Frota Própria (R\$)		Frota Alugada (R\$)	Total (R\$)
	Combustível	Lubrificante	Pneus	Peças e Manutenção		
Jan.	44.755,14	4.084,20	9.076,00	5.374,18	114.400,00	177.689,52
Fev.	44.536,69	5.066,96	11.259,90	2.368,13	114.400,00	177.631,68
Mar.	38.080,37	4.779,97	10.622,15	5.349,52	114.400,00	173.232,00
Abr.	52.006,91	6.178,28	13.729,50	13.635,00	114.400,00	199.949,68
Mai.	46.024,14	7.065,14	15.700,30	10.032,00	89.200,00	168.021,57
Jun.	46.661,06	3.810,60	8.468,00	1.295,38	106.400,00	166.635,04
Jul.	56.006,31	5.357,70	11.906,00	1.999,60	106.400,00	181.669,61
Ago.	54.414,24	8.692,88	19.317,50	6.284,00	106.400,00	195.108,61
Set.	54.434,06	7.915,73	17.590,50	5.305,00	98.400,00	183.645,28
Out.	56.296,64	4.327,88	9.617,50	5.031,60	105.066,67	180.340,28
Nov.	54.082,97	4.662,00	10.360,00	3.506,00	106.400,00	179.010,97
Dez.	45.538,41	6.232,05	13.849,00	5.031,60	106.400,00	177.051,06
Total	592.836,91	68.173,36	151.496,35	65.212,01	1.282.266,67	2.159.985,30
Custo Médio Mensal	49.403,08	5.681,11	12.624,70	5.434,33	106.855,56	179.998,78

Fonte: Castanhal (2019b).

Ao analisar os custos operacionais dos veículos coletores de RSU, foi verificado que o custo total de R\$ 2.159.985,30 é 211,75% maior que o valor médio no ano, no caso o valor constante do IPTU que é destinado ao gerenciamento do setor de RSU, que foi de R\$ 692.863,81 no ano de 2018 (Castanhal, 2019b). Essa situação resultou em problemas orçamentários que prejudicam a sustentabilidade financeira com a prestação do serviço de



coleta e transporte dos RSU.

Também foi constatado que o aluguel da frota de veículos coletores representou o maior custo operacional no ano de 2019 que teve valor médio mensal de R\$ 106.855,56, sendo nesse valor incluídas as despesas com pneus, peças e manutenção dos veículos alugados. É importante ressaltar que a frota alugada (12 veículos) estava sem condição de utilização na operação e precisando ser substituída.

O segundo maior custo ocorreu com o consumo de combustível (R\$592.836,91 – 2019), sendo preciso ressaltar o impacto dos percursos não identificados de coleta improdutivo e de transporte, uma vez que as rotas realizadas apresentavam mais de uma região de coleta distantes entre si.

É importante ressaltar que, em média, os percursos improdutivos e de transporte representam 1/3 dos custos operacionais dos veículos coletores nos municípios, sendo indispensável conhecer e reduzir esses percursos para que os custos operacionais, principalmente com o combustível, sejam reduzidos (Lourenço, 2016; Lucarelli, 2017).

#### **4. Considerações Finais**

Na análise da gestão da coleta e transporte dos RSU no município de Castanhal foi verificado que o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) não foi elaborado, bem como identificadas deficiências operacionais na prestação do serviço no ano de 2019, como a falta de informações dos limites dos setores, itinerários de coleta e transporte dos RSU, dos percursos e tempos de coleta produtiva, improdutivo e de transporte. Também foi constatado que 17 veículos coletores não estão em condição de operar (80,95% da frota) e que 43 dos 119 funcionários podem ser realocados em outras atividades (36,13% da guarnição).

A existência de deficiências operacionais na prestação do serviço resultou em custo operacional total dos veículos coletores de R\$ 2.159.985,30 (2019), valor que é 211,75% maior que o TSU (R\$692.863,81) em 2018.

Assim, é preciso reavaliar os aspectos técnicos (setores, frequência, períodos, horários, tempos, velocidades, guarnição e frota) e reduzir os custos operacionais da prestação do serviço no município de Castanhal, o que demanda o planejamento operacional e gerencial das atividades de coleta e transporte dos RSU do município de Castanhal.



## Referências

Aleluia, J., & Ferrão, P. (2016). Characterization of urban waste management practices in developing Asian countries: A new analytical framework based on waste characteristics and urban dimension. *Waste Management*, 58, 415-429. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.05.008>

ABLP - Associação Brasileira De Limpeza Pública. (2002). Manual De Elaboração de Planilhas de Custo dos Serviços de Limpeza Pública. Revista de Limpeza Pública. São Paulo: ABLP.

Barros, R. T. V. (2012). Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos. Belo Horizonte: Tessitura.

Battistella, N. (2014). Avaliação de Modelo Computacional para Planejamento e Otimização de Rotas de Coleta para Catadores de Materiais Recicláveis. Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

Braga, J. O. N., et al. (2008). O uso do geoprocessamento no diagnóstico dos roteiros de coleta de lixo da cidade de Manaus. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 13, 387-394. Recuperado em <https://www.scielo.br/pdf/esa/v13n4/a07v13n4.pdf>

Brasil. (2010). Lei n.º 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Casa Civil. Recuperado de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)

Brasil. (2020). Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Diário Oficial da União. Recuperado de [www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421](http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421)

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*, 356-360. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/esa/v13n4/a02v13n4.pdf>

Castanhal. (2019a). Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Ofício nº 037/2019.

Castanhal. (2019b). Secretaria Municipal de Obras e Urbanismo. Ofício nº 037/2019.

Castanhal. (2019c). Plano Municipal de Saneamento Básico. Prefeitura Municipal de Castanhal. Recuperado em 28 de dezembro de 2019 de <http://www.castanhal.pa.gov.br/leis-urbanisticas/>

Chong, Y. T., et al. (2016). A lifecycle-based sustainability indicator framework for waste-to-energy systems and a proposed metric of sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 797-809. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.036>

CEMPRE - Compromisso Empresarial Para Reciclagem. (2018). *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. São Paulo: CEMPRE.

Franca, L. S. (2017). Implementação da Coleta Seletiva de Estabelecimentos Comerciais por Meio de um Aplicativo de Roteamento de Veículos: Um Estudo de Caso no Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Garcia, L. O., et al. (2015). Identification of influencing municipal characteristics regarding household waste generation and their forecasting ability in Biscay. *Waste Management*, 39, 26-34. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.017>

Gil, A. C. (2008). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.

Guerrero, L. A., et al. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, 33, 220-232. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>

Guerrini, A., et al. (2017). Assessing efficiency drivers in municipal solid waste collection services through a non-parametric method. *Journal of Cleaner Production*, 147, 431-441. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.079>

IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. (2019). Cidades@. Recuperado de <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/castanhal/pesquisa/23/25888?detalhes=true>

Junior, A. P., & Filho, P. C. O. (2010). Análise de rotas de coleta de resíduos sólidos domiciliares com uso de geoprocessamento. *Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambiental*, 8, 131-144. doi: <http://dx.doi.org/10.7213/cienciaanimal.v8i2.10808>

Lourenço, D. A. (2016). Otimização de Rotas de Coleta de Resíduos Sólidos em uma Área Urbana: O caso da cidade de Campina Grande – PB. Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grade.

Luccarelli, A. C. M. (2017). Procedimento para Roteirização da Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia.

Marchi, C, M. D. F. (2015). Novas perspectivas na gestão do saneamento: apresentação de um modelo de destinação final de resíduos sólidos urbanos. *Brazilian Journal of Urban Management*, 7, 91-105. doi: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.007.001.AO06>.

Memon, M. A. (2010). Integrated solid waste management based on the 3R approach. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 12, 30–40. doi: <https://doi.org/10.1007/s10163-009-0274-0>

Ornelas, A. R. (2011). Aplicação de Métodos de Análise Espacial na Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos. Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.

Pinheiro, I., S., & Ferreira, J., A. (2017). *Economicidade dos Serviços de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos Urbanos*. Programa de Pesquisa da Escola de Contas e Gestão do Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: TCE-RJ.

Pisani Jr, R., et al. (2017). A. Influence of population, income and electricity consumption on per capita municipal solid waste generation in São Paulo State, Brazil. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 20, 1216-1227. doi: <https://doi.org/10.1007/s10163-017-0687-0>

UNESCAP - United Nations Economic And Social Commission For Asia And The Pacific. (2015). *Valuing Waste, Transforming Cities*. Bangkok: United Nations.

UNEP - United Nations Environment Programme. (2013). *Guidelines for National Waste Management Strategies*. Paris: UNEP.

UNEP - United Nations Environment Programme. (2015). *Global Waste Management Outlook*. Austria: UNEP.

Wang, Z., et al. (2018). Antecedents of urban residents separate collection intentions for household solid waste and their willingness to pay: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 173, 256-264. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.223>

World Bank. (2014). *Results-Based Financing for Municipal Solid Waste*. World Bank, Washington: D.C.

Welivita, I., et al. (2015). Review of household solid waste charges for developing countries – A focus on quantity-based charge methods. *Waste Management*, 46, 637-645. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.08.018>

Zaman, A. U., & Lehmann, S. (2013). The zero waste index: a performance measurement tool for waste management systems in a ‘zero waste city’. *Journal of Cleaner Production*, 50, 123-132. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.041>

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Deyved Leonam Guimarães do Nascimento – 40%

José Almir Rodrigues Pereira – 40%

Aline Christian Pimentel Almeida – 20%