



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

BEATRIZ LERMEN DOS SANTOS

**ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE
TRANSBORDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA
CIDADE DE LONDRINA**

BEATRIZ LERMEN DOS SANTOS

**ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE
TRANSBORDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA
CIDADE DE LONDRINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual de Londrina - UEL, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Caio Victor Lourenço
Rodrigues

Londrina
2021

BEATRIZ LERMEN DOS SANTOS

**ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE
TRANSBORDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA
CIDADE DE LONDRINA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Estadual de
Londrina - UEL, como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Caio Victor Lourenço Rodrigues
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Hemerson Donizete Pinheiro
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Fernando Fernandes
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 11 de março de 2021.

Dedico este trabalho aos meus pais e ao meu avô paterno, pilares da minha formação como ser humano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, que sempre acreditaram, apoiaram e incentivaram a minha formação acadêmica e que mesmo à distância não deixaram de me proporcionar amor, carinho e proteção.

Aos meus irmãos que são meus companheiros desde a infância e que me ensinaram coisas essenciais na formação da pessoa que sou hoje.

Aos meus professores pelos ensinamentos, dedicação e paciência durante todos os anos de faculdade, mostrando as riquezas da formação acadêmica escolhida.

Aos meus amigos pela amizade sincera e por compartilharem comigo tantos momentos de descobertas e aprendizado, tornando o curso muito mais prazeroso e inesquecível.

Ao meu namorado, meu companheiro fiel, que tornou tudo mais leve e que sempre me incentivou a dar o meu melhor. Um conselheiro para a vida toda, meu ombro amigo, colega de profissão e um grande amor.

Ao meu professor orientador pela constante orientação prestada durante a realização desse trabalho, em especial pela paciência, disponibilidade e dedicação em me ensinar o que foi preciso.

“Fazer o ordinário extraordinariamente bem.”
(Padre José Kentenich)

DOS SANTOS, Beatriz Lermen. **Análise da implantação de uma estação de transbordo de resíduos sólidos urbanos na cidade de Londrina**. p. 120. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia e Urbanismo, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

RESUMO

A geração de resíduos sólidos urbanos vem aumentando e se tornando destaque em consequência dos problemas ambientais, sociais e econômicos ocasionados pela má gestão e gerenciamento desses resíduos. Com isso, o presente trabalho tem como objetivo estimar a redução do custo do serviço de coleta e transporte dos resíduos sólidos urbanos do município de Londrina a partir da instalação de uma estação de transbordo, em três cenários distintos. Com a coleta dos dados necessários referentes às distâncias e tempos improdutivos e produtivos, realizou-se o redimensionamento dos setores de coleta atuais a fim de reduzir a frota de caminhões coletores, a mão de obra e os demais custos presentes no serviço de coleta. Determinou-se o custo (R\$/ton) do serviço de coleta e transporte dos resíduos até a disposição final, como também o custo (R\$/ton) do serviço de operação do transbordo proposto. Sendo assim, a partir dos cálculos realizados determinou-se que o custo mensal da tonelada para o serviço de coleta no cenário 1 foi de R\$135,47, e de R\$36,53 para a operação do transbordo. Já no cenário 2 o custo mensal da tonelada no serviço de coleta foi de R\$136,23 e o custo da tonelada para a operação do transbordo foi de R\$32,83. O cenário 3 resultou em um custo mensal de R\$142,00 por tonelada no serviço de coleta e R\$35,86 por tonelada para a operação do transbordo. No cenário atual o custo mensal da tonelada encontrado foi de R\$154,37. Portanto, notou-se uma redução de 12,75% no custo atual mensal da tonelada para o cenário 1, 11,75% de redução no custo para o cenário 2 e 8,02% no cenário 3. Com esses resultados a cidade de Londrina passaria a economizar anualmente R\$2.382.080,38 no cenário 1, R\$2.286.293,02 no cenário 2 e R\$1.559.065,30 no cenário 3. Foi considerado também um investimento para a construção da estação de cerca de R\$1.666.859,00.

Palavras-chave: Resíduos sólidos. Redimensionamento. Estação de transbordo. Redução. Custo Mensal.

DOS SANTOS, Beatriz Lermen. **Analysis of the implementation of a transshipment station for solid urban waste in the city of Londrina.** p. 120. Work of Conclusion of Course (Graduation in Civil Engineering) - Technology and Urbanism Center, State University of Londrina, Londrina, 2021.

ABSTRACT

The generation of solid urban waste has been increasing and becoming prominent as a result of the environmental, social and economic problems caused by the mismanagement and management of this waste. Therefore, the present study aims to estimate the reduction of the cost of the service of collecting and transporting municipal solid waste in the city of Londrina from the installation of a transshipment station, in three different scenarios. By collecting the necessary data regarding distances and unproductive and productive times, the current collection sectors were resized in order to reduce the collection truck fleet, the labor force and the other costs present in the collection service. The cost (R\$/ton) of collecting and transporting the waste to the final disposal was determined, as well as the cost (R\$/ton) of the proposed transshipment operation service. Therefore, based on the calculations made, it was determined that the monthly cost of the ton for the collection service in scenario 1 was R\$135.47, and R\$36.53 for the transshipment operation. In scenario 2, the monthly cost of the ton in the collection service was R\$136.23 and the cost of the ton for the transshipment operation was R\$32.83. Scenario 3 resulted in a monthly cost of R\$142.00 per ton for the collection service and R\$35.86 per ton for the transshipment operation. In the current scenario, the monthly cost of the ton found was R\$154.37. Therefore, it was noted a reduction of 12.75% in the current monthly cost of the ton for scenario 1, 11.75% reduction in the cost for scenario 2 and 8.02% in scenario 3. With these results the city of Londrina would save annually R\$2,382,080.38 in scenario 1, R\$2,286,293,02 in scenario 2 and R\$1,559,065.30 in scenario 3. It was also considered an investment for the construction of the station of about R\$1,666,859.00.

Key-words: Solid waste. Resizing. Transshipment station. Reduction. Monthly cost.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos	32
Figura 2 – Sacos plásticos dispostos de forma inadequada.....	33
Figura 3 – Coletor de plástico de 240 litros.	34
Figura 4 – Contêiner metálico.....	34
Figura 5 – Coleta seletiva em Londrina.	35
Figura 6 – Coleta manual realizada em Londrina.	36
Figura 7 – Coleta mecanizada.....	37
Figura 8 – Cooperativa de Reciclagem da CT Irajá.....	38
Figura 9 – Layout simplificado de implantação e operação de estação de transbordo de Campinas.	45
Figura 10 – Fluxograma da metodologia proposta por Pereira, Franco e Castilho...	47
Figura 11 – Exemplo de estação de transbordo direto.	49
Figura 12 – Exemplo de estação de transbordo com armazenamento.	50
Figura 13 – Exemplo de estação de transbordo com compactação.	50
Figura 14 – Exemplo de carreta 45m ³	51
Figura 15 – Região metropolitana de Londrina.....	52
Figura 16 – Localização dos cenários propostos.....	55
Figura 17 – Mapa de setores de coleta de resíduos orgânicos e rejeitos do município de Londrina.	57
Figura 18 – Rota realizada pelos caminhões coletores no cenário de coleta atual do município de Londrina.	58
Figura 19 – Rota prevista realizada pelos caminhões coletores com a implantação de uma estação de transbordo no município de Londrina.....	58
Figura 20 – Fluxograma de cálculo de custos referentes a coleta de RSU do município de Londrina.	61
Figura 21 – Fluxograma de cálculo de custos de operação de uma estação de trasbordo.	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Geração de RSU no Brasil.....	24
Gráfico 2 – Coleta de RSU no Brasil.	25
Gráfico 3 – Índices de cobertura nacional e regional.	25
Gráfico 4 – Disposição final de RSU, por tipo de destinação.	26
Gráfico 5 – Disposição final de RSU na região sul.....	27
Gráfico 6 – Destino do resíduo domiciliar em Londrina.....	27
Gráfico 7 – Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos provenientes da coleta seletiva no Brasil em 2018.	30
Gráfico 8 – Volumes, em tonelada/ano, de materiais recicláveis recuperados por meio do programa Dê a Mão para o Futuro.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Horário de coleta de tempos de deslocamento para setores que possuem duas viagens de coleta.....	59
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quantidade de municípios com iniciativas de coleta seletiva.	26
Quadro 2 – Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil.	30
Quadro 3 – Projeções da variação da composição gravimétrica dos resíduos.	31
Quadro 4 – Planilha de dados referentes à coleta de RSU do município de Londrina.	56
Quadro 5 – Resumo dos resultados dos tempos improdutivos totais, em minutos, dos setores de coleta para cada cenário.	64
Quadro 6 – Resumo dos resultados dos tempos produtivos totais, em minutos, dos setores de coleta para cada cenário.	65
Quadro 7 – Resumo dos resultados dos tempos economizados totais, em minutos, dos setores de coleta para cada cenário.	65
Quadro 8 – Resultado das quantidades de setores atuais, reduzidos e finais para cada cenário.	66
Quadro 9 – Quantidade de caminhões coletores das frotas de cada cenário por turno de coleta.	66
Quadro 10 – Resultados obtidos na determinação do número total de viagens feitas no ano de 2017 por dia da semana, dias da semana onde houve coleta, média de viagens/dia e da quantidade de viagens/setor.	67
Quadro 11 – Distâncias mensais, em quilômetros, percorridas pelos caminhões coletores durante a coleta e o transporte dos RS.	68
Quadro 12 – Resultados obtidos na determinação da massa de RS coletada na cidade de Londrina em 2017.	68
Quadro 13 – Valor do salário determinado por profissão, em reais.	69
Quadro 14 – Valores unitários dos auxílios destinados à mão de obra do serviço de coleta, em reais.	70
Quadro 15 – Valores do custo unitário e consumo anual dos EPIs.	70
Quadro 16 – Valores dos custos unitários e do consumo de combustível e óleos dos caminhões coletores no serviço de coleta.	71
Quadro 17 – Quantidade de veículos e mão de obra necessária em cada cenário.	71
Quadro 18 – Custo mensal da mão de obra, direta e indireta, em cada cenário.	72
Quadro 19 – Custo mensal gasto com uniformes e EPIs para cada cenário.	72
Quadro 20 – Custos mensais gastos com veículos e equipamentos em cada cenário.	73
Quadro 21 – Custos totais mensais e por tonelada do serviço de coleta em cada cenário, em reais.	73
Quadro 22 – Distância, em km, de ida e volta entre os transbordos e a CTR.	74
Quadro 23 – Quantidade de veículos e mão de obra necessária na operação da estação de transbordo.	74
Quadro 24 – Custos mensais necessários para operação da estação de transbordo em cada cenário, em reais.	75
Quadro 25 – Custos mensais totais e por tonelada da operação do transbordo em cada cenário, em reais.	75
Quadro 26 – Custos mensais totais e por tonelada referentes à coleta e à operação do transbordo.	76
Quadro 27 – Custo estimado da construção da estação de transbordo, em reais. ..	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIHPEC	Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosmético
ABIMAP	Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABIPLA	Associação Brasileira das Indústrias dos Produtos de Limpeza e Afins
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
BRICS	Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CG	Centro de Gravidade
CMTU	Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina
CTR	Central de Tratamento de Resíduos
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
FIPE	Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISLU	Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana
NBR	Norma Técnica
PMRS	Plano Municipal de Resíduos Sólidos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNRS	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PR	Paraná
RS	Rio Grande do Sul
RSD	Resíduo Sólido Domiciliar
RSU	Resíduo Sólido Urbano
SELUR	Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo
US EPA	United States Environmental Protection Agency
UTM	Transversa de Mercator
WGS	World Geodetic System

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO.....	17
2.1	OBJETIVO GERAL	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1	LEGISLAÇÃO	18
3.1.1	Lei 11.445/2007 – Política Federal de Saneamento Básico.....	18
3.1.2	Lei 12.305 – Política Nacional de Resíduos Sólidos	20
3.2	DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.	23
3.3	GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	28
3.4	ETAPAS DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	31
3.4.1	Acondicionamento.....	32
3.4.2	Coleta e transporte.....	35
3.4.3	Estações de transferência ou transbordo	37
3.4.4	Destinação final.....	38
3.4.5	Disposição final	39
3.5	ESTAÇÃO DE TRANSBORDO	41
3.5.1	Construção da unidade de transbordo	43
3.5.2	Operação da estação de transbordo	44
3.5.3	Custo de implantação e operação de uma estação de transbordo	45
3.5.4	Tipo de estações de transbordo	48
3.5.5	Veículos	51
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	52
4.1	CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO.....	52
4.2	METODOLOGIA	53
4.2.1	Escolha dos cenários	54
4.2.2	Coleta de dados	56
4.2.3	Determinação das distâncias e tempo de coleta.....	57
4.2.4	Redimensionamento dos setores	59
4.2.5	Custos da coleta.....	61
4.2.6	Custos de construção e operação do transbordo.....	62
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	64
5.1	REDIMENSIONAMENTO DOS SETORES.....	64

5.2	DISTÂNCIAS.....	67
5.3	PLANILHA DE COLETA DOMICILIAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS	68
5.3.1	Custos mensais da coleta	71
5.4	PLANILHA DE OPERAÇÃO DO TRANSBORDO.....	74
5.5	CONSTRUÇÃO DO TRANSBORDO	76
5.6	DISCUSSÃO	78
6	CONCLUSÃO	80
	REFERÊNCIAS.....	81

APÊNDICES.....87

APÊNDICE A - Quadro com os resultados obtidos dos tempos improdutivos, em minutos, de cada setor para cada cenário.....	88
APÊNDICE B - Quadro com os resultados obtidos dos tempos produtivos, em minutos, de cada setor para o cenário atual.....	90
APÊNDICE C - Quadro com os resultados obtidos dos tempos economizados, em minutos, de cada setor para o cenário atual.....	91
APÊNDICE D - Quadro com os cálculos de redimensionamento de setores para cada cenário.....	93
APÊNDICE E - Quadro com os cálculos das distâncias semanais percorridas pelos caminhões coletores no cenário atual.....	95
APÊNDICE F - Quadro com os cálculos das distâncias semanais percorridas pelos caminhões coletores no cenário 1.....	97
APÊNDICE G - Quadro com os cálculos das distâncias semanais percorridas pelos caminhões coletores no cenário 2.....	100
APÊNDICE H - Quadro com os cálculos das distâncias semanais percorridas pelos caminhões coletores no cenário 3.....	104
APÊNDICE I - Exemplo de planilha de cálculo do custo mensal da tonelada.....	107
APÊNDICE J - Exemplo de planilha de cálculo do custo mensal da tonelada para operação do transbordo.....	111

ANEXOS.....115

ANEXO A - Layout de implantação e operação de estação de transbordo proposta para o município de Campinas em 2012.....	116
ANEXO B - Mapa de setores de coleta de resíduos orgânicos e rejeitos do município de Londrina.....	118
ANEXO C - Planilha do custo da implantação da ET proposta por Pereira, Franco e Castilhos em Florianópolis (2013).....	120

1 INTRODUÇÃO

Atualmente um dos maiores problemas encontrados pelos gestores de várias cidades do mundo inteiro é encontrar uma solução que otimize e reduza os custos da gestão dos resíduos sólidos urbanos, desde sua geração até sua destinação ou disposição final (GOLLO et al., 2011).

A geração de resíduos sólidos sempre existiu, mas foi a partir da revolução industrial que passou a constituir um problema mundial. Essa situação se agravou com o avanço da urbanização aliado ao consumo de produtos cada vez menos duráveis, aumentando a quantidade e a diversidade desses resíduos. Tal cenário exigiu dos municípios medidas urgentes e adequadas para seu gerenciamento (SILVA; COSTA, 2004).

O tema da limpeza urbana vem assumindo papel de destaque na sociedade brasileira e diante disso é fato que vários setores governamentais e da sociedade civil começam a se mobilizar para encarar o problema que há muito tempo vem sendo ignorado. Assim, diante desse cenário é notável o crescimento de leis, planos e programas governamentais que atuam voltados, especialmente, para a busca de soluções que percorrem todas as etapas encontradas no gerenciamento dos resíduos (MONTEIRO et al., 2001; VILHENA et al., 2018).

Umas das etapas que é afetada diretamente com o aumento da geração dos resíduos sólidos urbanos e acaba produzindo gastos expressivos que pesam no bolso do cidadão são as etapas de coleta e transporte desses resíduos. Em muitas cidades, caminhões de pequena capacidade realizam diversas viagens entre os centros de coletas e o aterro sanitário para proporcionar o tratamento e disposição final adequada dos resíduos gerados pela população. A falta de grandes áreas perto dos centros urbanos para construção desses aterros torna a viagem longa e nada econômica (NUNES; DA SILVA, 2015).

Visando a economia dos recursos e a otimização das atividades, os municípios passaram a buscar alternativas para transportar esses resíduos em caminhões maiores e que possam diminuir a distância percorrida pelos veículos usados atualmente entre os bairros e o aterro sanitário (MONTEIRO et al., 2001; VILHENA et al., 2018).

Com isso, uma vez que o município de Londrina possui um aterro sanitário localizado a mais de 25 km do centro de massa da população, um estudo de

implantação de uma estação de transbordo se faz importante, uma vez que esse modelo vem se destacando como uma necessidade no transporte de resíduos (SILVA; COSTA, 2004).

O investimento do município com a implantação de uma estação de transbordo poderá proporcionar uma série de vantagens econômicas, sociais e ambientais como diminuição de gastos com distâncias improdutivas, diminuição da poluição causada pelos numerosos caminhões presentes no sistema de coleta atual, geração de empregos, resgate social de indivíduos, entre outros (SILVA; COSTA, 2004).

Com isso, o trabalho em questão busca realizar uma análise do cenário atual com um cenário onde os resíduos sólidos sejam encaminhados a uma estação de transbordo para que assim, em caminhões com capacidades de carga maiores, possam ser encaminhados ao aterro municipal.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Estimar o custo do serviço de coleta e transporte dos resíduos sólidos urbanos do município de Londrina com a implantação de uma estação de transbordo em três cenários distintos e comparar com o custo do serviço realizado atualmente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Redimensionar os setores de coleta presentes atualmente na cidade de Londrina diante da implantação da estação de transbordo.
- Calcular o custo final da tonelada coletada no cenário atual.
- Calcular o custo final da tonelada coletada nos cenários propostos com a implantação da estação de transbordo:
 - Cenário 1: entre a Av. Rio Branco e BR-369 (zona norte).
 - Cenário 2: no bairro Jardim Acapulco, próximo à PR-445 (zona sul).
 - Cenário 3: na PR-445 próximo à Av. Tiradentes (zona oeste).
- Comparar o custo da coleta atual com os custos encontrados para a coleta com a implantação da estação de transbordo em cada cenário.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste tópico serão tratados alguns temas e aspectos que se relacionam ao estudo realizado no presente trabalho. Serão abordados aspectos legais, programas e planos de gerenciamento de resíduos sólidos, diagnósticos e características das estações de transbordo.

3.1 LEGISLAÇÃO

Nos últimos anos o saneamento básico passou a se tornar um dos temas mais importantes e discutidos no país, principalmente diante de sua carência e dos problemas que causa. Sua relevância foi marcada com a criação das duas leis principais que o regem, a Lei nº 11.445 de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o setor e introduz novos instrumentos de gestão e a Lei nº 12.305 de 2010, que define e estabelece objetivos, princípios e diretrizes relativas à gestão e ao gerenciamento dos resíduos sólidos (CARLOS; GALVÃO, 2017).

3.1.1 Lei 11.445/2007 – Política Federal de Saneamento Básico.

A Lei nº 11.445, sancionada em 05 de janeiro de 2007, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Os serviços públicos de saneamento deverão ser prestados de acordo com os princípios de universalização de acesso, integralidade, eficiência e sustentabilidade econômica, controle social, transparência das ações e na segurança e qualidade. A lei estabelece também como princípios de serviços prestados a realização, de forma adequada à saúde pública e proteção do meio ambiente, o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo de águas pluviais (BRASIL, 2007).

As atividades que compõem os serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos são: a coleta, o transbordo e o transporte dos resíduos sólidos, bem como a triagem para fins de reuso ou reciclagem e, por fim, a varrição e capina em vias públicas, ou quaisquer outros serviços que são relativos a limpeza pública urbana (BRASIL, 2007).

Os titulares dos serviços prestados, município ou Estado, deverão elaborar, de acordo com os termos da Lei, o plano de saneamento básico do município, fixando os direitos e deveres dos funcionários e garantindo o atendimento essencial à saúde pública. A prestação dos serviços públicos regidos pelo plano municipal deverá disponibilizar diagnósticos da situação e dos impactos causados na vida da população com o auxílio de indicadores e parâmetros. O plano também deverá abranger objetivos e metas para a universalização como também, programas, projetos e ações necessárias para cumprir metas e objetivos e mecanismos que possam avaliar a efetividade dessas ações (BRASIL, 2007).

De acordo com a Lei, os serviços públicos de saneamento deverão ter sustentabilidade financeira e econômica através da cobrança dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de águas pluviais, sendo que a cobrança dos serviços deverá considerar as categorias dos usuários, a quantidade mínima de consumo ou utilização do serviço, a capacidade de pagamento dos consumidores, entre outros (BRASIL, 2007).

Assim, são objetivos da Política Federal de Saneamento Básico a contribuição para o desenvolvimento nacional, reduzindo a desigualdade regional. Bem como, priorizar planos, projetos e ações que tenham como foco a melhoria dos serviços de saneamento básico, incentivar a implantação de mecanismos de planejamento, controle e regulação da prestação desses serviços, entre outros objetivos (BRASIL, 2007).

O município de Londrina/PR possui um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) que foi elaborado em 2009 através de uma empresa contratada. No ano de 2015, foi realizada uma renovação no PMSB do município que é utilizado até os dias atuais. Assim, para atender ao que determina os preceitos da Lei 11.445/2007, o capítulo II do plano traz o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos previstos para o município (LONDRINA, 2015).

A limpeza urbana da cidade de Londrina engloba serviços que vão desde a coleta domiciliar até coletas em pontos clandestinos, além das limpezas de fundo de vales e o recolhimento de resíduos feito por cooperativas de materiais recicláveis. Logo, a busca de soluções para os problemas relacionados aos resíduos sólidos urbanos, que vai desde o descarte até a destinação ou disposição final, deve ser feita de forma minuciosa e conjunta com a população. Diante disso, o Plano

Municipal de Saneamento Básico (2015) traz alternativas e condições de amenizar, ou até mesmo solucionar, os problemas encontrados no atual cenário da limpeza urbana de Londrina (LONDRINA, 2015).

Uma alternativa encontrada é a implantação do projeto Lixo Zero que tem como objetivo a ação conjunta de leis, programas, técnicas e métodos que proporcionem uma coleta e destinação mais correta e viável. Porém, apesar das medidas adotadas pelo município, a cidade de Londrina ainda não possui um Plano Municipal de Resíduos Sólidos (LONDRINA, 2015).

3.1.2 Lei 12.305 – Política Nacional de Resíduos Sólidos

Em 2010, foi sancionada a Lei nº 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) determinando princípios, metas, objetivos e ações para solucionar os graves problemas causados pela gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos.

A Lei dispõe sobre os objetivos, princípios, instrumentos e diretrizes, como também, a responsabilidade destinada aos geradores e ao poder público. Sendo assim, estão sujeitas a aplicação da Lei pessoas físicas e jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis direta ou indiretamente pela geração de resíduos sólidos, bem como aquelas que realizem ações que estejam relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

A referida Lei expõe a definição de termos importantes para a gestão dos resíduos sólidos presentes no Capítulo II, Art. 3º a seguir:

I - [...]

II - [...]

III - [...]

IV - [...]

V - coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;

VI - [...]

VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético [...]

VIII - disposição final ambientalmente adequada: distribuição

ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos; [...]

XIV - reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, [...]

X - [...]

XI - [...]

XII - [...]

XIII - [...]

XIV - [...]

XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos [...]

XVII - [...]

XVIII - reutilização: processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, [...]

O PNRS traz como princípios a prevenção, a precaução, o desenvolvimento sustentável, a responsabilidade compartilhada do ciclo de vida dos produtos, o respeito às diversidades locais e regionais, a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, a gestão integrada de resíduos sólidos, entre outros.

Os resíduos sólidos são classificados, para efeito da Lei nº 12.305/2010, de acordo com a origem, podendo ser:

I. Resíduos sólidos urbanos: Englobam os resíduos domiciliares originários de atividades domésticas e os resíduos de limpeza urbana que tem origem na varrição e de outros serviços de limpeza urbana

II. Resíduos industriais: São gerados a partir dos processos de

instalações ou produções industriais.

III. Resíduos de serviço de saúde: Gerados a partir de atividades realizadas por serviços de saúde, de acordo com definições ou normas estabelecidas pelos órgãos responsáveis.

IV. Resíduos da construção civil: São os resíduos gerados nas construções, reparos, reformas e demolições de obras de construção civil.

V. Resíduos agrossilvopastoris: Provenientes das atividades realizadas no campo, agropecuárias ou silviculturais, incluindo os insumos utilizados nessas atividades.

VI. Resíduos de mineração: Gerados a partir de atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

VII. Entre outros.

Seus instrumentos para controle e incentivo das ações que resultarão nos objetivos esperados são os planos de resíduos sólidos, o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária, os incentivos fiscais, financeiros e creditícios, a coleta seletiva, entre outros (BRASIL, 2010).

A Lei destaca os possíveis planos para auxiliar na gestão e no gerenciamento dos resíduos sólidos, podendo ser eles planos estaduais, microrregionais, intermunicipais, municipais, os planos de gerenciamento de resíduos sólidos e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Sendo que o último é coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente com vigência por prazo indeterminado (BRASIL, 2010).

Com isso, se construiu em 2012, a partir da elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, um importante instrumento para auxiliar na busca por um país mais sustentável. Porém, a realidade atual não chegou nem perto das expectativas criadas. Muitos municípios não se adaptaram à gestão dos resíduos proposta pelo PNRS e ainda apresentam graves problemas nesse âmbito, como exemplo a cidade de Londrina que possui apenas o Plano Municipal de Saneamento Básico e não se adaptou ao PNRS (MATOS, 2016, p.156).

Assim, no 7.º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos realizado em Porto Alegre, RS, em 15 de junho de 2016, composto por especialistas técnicos do Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (BRICS), quando questionado sobre a adequação da gestão dos resíduos sólidos pelo país, o especialista brasileiro respondeu: “As soluções nunca vêm do governo. Muitos governantes não estão

familiarizados com a legislação. Depois de quase 20 anos de discussões, hoje temos um arcabouço legal excelente, mas sua aplicação só acontece com a pressão da sociedade. O Brasil elaborou o seu Plano Nacional de Resíduos Sólidos em 2012, mas não cumpriu com a sua obrigação de publicá-lo oficialmente. Explicações foram dadas pelo Ministério do Meio Ambiente, mesmo depois de tanto investimento para a elaboração do Plano, este quadro de não conformidade somente mudará com pressão popular.” (MATOS, 2016, p.156).

3.2 DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.

O panorama dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil mostra que, mesmo com certo progresso na gestão dos resíduos, ainda é possível notar parcelas de irregularidades desde a coleta até a destinação final. Os dados fornecidos pela publicação da ABRELPE para o ano de 2018/2019 deixam claro que os resíduos sólidos gerados no país ainda precisam de atenção maior. “Os dados revelam que, em 2018, foram geradas no Brasil 79 milhões de toneladas. Desse montante, 92% (72,7 milhões) foram coletadas. Por outro, evidencia que 6,3 milhões de toneladas de resíduos não foram recolhidas junto aos locais de geração “(ABRELPE, 2018/2019, p. 11).

Segundo dados do Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (MATHEUS *et al.*, 2019), a cidade de Londrina está entre as 10 cidades, com mais de 250 mil habitantes, que possuem a melhor pontuação gerada a partir da análise de dados fornecidos pelas próprias prefeituras. Essa pontuação varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior é a adesão do município ao PNRS. No estudo feito pelo ISLU são pontuadas 4 dimensões: engajamento do município, sustentabilidade financeira, recuperação dos resíduos coletados e impacto ambiental. Por meio dessas pontuações é determinada a pontuação geral do município, que também varia de 0 a 1, a partir de uma equação desenvolvida pelo ISLU. A cidade de Londrina obteve uma pontuação geral para o ISLU 2019 de 0,715 pontos, com uma colocação de décimo lugar. Já o município de Santos apresentou 0,743 pontos e ganhou o primeiro lugar e foi considerado o município com maior adesão à PNRS dentre as cidades, com mais de 250 mil habitantes, que participaram do estudo (MATHEUS *et al.*, 2019).

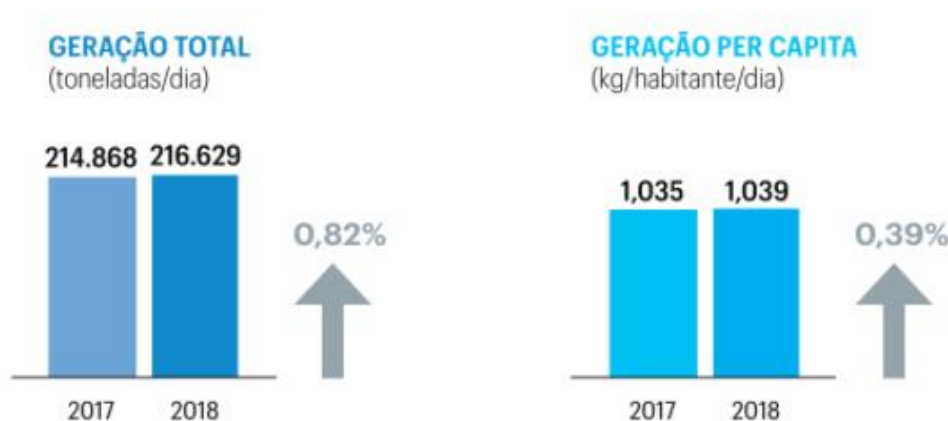
O estudo indica, também, que a quantidade de resíduos per capita/ano coletados em Londrina fica em torno de 335 kg/hab./ano. A menor

quantidade de resíduos per capita/ano coletados dentro das cidades brasileiras que participaram da pesquisa ocorreu em Blumenau, com 233 quilos. Já os municípios de Santos e do Rio de Janeiro possuem a maior produção de resíduos per capita/ano com mais de 450 quilos (MATHEUS *et al.*, 2019).

Segundo o IBGE, a média de lixo produzido por dia por cada habitante londrinense chega a 1 kg, sendo que Londrina possui uma estimativa de cerca de 570 mil habitantes (LONDRINA, 2015).

Como é possível observar na Figura 1, a geração total de resíduos sólidos no país aumentou cerca de 1.761 toneladas/dia, 0,82%, entre os anos de 2017 e 2018. Já a geração per capita de resíduos sólidos (kg/hab./dia) teve elevação de 0,39%, como podemos ver no Gráfico 1 (ABRELPE, 2018/2019).

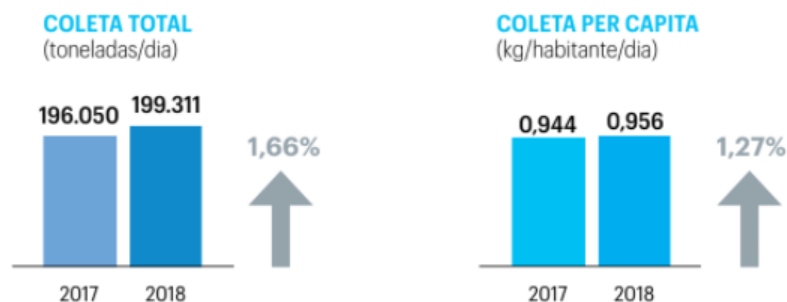
Gráfico 1 – Geração de RSU no Brasil.



Fonte: ABRELPE/IBGE (2018/2019)

Em razão disso, em média, cada habitante gerou um pouco mais de 1kg de resíduo por dia. Vale salientar que os índices dos estudos realizados entre os anos de 2016 e 2017, mostraram um aumento da geração total e per capita de resíduos sólidos de, respectivamente, 1% e 0,48% (ABRELPE, 2018/2019).

Em contrapartida, a quantidade total de resíduo coletado aumentou 1,66%, enquanto a quantidade de resíduo coletado per capita aumentou em 1,27%, como mostra o Gráfico 2 ABRELPE, 2018/2019).

Gráfico 2 – Coleta de RSU no Brasil.

Fonte: ABRELPE/IBGE (2018/2019)

A cobertura de coleta nacional se manteve acima dos 90%, porém as diferenças entre as regiões brasileiras se destacaram, uma vez que a porcentagem de RSU coletado nas regiões Norte e Nordeste está um pouco acima de 80%. Já a região sul, onde se localiza a cidade de Londrina, teve uma cobertura de 95,46% para o ano de 2018, próximo de 4% a mais do que a média nacional, como mostra o Gráfico 3 (ABRELPE, 2018/2019).

Gráfico 3 – Índices de cobertura nacional e regional.

Fonte: ABRELPE/IBGE (2018/2019).

No que diz respeito à coleta seletiva, segundo a pesquisa realizada pela ABRELPE (2018/2019), cerca de três quartos de todos os municípios brasileiros realizam, de alguma forma, a coleta seletiva. Porém, em muitos desses municípios, a coleta não engloba todos os bairros e é uma coleta básica inicial, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Quantidade de municípios com iniciativas de coleta seletiva.

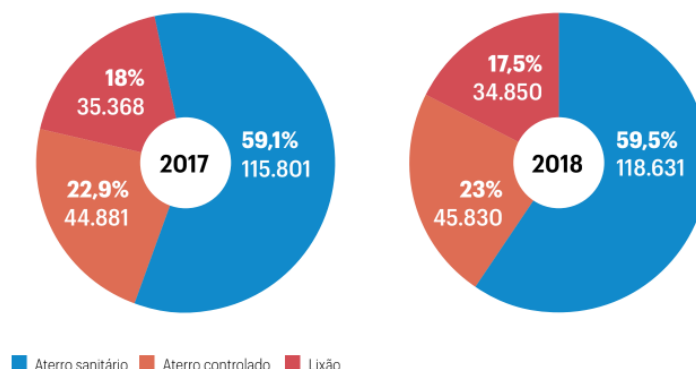
Regiões	Norte		Nordeste		Centro-Oeste		Sudeste		Sul		Brasil	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Sim	270	286	902	978	209	227	1.464	1.496	1.078	1.083	3.923	4.070
Não	180	164	892	816	258	240	204	172	113	108	1.647	1.500
Total	450		1.794		467		1.668		1.191		5.570	

Fonte: ABRELPE/IBGE (2018/2019)

A partir do Quadro 1, pode-se observar que mais de 70% dos municípios brasileiros possuem algum tipo de coleta seletiva e que, na região sul, menos de 10% dos municípios ainda não adotaram a coleta seletiva de resíduos sólidos (ABRELPE, 2018/2019).

A disposição final dos resíduos é de grande importância tanto para o meio ambiente quanto para a saúde pública. No ano de 2018, do total das toneladas coletadas em todo o país, um pouco mais do que a metade (59,5%) foi encaminhada para aterros sanitários. No entanto, a porcentagem de toneladas que foram dispostas em lixões ou aterros controlados, entre os anos de 2017 e 2018, ainda é relevante, como mostra o Gráfico 4 (ABRELPE, 2018/2019).

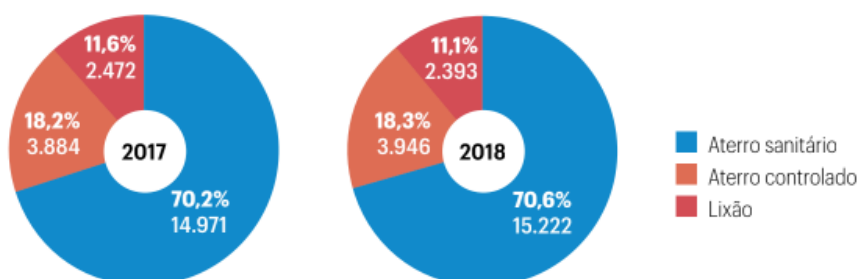
Gráfico 4 – Disposição final de RSU, por tipo de destinação.



Fonte: ABRELPE/IBGE (2018/2019)

Quando comparada com o contexto nacional, a região sul nos mostra um cenário mais otimista, possuindo mais de 70% do total de resíduos coletados destinados a aterros sanitários, como visto no Gráfico 5 (ABRELPE, 2018/2019).

Gráfico 5 – Disposição final de RSU na região sul.



Fonte: ABRELPE/IBGE (2018/2019)

Em Londrina, a porcentagem de resíduos coletados que são destinados a cooperativas de reciclagem está diminuindo, como mostra o Gráfico 6, com cerca de 6% para o ano de 2018. Sendo que, em torno de 23% do total de resíduos destinados às cooperativas, não continuam no processo de transformação e são destinados ao aterro sanitário, diminuindo sua vida útil devido ao aterramento indevido de toneladas de materiais recicláveis (TSAY *et al.*, 2018).

Gráfico 6 – Destino do resíduo domiciliar em Londrina.



Fonte: Tsay *et al.* (2018)

A falta de processos operacionais e etapas intermediárias, como uma estação de transbordo, tornam a coleta cara e menos eficiente para o município. Londrina ainda possui centenas de pontos de descarte clandestinos e a valorização da população na importância do descarte correto dos resíduos ainda é baixa

(LONDRINA, 2015).

3.3 GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A gestão integrada dos resíduos sólidos é o conjunto de ações que busca solucionar os problemas relacionados aos RSU, de forma a considerar os âmbitos econômicos, políticos, ambientais, sociais e culturais, levando em conta o controle social e o desenvolvimento sustentável. Já o gerenciamento dos resíduos sólidos é o conjunto de ações que devem ser aplicadas, direta ou indiretamente, nas etapas do ciclo de vida dos resíduos sólidos urbanos, como a coleta, o transporte, o transbordo, a destinação e a disposição final. Portanto, a gestão integrada é um mecanismo de planejamento e definições de estratégias do gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Desde quando foi implantado no país em 1880, o serviço de limpeza urbana passou por várias mudanças com o intuito de melhorar a qualidade de vida da população e preservar o meio ambiente. Porém, no que se diz respeito ao saneamento básico, o setor de gestão de resíduos sólidos ainda busca alcançar o lugar que merece. Apesar dos esforços de muitas prefeituras em instalar planos, programas e ações que possam melhorar o sistema de limpeza urbana é notável que a visão geral do processo de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos ainda é muito grave. Os recursos, apenas, não são capazes de sanar os problemas encontrados na sociedade, é necessário aprimoramento e a capacitação das administrações municipais diante do setor (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

Assim, um dos principais desafios encontrados pelos gestores públicos é encontrar índices de medições assertivos e confiáveis que possam promover uma avaliação do grau de eficiência dessas medidas na sustentabilidade da sociedade. Visto que, semelhante a qualquer outra ferramenta de gestão, os indicadores possuem limitações e a maioria não fornece a realidade precisa (POLAZ; TEIXEIRA, 2009).

A NBR 10.004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) define os resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem

como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A NBR 10.004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) classifica os resíduos sólidos quanto a sua periculosidade, levando em conta a atividade que lhes deu origem e seus constituintes e características.

Assim, são classificados entre classes podendo ser:

I. Resíduos classe I – perigosos: São os resíduos que podem causar risco à saúde pública, provocando mortes e doenças, ou que causem riscos ao meio ambiente. Podem apresentar características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.

II. Resíduos classe II – não perigosos: São aqueles que não possuem as características de periculosidade como, resíduos de madeira, de borracha, de metais não ferrosos, entre outros.

III. Resíduos classe II A – não inertes: São resíduos que não se enquadram nas características dos resíduos da classe I – perigosos ou da classe II B – inertes. Podem ter propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

IV. Resíduos classe II B – inertes: É qualquer resíduo que quando em contato dinâmico com água destilada em temperatura ambiente não possui nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água.

A classificação dos resíduos sólidos quanto a sua origem está disposta na Lei nº 12.305/2010, como já foi comentado anteriormente.

Outra forma de avaliar os resíduos sólidos urbanos é a partir da sua composição gravimétrica. Conhecer a participação percentual de matéria orgânica, plástico, metais, vidro e papel, por exemplo, presentes na massa total de resíduos coletados auxiliam nas decisões a serem tomadas referente ao planejamento. Ao conhecer a composição gravimétrica, os administradores públicos conseguem escolher a melhor forma de realizar a limpeza urbana, como o dimensionamento dos equipamentos de coleta, da frota de caminhões e até promover a melhor alternativa de disposição ou destinação final (ORTH; MOTTA, 1998).

Os resíduos sólidos urbanos gerados por um município são compostos, na sua maioria, por resíduos sólidos domiciliares (RSD) acrescidos dos

resíduos de limpeza urbana. No entanto, os RSD possuem variações dos percentuais de seus materiais componentes, o que espelha os hábitos, consumo e renda da população. O Quadro 2 foi retirado de um estudo feito pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em 2012, e nele é apresentada a composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil (MILANEZ *et al.*, 2012).

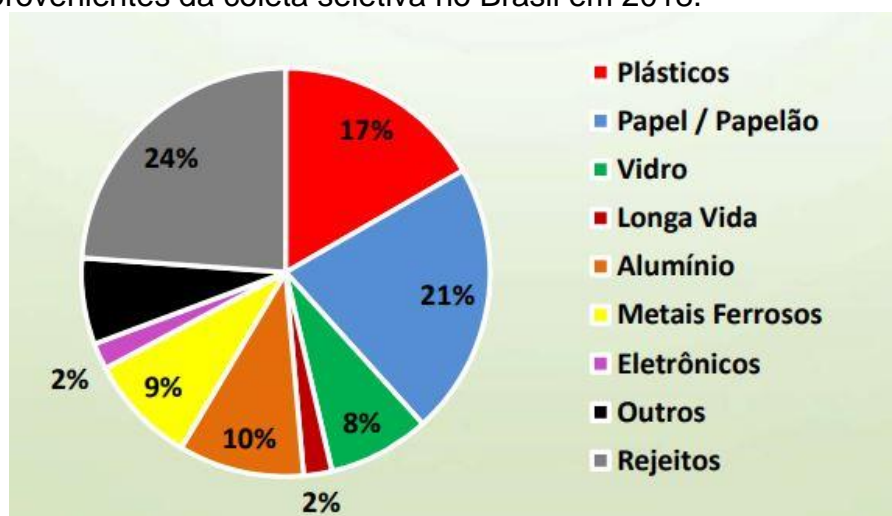
Quadro 2 – Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil.

Materiais	Participação %	Quantidade	
		2000 t/dia	2008 t/dia
Material Reciclável	31,9	47.559	58.527
Metais	3%	4.302	5.294
Papel, papelão e tetrapak	13%	19.500	23.997,40
Plásticos	14%	20.191,10	24.847,90
Vidro	2%	3.566,10	4.388,60
Matéria Orgânica	51%	76.634,50	94.309,50
Outros	17%	24.881	30.619
Total Coletado	100%	149.094,30	183.481,50

Fonte: Adaptado IPEA/IBGE (2010)

O Gráfico 7 foi retirado do *Ciclossoft* 2018, um estudo realizado pela associação Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), e nele é apresentada a composição gravimétrica dos resíduos sólidos provenientes da coleta seletiva realizada em 1227 municípios brasileiros inscritos no programa da pesquisa (CEMPRE, 2018).

Gráfico 7 – Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos provenientes da coleta seletiva no Brasil em 2018.



Fonte: CEMPRE (2018)

Devido à ausência de dados referentes a composição gravimétrica do município de Londrina, o PMSB apresenta projeções das mudanças das taxas de cada material presente nos resíduos sólidos da cidade entre os anos de 2013 e 2043, com premissas adotadas com base em informações extraídas da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do IBGE, feita em 2008. Assim, de acordo com o Quadro 3, retirado do PMSB, é possível observar a projeção da composição gravimétrica da cidade de Londrina entre 2014 e 2023 (LONDRINA, 2015).

Quadro 3 – Projeções da variação da composição gravimétrica dos resíduos.

Composição coleta (ton/ano)		Gravimetria atual	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	Total de resíduos gerados		49.139	53.350	57.591	61.861	66.159	70.483	74.832	79.205	83.601	88.018
	Orgânicos	51%	6.210	8.362	0.529	2.711	4.907	7.117	9.339	1.574	3.820	6.077
	Potencial reciclado papel/papelão	13%	9.537	0.089	0.644	1.204	1.767	2.333	2.903	3.476	4.052	4.630
	Potencial reciclado de vidros	2%	0.579	0.680	0.782	0.885	0.988	0.092	0.196	0.301	0.406	0.512
	Potencial reciclado de metais	3%	0.325	0.447	0.570	0.694	0.819	0.944	0.070	0.197	0.342	0.453
	Plásticos	14%	0.134	0.702	1.275	1.851	2.431	3.015	3.602	4.193	4.786	5.382
	Outro	17%	5.354	6.070	6.791	7.516	8.247	8.982	9.721	0.465	1.212	1.963

Fonte: Adaptado de Londrina (2015)

Em Londrina, os resíduos coletados são destinados ao aterro sanitário do município. De acordo com a NBR 8.419 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992), o aterro sanitário é uma técnica de disposição dos resíduos sólidos urbanos no solo, de forma que não ocorram danos à saúde pública e à sua segurança, buscando minimizar os impactos ambientais. São utilizados princípios da engenharia para o confinamento do solo em uma menor área possível reduzindo os resíduos em um menor volume permissível. São obras minuciosas que requerem atenção e cuidado, além da manutenção contínua para que danos ambientais sejam evitados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992).

3.4 ETAPAS DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Em qualquer local onde se realiza uma certa atividade, como nas residências, restaurantes e ruas, por exemplo, é inevitável a geração de resíduos. A partir do momento que há o consumo de algum tipo de produto inevitavelmente é gerado um resíduo, a partir disso observa-se a necessidade de encontrar a melhor maneira de acondicionar, transportar e destinar ou dispor esses resíduos evitando

problemas de saúde pública e ambiental. Toda etapa executada no gerenciamento de resíduos, é planejada na gestão e deve ser realizada sempre pensando na etapa seguinte tendo como objetivo alcançar benefícios sociais, ambientais e financeiros para o município. As principais etapas são: o acondicionamento; o transporte e coleta; o transbordo e a destinação ou disposição final, como mostra a Figura 1 (PROTEGEER, 2017).

Figura 1 – Etapas do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos



Fonte: ProteGEEr (2017)

3.4.1 Acondicionamento

Segundo o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), acondicionar os resíduos significa dispor os materiais de forma adequada, de acordo com seu tipo e quantidade. A qualidade da coleta e do transporte dos resíduos está relacionada com a maneira que são acondicionados, armazenados e das características e disposição dos recipientes. Porém, é comum encontrar pontos de descartes clandestinos pelas ruas, que acumulam, principalmente, resíduos domiciliares que podem acabar prejudicando a saúde pública e o meio ambiente (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

Nas cidades brasileiras são utilizados diversos tipos de recipientes para acondicionar os resíduos, alguns são mais populares em determinadas regiões. No que diz respeito a forma de armazenar os resíduos domiciliares existem algumas maneiras de realizá-la, através de sacos plásticos, latas, tambores, contêineres de plásticos e contêineres metálicos (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

O saco plástico é o meio de acondicionamento mais utilizado nas cidades brasileiras. Além de prático, os sacos são seguros e higiênicos pois evitam a exposição dos resíduos e o risco de contato com o ambiente e com as pessoas que o transportam. Porém, por ser uma forma mais prática de acondicionamento é muito

importante separar corretamente os tipos de resíduos para cada tipo de saco. Tal tarefa facilita na hora de destinar os materiais de maneira benéfica para a saúde pública e para o meio ambiente. Em condomínios verticais, por exemplo, onde a geração de resíduos é muito elevada, o descarte correto dos resíduos produzidos pelos moradores é muito mais rígido e controlado, pois se não houver uma conscientização de todos o acondicionamento pode acarretar problemas sanitários (MAZZETTO, 2017).

Atualmente, a inovação do bioplástico, plástico feito a partir de fontes renováveis, surge como forma de amenizar os impactos que esse tipo de acondicionamento pode causar no meio ambiente, uma vez que o plástico demora cerca de 400 anos para se decompor na natureza. Com essa nova forma de composição dos sacos plásticos, ele poderá ser compostado junto com os materiais orgânicos e não ter seu destino final em aterros sanitários, como exemplifica a Figura 2 (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2014).

Figura 2 – Sacos plásticos dispostos de forma inadequada.



Fonte: Mazzetto (2017)

Outra forma de acondicionamento é em coletores ou tambores de plástico ou metálicos, como é visto na Figura 3. Os tambores possuem capacidade de até 390 litros e são de fácil manuseio e locomoção o que deixa a coleta mais produtiva e segura. A partir da sua durabilidade, esse tipo de acondicionamento se torna econômico, além de possuir um bom aspecto. Podem ser utilizados na coleta de resíduos urbanos provenientes da limpeza e varrição das vias públicas (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

Figura 3 – Coletor de plástico de 240 litros.



Fonte: Márcia Foletto/Agência O Globo (2015)

Já os contêineres metálicos, ou plásticos, são utilizados quando a coleta é feita de forma mecanizada, como mostra a Figura 4. Esse tipo de coleta e de acondicionamento ainda possui pouco uso nas cidades brasileiras, porém é uma das formas menos agressivas ao meio ambiente e a saúde pública uma vez que os resíduos ficam corretamente armazenados enquanto não são recolhidos. Assim, com o uso desses contêineres e com a implantação da coleta mecanizada é possível observar a eficiência, economia e praticidade na etapa de coleta (TANQUE; ABUNO; SHIMODA, 2017).

Figura 4 – Contêiner metálico.



Fonte: Ricardo Giusti/Rádio Guaíba (2018)

3.4.2 Coleta e transporte

Outro ponto importante da gestão dos resíduos sólidos é a coleta.

Segundo Cunha e Caixeta Filho (2002, p.145):

A coleta normalmente pode ser classificada em dois tipos de sistemas: sistema especial de coleta (resíduos contaminados) e sistema de coleta de resíduos não contaminados. Neste último, a coleta pode ser realizada de maneira convencional (resíduos são encaminhados para o destino final) ou seletiva (resíduos recicláveis que são encaminhados para locais de tratamento e/ou recuperação).

Em Londrina, a coleta é feita de forma manual e seletiva sendo realizada por cooperativas de catadores de materiais recicláveis, como pode ser visto na Figura 5. Os resíduos não recicláveis ou não reutilizáveis são levados diretamente ao aterro sanitário do município através dos caminhões coletores (LONDRINA, 2015).

Figura 5 – Coleta seletiva em Londrina.



Fonte: Ana Paula Hedler/Blog Londrina (2012)

Um dos passos que influenciam na eficácia da gestão dos resíduos sólidos é a universalização da coleta domiciliar e seletiva. A inexistência de um sistema de coleta e transporte faz com que uma boa parcela dos resíduos gerados tenha um destino inadequado e seu potencial de reutilização não tenha o proveito devido. Além, de aumentar o desenvolvimento de vetores transmissores de doença que encontram nos resíduos o alimento e o abrigo necessário (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

O serviço de coleta e transporte compreende desde o momento em que o caminhão sai da garagem, passa pelos bairros recolhendo os resíduos acondicionados, os encaminha para o local de descarga e volta à garagem (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002).

Existem dois tipos usuais de coleta: a manual e a mecanizada. A coleta manual é feita por funcionários, geralmente composta por 3 coletores, que retiram os resíduos dos lugares onde são acondicionados e encaminham para dentro dos caminhões coletores compactadores que transportam os resíduos aos aterros sanitários (MARTINHO *et al.*, 2017). A Figura 6 mostra a coleta sendo realizada no município de Londrina.

Figura 6 – Coleta manual realizada em Londrina.



Fonte: Bruna Tukamoto/Tarobá News (2017)

Já na coleta mecanizada os resíduos ficam acondicionados em contêineres metálicos ou plásticos e o caminhão compactador realiza a coleta sem o auxílio de uma equipe de coletores. Os caminhões que realizam a coleta mecanizada devem possuir um sistema que possibilite a acoplagem de um braço mecânico aos contêineres que será elevado para descarregar os resíduos no veículo. Nesse tipo de coleta não há o contato dos coletores com os resíduos e, portanto, reduz o risco de acidentes. Em certos caminhões, o processo é feito de forma automatizada, bastando apenas o motorista manusear um controle que a coleta é feita, como é visto na Figura 7 (PINHEIRO, 2016).

Figura 7 – Coleta mecanizada.



Fonte: EcoUrbis (2020)

Em Londrina a importância da coleta deveria ser mais bem vista por parte da população que só reconhece a quão necessária é quando esta é paralisada. Ao visitar o aterro sanitário de Londrina é possível identificar a grande quantidade de materiais recicláveis que são descartados e acondicionados de forma incorreta. Por isso, o aumento da adesão da população à coleta seletiva é um dos objetivos propostos pelo projeto Lixo Zero (LONDRINA, 2015).

3.4.3 Estações de transferência ou transbordo

A implantação dos aterros sanitários nas grandes cidades está sendo realizada cada vez mais longe do centro de massa de coleta urbana, isso devido à resistência da população em morar próximo a um local de disposição final dos resíduos, como também em consequência das exigências ambientais e do alto custo do terreno urbano. Com isso, a distância a ser percorrida pelos caminhões coletores aumenta e gera problemas como: atraso na coleta; aumento do tempo e da distância improdutiva, que é quando não há atividades de coleta de resíduos, e aumento do custo do transporte (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

Como medida de diminuir os impactos causados pelos problemas citados, as estações de transferência ou de transbordo são implantadas em locais mais próximos da cidade, onde os caminhões coletores descarregam os resíduos e voltam para o roteiro de coleta. Posteriormente, os resíduos são transportados por veículos com uma capacidade de carga maior e menor custo unitário de transporte até o aterro sanitário do município (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002).

Portanto, sendo foco deste trabalho, um estudo mais aprofundado sobre as estações de transferência, ou transbordo, será apresentado no tópico 3.5.

3.4.4 Destinação final

Como se sabe, a destinação final dos resíduos deve ser realizada de forma adequada para se aproveitar ao máximo o potencial de recuperação dos materiais. A destinação dos resíduos pode ser feita pela reutilização, reciclagem, compostagem e aproveitamento energético, por exemplo (BRASIL, 2010).

Os métodos mais utilizados atualmente no país são o de reciclagem e compostagem. A reciclagem é o processo onde os materiais descartados pela população se tornam matéria prima na manufatura de produtos que são normalmente compostos por matéria prima virgem. A processo de reciclagem traz vários benefícios ao meio ambiente e à economia local como a preservação dos recursos naturais, a redução da poluição do ar e das águas e a geração de empregos com o incentivo a criação de cooperativas de reciclagem, como mostra a Figura 8 (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002).

Figura 8 – Cooperativa de Reciclagem da CT Irajá.

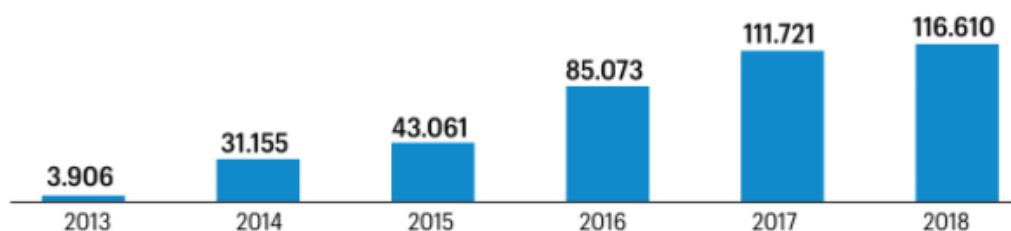


Fonte: Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro (2019)

Desde 2013 o programa Dê a Mão para o Futuro que é iniciativa da Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC) em parceria com a Associação Brasileira das Indústrias dos Produtos de Limpeza e Afins (ABIPLA) e a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (ABIMAP), acompanha o volume

de materiais recicláveis coletados por cerca de 144 cooperativas de todo o Brasil. O gráfico da imagem abaixo mostra a massa, em toneladas, de materiais recicláveis coletados pela iniciativa entre os anos de 2013 e 2018, como mostra o Gráfico 8 (ABRELPE, 2018/2019).

Gráfico 8 – Volumes, em tonelada/ano, de materiais recicláveis recuperados por meio do programa Dê a Mão para o Futuro.



Fonte: ABRELPE/IBGE (2018/2019)

Já o processo de compostagem pode ser realizado por qualquer pessoa, ele nada mais é do que a fabricação de compostos orgânicos por meio dos resíduos orgânicos considerados putrescíveis, que são os restos de alimentos, folhas etc. O composto orgânico gerado a partir da compostagem é muito utilizado na agricultura pois possui alto potencial nutritivo para o solo (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002).

Nos resíduos domiciliares existem, naturalmente, microrganismos que são essenciais para a decomposição da matéria orgânica. A estrutura desse microrganismo que atuam no processo de compostagem é constituída por 90% de água, portanto para promover a proliferação dos microrganismos e a eficiência da decomposição é necessário realizar o controle do teor de umidade desses resíduos de materiais orgânicos (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

Assim, os centros de reciclagem e compostagem funcionam com objetivo de interferir nas atividades biológicas que acontecem nos resíduos até que ela acabe, tornando os resíduos inertes e sem risco de ocasionarem algum tipo de poluição (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

3.4.5 Disposição final

A disposição dos resíduos sólidos deve ser feita de forma ambientalmente adequada e ordenada em aterros, de acordo com normas

operacionais específicas buscando evitar problemas de saúde pública e ambiental, conforme a Lei nº. 12.305 (BRASIL, 2010.)

No que se diz respeito aos métodos de disposição final dos resíduos sólidos existem os aterros sanitários e controlados, os lixões e a incineração dos resíduos. Sendo que a alternativa que agrupa as maiores vantagens e melhores condições de operação sem riscos ambientais e sociais é o aterro sanitário (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002).

A utilização de lixões como forma de disposição dos resíduos é considerada inadequada e teve seu prazo de duração imposto pelo Art. 54 da Lei n.º 12.305 que diz:

A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei.

Porém, o prazo para o fim dos lixões foi prorrogado diante da votação do projeto de lei PL 4162/19. Diante da nova lei, os municípios têm até o final de 2020 para elaborar um plano de gestão de resíduos sólidos e assegurar um descarte correto dos resíduos. Conforme o projeto, caso o município já tenha elaborado um plano de gestão de resíduos sólidos e possua tarifas e taxas para a sua sustentabilidade financeira o prazo final para o fim dos lixões pode se estender até 2024, de acordo com a quantidade de habitantes que o município possui (DE OLIVEIRA, 2020).

Esse tipo de disposição causa problemas sociais e ambientais para a localidade onde ele se encontra instalado, como depreciação da paisagem, presença de vetores de doenças, formação de gás metano e degradação social (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

O aterro controlado é um método de disposição final de resíduos que causa menos impactos quando comparado aos lixões, pois após a disposição dos resíduos no solo esses são recobertos com terra, o que reduz a poluição local mas não elimina, pois o chorume, líquido gerado pela decomposição da matéria orgânica, fica retido no interior dos aterros, podendo comprometer a qualidade das águas presentes nos lençóis freáticos (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

O aterro sanitário é, atualmente, a forma de disposição final mais eficiente, dentro das técnicas mais baratas, e que reúne as maiores vantagens ambientais e sociais. Porém, para definir qual o procedimento mais adequado deve se antes realizar um diagnóstico do cenário atual do município. A instalação de um

aterro sanitário só pode ser realizada se estiver atendendo as especificações da NBR 8.419 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992). Portanto, um aterro sanitário deve possuir células de lixo domiciliar, sistema de coleta de chorume, sistema e queima de biogás, sistema de drenagem e afastamento de águas pluviais como forma de evitar a contaminação do lençol freático, sistema de monitoramento ambiental, geotécnico e topográfico entre outros (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

Para ser operado, o aterro sanitário depende de processos como a escolha de áreas, licenciamento, projeto executivo e a implantação. Como já foi exposto, a seleção de um local para implantar um aterro sanitário é um processo complicado devido à urbanização crescente da maioria dos municípios. Geralmente, esse método de disposição se localiza em áreas distantes do centro de massa das cidades o que acaba gerando impactos no desempenho da coleta (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

Os aterros sanitários devem ser projetados com o objetivo de maximizar a vida útil da área utilizada, sendo que devem ter um período de atividades de no mínimo 5 anos. Existem três formas de construção de um aterro onde é levado em conta a topografia do terreno, o tipo de solo e a localização do lençol freático, são eles: o método de trincheira, rampa e área. Os procedimentos de construção desses métodos são quase os mesmos, sendo necessário a realização do espalhamento e compactação dos resíduos, a altura máxima das células, a camada de solo de cobertura, etc (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

A incineração é um método de processamento dos resíduos sólidos que tem como vantagem a redução do volume dos dejetos de forma significativa e do potencial tóxico, como também o possível reaproveitamento da energia liberada pela queima dos resíduos. Porém, o processo de incineração possui uma instalação e funcionamento custoso, além de exigir mão de obra qualificada o que acaba tornando o método pouco utilizado como tratamento final dos resíduos sólidos (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002).

3.5 ESTAÇÃO DE TRANSBORDO

As estações de transferência ou de transbordo, como já citadas, são implantadas com o intuito de melhorar aspectos ambientais, financeiros e sociais do

município onde se localizam. Segundo Pereira, Franco e Castilhos (2013) estação de transferência é:

Estação de transferência é uma instalação localizada próxima ao centro gerador de resíduos sólidos, onde esses são transferidos de caminhões menores, provenientes da coleta, para caminhões de maior porte a fim de realizar o transporte até o local de eliminação final. Os estudos que avaliam a viabilidade da implantação de estações de transferência variam entre si em relação aos critérios analisados e aos métodos de análise utilizados.

Assim, as estações de transferência ou transbordo são lugares intermediários, onde os resíduos provenientes da coleta são descarregados e transferidos para caminhões maiores, que podem ter capacidade de transportar um volume de resíduo equivalente ao de três caminhões coletores. Esses resíduos são levados até o aterro sanitário do município onde serão dispostos (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

Quando instaladas em regiões estratégicas do município, a estação de transbordo torna a descarga dos resíduos mais eficiente, otimizando o tempo de viagem dos caminhões coletores que retornam ao roteiro de coleta rapidamente. Porém a localidade da instalação da estação deve ser analisada com cuidado, devido aos transtornos que uma estação de transbordo pode causar no cotidiano da população vizinha, como ruídos, trânsito de veículos pesados, focos de contaminações, etc. (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

Para implantar uma estação de transbordo é necessário realizar um estudo de sua viabilidade e analisar seus custos e seus ganhos, bem como o impacto na eficiência do sistema de coleta dos resíduos sólidos. Assim, deve-se levar em consideração a localidade onde será implantada a estação e a modalidade de transporte disponível na região que otimize o percurso de disposição desses resíduos. A transferência dos resíduos entre a estação e o aterro sanitário, por exemplo, pode ser feita pelo modal ferroviário, marítimo ou, o mais comum, o rodoviário (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

Na operação de uma estação de transbordo é necessário garantir que o tempo de descarga dos resíduos dos caminhões coletores e o carregamento dos veículos de transferência seja minimizado, não ocasionando filas de espera. O tempo improdutivo dos caminhões no processo de transferência pode gerar atrasos na coleta e levar a necessidade de um aumento da frota. Assim, uma estação de transferência

mal elaborada, em termos de *layout* e equipamentos, pode diminuir e até eliminar as vantagens da implantação de um transbordo (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

A cidade de São Paulo, por exemplo, a maior do Brasil com cerca de 12,2 milhões de habitante, possui três estações de transbordo:

- I. Transbordo Ponte Pequena: Com uma área de 22 mil metros quadrados e capacidade de 6 mil toneladas/dias;
- II. Transbordo Vergueiro: Com área aproximada de 28 mil metros quadrados e capacidade de 3 mil toneladas/dias;
- III. Transbordo Santo Amaro: Com área aproximada de 22 mil metros quadrados e capacidade de 3 mil toneladas/dia.

As estações de Vergueiros e Santo Amaro realizam, também, gratuitamente a destinação correta de animais mortos (SÃO PAULO, 2019).

3.5.1 Construção da unidade de transbordo

Para a construção de uma estação de transbordo é necessário a elaboração de um memorial descritivo, memorial de cálculo, representações gráficas, planilhas orçamentárias e o cronograma físico-financeiro da obra. Porém, dependendo do estado brasileiro pode haver a necessidade de outros documentos para a aprovação da construção de uma estação de transbordo (BRASIL. Ministério da Saúde, 2014).

No memorial descritivo é fundamental a apresentação de informações de caracterização do município, como localização geográfica, população e histórico de crescimento, população atendida pelo serviço de coleta, infraestrutura urbana, entre outros. Deve-se, também, caracterizar o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos existente no município com dados a respeito da quantidade de resíduos gerados por habitante, informações sobre os serviços de limpeza urbana, descrever as etapas existentes no sistema de gerenciamento, indicar a localização de unidades de triagem e compostagem e a unidade de disposição final (aterro sanitário). Em termos de concepções e especificações da estação de transbordo é necessário apontar a área a ser utilizada para a implantação, a distância entre a estação e os núcleos populacionais do município, descrição do sistema de drenagem e impermeabilização, estudo de viabilidade econômica, entre outros (BRASIL. Ministério

da Saúde, 2014).

No memorial de cálculo deve se expor os cálculos e resultados obtidos para o estudo populacional, volume de resíduos sólidos a serem transportados para o transbordo, tempo de armazenamento dos resíduos na estação, dimensionamento da estação, entre outros (BRASIL Ministério da Saúde, 2014).

Para a construção da estação é necessário, também, os projetos de engenharia, como exemplo os projetos arquitetônicos (planta baixa e implantação), topográfico, de drenagem e de terraplanagem. Sobre a planilha orçamentária deve ser exposto o detalhamento do orçamento com quantidades, valores unitários e totais, bem como o BDI utilizado e sua composição (BRASIL. Ministério da Saúde, 2014).

3.5.2 Operação da estação de transbordo

Em geral, a operação de uma estação de transbordo é feita com o objetivo de proporcionar mais produtividade e viabilizar o processo de transferência dos resíduos urbanos. Assim, com a chegada dos caminhões coletores na estação os resíduos são descarregados nos pátios agilizando a rotatividade dos caminhões que chegam da coleta. A pá carregadeira é o equipamento mais utilizado nas operações auxiliando na transferência dos resíduos para os caminhões que os transportaram até o aterro sanitário (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

A operação de uma estação de transbordo proposta pelo projeto básico de contratação publicado pela Prefeitura Municipal de Campinas, em 2012, será apresentada como forma de estudo e compreensão de como se efetua a operação de uma unidade de transbordo.

O processo de transbordo, em Campinas, terá de executar diariamente a transferência de cerca de 300 toneladas de resíduos sólidos dos veículos coletores para veículos com capacidade de carga maior, com o auxílio de equipamentos (pá carregadeira). Assim, a sequência de operações a serem realizadas na estação é: descarga do veículo coletor; agrupamento dos resíduos no pátio de descarga; carga do veículo de maior capacidade (CAMPINAS, 2012).

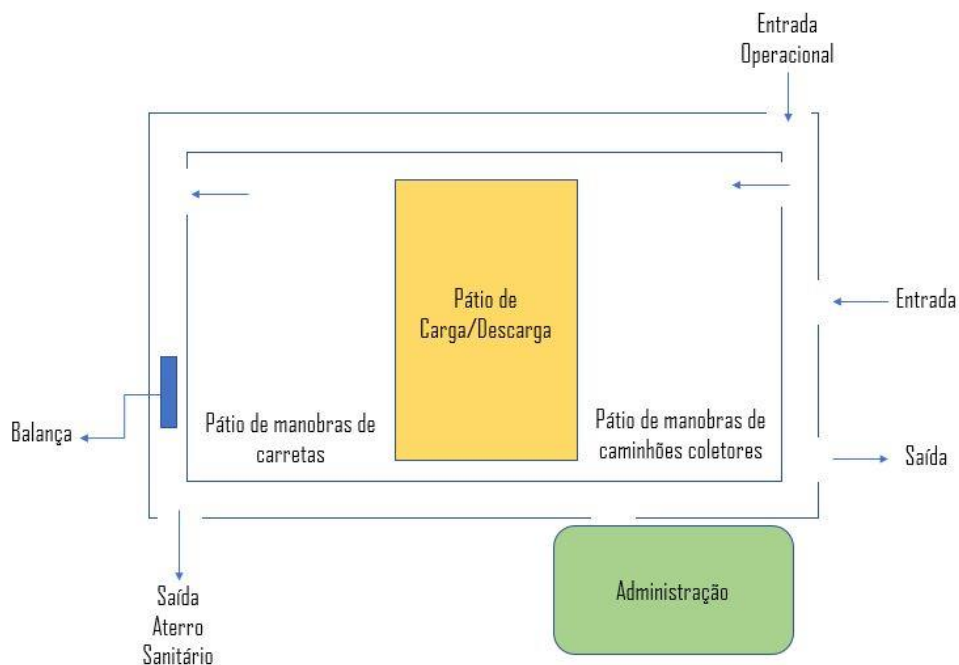
Primeiramente, ao chegar na unidade de transbordo, o caminhão coletor é identificado, pesado e direcionado ao fosso receptor de resíduos ou ao pátio de descarga. Em seguida, é dado início ao processo de transferência dos resíduos sólidos que são descarregados pelos veículos coletores, remanejados e agrupados

pela pá carregadeira em forma de pilhas com o objetivo de facilitar o carregamento dos veículos de transferência e de promover espaço para o trânsito dos caminhões coletores que entram e saem da estação (CAMPINAS, 2012).

Depois disso, é realizado o carregamento dos veículos de transferência com o auxílio da pá carregadeira, que possui um alto índice de produtividade na operação de carga, além de ser um equipamento operacional com alta versatilidade. O carregamento dos veículos de transferência é feito de forma a acomodar os resíduos uniformemente, pensando em maximizar a carga (CAMPINAS, 2012).

Por fim, após a realização das etapas de transferência dos resíduos sólidos coletados para os veículos de transferência é dado início ao processo de transporte dos resíduos até o sistema de disposição final (CAMPINAS, 2012). A Figura 9 mostra um esquema simplificado do *layout* de implantação e operação da estação de transbordo de Campinas. O *layout* original encontra-se no Anexo A.

Figura 9 – Layout simplificado de implantação e operação de estação de transbordo de Campinas.



Fonte: Adaptado de Secretaria Municipal de Serviços Públicos de Campinas, 2012.

3.5.3 Custo de implantação e operação de uma estação de transbordo

Um estudo feito por Pereira, Franco e Castilhos (2013), em

Florianópolis, analisou os benefícios causados pela implantação de uma estação de transbordo nos custos totais da coleta e transporte dos resíduos sólidos do município. Na realização do trabalho foi utilizada uma adaptação da metodologia de US EPA (2002) onde foram necessários os seguintes dados:

- I. Custo para construir;
- II. Operação e manutenção da estação;
- III. Capacidade de carga do caminhão coletor e de transferência;
- IV. Custo com o transporte direto e de transferência;
- V. Distância da geração até a destinação final.

Porém, para a adaptação da metodologia utilizada foi necessário dividir o município em regiões homogêneas levando em consideração a produção e a taxa de crescimento anual de resíduos sólidos (PEREIRA; FRANCO; CASTILHOS, 2013).

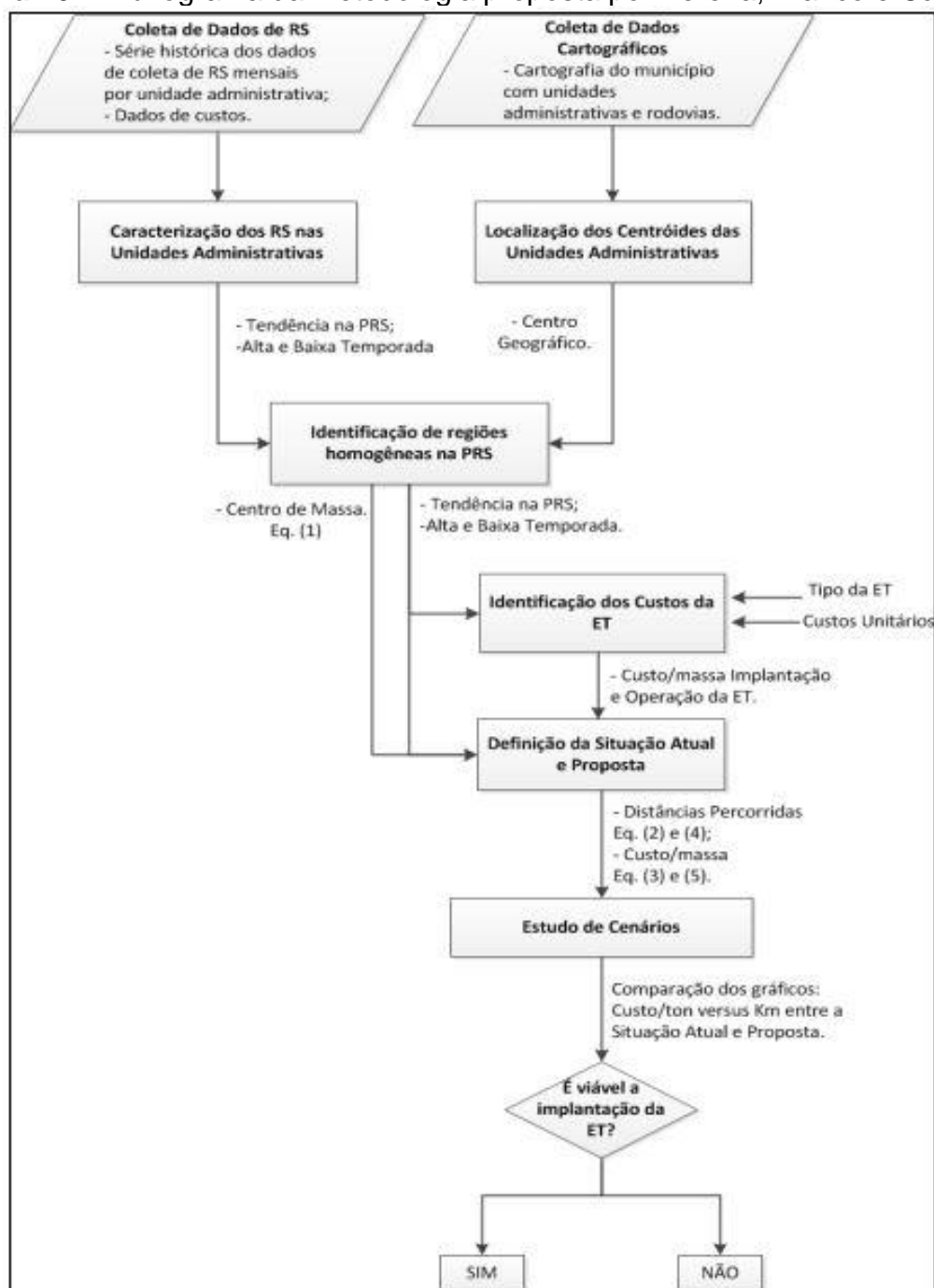
A cidade de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, ocupa uma área de cerca de 672 km² e possui cerca de 421.240 mil habitantes. O município possui morros, lagoas, dunas e manguezais ao longo da sua extensão o que acaba dividindo o município em vários distritos. A coleta dos resíduos sólidos urbanos do município é dividida em três categorias: coleta convencional; coleta seletiva; coleta com caixa *brooks* (PEREIRA; FRANCO; CASTILHOS, 2013).

Assim, utilizou-se do mapa digital do município de Florianópolis em programa SIG para identificar o centro geométrico de cada distrito em coordenadas UTM (WGS 84). Determinou-se, também, a melhor localização que originará o cenário mais favorável para a implantação da estação de transbordo. Em seguida, as coordenadas foram exportadas para o Google Earth com o objetivo de determinar as distâncias viárias entre os centros de massa e a estação e entre a estação e o lugar de disposição ou destino final dos resíduos sólidos (PEREIRA; FRANCO; CASTILHOS, 2013).

Para a realização do estudo primeiramente foi preciso recolher os dados mensais dos custos e das séries históricas da coleta de resíduos sólidos para determinar as características dos RS de cada unidade administrativa. Em seguida, realizou-se uma análise cartográfica para o reconhecimento dos centros geográficos das unidades administrativas do município. Com isso, é possível identificar as regiões homogêneas e seus centros de massa. Após isso, determinou o tipo de estação a ser estudada e o custo/massa referente à implantação e à operação da estação. Em

seguida, foram definidas as distâncias percorridas e os custos/massa do cenário atual e proposto. Assim, foi realizada as comparações entre o custo/ton e distância em cada situação, atual e proposta. Por fim, foi feita uma análise na viabilidade da implantação da estação de transbordo proposta. O fluxograma das etapas da metodologia proposta no estudo está presente na Figura 10 e são semelhantes aos métodos que serão utilizados neste trabalho (PEREIRA; FRANCO; CASTILHOS, 2013).

Figura 10 – Fluxograma da metodologia proposta por Pereira, Franco e Castilho.



Fonte: Pereira;Franco;Castilho (2013)

Para chegar ao resultado total do custo de implantação da estação de transbordo proposta para a cidade de Florianópolis, o estudo feito por Pereira, Franco e Castilhos (2013) levou em consideração os gastos que seriam gerados pela compra do terreno, pelos serviços preliminares, pela construção da unidade de controle e pesagem, unidade de recepção, cabine de controle, instalações de apoio, entre outros. Como também, os gastos com as aquisições da balança, pá carregadeira e equipamentos. O custo total obtido para a implantação da estação de transbordo proposta para Florianópolis foi de aproximadamente R\$2.329.899. (PEREIRA; FRANCO; CASTILHOS, 2013).

Assim, foi possível concluir que a partir do cenário estudado para o ano de 2010 houve uma redução de R\$42/ton, cerca de 26% de redução percentual. Assim, o custo total gasto com o sistema de coleta dos resíduos sólidos urbanos no município de Florianópolis passou de R\$158,00/ton para R\$116,00/ton (PEREIRA; FRANCO; CASTILHOS, 2013).

3.5.4 Tipo de estações de transbordo

Quanto ao sistema operacional da estação de transferência podemos encontrar quatro tipos: as estações com transbordo direto, com armazenamento, com compactação e sem compactação (NUNES; DA SILVA, 2015).

Na estação com transbordo direto o processo de transferência dos resíduos acontece a partir de um desnível entre os pavimentos onde estão parados os veículos maiores que realizarão a transferência e os caminhões coletores que descarregam os resíduos diretamente no compartimento de carga do veículo de transferência. Essas estações são facilmente implantadas devido a simplicidade da sua construção, porém por não possuírem um lugar de armazenamento dos resíduos coletados a frota de veículos de transferência deve ser maior para assegurar que os veículos de coleta não fiquem parados esperando para descarregar os resíduos (NUNES; DA SILVA, 2015). A Figura 11 mostra um exemplo de estação de transbordo direto.

Figura 11 – Exemplo de estação de transbordo direto.



Fonte: Prefeitura Municipal de Bonito-MS (2018)

Grande parte dos municípios possuem um roteiro para as coletas dos resíduos domiciliares geralmente se iniciando no mesmo horário, com isso a chance de vários veículos coletores chegarem ao mesmo tempo na estação de transferência é muito alta. Assim, é inevitável que a estação tenha um espaço para o armazenamento desses resíduos evitando a aglomeração de veículos coletores e o atraso no sequenciamento da coleta urbana. Um modelo que é bastante usado é a estação de transbordo onde os resíduos coletados são descarregados em pátios e levados até os veículos de transferência com o auxílio de máquinas, como pá carregadeiras (NUNES; DA SILVA, 2015).

Uma desvantagem desse tipo de estação é a ausência da compactação dos resíduos transportados para o aterro. Isso ocorre, uma vez que os resíduos compactados na coleta se soltam ao serem transferidos para a armazenagem na estação, como mostra a Figura 12. Boa parte da energia que foi gasta na compactação é perdida durante o processo de descarga, o que reduz a produtividade dos caminhões que levarão esses resíduos aos aterros, pois o veículo atinge seu volume máximo antes de atingir o seu peso máximo (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

Figura 12 – Exemplo de estação de transbordo com armazenamento.



Fonte: Urias Rodrigues/Loga (2017)

Já a estação com compactação tem como objetivo diminuir o volume de resíduos coletados aumentando a sua massa específica, com isso os veículos de transferência conseguem transportar uma massa maior de resíduos por viagem. Porém, no modal rodoviário deve se verificar se a carga transportada está de acordo com os limites de peso determinados pelas rodovias (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

O processo de compactação ocorre, nos modelos mais tradicionais, com a descarga dos resíduos pelos caminhões coletores que se localizam a um nível mais alto em relação aos veículos de transferência que contam com um silo que possui sistema hidráulico para realizar a compactação dos resíduos (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018). A Figura 13 mostra um exemplo de uma estação de transbordo com compactação.

Figura 13 – Exemplo de estação de transbordo com compactação.



Fonte: Gunther (2020)

3.5.5 Veículos

Os veículos mais utilizados na transferência dos resíduos da estação de transbordo até os aterros sanitários são as carretas de 45 m³ e a carreta com fundo móvel, com capacidade de até 70 m³. Ambas podem ser carregadas a partir de rampas ou com o auxílio de pá carregadeiras ou hidráulicas. A descarga dos resíduos pelas carretas de 45 m³ é feita por meio do basculamento da caçamba, como mostra a Figura 14. Já a carreta com fundo móvel realiza a disposição dos resíduos no aterro pelo movimento alternado das réguas no fundo móvel (MONTEIRO *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2018).

Figura 14 – Exemplo de carreta 45m³



Fonte: Monteiro *et. al* (2001)

Com isso, é possível citar como vantagens da implantação das estações de transbordo a redução do tempo improdutivo das coletas, a diminuição das horas gastas por dia, maior flexibilidade no dimensionamento dos roteiros de coleta, redução de congestionamentos e da poluição causada pela grande frota de caminhões coletores pelas ruas da cidade (NUNES; DA SILVA, 2015).

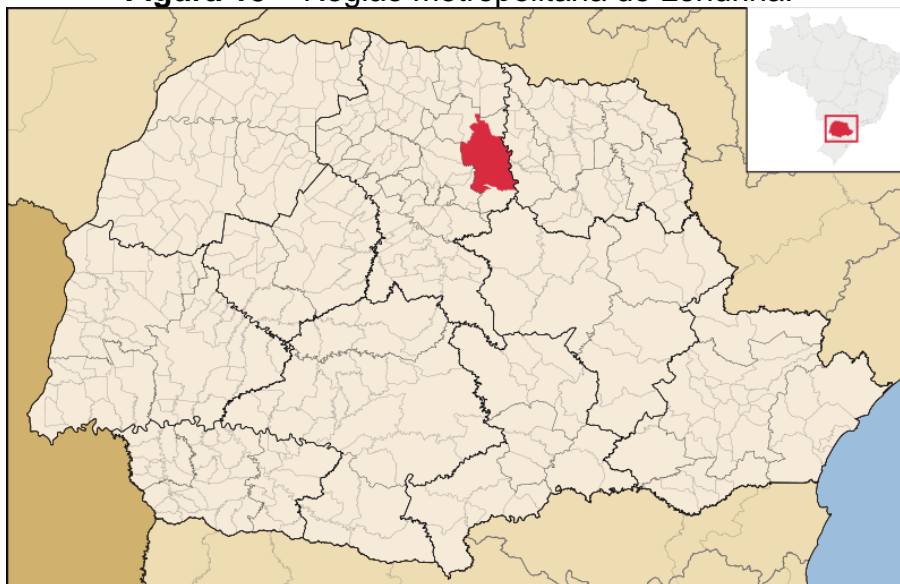
4 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção são apresentadas as características da cidade de Londrina e as etapas adotadas para alcançar os objetivos propostos no presente trabalho.

4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Londrina está localizada no norte do estado do Paraná, como é visto na Figura 15, a cerca de 369 km da capital paranaense, Curitiba. Situado entre 23°08'47" e 23°55'46" de latitude sul e entre 50°52'23" e 51°19'11" na longitude Oeste, o município possui, segundo estimativas do IBGE, em torno de 575,3 mil habitantes no ano de 2020 e uma área de cerca de 1.653 km². É considerada a segunda cidade mais populosa do estado e a quarta da região sul do país. Sendo um importante polo de desenvolvimento regional, Londrina é sede da sua região metropolitana composta por outras cidades como Cambé, Arapongas, Ibiporã e mais outros 21 municípios (IBGE, 2020).

Figura 15 – Região metropolitana de Londrina.



Fonte: Wikipédia, 2020.

Londrina possui uma Central de Tratamento de Resíduos Sólidos (CTR) que se localiza no distrito de Maravilha, a cerca de 27 km da região central da cidade, com uma área total de 30 alqueires. A central foi construída para receber os

resíduos domiciliares coletados e possui uma central de compostagem com o fim de diminuir a carga de resíduos orgânicos aterrados em suas células. A CTR também é composta por 4 lagoas de chorume que funcionam com objetivo de reduzir os impactos ambientais causados pelo lixiviado gerado pelos resíduos sólidos aterrados. A coleta de RSU do município é realizada pela empresa Kurica Ambiental S/A desde dezembro de 2016. Já a CTR é operada pela mesma desde novembro de 2018. Ambas as contratações são feitas por meio de licitações (CMTU, 2020).

A coleta dos resíduos sólidos da cidade é feita de forma manual, com o auxílio de caminhões compactadores, e a cobertura da coleta é de praticamente 100% dos domicílios. Porém, essa coleta é feita apenas em lugares que produzem até 600 litros por semana. Se esse limite for ultrapassado por algum estabelecimento, este é considerado um grande gerador e a administração do manejo dos resíduos gerados é administrado pelos responsáveis. (CMTU, 2020).

O valor de contrato inicial feito com a Kurica, em 2017, para a coleta dos resíduos sólidos do município de Londrina foi de R\$111,00/ton. Em 2018, de acordo com dados da CMTU, o custo da tonelada para o ano foi de R\$127,91/ton, já para 2019 o custo foi de R\$137,44/ton. Em 2020, o aditivo 9 do contrato com a Kurica alterou o valor pago na tonelada para R\$142,58, com efeitos a partir de março de 2020 (CMTU, 2020).

Em 2019, de acordo com dados da CMTU, a média do total de resíduos coletados por mês na cidade de Londrina ficou em torno de 10.580 ton/mês. Já para o ano de 2020 a média foi de 11.051 ton/mês (CMTU, 2020).

4.2 METODOLOGIA

O estudo teve como objetivo a análise dos impactos financeiros gerados pela implantação de uma estação de transbordo na cidade de Londrina, com base nos dados de 2017 por serem os dados mais completos disponibilizados. Foi estudado o impacto no custo por tonelada dos resíduos sólidos coletados levando em consideração a localização da estação para os três cenários, e a consequência que essa localização causou no número de setores de coleta, na frota dos caminhões e na mão de obra necessária.

A análise foi feita diante dos cenários propostos, onde só foi estudado o transbordo indireto com compactação. Não houve uma análise da incorporação de

centrais de compostagem ou reciclagem na estação, mas foram estimados os custos da construção e operação do transbordo. Por fim, não se levou em consideração os impactos ambientais acarretados pela escolha da localização da estação, como também a aquisição do terreno para a implantação.

Os cenários estudados e suas localizações são:

- I. Cenário 1: 23°17'30.7"S, 51°10'29.1"W, entre Av. Rio Branco e BR-369 (zona norte).
- II. Cenário 2: 23°21'57.7"S, 51°09'40.5"W, no bairro Jardim Acapulco, próximo à PR-445 (zona sul).
- III. Cenário 3: 23°17'45.8"S, 51°13'52.8"W, na PR-445 próximo à Av. Tiradentes (zona oeste).

Assim, diante dos dados foi feito o redimensionamento dos setores de coleta e a alimentação de planilhas adaptadas do SELUR (Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo) com a finalidade de chegar à redução do custo mensal da tonelada coletada com a redução do número de setores e de veículos. O fluxograma utilizado por Pereira, Franco e Castilhos (2013) foi utilizado como referência para a realização das etapas da metodologia que são:

- I. Definição dos cenários;
- II. Busca de dados de frequências de coleta, distâncias produtivas e divisão de setores de coleta atuais;
- III. Determinação das distâncias das rotas de coletas atuais e dos cenários propostos envolvendo os setores de coleta e o aterro sanitário;
- IV. Redimensionamento dos setores;
- V. Definição do custo da coleta para os cenários propostos e para o cenário atual;
- VI. Estimativa do custo de construção e operação da estação;
- VII. Análise dos custos encontrados.

4.2.1 Escolha dos cenários

Os três cenários propostos para a análise da implantação da estação foram definidos levando em consideração os seguintes aspectos:

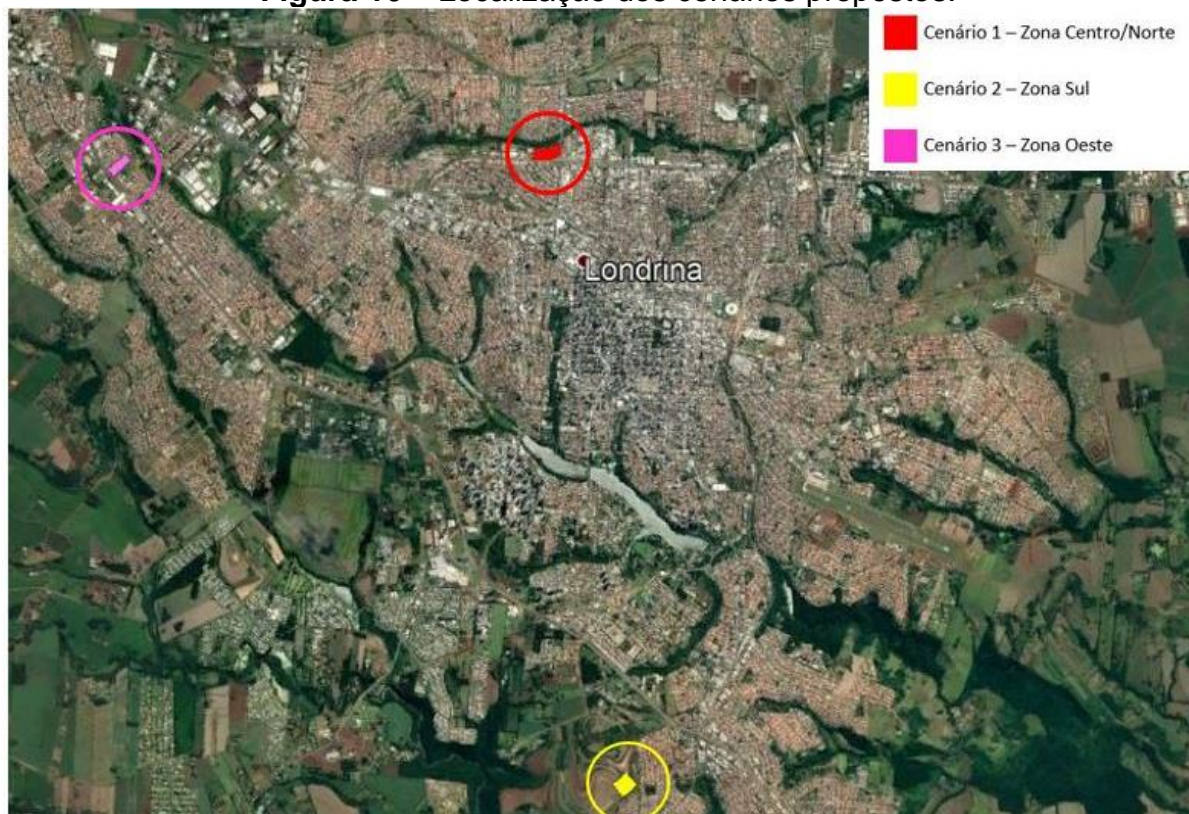
- I. Localização

II. Acesso

III. Área

Em relação à localização dos cenários optou-se por defini-los em zonas geográficas diferentes, sendo que eles estão dispostos na zona sul, oeste e centro/norte, como mostra a Figura 16.

Figura 16 – Localização dos cenários propostos.



Fonte: Google Earth, 2020.

Na definição da localização dos cenários analisou-se, também, a forma de acesso às estações com o objetivo de otimizar o tempo e tornar o transporte da coleta e da transferência dos resíduos sólidos mais produtivo.

Sendo assim, os cenários estão localizados próximos, ou em vias de trânsito rápido que se caracterizam por possuir acessos especiais com trânsito livre, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros, sem travessia de pedestres e intersecções em nível (BRASIL. DENATRAN, 2008).

A área necessária para a implantação da estação de transbordo nos cenários foi definida a partir de um cálculo de proporção de m^2/ton feita com base no transbordo de Vergueiros, localizado na cidade de São Paulo e que se caracteriza por ser de transbordo indireto com compactação. Assim, uma vez que o transbordo de

Vergueiros recebe cerca de 3 mil toneladas de resíduos por dia, e possui uma área de 22 mil metros quadrados, obteve-se uma relação de 7,33 m² por tonelada recebida. Uma vez que no município de Londrina são coletadas, em média, 404 toneladas de resíduos por dia, determinou-se que a área para implantação da estação de transbordo seria de aproximadamente 3.000 m².

4.2.2 Coleta de dados

Os dados coletados para a realização do estudo foram disponibilizados pela CMTU de Londrina no ano de 2017. Na planilha são apresentados valores de quantidades de viagens realizadas em cada dia da semana, quantidade de caminhões coletores utilizados na frota diária e a massa total, em tonelada, dos resíduos coletados em cada dia da semana. O Quadro 4 mostra um resumo da planilha disponibilizada pela CMTU em 2017.

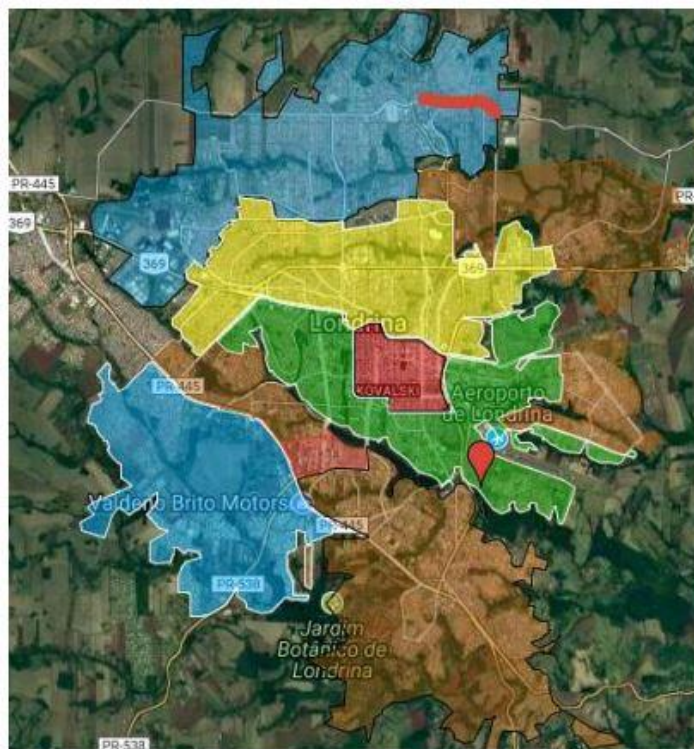
Quadro 4 – Planilha de dados referentes à coleta de RSU do município de Londrina.

Dia da Semana	Dias	Média Caminhões/Dia	Média Toneladas/Dia
SEGUNDA-FEIRA	50	18,9	545,06
TERÇA-FEIRA	50	18,9	492,65
QUARTA-FEIRA	49	18,6	367,29
QUINTA-FEIRA	46	18,3	331,75
SEXTA-FEIRA	50	18,4	403,81
SÁBADO	46	17,9	324,53

Fonte: Adaptado CMTU, 2017.

Os setores de coleta foram identificados a partir do mapa de coleta disponibilizado pela CMTU, presente no Anexo B e na Figura 17. Ao todo foram identificados 57 setores de coleta na cidade de Londrina.

Figura 17 – Mapa de setores de coleta de resíduos orgânicos e rejeitos do município de Londrina.



Fonte: CMTU, 2017.

4.2.3 Determinação das distâncias e tempo de coleta

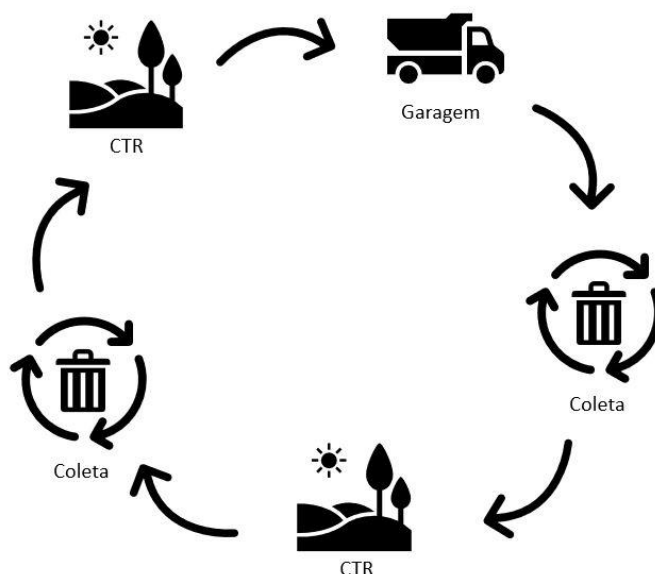
Para o cálculo das distâncias percorridas pelos caminhões coletores no cenário atual e nos cenários propostos obteve-se o centro geométrico (CG) de cada setor de coleta presente no município de Londrina, como também as coordenadas da localização da CTR, da garagem e das estações de transbordo em cada cenário.

A determinação do número de viagens feitas para atender cada setor nos dias de coleta foi extraída a partir da média dos dados presentes na planilha disponibilizada pela CMTU (Anexo A). Primeiramente foi determinada a média de viagens por dia da semana realizadas durante o ano de 2017 somando todos os setores. Em seguida foi obtida a média de viagens/setor, considerando os setores que são atendidos em cada dia da semana.

Em seguida, com o auxílio do *Google Maps*, foi determinada a distância percorrida pelos caminhões coletores para se deslocar até os setores e realizar a coleta e o transporte. A distância produtiva, que se caracteriza pelo percurso feito pelos caminhões dentro dos setores durante a coleta propriamente dita, foi disponibilizada pela CMTU (2017).

Na coleta atual os caminhões percorrem os trechos presentes na Figura 18, com variações no número de viagens necessárias para a coleta total dos resíduos de cada setor.

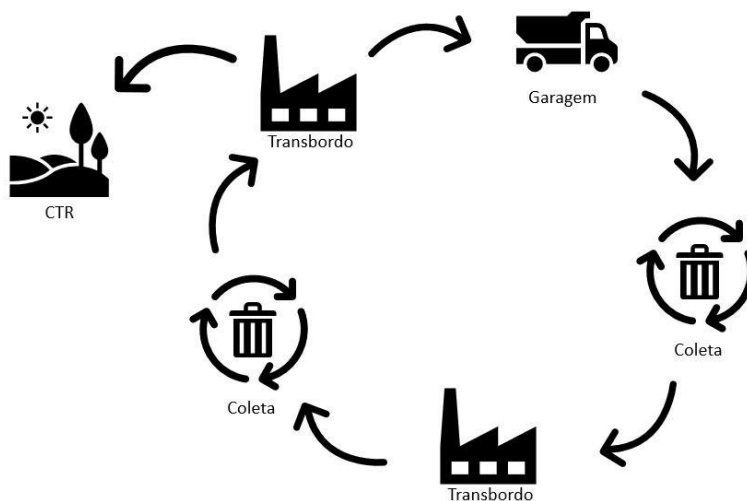
Figura 18 – Rota realizada pelos caminhões coletores no cenário de coleta atual do município de Londrina.



Fonte: o próprio autor, 2020.

Já para os cenários com a implantação do transbordo, a coleta será feita como mostra a Figura 19, também com variações no número de viagens por setor.

Figura 19 – Rota prevista realizada pelos caminhões coletores com a implantação de uma estação de transbordo no município de Londrina.



Fonte: o próprio autor, 2020.

A partir dos trechos que compõem a coleta determinou-se também, com o auxílio do *Google Maps*, o tempo de trajeto gasto em cada trecho de deslocamento.

Como o *Google Maps* não disponibiliza a opção de caminhão como meio de transporte das rotas, para a obtenção dos dados foi utilizado o automóvel comum como meio de transporte, o que pode gerar diferenças nos dados extraídos.

A extração dos dados referentes ao tempo de deslocamento dos caminhões e ao tempo de transporte dos resíduos sólidos foi feita em horários distintos de acordo com o turno de coleta de cada setor e com a quantidade de viagens. Para os setores onde geralmente há a necessidade de duas viagens para concluir a coleta, os horários para obtenção dos dados foram determinados conforme mostra a tabela presente na Tabela 1.

Tabela 1– Horário de coleta de tempos de deslocamento para setores que possuem duas viagens de coleta.

Frequência dos Setores	Turno	Dia de recolhimento de dados	Garagem-Setor	Setor-CTR/Trans bordo	CTR/Trans bordo - Setor	Setor-CTR/Trans bordo	CTR/Trans bordo-Garagem
Seg/Qua/Sex	Diurno	Segunda-Feira	07:30	10:30	12:30	14:30	15:30
Seg/Qua/Sex	Noturno	Segunda-Feira	19:00	22:00	23:30	02:00	03:30
Ter/Qui/Sáb	Diurno	Terça-Feira	07:30	10:30	12:30	14:30	15:30
Ter/Qui/Sáb	Noturno	Sábado	19:00	22:00	23:30	02:00	03:30
Diário	Noturno	Segunda-Feira	19:00	22:00	23:30	02:00	03:30

Fonte: o próprio autor, 2020.

O tempo produtivo, em minutos, destinado a coleta realizada nos setores no cenário atual, foi estimado a partir da Equação 1, onde foi considerada uma carga horária diária de 440 minutos para uma jornada de trabalho de 44h/semana.

$$Tempo_{produtivo} = 440 \text{ min} - Tempo_{deslocamento} - Tempo_{transporte} \quad (1)$$

O tempo produtivo encontrado para o cenário atual foi utilizado nos cálculos dos cenários propostos, uma vez que o tempo de coleta realizado dentro de cada setor não se altera com a implantação da estação de transbordo.

4.2.4 Redimensionamento dos setores

A partir dos dados recolhidos para os cenários propostos e para o cenário atual foi possível redimensionar os setores de coleta. Com a implantação da estação de transbordo o tempo improdutivo, destinado ao deslocamento dos

caminhões e ao transporte dos resíduos sólidos, é reduzido e proporciona um ganho no tempo de coleta.

Nos cenários propostos, para realizar o transporte e a descarga dos resíduos, os caminhões coletores percorrem uma distância menor em um tempo reduzido. Assim, em alguns setores a coleta é finalizada com antecedência e os caminhões coletores podem realizar a coleta de setores próximos. Dessa forma o redimensionamento é feito quando há a possibilidade de união de dois ou mais setores.

O tempo, em minutos economizado nos setores devido a redução do tempo improdutivo com a implantação da estação foi determinado a partir da Equação 2.

$$Tempo_{economizado} = 440 \text{ min} - Tempo_{improdutivo} - Tempo_{produtivo} \quad (2)$$

Assim, a partir da soma dos tempos produtivos dos setores que pertencem ao mesmo turno e frequência de coleta foi determinada a média produtiva deles, como mostra a Equação 3.

$$Tempo_{médio} = \frac{\sum Tempo_{produtivo}}{\text{número setores totais}} \quad (3)$$

A partir desse cálculo foi possível determinar quantos minutos um caminhão leva para realizar a coleta em cada setor. Assim, com a soma dos tempos economizados em cada turno e frequência é possível determinar o número de setores que serão reduzidos devido a redução dos minutos gastos com os deslocamentos improdutivos, através da Equação 4.

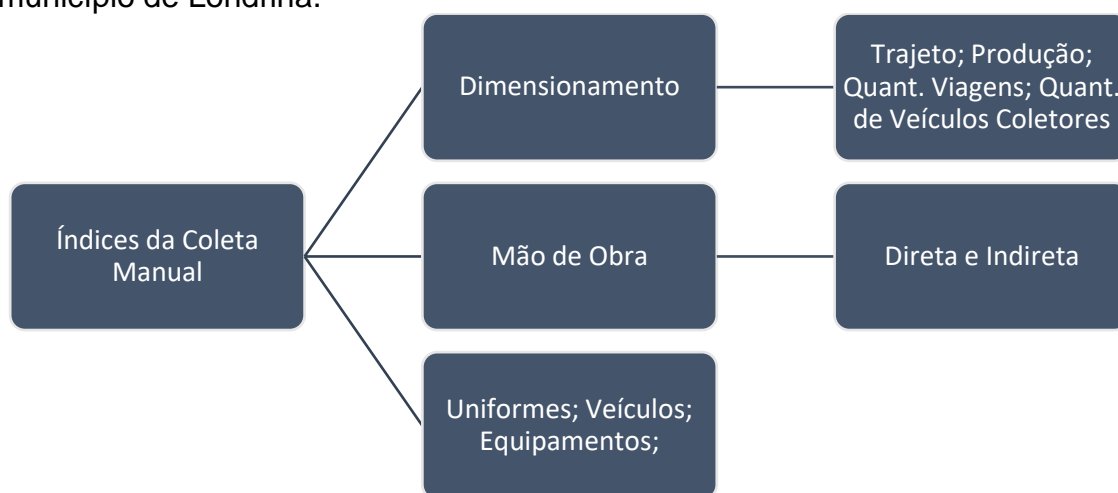
$$Número \text{ setores reduzidos} = \frac{\sum Tempo_{economizados}}{\sum Tempo_{médio \text{ de coleta/caminhão}}} \quad (4)$$

O redimensionamento dos setores resulta em uma redução na frota de veículos coletores e conseqüentemente na equipe de coleta. Essa mudança terá impactos no custo final da coleta dos resíduos sólidos que também diminuirá.

4.2.5 Custos da coleta

O custo da coleta atual e dos cenários propostos foram determinados a partir de adaptações da planilha elaborada por Copia (2013) em um estudo proposto pelo SELUR para o estado de São Paulo. O fluxograma presente na Figura 20 mostra as etapas para o cálculo do custo da coleta.

Figura 20 – Fluxograma de cálculo de custos referentes a coleta de RSU do município de Londrina.



Fonte: Adaptado de Copia, 2013.

Como pode ser visto, a planilha é composta por índices de dimensionamento, mão de obra, uniformes e EPIs, veículos e equipamentos e a análise do custo final mensal da tonelada. Dessa forma a planilha foi alimentada de modo que se aproximasse da realidade da coleta de resíduos sólidos do município de Londrina, porém mantendo-se alguns índices fixos da planilha original.

Os dados que dizem respeito aos preços de veículos, uniformes e equipamentos foram atualizados buscando resultados mais precisos. A média da quantidade de resíduos sólidos coletados por mês no município de Londrina foi obtida a partir dos dados fornecidos pela CMTU (2017). Outro dado de entrada importante no preenchimento da planilha é a distância, diurna e noturna, percorrida mensalmente pelos caminhões coletores atualmente e em cada cenário proposto. Essas distâncias são extraídas a partir dos dados das distâncias coletados e dos roteiros feitos pelos caminhões de acordo com cada cenário.

Assim, com o preenchimento das células de dados de entrada, a planilha retornou ao valor de custo de operação de coleta para cada cenário.

4.2.6 Custos de construção e operação do transbordo

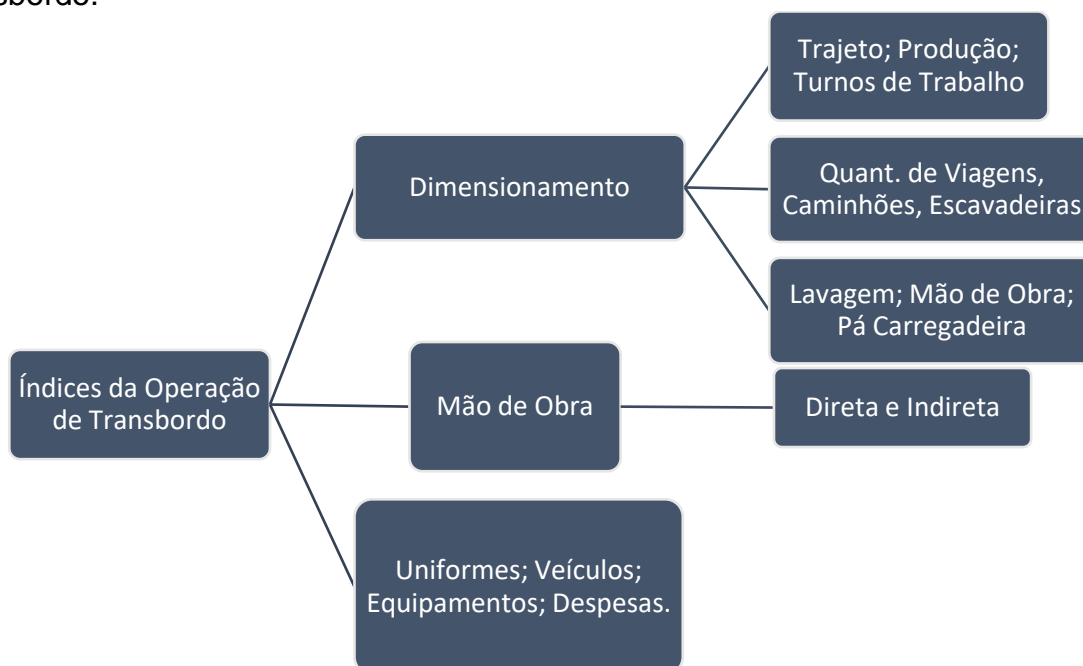
O tipo de estação de transbordo que será adotado é importante para a análise dos custos de implantação e operação. No estudo feito por Pereira, Franco e Castilhos (2013) a estação estudada foi do tipo indireta com compactação, que é mais utilizada no Brasil e também foi adotada no presente trabalho.

Os custos da construção da estação de transbordo foram avaliados a partir de uma adaptação da planilha elaborado por Pereira, Franco e Castilhos (2013), presente no Anexo C, e de valores de serviços que foram disponibilizados por uma construtora de Londrina.

As quantidades de cada item necessário para a construção foram obtidas a partir de uma proporção entre a área da estação estudada por Pereira, Franco e Castilhos (2013) e a área determinada para a implantação da estação de transbordo no município de Londrina encontrada a partir da área da estação de Vergueiros, em São Paulo.

Já o custo da operação da estação de transbordo foi estimado a partir de adaptações da planilha desenvolvida por Cópia (2013). O fluxograma presente na Figura 21 simplifica as etapas de cálculo de custo de operação.

Figura 21 – Fluxograma de cálculo de custos de operação de uma estação de transbordo.



Fonte: Adaptado de Cópia, 2013.

Os resultados foram gerados a partir da alimentação da planilha com dados de produção de resíduos sólidos mensal, que foram determinados a partir dos dados de 2017, como também características do veículo de transferência, quantidade de viagens entre a estação e a CTR, turnos de operação, quantidade de mão de obra etc.

Por fim, foi feita a soma dos custos por tonelada encontrados para a coleta dos resíduos e operação do transbordo em cada cenário. Com isso, foi feita uma análise do custo mensal da tonelada encontrada para os cenários propostos com o custo determinado para o cenário atual no município de Londrina.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 REDIMENSIONAMENTO DOS SETORES

O redimensionamento dos setores de coleta em função dos cenários estudados foi possível a partir da implantação da estação de transbordo e teve como objetivo reduzir a quantidade da frota utilizada na coleta dos resíduos sólidos, visto que atualmente o tempo improdutivo total despendido pelos coletores nos setores é de 9.168 minutos.

Com a redução dos dados dos tempos improdutivos gastos pelos caminhões coletores durante a coleta de cada setor para os três cenários e para o cenário atual foi possível redimensionar os setores de coleta atuais da cidade de Londrina. Os dados colhidos durante as medições dos tempos improdutivos estão presente no Apêndice A.

O Quadro 5 traz um resumo dos resultados obtidos na somatória do tempo improdutivo dos setores de acordo com cada frequência e turno de coleta. É possível notar que no cenário atual os caminhões coletores gastam, semanalmente, 9.168 minutos percorrendo distâncias improdutivas. Já para os cenários propostos observa-se que o cenário 1 obteve 2.986 minutos improdutivos, enquanto o cenário 2 e 3 apresentaram, respectivamente, 4.198 e 4.047 minutos improdutivos.

Quadro 5 – Resumo dos resultados dos tempos improdutivos totais, em minutos, dos setores de coleta para cada cenário.

FREQUÊNCIA	TURNO	ATUAL (min)	CENÁRIO 1 (min)	CENÁRIO 2 (min)	CENÁRIO 3 (min)
DIÁRIO	NOTURNO	602	181	250	244
SEG/QUA/SEX	NOTURNO	1.707	334	754	610
SEG/QUA/SEX	DIURNO	2.164	996	977	1.100
TER/QUI/SAB	NOTURNO	2.108	712	886	948
TER/QUI/SAB	DIURNO	2.587	763	1.331	1.145
	TOTAL	9.168	2.986	4.198	4.047

Fonte: próprio autor.

A partir do tempo improdutivo atual de cada setor foi possível determinar o tempo produtivo gastos pelos caminhões coletores durante a coleta atual. Sendo que o tempo produtivo foi determinado a partir da subtração do tempo

improdutivo do tempo da jornada de trabalho diária, 440 minutos. Vale lembrar que esse que não mudará de acordo com o cenário pois o tempo da coleta dentro dos setores foi considerado fixo. Os valores dos tempos produtivos dos setores estão dispostos no Apêndice B.

O Quadro 6 apresenta um resumo dos minutos produtivos totais gastos semanalmente com a coleta dos setores, de acordo com a frequência e o turno. A partir do Quadro 6 nota-se que os setores onde a coleta é realizada na terça, quinta e sábado durante o período noturno possuem o maior tempo produtivo, com 4.052 minutos, provavelmente porque os setores estão localizados mais próximos da CTR e, portanto, o tempo improdutivo diminui causando um aumento nos tempos produtivos desses setores.

Quadro 6 – Resumo dos resultados dos tempos produtivos totais, em minutos, dos setores de coleta para cada cenário.

FREQUÊNCIA	TURNO	ATUAL (min)
DIÁRIO	NOTURNO	1.158
SEG/QUA/SEX	NOTURNO	3.133
SEG/QUA/SEX	DIURNO	3.996
TER/QUI/SAB	NOTURNO	4.052
TER/QUI/SAB	DIURNO	3.573

Fonte: próprio autor.

Por fim, determinou-se o tempo economizado em cada setor para os três cenários estudados. Os resultados obtidos do tempo economizado por setor para cada cenário estão presentes no Apêndice C.

A partir do Quadro 7 observa-se que o cenário 1 possui 6.182 minutos economizados, o maior valor dentre os cenários, seguido do cenário 3 e 2. Tais resultados condizem com os dados apresentados anteriormente pois quanto maior é o tempo improdutivo menos tempo sobrar para economizar.

Quadro 7 – Resumo dos resultados dos tempos economizados totais, em minutos, dos setores de coleta para cada cenário.

FREQUÊNCIA	TURNO	CENÁRIO 1 (min)	CENÁRIO 2 (min)	CENÁRIO 3 (min)
DIÁRIO	NOTURNO	421	352	358
SEG/QUA/SEX	NOTURNO	1.373	953	1.097
SEG/QUA/SEX	DIURNO	1.168	1.187	1.064
TER/QUI/SAB	NOTURNO	1.396	1.222	1.160
TER/QUI/SAB	DIURNO	1.824	1.256	1.442
	TOTAL	6.182	4.970	5.121

Fonte: próprio autor.

Sendo assim, o redimensionamento dos setores foi realizado. O Quadro 8 apresenta os resultados obtidos no redimensionamento dos setores para os cenários propostos.

Quadro 8 – Resultado das quantidades de setores atuais, reduzidos e finais para cada cenário.

Cenário	Quantidade de Setores Atuais	Quantidade de Setores Eliminados	Quantidade de Setores Finais
1	57	20	37
2		16	41
3		16	41

Fonte: próprio autor.

De acordo com o Quadro 8, percebe-se que o cenário que proporcionou a maior redução no número de setores foi o cenário 1, com vinte setores eliminados, o que condiz com a teoria visto que sua localização está próxima ao centro de massa da cidade de Londrina. Os cenários 2 e 3 possuíram a mesma quantidade de setores reduzidos, dezesseis setores, uma redução menor do que o cenário 1 pois estão localizados em regiões nos extremos da cidade. Os cálculos realizados para o redimensionamento dos setores nos cenários estão organizados no Apêndice D.

Assim, a partir do número de setores reduzidos em cada turno e dia da semana determinou a nova frota necessária para realizar a coleta para cada cenário e a frota atual, como mostra o Quadro 9.

Quadro 9 – Quantidade de caminhões coletores das frotas de cada cenário por turno de coleta.

Cenário	Frota Diurna	Frota Noturna
Atual	14	18
1	10	13
2	10	13
3	11	13

Fonte: próprio autor.

No Quadro 9 observa-se que o número de caminhões necessários para realizar a coleta diária é de 13 coletores para os cenários propostos e 18 coletores para o cenário atual, uma vez que o caminhão que realiza a coleta noturna também realizará a diurna. Percebe-se, também, que no cenário 1 há uma maior

redução no número de setores, porém a quantidade de caminhões necessários para a realização da coleta é igual ou próxima a quantidade da frota necessária no cenário 2 e 3. Isso porque, como pode ser visto nos cálculos do Apêndice D, a frota é determinada a partir da quantidade do maior número de setores por turno de coleta.

Além disso, os turnos de serviço foram mantidos para tornar o redimensionamento mais simples, em função do tempo para a realização do presente trabalho. Além de existir a possibilidade de melhorar o equilíbrio de setores entre os dias e turnos de coletas.

5.2 DISTÂNCIAS

A partir da média das viagens, feita com o auxílio dos dados de 2017 disponibilizados pelo CMTU foi possível obter, aproximadamente, a quantidade de viagens por dia e por setor realizadas pelos caminhões coletores no cenário atual, como mostra o Quadro 10.

Quadro 10 – Resultados obtidos na determinação do número total de viagens feitas no ano de 2017 por dia da semana, dias da semana onde houve coleta, média de viagens/dia e da quantidade de viagens/setor.

Dia da Semana	Soma das viagens feitas durante o ano de 2017 por dia da semana	Soma dos dias de coleta	Média Viagens/Dia	Viagens/setor
SEGUNDA	3.032	48	63,2	2,2
TERÇA	2.719	48	56,6	2,0
QUARTA	1.908	47	40,6	1,4
QUINTA	1.660	39	42,6	1,5
SEXTA-FEIRA	2.177	49	44,4	1,5
SÁBADO	1.542	39	39,5	1,4

Fonte: próprio autor.

De acordo com o Quadro 10 em cada dia da semana há a necessidade de realizar números de viagens que variam de 1,4 viagens até 2,2 viagens. Portanto, devido à falta de registros da proporção das viagens realizadas em cada turno do dia adotou-se um valor fixo de duas viagens por setor para o turno diurno e noturno durante todos os dias da semana.

Assim, com a média das viagens e com a redução dos setores, obteve-se as distâncias totais mensais percorridas pelos caminhões coletores em

cada turno para cada cenário e também para o cenário atual. Os resultados estão presentes no Quadro 11 e os cálculos dispostos do Apêndice E ao H.

Quadro 11 – Distâncias mensais, em quilômetros, percorridas pelos caminhões coletores durante a coleta e o transporte dos RS.

Cenário	Distância Diurna Mensal (km)	Distância Noturna Mensal (km)	Distância Total Mensal (km)
Atual	54.967,8	60.088,2	115.056,0
1	19.416,6	18.558,6	37.975,2
2	25.613,4	25.595,4	51.208,8
3	26.497,8	25.555,8	52.053,6

Fonte: próprio autor.

O Quadro 11 mostra que a partir da implantação da estação foi possível reduzir a distância mensal percorrida pelos caminhões coletores em cerca de 67% no cenário 1 e 55% e 54% para o cenário 2 e 3, respectivamente.

Com os dados disponibilizados pela CMTU (2017) foi possível, também, obter a quantidade de toneladas coletadas por dia e por mês na cidade de Londrina, como mostra o Quadro 12.

Quadro 12 – Resultados obtidos na determinação da massa de RS coletada na cidade de Londrina em 2017.

Dias de Coleta	Total Coletado em 2017 (ton)	Total coletado por dia em 2017 (ton)	Total coletado por mês (ton)
314	126.846,619	404,0	10.503,2

Fonte: próprio autor.

De acordo com o Quadro 12, acima, no ano de 2017 foram coletadas, por dia na cidade de Londrina, cerca de 404 toneladas, e por mês 10.503 toneladas de resíduos sólidos.

5.3 PLANILHA DE COLETA DOMICILIAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O cálculo do custo mensal da tonelada coletada foi realizado para os três cenários propostos e para o cenário atual. A determinação do custo atual da tonelada foi realizada através da planilha modificada de Cópia (2013) como forma de tornar as análises mais coerentes. Uma vez que os valores contratuais da prefeitura de Londrina se referem ao preço do serviço, e o presente trabalho avaliou o custo do

serviço.

A planilha utilizada foi elaborada por Cópia (2013) e baseada no dimensionamento, mão de obra, EPIs e veículos e equipamentos. O Apêndice I traz um exemplo da planilha utilizada nos cálculos de determinação do custo da tonelada para os cenários propostos e o atual.

Para a determinação do custo da tonelada todas as planilhas foram preenchidas da mesma forma, mudando apenas a distância percorrida pelos caminhões coletores em cada cenário, a quantidade de caminhões coletores e, conseqüentemente, a quantidade de mão de obra necessária na coleta. Os principais índices de consumo dos insumos presentes na planilha original de Cópia não foram alterados.

Nos cálculos foram adotados veículos coletores com capacidade de 19m³, sendo que o preço do chassi foi retirado da tabela FIPE (FEV/2021), com um valor de R\$308.976,00. O preço da caçamba foi informado pela empresa DAMAEQ (2021) através de contato telefônico e tem o valor de R\$208.000,00.

A frota necessária para cada cenário foi ajustada conforme os índices da planilha adicionando-se a reserva técnica para manutenção preventiva e corretiva. Sendo assim, foi necessário determinar o preço de veículos de socorro pesado e leve. Logo, na coleta foram considerados um guincho com valor de R\$180.000,00 (ENGETRUCK, 2021) e um utilitário com valor de R\$69.290,00 (VOLKSWAGEN, 2021).

A partir da quantidade de veículos foi calculado o valor para a quantidade de mão de obra direta e indireta necessária na coleta em cada turno. Assim, foram considerados como mão de obra direta: motorista e coletor, e como mão de obra indireta: fiscal de coleta e encarregado de tráfego. Os salários referentes a cada profissão estão presentes no Quadro 13.

Quadro 13 – Valor do salário determinado por profissão, em reais.

Profissão	Salário (R\$)
Motorista	R\$ 2.100,00
Coletor	R\$ 1.467,00
Fiscal de Coleta	R\$ 1.988,00
Encarregado de Tráfego	R\$ 2.130,00

Fonte: Salário, 2020.

Os valores dos salários sofrem alterações conforme o turno de trabalho e a insalubridade da profissão e foram retirados do portal de pesquisa de cargos e salários Salário das Profissões (2021).

A porcentagem de encargos foi disponibilizada por uma construtora de obras corporativas de Londrina e equivale a 85%. Já os valores referentes aos auxílios foram retirados de uma licitação para operação da coleta domiciliar de Porto Alegre em 2020 e estão presentes no Quadro 14.

Quadro 14 – Valores unitários dos auxílios destinados à mão de obra do serviço de coleta, em reais.

Auxílio	Valor (R\$)
Vale transporte	R\$ 8,50/dia
Auxílio alimentação	R\$ 17,41/dia
Convênio médico	R\$ 11,38/mês
Vale cesta	R\$ 187,00/mês

Fonte: próprio autor.

Em relação aos EPI's foram determinadas as quantidades do consumo anual de cada equipamento de segurança que foi multiplicada pela quantidade de profissionais. O Quadro 15 mostra os custos unitários de cada item e a quantidade do consumo anual por funcionário.

Quadro 15 – Valores do custo unitário e consumo anual dos EPIs.

Descrição	Custo Unitário (R\$)	Consumo Anual/Funcionário (und)
Calça de brim	R\$ 41,90	4
Camisa manga longa	R\$ 57,90	2
Camiseta manga curta	R\$ 37,90	2
Boné	R\$ 8,70	4
Calçado de segurança	R\$ 77,90	2
Capa de chuva amarela com reflexivo	R\$ 11,00	2
Colete reflexivo	R\$ 16,71	2
Luva de proteção	R\$ 14,00	4
Protetor solar FPS 30	R\$ 20,00	4
Meia	R\$ 4,12	4

Fonte: próprio autor.

Para a definição do custo com os veículos e equipamentos necessários na coleta foram determinados os custos dos consumos dos óleos dos

caminhões, como mostra o Quadro 16.

Quadro 16 – Valores dos custos unitários e do consumo de combustível e óleos dos caminhões coletores no serviço de coleta.

Descrição	Consumo (litros)	Custo Unitário (R\$)
Consumo de Óleo Diesel (km/l)	1,6	R\$ 3,58
Consumo de Óleo do motor (5.000km)	24	R\$ 15,97
Consumo de Óleo de transmissão (20.000km)	17	R\$ 44,54
Consumo de Óleo hidráulico (50.000km)	560	R\$ 10,29
Consumo mensal com graxa (kg/300km)	0,7	R\$ 15,35
Consumo mensal com óleo de direção (1.000km)	0,7	R\$ 30,49

Fonte: próprio autor.

Um dos fatores importantes para determinar o custo dos veículos é a porcentagem da taxa Selic. De acordo com o relatório de mercado Focus (2021) a projeção do valor dessa taxa para o ano de 2024 é de 6% e foi utilizado nas planilhas como forma de se adequar a realidade da economia para os próximos anos

5.3.1 Custos mensais da coleta

A partir dos valores fixos e dos índices da planilha calculou-se os custos da operação mensal da coleta para os três cenários e para o atual de acordo com as informações de cada um deles

O Quadro 17 mostra os resultados obtidos das quantidades de veículos e mão de obra necessária na operação da coleta em cada cenário. Os totais de veículos de socorro e da mão de obra indireta foram fixados para todos os cenários. Já a mão de obra direta foi obtida a partir do número de caminhões coletores necessários para a realização da coleta em cada turno de trabalho.

Quadro 17 – Quantidade de veículos e mão de obra necessária em cada cenário.

Cenários	Veículos			Mão de Obra			
	Frota com Reserva Técnica	Veículo de Socorro		Motoristas	Coletores	Fiscal de Coleta	Encarregado de Tráfego
		Leve	Pesado				
Atual	23	1	1	37	109	2	3
1	17	1	1	27	78	2	3
2	17	1	1	27	78	2	3
3	17	1	1	28	82	2	3

Fonte: próprio autor.

Observa-se uma semelhança nos resultados obtidos para o cenário 1 e 2 devido a quantidade máxima necessária de caminhões para executar a coleta diurna e noturna se igualar, porém o cenário 2 apresenta mais setores e, portanto, mais quilômetros percorridos. Isso acarretará um aumento dos custos nesse cenário em relação aos veículos e equipamentos, devido ao consumo de combustível e óleos, fazendo com o que o custo da tonelada de cada cenário seja, então, diferente.

Quadro 18 – Custo mensal da mão de obra, direta e indireta, em cada cenário.

Cenários	Custo da Mão de Obra Mensal		
	Direta (R\$)	Indireta (R\$)	Total Mensal (R\$)
Atual	R\$ 754.849,46	R\$ 50.910,02	R\$ 805.759,48
1	R\$ 543.106,95	R\$ 50.910,02	R\$ 594.016,97
2	R\$ 543.106,95	R\$ 50.910,02	R\$ 594.016,97
3	R\$ 567.097,35	R\$ 50.910,02	R\$ 618.007,37

Fonte: próprio autor.

No Quadro 18, pode-se notar os resultados obtidos dos valores mensais dos custos com a mão de obra. Seguindo a lógica do Quadro 17 é possível notar que entre os cenários propostos, o cenário 3 possui um custo maior com mão de obra e os cenários 1 e 2 permanecem igualados com um total de R\$594.016,97.

Para o custo com os uniformes e EPIs o cenário 3, por ter mais mão de obra, possui um custo de R\$7.955,85. Já os cenários 1 e 2 têm um custo de R\$7.640,14. No cenário atual obteve o maior custo, como esperado, de R\$10.228,95 conforme mostra o Quadro 19.

Quadro 19 – Custo mensal gasto com uniformes e EPIs para cada cenário.

Cenários	Uniformes e EPIs
	Custo Total Mensal (R\$)
Atual	R\$ 10.228,95
1	R\$ 7.640,14
2	R\$ 7.640,14
3	R\$ 7.955,85

Fonte: próprio autor.

O Quadro 20 traz os resultados obtidos para os custos mensais com os veículos e equipamentos. Nesse ponto todos os cenários se diferenciam devido aos valores das distâncias percorridas pelos caminhões coletores em consequência do redimensionamento dos setores.

Quadro 20 – Custos mensais gastos com veículos e equipamentos em cada cenário.

Cenários	Custo com Veículos e Equipamentos Mensal		
	Coletores (R\$)	Socorro (R\$)	Total (R\$)
Atual	R\$ 719.637,21	R\$ 85.785,18	R\$ 805.422,39
1	R\$ 395.975,12	R\$ 41.556,05	R\$ 437.531,17
2	R\$ 435.203,00	R\$ 49.149,52	R\$ 484.352,53
3	R\$ 439.194,31	R\$ 49.634,27	R\$ 488.828,58

Fonte: próprio autor.

A partir do Quadro 20 é possível notar que o custo mensal da operação da coleta referente aos veículos e equipamentos no cenário atual é, em média, 43% mais alto do que o custo dos cenários propostos. Com os resultados presentes no Quadro 20 nota-se, também, que o cenário 1 passou a possuir um custo menor, e não igual, ao custo do cenário 2. Isso se dá ao fato da quilometragem rodada pelos caminhões no cenário 2 ser maior, pois houve uma redução de 16 setores de coleta nesse cenário contra 21 setores reduzidos no cenário 1.

Por fim, a partir do valor da massa total coletada mensalmente na cidade de Londrina, 10.503,22 toneladas, determinou-se o custo por tonelada para cada cenário, como mostra o Quadro 21. Vale ressaltar que na realização do trabalho como forma de tornar a comparação mais eficaz utilizou-se na composição dos custos totais apenas aqueles referentes a operação da coleta, sem incluir despesas administrativas e benefícios e despesas indiretas (BDI).

Quadro 21 – Custos totais mensais e por tonelada do serviço de coleta em cada cenário, em reais.

Cenários	Custos Totais (R\$)	Custo por Tonelada (R\$/ton)
Atual	R\$ 1.621.410,82	R\$ 154,37
1	R\$ 1.039.188,28	R\$ 98,94
2	R\$ 1.086.009,63	R\$ 103,40
3	R\$ 1.114.791,80	R\$ 106,14

Fonte: próprio autor.

O Quadro 21 mostra os custos totais mensais da operação da coleta em cada cenário e o custo da tonelada. Observa-se que o cenário que gerou a maior porcentagem de redução no custo da coleta é o cenário 1, com R\$98,94 por tonelada. Porém, todos os cenários apresentaram reduções no custo da tonelada quando comparados ao cenário atual.

5.4 PLANILHA DE OPERAÇÃO DO TRANSBORDO

Para os cálculos da determinação do custo da operação do transbordo por tonelada de resíduos modificou-se a planilha elaborada por Copia (2013). Um exemplo da planilha está presente no Apêndice J.

Para a obtenção dos resultados nos três cenários propostos alterou-se apenas a distância de ida e volta percorrida pelas carretas entre a localização do transbordo e a CTR, apresentadas no Quadro 22.

Quadro 22 – Distância, em km, de ida e volta entre os transbordos e a CTR.

Cenários	Distâncias Totais (km)
1	68,3
2	43,5
3	63,8

Fonte: próprio autor.

A partir do Quadro 22 é possível observar que o cenário 1 está localizado a uma distância maior da CTR do que os outros cenários, enquanto o cenário 2 está a uma distância menor.

Sendo assim, com os cálculos feitos a partir da planilha obteve-se a mesma quantidade de carretas para a transferência dos resíduos, como também as mesmas quantidades de pá carregadeira, mão de obra direta e indireta e EPIs em todos os cenários, como mostra o Quadro 23.

Quadro 23 – Quantidade de veículos e mão de obra necessária na operação da estação de transbordo.

Descrição	Quantidade
Carretas	2
Reserva Técnica de Carretas	1
Pá Carregadeira	1
Reserva Técnica de Pá Carregadeira	1
Motoristas	5
Ajudante de Pátio	5
Encarregado de Pátio	3
Operador de Pá Carregadeira	3
Encarregado Geral	3
Lavador/Lubrificador	3
Auxiliar Administrativo	3
Faxineiro	3

Fonte: próprio autor.

O Quadro 23 mostra a quantidade obtida para os veículos, equipamentos e mão de obra necessária na operação do transbordo. É possível notar que 2 carretas, com capacidade de 32 toneladas, são suficientes para transferir, por dia, cerca de 404 toneladas de resíduos. Sendo que cada carreta realizará cerca de 7,5 viagens por dia.

O Quadro 24 mostra os resultados obtidos a partir da planilha para os custos mensais de operação do transbordo.

Quadro 24 – Custos mensais necessários para operação da estação de transbordo em cada cenário, em reais.

Cenário	Custo da Mão de Obra (R\$/mês)	Custo de Uniformes e EPIs (R\$/mês)	Custo com Veículos e Equipamentos (R\$/mês)	Custo da Lavagem da Unidade (R\$/mês)
1	R\$ 136.583,81	R\$ 631,42	R\$ 240.251,11	R\$ 6.173,89
2	R\$ 136.583,81	R\$ 631,42	R\$ 201.423,70	R\$ 6.173,89
3	R\$ 136.583,81	R\$ 631,42	R\$ 233.205,81	R\$ 6.173,89

Fonte: próprio autor.

Como pode ser visto, os custos operacionais dos cenários se diferenciam apenas no que se refere aos veículos e equipamentos, devido ao custo com o consumo de óleos e combustível, que está relacionado aos valores das distâncias percorridas pelas carretas entre o cenário e a CTR.

O Quadro 25 traz os resultados obtidos dos custos totais da operação mensal da estação de transbordo em cada cenário e o custo de operação por tonelada recebida.

Quadro 25 – Custos mensais totais e por tonelada da operação do transbordo em cada cenário, em reais.

Cenário	Custos Totais Mensais (R\$/mês)	Custo Mensal por Tonelada (R\$/mês)
1	R\$ 383.640,23	R\$ 36,53
2	R\$ 344.812,82	R\$ 32,83
3	R\$ 376.594,93	R\$ 35,86

Fonte: próprio autor.

A partir do Quadro 25 é possível observar que o cenário 1, que corresponde ao custo de serviço da coleta por tonelada mais barato, está localizado a uma distância maior da CTR do que os outros cenários, o que levou a um custo de

operação do transbordo maior. Já o cenário 2 está localizado mais próximo da CTR e, por isso, obteve o menor valor de operação da estação, com R\$344.812,82 por mês.

Com isso, obteve-se o custo total da soma dos custos por tonelada da operação da coleta e da operação do transbordo para cada cenário, como mostra o Quadro 26.

Quadro 26 – Custos mensais totais e por tonelada referentes à coleta e à operação do transbordo.

Cenário	Custo Mensal Da Tonelada – Coleta (R\$)	Custo Mensal da Tonelada – Transbordo (R\$)	Custos Totais Mensais (R\$)	Redução (%)
Atual	R\$ 154,37	-	R\$ 154,37	-
1	R\$ 98,94	R\$ 36,53	R\$ 135,47	12,75%
2	R\$ 103,40	R\$ 32,83	R\$ 136,23	11,75%
3	R\$ 106,14	R\$ 35,86	R\$ 142,00	8,02%

Fonte: próprio autor.

Assim, nota-se que o cenário com a maior porcentagem de redução de custos mensais comparado ao custo obtido para a coleta atual, de R\$154,37, foi o cenário 1 com um custo por tonelada de R\$135,47 e 12,25% de redução. Em seguida, o cenário 2 obteve um custo por tonelada de R\$136,23 e uma redução de 11,75%. Já o cenário 3 foi aquele que teve a menor redução, cerca de 8%, e um custo mensal de R\$142,00 por tonelada.

Com isso, foi possível determinar uma economia anual de R\$2.382.080,38 no cenário 1, R\$2.286.293,02 no cenário 2 e, por fim, R\$1.559.065,30 no cenário 3.

5.5 CONSTRUÇÃO DO TRANSBORDO

O custo da construção da estação de transbordo foi determinado a partir de dados retirados de cotações realizadas no setor de orçamento de obras corporativas de uma empresa Londrinense. Como referência foram utilizadas orçamento de concorrências de obras que ocorreram nos últimos 2 meses em cidades do estado do Paraná.

Sendo assim, a partir da modificação da planilha elaborada por Pereira, Franco e Castilhos (2013), presente no Anexo C, para o estudo de

implantação de uma estação de transbordo em Florianópolis, definiu-se os quantitativos para cada serviço. Os resultados obtidos estão presentes nos Quadro 27.

Quadro 27 – Custo estimado da construção da estação de transbordo, em reais.

Item	Serviços	Unidade	Quant.	Custo Unit. (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Serviços Preliminares				
1.1	Remoção de Vegetação	m²	3000,00	R\$ 3,50	R\$ 10.500,00
1.2	Limpeza da área	m²	3000,00	R\$ 2,38	R\$ 7.140,00
1.3	Terraplanagem	m²	3000,00	R\$ 7,50	R\$ 22.500,00
1.4	Licenciamentos Ambientais	vb	1,00		R\$ 376.000,00
2	Unidade de Controle e Pesagem				
2.1	Balança	und	1,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00
3	Unidade de Recepção				
3.1	Piso Estrutural	m²	922,00	R\$ 147,00	R\$ 135.534,00
4	Silo de Descarga				
4.1	Escavação	m³	446,00	R\$ 33,00	R\$ 14.718,00
4.2	Concreto Armado	m³	6,00	R\$ 1.300,00	R\$ 7.800,00
5	Equipamento de Transferência				
5.1	Pá Carregadeira	und	1,00	R\$ 289.000,00	R\$ 289.000,00
6	Cabine de Controle				
6.1	Área de cabine	m²	11,00	R\$ 1.500,00	R\$ 16.500,00
6.2	Equipamentos da cabine	und	1,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00
7	Gerador de energia emergencial				
7.1	Motor gerador de 250kVA	und	1,00	R\$ 130.000,00	R\$ 130.000,00
7.2	Área do motor gerador	m²	11,00	R\$ 1.500,00	R\$ 16.500,00
8	Oficina de Manutenção				
8.1	Área	m²	65,00	R\$ 1.500,00	R\$ 97.500,00
9	Instalações de Apoio				
9.1	Cercamento com tela de alambrado	m²	300,00	R\$ 59,99	R\$ 17.997,00
10	Comunicação				
10.1	Comunicadores	und	2,00	R\$ 500,00	R\$ 1.000,00
10.2	Semáforos	und	3,00	R\$ 70.000,00	R\$ 210.000,00
11	Controle de contaminação				
11.1	Hidrantes	und	1,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
11.2	Reservatório de água da chuva	und	1,00	R\$ 2.200,00	R\$ 2.200,00
11.3	Cisternas	und	1,00	R\$ 17.000,00	R\$ 17.000,00
11.4	Extratores de ar e filtros	und	1,00	R\$ 900,00	R\$ 900,00
12	Instalações Sanitárias				
12.1	Área Construída	m²	16,00	R\$ 100,00	R\$ 1.600,00
13	Escritório				
13.1	Área Construída	m²	52,00	R\$ 1.500,00	R\$ 78.000,00
13.2	Equipamentos de infor. e mobiliário	und	1,00	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00
13.3	Estacionamento	m²	52,00	R\$ 110,00	R\$ 5.720,00
13.4	Inst. Contra incêndio e raios.	und	11,00	R\$ 250,00	R\$ 2.750,00
				TOTAL	R\$ 1.666.859,00

Fonte: próprio autor.

De acordo com o Quadro 27 é possível notar que a estimativa do custo total, sem fator de segurança, para a construção da estação de transbordo proposta para a cidade de Londrina é de cerca de 1,7 milhões de reais. Observa-se que na composição do custo não foi considerado o valor de compra do terreno, uma vez que este sofre influência do mercado ou poderá ser um terreno de propriedade da própria prefeitura de Londrina. Vale ressaltar que os preços dos serviços também estão sujeitos a alterações, principalmente no cenário atual de pandemia, devido a oscilação do custo de materiais básicos, como o aço e o cimento, por exemplo.

5.6 DISCUSSÃO

O presente trabalho buscou estudar, a partir das estimativas e análises dos custos mensais da coleta encontrados, a possibilidade de economia no valor pago mensalmente pela coleta de resíduos sólidos urbanos na cidade de Londrina. Com os resultados obtidos é possível notar que, com as reduções no custo da tonelada, a implantação de uma estação de transbordo tem o potencial de gerar vantagens para o município.

Vale ressaltar que a estação pode contar com centrais de reciclagem e compostagem, reduzindo os materiais que são enviados ao aterro sanitário, com objetivo de interferir nas atividades biológicas que acontecem nos resíduos até que ela acabe, tornando os resíduos inertes e sem risco de ocasionarem algum tipo de poluição, de acordo com VILHENA *et al.* (2018). Além de ser uma oportunidade para a geração de novos empregos no município.

Outros pontos que podem ser considerados como forma de aumentar a economia na coleta é a alteração dos turnos de trabalho, visto que o custo gerado pela mão de obra noturna é consideravelmente maior quando comparado aos custos diurnos. Como também, o redimensionamento dos setores conforme a frequência e o turno da coleta, que não foi possível realizar neste trabalho. Vale lembrar que o estudo teve como foco as reduções sofridas em consequência dos quilômetros percorridos mensalmente pelos coletores e o impacto que essas distâncias geram no consumo de combustível, pneus e óleos.

Uma questão que faz com que a implantação do transbordo possibilite reduções no custo da tonelada é o fato da distância da CTR ao centro de massa da cidade estar um pouco acima do limite de 25km, distância essa que segundo Silva e

Costa (2004) passa a ser vantajosa para a implantação de uma estação de transbordo.

Assim, a implantação estudada demonstrou vantagem econômica em relação ao custo atual, mesmo que ainda de forma tímida. A partir do trabalho nota-se que o cenário 1 é o mais vantajoso para a construção da estação justamente por estar mais próximo do centro de massa da cidade. Já o cenário 3 foi o que teve menor economia pois está localizado em uma região afastada do centro e do aterro sanitário do município.

Em relação ao estudo feito por Pereira, Franco e Castilhos (2013), a economia encontrada para a cidade de Florianópolis foi de R\$42,00/tonelada para a coleta e operação do transbordo. Já no município de Londrina a maior redução determinada foi de R\$18,90/tonelada, referente ao cenário 1, menos do que a metade encontrada por Pereira, Franco e Castilhos (2013). Uma das justificativas dessa diferença entre cidades com geração de resíduos próximas é que o aterro sanitário para onde são destinados os RS coletados em Florianópolis fica a cerca de 40km da cidade. Com isso, há um aumento os gastos atuais da coleta realizada na cidade, quando comparado com Londrina, e torna a implantação da estação mais viável e econômica do que a proposta no presente trabalho. Deve-se ressaltar, também, que os estudos foram realizados em anos diferentes, 2013 e 2021, o que influencia nos custos.

6 CONCLUSÃO

Com as estimativas feitas observou-se reduções no custo mensal da tonelada para a coleta dos RS e operação da estação em todos os cenários propostos. Sendo que a implantação proposta no cenário 1 acarretou uma redução de 12,75%, no cenário 2, 11,75% e para o cenário 3 o custo mensal da tonelada diminui em cerca de 8%. Essas reduções resultam em uma economia anual de R\$2.382.080,38 no cenário 1, R\$2.286.293,02 no cenário 2 e, por fim, R\$1.559.065,30 no cenário 3.

Vale ressaltar que o estudo analisou os custos mensais da coleta e da operação do transbordo somente a partir da redução das distâncias e do redimensionamento do número de setores. Uma economia maior poderá ser encontrada levando-se em consideração alterações nos turnos de trabalhos e na distribuição dos setores por frequência e turno de coleta. Outro ponto importante que reflete os resultados obtidos é a distância do aterro sanitário em relação a cidade que se encontra no limite da distância considerada vantajosa para a implantação de um transbordo.

Outra consideração que se deve tomar é o investimento realizado na construção da estação e os custos adicionais que sofrerá custo mensal da tonelada. No presente trabalho o custo para a construção estimado foi de R\$1.666.859,00, sem considerar a compra do terreno.

Assim, a partir dos percentuais de redução do custo da tonelada foi possível comprovar através das estimativas o potencial econômico da implantação de uma estação de transbordo no município de Londrina. Como também, os benefícios ambientais e sociais que a estação pode trazer com a diminuição da poluição e a oportunidade de trabalho em sua operação, centrais de compostagem e reciclagem.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2018/2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, abr. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, mai. 2004.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). **Relatório de mercado**: Focus. Brasil, 19 fev. 2021. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/focus>. Acesso em: 20 fev. 2021.

BONITO. Prefeitura Municipal. **Prefeitura lícita construção de terminal de transbordo**. Disponível em: <https://www.bonito.ms.gov.br/2018/01/30/prefeitura-licita-construcao-de-terminal-de-transbordo/>. Acesso em: 19 set. 2020.

BRASIL. DENATRAN. **Código de Trânsito Brasileiro (CTB)**. Instituído pela Lei nº 9.503, de 23 de set. de 1997. 3ª ed. Brasília: jul. de 2008. 232 p.

BRASIL. Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, nº 8.306, de 11 de maio de 1990, nº 8.666, de 21 de junho de 1993, nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F., 8 jan. de 2007.

BRASIL. Lei Federal nº 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F., 3 ago. de 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas para o programa de resíduos sólidos**. 1ª ed. Brasília: DIEDI, 2014. 48 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Impacto das embalagens no meio ambiente**. 2014. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/consumo-consciente-de-embalagem/impacto-das-embalagens-no-meio-ambiente.html>. Acesso em: 26 set. 2020.

BRAZÃO, Guilherme de Araújo. **Análise do custo de operação de um sistema de coleta mecanizada integrada com uma unidade de transbordo na cidade de Londrina**. 2019. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal de Serviços Públicos. Departamento de Limpeza Urbana. **Projeto Básico**. Campinas, 2012.

CARLOS, Édison; GALVÃO, Alceu. **10 ano da Lei do Saneamento Básico:** de quantas décadas mais precisaremos? Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/10-anos-da-lei-do-saneamento-basico-de-quantas-decadas-mais-precisaremos>. Acesso em: 15 set. 2020.

COMPANHIA MUNICIPAL DE TRÂNSITO E URBANIZAÇÃO DE LONDRINA. CMTU. **Central de tratamento de resíduos.** Disponível em: <https://cmtu.londrina.pr.gov.br/index.php/ctr-central-de-tratamento-de-residuos.html>. Acesso em: 26 out. 2020.

COMPANHIA MUNICIPAL DE TRÂNSITO E URBANIZAÇÃO DE LONDRINA. CMTU. **Coleta – orgânico e rejeito.** Disponível em: <http://cmtu.londrina.pr.gov.br/index.php/coleta-organico-e-rejeito.html>. Acesso em: 27 out. 2020.

COMPANHIA MUNICIPAL DE TRÂNSITO E URBANIZAÇÃO DE LONDRINA. CMTU. **Licitações realizadas.** Disponível em: <http://cmtu.londrina.pr.gov.br/index.php/licitacoes/licitacoes-realizadas.html>. Acesso em: 02 nov. 2020

COMPANHIA MUNICIPAL DE TRÂNSITO E URBANIZAÇÃO DE LONDRINA. CMTU. **Mapa da coleta seletiva, orgânica e rejeitos.** <https://geo.londrina.pr.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=27a12430f469471d933b9e7c78e98a9a>. Acesso em: 28 out. 2020.

COMPROMISSO EMPRESARIAL DE RECICLAGEM (CEMPRE). **Pesquisa Ciclosoft:** radiografando a coleta seletiva. São Paulo: 2018. 24 p.

COPIA, C. R. Dos Santos (Coor.); SELUR. **Estudo sobre a composição dos custos de execução de serviços de limpeza pública no estado de São Paulo** nas atividades de coleta e transporte de resíduos sólidos do sistema de saúde; varrição de vias públicas; operação de transbordo. Fundação Getúlio Vargas e Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana de São Paulo, 2013.

CUNHA; Valeriana; CAIXETA FILHO, José Vicente. **Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos:** estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. Revista Gestão e Produção, São Carlos, v.9, n.2, p.143-161, ago. 2002.

DAMAEQ DÁVILLA INDÚSTRIA MECÂNICA DE MÁQUINAS LTDA. **Coletores.** Acesso em: <http://www.damaeq.com.br/produtos/coletores/>. 29 jan. 2021.

ECOURBIS. **Coleta Mecanizada.** Disponível em: <https://www.ecourbis.com.br/coleta.aspx?content=mecanizada>. Acesso em: 19 set. 2020.

ENGETRUCK. **Guincho.** Disponível em: <https://www.engetruck.com/plataforma-guincho-preco>. Acesso em: 05 fev. 2021.

FOLETTTO, Márcia. **Com capacidade de 24- litros, contêiner da Comlurb ajuda a manter o Rio mais limpo.** Rio de Janeiro: O Globo, 2015. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/com-capacidade-de-240-litros-container-da-comlurb-ajuda-manter-rio-mais-limpo-15707446>. Acesso em: 10 out. 2020.

GIUSTI; Ricardo. **Porto Alegre: projeto de contêineres para recicláveis pode ser encerrado sem expansão**. Disponível em: <https://guaiba.com.br/2019/01/25/porto-alegre-projeto-de-conteineres-para-reciclaveis-pode-ser-encerrado-sem-expansao/>. Acesso em 25 out. 2020.

GOOGLE. **Google Earth**. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em: 20 out. 2020

GOOGLE. **Google Maps**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 16 out. 2020.

GOLLO, Rogério. *et al.* **Guia para a adequação dos municípios à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. São Paulo, 2011.

GUNTHER; Wanda M. Risso. **Estação de Transbordo**. Disponível em: https://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/RSU_Grad_Cap5a_09062015_TRANSBORDO_Vers%c3%a3o1-1.pdf. Acesso em 25 set. 2020.

HEDLER; Ana Paula. **Prefeitura amplia coleta seletiva em Londrina**. Disponível em: <https://blog.londrina.pr.gov.br/?p=13982>. Acesso em: 26 out. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS (IBGE). **Cidades e Estados**: Londrina. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/londrina.html>. Acesso em: 26 out. 2020.

KALINOWSKI, Rodrigo Otavio Cesario Pereira. **Estudo de caso: implementação de uma estação de transbordo de resíduos sólidos urbanos em londrina**. 2017. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

LONDRINA. Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Londrina: 2015. Disponível em: http://www1.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=23376:pmsb-plano-municipal-de-saneamento-basico&catid=212:audiencia-publica&Itemid=2142. Acesso em: 28 mai. 2018.

MARTINHO; Graça. *et al.*, A case study of packaging waste collection systems in Portugal – Part I: Performance and operantio alysis. **WasteManagement**, Siena, v.61, p.96-107, fev. 2017.

MATHEUS; Márcio. *et. al.* **Índice de sustentabilidade da limpeza urbana (ISLU)**. 2019. São Paulo: PwC, 2019. 123 p.

MATOS, Arlinda. **Quadro político, jurídico e técnico da gestão de resíduos sólidos nos países do BRICS**. Revista Tecnologia e Sociedade, Curitiba, v.12, n. 26, p. 155-160, set./dez. 2016.

MAZZETTO, André. **A indústria do lixo: aterros sanitários**. Disponível em: <https://medium.com/neworder/a-industria-do-lixo-aterros-sanitarios-c99e7631d8f5>. 2017. Acesso em: 20 set. 2020.

MELO, Ângela Cristina. **Gestão dos resíduos sólidos na região metropolitana de Londrina-PR**: possibilidade de soluções intermunicipais. 2016. 300 f. Tese de Doutorado em Geografia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

MILANEZ, Bruno *et al.* INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA (IPEA). **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos**. Brasília, 2012.

MONTEIRO, José Henrique Penido. *et al.* **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. 15. ed. Rio de Janeiro, p. 1-200, 2001.

NUNES, Rodrigo Rodrigues. DA SILVA, Ricardo Antônio Pereira. **Transbordo de resíduos sólidos**. Revista Pensar Engenharia, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-18, jan. 2015.

DE OLIVEIRA, Kaynã. **Fim dos lixões é adiado por falta de comprometimento dos municípios**. 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/fim-dos-lixoes-e-adiado-por-falta-de-compromisso-dos-municipios/>. Acesso em: 23 set. 2020.

ORTH, Maria Helena de Andrade. DA MOTTA, Fernando Sodré. **Caracterização Gravimétrica e Físico-Química dos Resíduos Sólidos Domiciliares no Município de São Paulo realizada em maio de 1998**. Revista Limpeza Pública, São Paulo, n. 48, p. 9-16, ago. 1998.

PEREIRA, Claudia. FRANCO, Davide. CASTILHOS, Armando. **Implantação de estação de transferência de resíduos sólidos urbanos utilizando tecnologia SIG**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, Florianópolis, v. 54, n. 27, p. 71-84, mar. 2013.

PINHEIRO, Bruno da Silveira. **Análise das características da coleta mecanizada de resíduos sólidos urbanos: proposta preliminar para implantação de projeto-piloto no município de Juiz de Fora – MG**. 2016. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitário) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2016.

POLAZ, Carla Natacha Marcolino. TEIXEIRA; Bernardo Arantes do Nascimento. **Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos**: um estudo para São Carlos (SP). Eng. Sanit Ambient, São Carlos, v.14, n.3, p. 411-420, jul/set. 2009.

PORTO ALEGRE. Secretária Municipal da Fazenda. Comissão Especial de Licitação dos Programas Estruturantes e Projetos Prioritários. **Concorrência nº 15/2020**. Porto Alegre, 2020.

PROTEGEER. **Etapas do gerenciamento**. 2018. Disponível em: <http://protegeer.gov.br/rsu/etapas-do-gerenciamento>. Acesso em: 19 set. 2020.

REGHIN, Luiz Augusto de Oliveira. **Análise do custo de operação do sistema de coleta mecanizada traseira para resíduos sólidos domiciliares na cidade de londrina**. 2018. 153 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

RIO DE JANEIRO (Município). Prefeitura Municipal. **Cooperativa de reciclagem: o**

que é, qual é importância, como funciona. Disponível em: <https://www.reciclagemnomeioambiente.com.br/cooperativa-de-reciclagem/>. Acesso em: 20 set. 2020.

RODRIGUEZ, Urias. **A importância logística e ambiental de um transbordo de resíduos.** Disponível em: <https://www.loga.com.br/content.asp?CP=LOGA&cod=1212>. Acesso em 20 set. 2020.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal das Subprefeituras. **Aterros Sanitários e Transbordos.** 2019. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/aterros_e_transbordos/index.php?p=4633. Acesso em: 28 ou. 2020.

SALÁRIO DAS PROFISSÕES. **Salários.** Disponível em: <https://www.salario.com.br/>. Acesso em: 10 fev. 2021.

SELUR. **Planilha de Custos dos Serviços de Limpeza Pública - 2014.** Disponível em: <https://www.selur.com.br/publicacoes/planilha-de-custo-dos-servicosdelimpezapublica-2014/>. 2014. Acesso em: 08 abr. de 2020.

SILVA, A.T.T; COSTA, H.S. **Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Itajubá (MG)** – Estudo Preliminar. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2004, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: ICTR, 2004. p. 4689-4698.

SILVEIRA, Flávio Willian Bastos. **Impactos nos custos da coleta de resíduos sólidos domiciliares com a implantação de uma unidade de transbordo: estudo de caso de Londrina-PR.** 2018. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

SIMÕES, Maria Luísa Duarte. **Projeto de Lei Prorroga fim dos lixões para 2021.** 2017. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/57761/projeto-de-lei-prorroga-fim-dos-lixoes-para-2021>. Acesso em: 6 out. 2020.

TANQUE; Flávia Yuki Tsuruda; ABUNO; Flora Kaori; SHIMODA, Jonathan Koiti. **Sistema de armazenamento e coleta de RSU: estudo de caso no bairro Belenzinho, município de São Paulo.** 2017. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

TSAY *et al.* **Relatório Sintético: diagnóstico do sistema de coleta seletiva em Londrina.** 2018. Departamento de Administração/CESA – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

TUKAMOTO; Bruna. **Projeto de lei prevê reajuste da coleta de lixo em Londrina.** Disponível em: <https://tarobanews.com/noticias/parana/projeto-de-lei-preve-reajuste-da-coleta-de-lixo-em-londrina-dMwej.html>. Acesso em: 15 set. 2020.

VILHENA. André. *et al.* **Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado.** 4º ed. São Paulo: Paginas & Letras Ltda, 2018. 350 p.

VOLKSWAGEN. **Saveiro**. Disponível em: <https://www.vw.com.br/pt/carros/Saveiro.html>. Acesso em: 02 fev. 2021.

WIKIPÉDIA. **Londrina**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Londrina>. Acesso em: 25 out. 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Quadro com os resultados obtidos dos tempos improdutivos, em minutos, de cada setor para cada cenário.

SETORES	COORDENADAS	SEGUNDA/QUARTA/SEXTA							
		DIURNO				NOTURNO			
		ATUAL	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	ATUAL	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3
16	23°17'36"S, 51°6'31"W	174	42	82	78				
17	23°17'24"S, 51°7'14"W	175	45	84	82				
18	23°16'38"S, 51°8'6"W	173	43	83	79				
35	23°19'2"S, 51°11'41"W	155	59	66	56				
45	23°18'51"S, 51°6'36"W	177	70	88	98				
46	23°19'23"S, 51°6'52"W	177	77	87	97				
49	23°21'13"S, 51°8'9"W	147	77	64	83				
50	23°20'58"S, 51°8'57"W	143	73	54	70				
51	23°20'41"S, 51°9'46"W	143	73	53	62				
55	23°22'11"S, 51°9'14"W	143	87	49	73				
56	23°20'10"S, 51°8'2"W	159	73	69	81				
57	23°22'13"S, 51°7'53"W	135	95	68	82				
58	23°23'8"S, 51°7'39"W	126	101	75	88				
59	23°21'50"S, 51°8'41"W	137	81	55	71				
1	23°18'39"S, 51°9'55"W					160	41	72	62
2	23°18'54"S, 51°9'14"W					147	39	62	65
3	23°19'2"S, 51°9'45"W					150	45	59	61
19	23°16'58"S, 51°9'36"W					159	27	74	56
20	23°17'13"S, 51°10'54"W					166	26	78	55
21	23°17'9"S, 51°11'38"W					166	37	79	52
22	23°17'38"S, 51°11'49"W					159	30	71	47
23	23°17'49"S, 51°10'48"W					155	26	67	49
24	23°17'51"S, 51°10'3"W					158	26	72	60
25	23°17'57"S, 51°9'30"W					150	30	65	61
26	23°18'3"S, 51°8'57"W					146	32	61	61
27	23°18'8"S, 51°8'33"W					145	37	58	66
28	23°17'34"S, 51°8'3"W					150	27	65	56
34	23°18'14"S, 51°12'17"W					153	36	64	47
52	23°19'52"S, 51°10'35"W					145	56	57	56

SETORES	COORDENADAS	TERÇA/QUINTA/SÁBADO							
		DIURNO				NOTURNO			
		ATUAL	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	ATUAL	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3
4	23°15'39"S, 51°11'45"W	188	55	98	75				
5	23°15'26"S, 51°11'6"W	196	55	107	85				
6	23°15'17"S, 51°10'19"W	193	50	105	88				
7	23°14'56"S, 51°9'27"W	187	54	96	92				
8	23°15'15"S, 51°8'46"W	187	57	98	97				
9	23°15'25"S, 51°8'6"W	186	57	96	95				
10	23°15'50"S, 51°8'44"W	177	46	87	88				
11	23°15'53"S, 51°10'2"W	187	42	98	82				
12	23°16'20"S, 51°9'56"W	184	38	97	78				
13	23°16'3"S, 51°10'41"W	194	41	103	80				
14	23°16'37"S, 51°10'53"W	189	36	98	76				
15	23°17'9"S, 51°12'55"W	180	66	89	63				
53	23°20'55"S, 51°11'59"W	170	94	79	82				
54	23°19'36"S, 51°13'18"W	169	72	80	64				
29	23°18'29"S, 51°7'53"W					152	44	67	77
32	23°18'30"S, 51°11'15"W					154	40	66	56
33	23°18'22"S, 51°11'17"W					156	39	66	57
36	23°18'25"S, 51°10'32"W					151	34	63	53
37	23°19'3"S, 51°10'45"W					149	44	61	54
38	23°19'26"S, 51°10'9"W					148	51	59	61
39	23°19'42"S, 51°9'41"W					148	54	60	69
40	23°19'30"S, 51°9'27"W					147	55	57	67
41	23°19'52"S, 51°9'7"W					142	54	53	62
42	23°19'46"S, 51°8'33"W					144	55	58	71
43	23°19'17"S, 51°8'20"W					152	54	67	77
44	23°19'2"S, 51°7'41"W					154	54	69	80
47	23°19'51"S, 51°7'26"W					162	68	77	88
48	23°20'23"S, 51°7'50"W					149	66	63	76

APÊNDICE B

Quadro com os resultados obtidos dos tempos produtivos, em minutos, de cada setor para o cenário atual.

SEG/QUA/SEX			
SETORES	COORDENADAS	DIURNO	NOTURNO
		ATUAL	ATUAL
16	23°17'36"S, 51°6'31"W	266	
17	23°17'24"S, 51°7'14"W	265	
18	23°16'38"S, 51°8'6"W	267	
35	23°19'2"S, 51°11'41"W	285	
45	23°18'51"S, 51°6'36"W	263	
46	23°19'23"S, 51°6'52"W	263	
49	23°21'13"S, 51°8'9"W	293	
50	23°20'58"S, 51°8'57"W	297	
51	23°20'41"S, 51°9'46"W	297	
55	23°22'11"S, 51°9'14"W	297	
56	23°20'10"S, 51°8'2"W	281	
57	23°22'13"S, 51°7'53"W	305	
58	23°23'8"S, 51°7'39"W	314	
59	23°21'50"S, 51°8'41"W	303	
1	23°18'39"S, 51°9'55"W		280
2	23°18'54"S, 51°9'14"W		293
3	23°19'2"S, 51°9'45"W		290
19	23°16'58"S, 51°9'36"W		281
20	23°17'13"S, 51°10'54"W		274
21	23°17'9"S, 51°11'38"W		274
22	23°17'38"S, 51°11'49"W		281
23	23°17'49"S, 51°10'48"W		285
24	23°17'51"S, 51°10'3"W		282
25	23°17'57"S, 51°9'30"W		290
26	23°18'3"S, 51°8'57"W		294
27	23°18'8"S, 51°8'33"W		295
28	23°17'34"S, 51°8'3"W		290
34	23°18'14"S, 51°12'17"W		287
52	23°19'52"S, 51°10'35"W		295

TER/QUI/SAB			
SETORES	COORDENADAS	DIURNO	NOTURNO
		ATUAL	ATUAL
4	23°15'39"S, 51°11'45"W	252	
5	23°15'26"S, 51°11'6"W	244	
6	23°15'17"S, 51°10'19"W	247	
7	23°14'56"S, 51°9'27"W	253	
8	23°15'15"S, 51°8'46"W	253	
9	23°15'25"S, 51°8'6"W	254	
10	23°15'50"S, 51°8'44"W	263	
11	23°15'53"S, 51°10'2"W	253	
12	23°16'20"S, 51°9'56"W	256	
13	23°16'3"S, 51°10'41"W	246	
14	23°16'37"S, 51°10'53"W	251	
15	23°17'9"S, 51°12'55"W	260	
53	23°20'55"S, 51°11'59"W	270	
54	23°19'36"S, 51°13'18"W	271	
29	23°18'29"S, 51°7'53"W		288
32	23°18'30"S, 51°11'15"W		286
33	23°18'22"S, 51°11'17"W		284
36	23°18'25"S, 51°10'32"W		289
37	23°19'3"S, 51°10'45"W		291
38	23°19'26"S, 51°10'9"W		292
39	23°19'42"S, 51°9'41"W		292
40	23°19'30"S, 51°9'27"W		293
41	23°19'52"S, 51°9'7"W		298
42	23°19'46"S, 51°8'33"W		296
43	23°19'17"S, 51°8'20"W		288
44	23°19'2"S, 51°7'41"W		286
47	23°19'51"S, 51°7'26"W		278
48	23°20'23"S, 51°7'50"W		291

APÊNDICE C

Quadro com os resultados obtidos dos tempos economizados, em minutos, de cada setor para cada cenário proposto.

SETORES	COORDENADAS	SEGUNDA/QUARTA/SEXTA					
		DIURNO			NOTURNO		
		CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3
16	23°17'36"S, 51°6'31"W	132	92	96			
17	23°17'24"S, 51°7'14"W	130	91	93			
18	23°16'38"S, 51°8'6"W	130	90	94			
35	23°19'2"S, 51°11'41"W	96	89	99			
45	23°18'51"S, 51°6'36"W	107	89	79			
46	23°19'23"S, 51°6'52"W	100	90	80			
49	23°21'13"S, 51°8'9"W	70	83	64			
50	23°20'58"S, 51°8'57"W	70	89	73			
51	23°20'41"S, 51°9'46"W	70	90	81			
55	23°22'11"S, 51°9'14"W	56	94	70			
56	23°20'10"S, 51°8'2"W	86	90	78			
57	23°22'13"S, 51°7'53"W	40	67	53			
58	23°23'8"S, 51°7'39"W	25	51	38			
59	23°21'50"S, 51°8'41"W	56	82	66			
1	23°18'39"S, 51°9'55"W				119	88	98
2	23°18'54"S, 51°9'14"W				108	85	82
3	23°19'2"S, 51°9'45"W				105	91	89
19	23°16'58"S, 51°9'36"W				132	85	103
20	23°17'13"S, 51°10'54"W				140	88	111
21	23°17'9"S, 51°11'38"W				129	87	114
22	23°17'38"S, 51°11'49"W				129	88	112
23	23°17'49"S, 51°10'48"W				129	88	106
24	23°17'51"S, 51°10'3"W				132	86	98
25	23°17'57"S, 51°9'30"W				120	85	89
26	23°18'3"S, 51°8'57"W				114	85	85
27	23°18'8"S, 51°8'33"W				108	87	79
28	23°17'34"S, 51°8'3"W				123	85	94
34	23°18'14"S, 51°12'17"W				117	89	106

SEGUNDA/QUARTA/SEXTA							
SETORES	COORDENADAS	DIURNO			NOTURNO		
		CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3
52	23°19'52"S, 51°10'35"W				89	88	89

TERÇA/QUINTA/SÁBADO							
SETORES	COORDENADAS	DIURNO			NOTURNO		
		CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3
4	23°15'39"S, 51°11'45"W	133	90	113			
5	23°15'26"S, 51°11'6"W	141	89	111			
6	23°15'17"S, 51°10'19"W	143	88	105			
7	23°14'56"S, 51°9'27"W	133	91	95			
8	23°15'15"S, 51°8'46"W	130	89	90			
9	23°15'25"S, 51°8'6"W	129	90	91			
10	23°15'50"S, 51°8'44"W	131	90	89			
11	23°15'53"S, 51°10'2"W	145	89	105			
12	23°16'20"S, 51°9'56"W	146	87	106			
13	23°16'3"S, 51°10'41"W	153	91	114			
14	23°16'37"S, 51°10'53"W	153	91	113			
15	23°17'9"S, 51°12'55"W	114	91	117			
53	23°20'55"S, 51°11'59"W	76	91	88			
54	23°19'36"S, 51°13'18"W	97	89	105			
29	23°18'29"S, 51°7'53"W				108	85	75
32	23°18'30"S, 51°11'15"W				114	88	98
33	23°18'22"S, 51°11'17"W				117	90	99
36	23°18'25"S, 51°10'32"W				117	88	98
37	23°19'3"S, 51°10'45"W				105	88	95
38	23°19'26"S, 51°10'9"W				97	89	87
39	23°19'42"S, 51°9'41"W				94	88	79
40	23°19'30"S, 51°9'27"W				92	90	80
41	23°19'52"S, 51°9'7"W				88	89	80
42	23°19'46"S, 51°8'33"W				89	86	73
43	23°19'17"S, 51°8'20"W				98	85	75
44	23°19'2"S, 51°7'41"W				100	85	74
47	23°19'51"S, 51°7'26"W				94	85	74
48	23°20'23"S, 51°7'50"W				83	86	73

APÊNDICE D

Quadro com os cálculos de redimensionamento de setores para cada cenário.

ATUAL		
FREQUÊNCIA	TURNO	NÚMERO DE SETORES
DIÁRIO	NOTURNO	4
SEG/QUA/SEX	NOTURNO	11
SEG/QUA/SEX	DIURNO	14
TER/QUI/SAB	NOTURNO	14
TER/QUI/SAB	DIURNO	14

CENÁRIO 1							
FREQUÊNCIA	TURNO	SOMA PRODUTIVA	SOMA ECONOMIZADA	NÚMERO DE SETORES	MÉDIA PRODUTIVAS/SETOR	SETORES ELIMINADOS	SETORES SOBRARAM
DIÁRIO	NOTURNO	1158	421	4	289,5	1	3
SEG/QUA/SEX	NOTURNO	3133	1373	11	284,8	4	7
SEG/QUA/SEX	DIURNO	3996	1168	14	285,4	4	10
TER/QUI/SAB	NOTURNO	4052	1396	14	289,43	4	10
TER/QUI/SAB	DIURNO	3573	1824	14	255,2	7	7
					TOTAL	20	37

CENÁRIO 2							
FREQUÊNCIA	TURNO	SOMA PRODUTIVA	SOMA ECONOMIZADA	NÚMERO DE SETORES	MÉDIA PRODUTIVAS/SETOR	SETORES ELIMINADOS	SETORES SOBRARAM
DIÁRIO	NOTURNO	1158	352	4	289,5	1	3
SEG/QUA/SEX	NOTURNO	3133	953	11	284,8	3	8
SEG/QUA/SEX	DIURNO	3996	1187	14	285,4	4	10
TER/QUI/SAB	NOTURNO	4052	1222	14	289,4	4	10
TER/QUI/SAB	DIURNO	3573	1256	14	255,2	4	10
					TOTAL	16	41

CENÁRIO 3							
FREQUÊNCIA	TURNO	SOMA PRODUTIVA	SOMA ECONOMIZADA	NÚMERO DE SETORES	MÉDIA PRODUTIVAS/SETOR	SETORES ELIMINADOS	SETORES SOBRARAM
DIÁRIO	NOTURNO	1158	358	4	289,5	1	3
SEG/QUA/SEX	NOTURNO	3133	1097	11	284,8	3	8
SEG/QUA/SEX	DIURNO	3996	1064	14	285,4	3	11
TER/QUI/SAB	NOTURNO	4052	1160	14	289,4	4	10
TER/QUI/SAB	DIURNO	3573	1442	14	255,2	5	9
					TOTAL	16	41

APÊNDICE E

Quadro com os cálculos das distâncias semanais percorridas pelos caminhões coletores no cenário atual.

Setor	Dia Semana	Turno	Distâncias em Km			
			Garagem-Setor	Produtivas no Setor	Setor-CTR	Total Final CTR
1	Diário	Noturno	4,60	29,20	30,50	154,50
2	Diário	Noturno	4,10	36,10	26,20	148,00
3	Diário	Noturno	5,70	30,50	26,60	145,20
4	Ter/Qui/Sáb	Diurno	10,70	38,40	43,30	208,20
5	Ter/Qui/Sáb	Diurno	9,90	27,60	39,95	186,55
6	Ter/Qui/Sáb	Diurno	8,60	25,20	35,00	168,00
7	Ter/Qui/Sáb	Diurno	7,20	29,30	33,50	166,20
8	Ter/Qui/Sáb	Diurno	6,30	19,40	33,40	155,10
9	Ter/Qui/Sáb	Diurno	5,40	33,00	34,20	170,20
10	Ter/Qui/Sáb	Diurno	5,30	17,10	32,00	147,60
11	Ter/Qui/Sáb	Diurno	6,00	16,50	32,20	148,30
12	Ter/Qui/Sáb	Diurno	6,60	46,80	34,10	184,90
13	Ter/Qui/Sáb	Diurno	8,20	33,30	35,00	175,70
14	Ter/Qui/Sáb	Diurno	7,20	41,60	33,90	179,70
15	Ter/Qui/Sáb	Diurno	9,50	39,70	37,60	191,20
16	Seg/Qua/Sex	Diurno	4,10	35,90	33,30	169,10
17	Seg/Qua/Sex	Diurno	2,60	17,40	31,40	143,40
18	Seg/Qua/Sex	Diurno	2,20	40,90	31,50	166,80
19	Seg/Qua/Sex	Noturno	4,60	40,00	31,00	166,80
20	Seg/Qua/Sex	Noturno	6,20	27,80	34,10	165,50
21	Seg/Qua/Sex	Noturno	8,40	23,00	37,90	174,30
22	Seg/Qua/Sex	Noturno	7,20	28,00	31,80	159,80
23	Seg/Qua/Sex	Noturno	6,00	39,00	32,60	172,00
24	Seg/Qua/Sex	Noturno	5,50	25,00	29,30	147,60
25	Seg/Qua/Sex	Noturno	3,30	30,00	28,20	147,10
26	Seg/Qua/Sex	Noturno	2,00	25,50	28,00	140,70
27	Seg/Qua/Sex	Noturno	1,50	31,50	27,30	144,10
28	Seg/Qua/Sex	Noturno	1,10	39,80	29,40	158,30
29	Ter/Qui/Sáb	Noturno	2,00	30,20	28,30	146,30

Setor	Dia Semana	Turno	Distâncias em Km			
			Garagem-Setor	Produtivas no Setor	Setor-CTR	Total Final CTR
32	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,60	30,00	29,80	154,20
33	Ter/Qui/Sáb	Noturno	8,20	42,00	29,50	167,90
34	Seg/Qua/Sex	Noturno	8,50	48,10	30,20	176,40
35	Seg/Qua/Sex	Diurno	10,20	39,00	27,30	160,30
36	Ter/Qui/Sáb	Noturno	8,00	19,00	29,70	145,30
37	Ter/Qui/Sáb	Noturno	7,30	31,00	26,90	148,20
38	Ter/Qui/Sáb	Noturno	6,30	15,00	25,70	127,60
39	Ter/Qui/Sáb	Noturno	6,40	11,70	25,30	123,20
40	Ter/Qui/Sáb	Noturno	6,30	12,30	26,35	126,85
41	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,70	30,00	24,40	138,10
42	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,35	32,00	23,90	138,25
43	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,35	40,00	25,30	150,45
44	Ter/Qui/Sáb	Noturno	3,20	42,20	27,90	158,30
45	Seg/Qua/Sex	Diurno	4,50	41,10	29,70	163,90
46	Seg/Qua/Sex	Diurno	5,25	34,20	28,40	153,85
47	Ter/Qui/Sáb	Noturno	4,60	39,30	26,70	153,20
48	Ter/Qui/Sáb	Noturno	8,20	40,30	29,60	166,50
49	Seg/Qua/Sex	Diurno	8,80	38,30	20,05	136,45
50	Seg/Qua/Sex	Diurno	7,60	41,50	21,60	143,10
51	Seg/Qua/Sex	Diurno	8,80	39,80	23,10	147,10
52	Diário	Noturno	8,20	44,80	25,10	157,50
53	Ter/Qui/Sáb	Diurno	13,30	103,80	27,00	227,30
54	Ter/Qui/Sáb	Diurno	11,90	44,40	29,30	173,40
55	Seg/Qua/Sex	Diurno	11,70	41,30	23,10	151,50
56	Seg/Qua/Sex	Diurno	12,30	39,30	24,60	154,60
57	Seg/Qua/Sex	Diurno	11,50	36,40	18,50	132,60
58	Seg/Qua/Sex	Diurno	14,20	46,50	16,50	139,40
59	Seg/Qua/Sex	Diurno	9,70	40,00	19,10	136,20

APÊNDICE F

Quadro com os cálculos das distâncias semanais percorridas pelos caminhões coletores no cenário 1.

Setores			Distâncias em Km			
			CTR - Garagem	29,20		
			Cenário 1 - Garagem	4,50		
			Cenário 2 - Garagem	10,80		
			Cenário 3 - Garagem	12,00		
Distâncias em Km						
Setor	Dia Semana	Turno	Garagem-Setor	Produtivas no Setor com Redução	Setor-C1	Total Final C1
1	Diário	Noturno	4,60	44,13	3,00	62,23
2	Diário	Noturno	4,10	51,03	4,10	71,93
3	Diário	Noturno	5,70	45,43	3,80	67,03
52	Diário	Noturno	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Ter/Qui/Sáb	Diurno	10,70	84,99	5,50	116,69
5	Ter/Qui/Sáb	Diurno	9,90	74,19	5,10	103,89
6	Ter/Qui/Sáb	Diurno	8,60	71,79	6,00	102,89
7	Ter/Qui/Sáb	Diurno	7,20	75,89	6,30	106,49
8	Ter/Qui/Sáb	Diurno	6,30	65,99	6,60	96,59
9	Ter/Qui/Sáb	Diurno	5,40	79,59	9,00	116,49
10	Ter/Qui/Sáb	Diurno	5,30	63,69	5,20	89,09
11	Ter/Qui/Sáb	Diurno	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Ter/Qui/Sáb	Diurno	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Ter/Qui/Sáb	Diurno	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Ter/Qui/Sáb	Diurno	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Ter/Qui/Sáb	Diurno	0,00	0,00	0,00	0,00
53	Ter/Qui/Sáb	Diurno	0,00	0,00	0,00	0,00
54	Ter/Qui/Sáb	Diurno	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Seg/Qua/Sex	Diurno	4,10	52,12	7,70	83,82
17	Seg/Qua/Sex	Diurno	2,60	33,62	7,10	62,02
18	Seg/Qua/Sex	Diurno	2,20	57,12	6,70	83,92
35	Seg/Qua/Sex	Diurno	10,20	55,22	5,80	87,32
45	Seg/Qua/Sex	Diurno	4,50	57,32	8,30	91,22
46	Seg/Qua/Sex	Diurno	5,25	50,42	8,60	85,97

Setores			Distâncias em Km			
			CTR - Garagem	29,20		
			Cenário 1 - Garagem	4,50		
			Cenário 2 - Garagem	10,80		
			Cenário 3 - Garagem	12,00		
			Distâncias em Km			
Setor	Dia Semana	Turno	Garagem-Setor	Produtivas no Setor com Redução	Setor-C1	Total Final C1
49	Seg/Qua/Sex	Diurno	8,80	54,52	9,60	96,62
50	Seg/Qua/Sex	Diurno	7,60	57,72	9,10	97,12
51	Seg/Qua/Sex	Diurno	8,80	56,02	7,20	90,92
55	Seg/Qua/Sex	Diurno	11,70	57,52	11,10	107,02
56	Seg/Qua/Sex	Diurno	12,30	0,00	0,00	0,00
57	Seg/Qua/Sex	Diurno	11,50	0,00	0,00	0,00
58	Seg/Qua/Sex	Diurno	14,20	0,00	0,00	0,00
59	Seg/Qua/Sex	Diurno	9,70	0,00	0,00	0,00
19	Seg/Qua/Sex	Noturno	4,60	60,70	2,40	77,00
20	Seg/Qua/Sex	Noturno	6,20	48,50	1,60	64,00
21	Seg/Qua/Sex	Noturno	8,40	43,70	3,00	65,60
22	Seg/Qua/Sex	Noturno	7,20	48,70	2,70	68,50
23	Seg/Qua/Sex	Noturno	6,00	59,70	1,60	75,00
24	Seg/Qua/Sex	Noturno	5,50	45,70	1,50	60,20
25	Seg/Qua/Sex	Noturno	3,30	50,70	3,50	69,00
26	Seg/Qua/Sex	Noturno	2,00	0,00	0,00	0,00
27	Seg/Qua/Sex	Noturno	1,50	0,00	0,00	0,00
28	Seg/Qua/Sex	Noturno	1,10	0,00	0,00	0,00
34	Seg/Qua/Sex	Noturno	8,50	0,00	0,00	0,00
29	Ter/Qui/Sáb	Noturno	2,00	46,38	7,00	73,88
32	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,60	46,18	3,80	67,68
33	Ter/Qui/Sáb	Noturno	8,20	58,18	3,50	81,38
36	Ter/Qui/Sáb	Noturno	8,00	35,18	2,10	53,98
37	Ter/Qui/Sáb	Noturno	7,30	47,18	3,80	70,38
38	Ter/Qui/Sáb	Noturno	6,30	31,18	4,50	55,48
39	Ter/Qui/Sáb	Noturno	6,40	27,88	5,40	54,98
40	Ter/Qui/Sáb	Noturno	6,30	28,48	5,60	56,08
41	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,70	46,18	5,90	74,08
42	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,35	48,18	6,30	76,93

Setores			Distâncias em Km			
			CTR - Garagem	29,20		
			Cenário 1 - Garagem	4,50		
			Cenário 2 - Garagem	10,80		
			Cenário 3 - Garagem	12,00		
			Distâncias em Km			
Setor	Dia Semana	Turno	Garagem-Setor	Produtivas no Setor com Redução	Setor-C1	Total Final C1
43	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,35	0,00	0,00	0,00
44	Ter/Qui/Sáb	Noturno	3,20	0,00	0,00	0,00
47	Ter/Qui/Sáb	Noturno	4,60	0,00	0,00	0,00
48	Ter/Qui/Sáb	Noturno	8,20	0,00	0,00	0,00

APÊNDICE G

Quadro com os cálculos das distâncias semanais percorridas pelos caminhões coletores no cenário 2.

Setores			Distâncias em Km			
			CTR - Garagem	29,20		
			Cenário 1 - Garagem	4,50		
			Cenário 2 - Garagem	10,80		
			Cenário 3 - Garagem	12,00		
			Distâncias em Km			
Setor	Dia Semana	Turno	Garagem-Setor (CG)	Produtivas no Setor com Redução	Setor-C2	Total Final C2
1	Diário	Noturno	4,60	44,13	11,40	93,73
2	Diário	Noturno	4,10	51,03	8,00	89,93
3	Diário	Noturno	5,70	45,43	7,20	83,53
52	Diário	Noturno	8,20	0,00	0,00	0,00
4	Ter/Qui/Sáb	Diurno	10,70	61,35	23,30	152,75
5	Ter/Qui/Sáb	Diurno	9,90	50,55	17,10	122,55
6	Ter/Qui/Sáb	Diurno	8,60	48,15	16,00	115,55
7	Ter/Qui/Sáb	Diurno	7,20	52,25	15,00	115,25
8	Ter/Qui/Sáb	Diurno	6,30	42,35	14,60	103,25
9	Ter/Qui/Sáb	Diurno	5,40	55,95	15,70	119,25
10	Ter/Qui/Sáb	Diurno	5,30	40,05	13,20	95,75
11	Ter/Qui/Sáb	Diurno	6,00	39,45	15,00	101,25
12	Ter/Qui/Sáb	Diurno	6,60	69,75	14,30	130,05
13	Ter/Qui/Sáb	Diurno	8,20	56,25	16,10	123,55
14	Ter/Qui/Sáb	Diurno	7,20	0,00	0,00	0,00

Setores			Distâncias em Km			
			CTR - Garagem	29,20		
			Cenário 1 - Garagem	4,50		
			Cenário 2 - Garagem	10,80		
			Cenário 3 - Garagem	12,00		
			Distâncias em Km			
Setor	Dia Semana	Turno	Garagem-Setor (CG)	Produtivas no Setor com Redução	Setor-C2	Total Final C2
15	Ter/Qui/Sáb	Diurno	9,50	0,00	0,00	0,00
53	Ter/Qui/Sáb	Diurno	13,30	0,00	0,00	0,00
54	Ter/Qui/Sáb	Diurno	11,90	0,00	0,00	0,00
16	Seg/Qua/Sex	Diurno	4,10	52,12	14,50	110,52
17	Seg/Qua/Sex	Diurno	2,60	33,62	13,80	88,42
18	Seg/Qua/Sex	Diurno	2,20	57,12	13,50	110,62
35	Seg/Qua/Sex	Diurno	10,20	55,22	8,10	100,52
45	Seg/Qua/Sex	Diurno	4,50	57,32	11,70	107,72
46	Seg/Qua/Sex	Diurno	5,25	50,42	9,50	94,97
49	Seg/Qua/Sex	Diurno	8,80	54,52	4,40	87,32
50	Seg/Qua/Sex	Diurno	7,60	57,72	2,90	84,82
51	Seg/Qua/Sex	Diurno	8,80	56,02	3,40	85,82
55	Seg/Qua/Sex	Diurno	11,70	57,52	1,50	84,52
56	Seg/Qua/Sex	Diurno	12,30	0,00	0,00	0,00
57	Seg/Qua/Sex	Diurno	11,50	0,00	0,00	0,00
58	Seg/Qua/Sex	Diurno	14,20	0,00	0,00	0,00
59	Seg/Qua/Sex	Diurno	9,70	0,00	0,00	0,00
19	Seg/Qua/Sex	Noturno	4,60	54,93	12,50	107,83
20	Seg/Qua/Sex	Noturno	6,20	42,73	12,30	96,63

Setores			Distâncias em Km			
			CTR - Garagem	29,20		
			Cenário 1 - Garagem	4,50		
			Cenário 2 - Garagem	10,80		
			Cenário 3 - Garagem	12,00		
			Distâncias em Km			
Setor	Dia Semana	Turno	Garagem-Setor (CG)	Produtivas no Setor com Redução	Setor-C2	Total Final C2
21	Seg/Qua/Sex	Noturno	8,40	37,93	18,60	112,93
22	Seg/Qua/Sex	Noturno	7,20	42,93	13,00	99,93
23	Seg/Qua/Sex	Noturno	6,00	53,93	10,10	101,03
24	Seg/Qua/Sex	Noturno	5,50	39,93	10,70	88,33
25	Seg/Qua/Sex	Noturno	3,30	44,93	9,60	87,83
26	Seg/Qua/Sex	Noturno	2,00	40,43	9,20	80,83
27	Seg/Qua/Sex	Noturno	1,50	0,00	0,00	0,00
28	Seg/Qua/Sex	Noturno	1,10	0,00	0,00	0,00
34	Seg/Qua/Sex	Noturno	8,50	0,00	0,00	0,00
29	Ter/Qui/Sáb	Noturno	2,00	46,38	9,60	87,98
32	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,60	46,18	10,10	92,88
33	Ter/Qui/Sáb	Noturno	8,20	58,18	10,40	108,38
36	Ter/Qui/Sáb	Noturno	8,00	35,18	10,30	84,88
37	Ter/Qui/Sáb	Noturno	7,30	47,18	7,50	87,78
38	Ter/Qui/Sáb	Noturno	6,30	31,18	6,20	66,88
39	Ter/Qui/Sáb	Noturno	6,40	27,88	6,70	65,18
40	Ter/Qui/Sáb	Noturno	6,30	28,48	6,80	65,98
41	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,70	46,18	6,30	81,58
42	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,35	48,18	5,80	81,73

Setores			Distâncias em Km			
			CTR - Garagem	29,20		
			Cenário 1 - Garagem	4,50		
			Cenário 2 - Garagem	10,80		
			Cenário 3 - Garagem	12,00		
			Distâncias em Km			
Setor	Dia Semana	Turno	Garagem-Setor (CG)	Produtivas no Setor com Redução	Setor-C2	Total Final C2
43	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,35	0,00	0,00	0,00
44	Ter/Qui/Sáb	Noturno	3,20	0,00	0,00	0,00
47	Ter/Qui/Sáb	Noturno	4,60	0,00	0,00	0,00
48	Ter/Qui/Sáb	Noturno	8,20	0,00	0,00	0,00

APÊNDICE H

Quadro com os cálculos das distâncias semanais percorridas pelos caminhões coletores no cenário 3.

Setores			Distâncias em Km			
			CTR - Garagem	29,20		
			Cenário 1 - Garagem	4,50		
			Cenário 2 - Garagem	10,80		
			Cenário 3 - Garagem	12,00		
			Distâncias em Km			
Setor	Dia Semana	Turno	Garagem-Setor (CG)	Produtivas no Setor com Redução	Setor-C3	Total Final C3
1	Diário	Noturno	4,60	44,13	9,20	88,33
2	Diário	Noturno	4,10	51,03	9,70	96,23
3	Diário	Noturno	5,70	45,43	9,20	90,73
52	Diário	Noturno	8,20	0,00	0,00	0,00
4	Ter/Qui/Sáb	Diurno	10,70	67,60	13,90	132,00
5	Ter/Qui/Sáb	Diurno	9,90	56,80	12,00	114,70
6	Ter/Qui/Sáb	Diurno	8,60	54,40	12,90	113,70
7	Ter/Qui/Sáb	Diurno	7,20	58,50	13,20	117,30
8	Ter/Qui/Sáb	Diurno	6,30	48,60	14,40	110,10
9	Ter/Qui/Sáb	Diurno	5,40	62,20	14,70	123,70
10	Ter/Qui/Sáb	Diurno	5,30	46,30	13,00	102,60
11	Ter/Qui/Sáb	Diurno	6,00	45,70	10,70	95,80
12	Ter/Qui/Sáb	Diurno	6,60	76,00	9,70	123,70
13	Ter/Qui/Sáb	Diurno	8,20	0,00	0,00	0,00
14	Ter/Qui/Sáb	Diurno	7,20	0,00	0,00	0,00
15	Ter/Qui/Sáb	Diurno	9,50	0,00	0,00	0,00
53	Ter/Qui/Sáb	Diurno	13,30	0,00	0,00	0,00
54	Ter/Qui/Sáb	Diurno	11,90	0,00	0,00	0,00
16	Seg/Qua/Sex	Diurno	4,10	47,07	13,50	103,67
17	Seg/Qua/Sex	Diurno	2,60	28,57	12,80	81,57
18	Seg/Qua/Sex	Diurno	2,20	52,07	12,50	103,77

Setores			Distâncias em Km			
			CTR - Garagem	29,20		
			Cenário 1 - Garagem	4,50		
			Cenário 2 - Garagem	10,80		
			Cenário 3 - Garagem	12,00		
			Distâncias em Km			
Setor	Dia Semana	Turno	Garagem-Setor (CG)	Produtivas no Setor com Redução	Setor-C3	Total Final C3
35	Seg/Qua/Sex	Diurno	10,20	50,17	5,90	90,07
45	Seg/Qua/Sex	Diurno	4,50	52,27	19,30	126,67
46	Seg/Qua/Sex	Diurno	5,25	45,37	17,40	114,82
49	Seg/Qua/Sex	Diurno	8,80	49,47	14,30	113,17
50	Seg/Qua/Sex	Diurno	7,60	52,67	12,60	110,07
51	Seg/Qua/Sex	Diurno	8,80	50,97	10,00	101,77
55	Seg/Qua/Sex	Diurno	11,70	52,47	12,50	113,67
56	Seg/Qua/Sex	Diurno	12,30	50,47	13,50	115,27
57	Seg/Qua/Sex	Diurno	11,50	0,00	0,00	0,00
58	Seg/Qua/Sex	Diurno	14,20	0,00	0,00	0,00
59	Seg/Qua/Sex	Diurno	9,70	0,00	0,00	0,00
19	Seg/Qua/Sex	Noturno	4,60	54,93	9,30	99,43
20	Seg/Qua/Sex	Noturno	6,20	42,73	6,50	80,43
21	Seg/Qua/Sex	Noturno	8,40	37,93	5,20	73,93
22	Seg/Qua/Sex	Noturno	7,20	42,93	4,60	75,93
23	Seg/Qua/Sex	Noturno	6,00	53,93	6,30	90,83
24	Seg/Qua/Sex	Noturno	5,50	39,93	8,20	82,03
25	Seg/Qua/Sex	Noturno	3,30	44,93	9,30	88,13
26	Seg/Qua/Sex	Noturno	2,00	40,43	10,20	85,03
27	Seg/Qua/Sex	Noturno	1,50	0,00	0,00	0,00
28	Seg/Qua/Sex	Noturno	1,10	0,00	0,00	0,00
34	Seg/Qua/Sex	Noturno	8,50	0,00	0,00	0,00
29	Ter/Qui/Sáb	Noturno	2,00	46,38	12,80	98,78
32	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,60	46,18	7,90	87,48
33	Ter/Qui/Sáb	Noturno	8,20	58,18	6,10	96,68
36	Ter/Qui/Sáb	Noturno	8,00	35,18	8,10	79,48

Setores			Distâncias em Km			
			CTR - Garagem	29,20		
			Cenário 1 - Garagem	4,50		
			Cenário 2 - Garagem	10,80		
			Cenário 3 - Garagem	12,00		
			Distâncias em Km			
Setor	Dia Semana	Turno	Garagem-Setor (CG)	Produtivas no Setor com Redução	Setor-C3	Total Final C3
37	Ter/Qui/Sáb	Noturno	7,30	47,18	7,10	87,78
38	Ter/Qui/Sáb	Noturno	6,30	31,18	8,20	74,08
39	Ter/Qui/Sáb	Noturno	6,40	27,88	12,90	84,98
40	Ter/Qui/Sáb	Noturno	6,30	28,48	13,10	86,08
41	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,70	46,18	12,50	101,38
42	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,35	48,18	13,70	106,63
43	Ter/Qui/Sáb	Noturno	5,35	0,00	0,00	0,00
44	Ter/Qui/Sáb	Noturno	3,20	0,00	0,00	0,00
47	Ter/Qui/Sáb	Noturno	4,60	0,00	0,00	0,00
48	Ter/Qui/Sáb	Noturno	8,20	0,00	0,00	0,00

APÊNDICE I

Exemplo de planilha de cálculo do custo mensal da tonelada.

1 - DIMENSIONAMENTO

1.1- QUANTIDADE DE VEÍCULOS COLETORES

Capacidade do chassis (t) =	22
Custo do chassis (R\$) =	300.976,00
Capacidade da caçamba (m³) =	19
Custo da caçamba (R\$) =	208.000,00
Câmara e monitor de vídeo (R\$) =	235,00
GPS e computador de bordo (R\$) =	2.000,00
Custo unitário do veículo (R\$) =	511.211,00
Taxa de Depreciação anual =	20%
Coleta Diurna:	
Quantidade necessária de veículos operacionais por dia =	10,00
Distância percorrida no mês (km) =	19416,60
Coleta Noturna:	
Quantidade de dias úteis no mês =	22,00
Quantidade de veículos por dia =	13,00
Distância percorrida no mês (km) =	18558,60
Frota necessária:	
Coleta diurna =	10,00
Coleta noturna =	13,00
Coleta aos domingos (feiras livres ou similares) =	1,00
Frota sem reserva =	13,00
Reserva técnica:	
Quantidade de veículos sem manutenção preventiva =	1
Quantidade de veículos em reforço do setor =	3
Reserva técnica =	4
Frota necessária ajustada:	17

1.2- VEÍCULOS DE SOCORRO.

Tempo médio de socorro (h) =	3
Porcentagem de veículos em operação que solicitam socorro (%) =	3%
Dias trabalhados no mês =	26,00
Total de horas trabalhadas no mês =	382
Veículos em operação =	17
VEÍCULO PESADO	
Tipo de veículo de socorro pesado utilizado na operação: Guincho	
Tempo médio de socorro (horas) =	3
Tempo médio gasto no trajeto (horas) =	2
Porcentagem média diária da quantidade de veículos em operação =	3%
Quantidade de socorros mensais =	14
Tempo médio mensal de socorro, incluindo trajeto (horas) =	70
Total de veículos necessários =	1
Custo Unitário do Veículo (R\$) =	180.000,00
VEÍCULO LEVE	
Tipo de veículo de socorro leve utilizado na operação: Saveiro	
Tempo médio de socorro (horas) =	3
Tempo médio gasto no trajeto (horas) =	2
Porcentagem média diária da quantidade de veículos em operação =	3%
Quantidade de socorros mensais =	14
Tempo médio mensal de socorro, incluindo trajeto (horas) =	70
Total de veículo necessários =	1
Custo Unitário do Veículo (R\$) =	69.290,00

Calçado de segurança	77,90	2,0	12,98	2,0	12,98	2,0	12,98	2,0	12,98	2,0	12,98	2,0	12,98
Capa de chuva amarela com reflexivo	11,00	2,0	1,83	2,0	1,83	2,0	1,83	2,0	1,83	2,0	1,83	2,0	1,83
Colete reflexivo	16,71	2,0	2,79	2,0	2,79	2,0	2,79	2,0	2,79	2,0	2,79	2,0	2,79
Luva de proteção	14,00	4,0	4,67	4,0	4,67	4,0	4,67	4,0	4,67	4,0	4,67	4,0	4,67
Protetor solar FPS 30	20,00	4,0	6,67	4,0	6,67	4,0	6,67	4,0	6,67	4,0	6,67	4,0	6,67
Meia	4,12	4,0	1,37	4,0	1,37	4,0	1,37	4,0	1,37	4,0	1,37	4,0	1,37
			-		-		-		-		-		-
Custo mensal por funcionário (R\$) =			63,14		63,14		63,14		63,14		63,14		63,14
Custo mensal do efetivo (R\$) =			1.704,83		4.925,05		252,57		252,57		252,57		252,57

CUSTO TOTAL= 7.640,14

4 - VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS

DESCRIÇÃO	4.1-Veículos coletores		4.2-Veículos de Socorro			
			4.2.1 - Veículos Leves		4.2.2 - Veículos Pesados	
Distância mensal percorrida (km) =	37.975		2.300		2.300	
	Veículo	TOTAL	Veículo	TOTAL	Veículo	TOTAL
Quantidade necessária de veículos =	17		1		1	
a) Depreciação mensal (R\$) =	119.524,54	119.524,54	923,87	923,87	2.400,00	2.400,00
b) Custo mensal do capital investido (R\$) =	34.907,50	34.907,50	269,82	269,82	700,93	700,93
c) Impostos e Seguros =	Total mensal =	11.468,68	Total Mensal =	360,02	Total Mensal =	401,73

d) Consumos =	TOTAL = 126.464,64	TOTAL = 16.161,38	TOTAL = 16.161,38
e) Custo de manutenção mensal =	86.905,87 86.905,87	692,90 692,90	1.800,00 1.800,00
f) Custo mensal de pneus (73.000 km) =	16.703,89	672,36	1.011,68
	TOTAL 4.1 = 395.975,12	TOTAL 4.2.1= 19.080,34	TOTAL 4.2.2= 22.475,72

5 - ANÁLISE DO CUSTO			Grupo:	
RESUMO DOS CUSTOS OPERACIONAIS			Cliente:	
Descrição		(R\$/mês)		
1	Mão de Obra Direta	543.106,95	90,3%	Quantidade a transportar (t/mês): 10.503,22
2	Mão de Obra Indireta	50.910,02	8,5%	
3	Uniforme e EPI	7.640,14	1,3%	
4				Custo por tonelada: 98,94
5				
H6				
7	TOTAL (1 a 6)	601.657,11	100,0%	
OUTROS GASTOS				
DESCRIÇÃO		(R\$/mês)		
8	Veículos coletores	395.975,12		
9	Veículos de socorro	41.556,05		
16	Total dos Custos da Operação	1.039.188,28		

APÊNDICE J

Exemplo de planilha de cálculo do custo mensal da tonelada para operação do transbordo.

1 - DIMENSIONAMENTO

1.1-	TRAJETO	Origem = CENÁRIO 1	
		Destino = CTR	
		Distância percorrida ida e volta (km) =	68,3
1.2-	PRODUÇÃO	Produção média diária (t/dia) =	404,0
		Período contratual (dias/mês) =	26,00
		Período contratual (meses) =	6
		Produção média mensal (t/mês) =	10.503,22
		Produção média contratual (t/período) =	63.019,32
1.3-	TURNOS DE TRABALHO de 8 horas	Primeiro turno (das 6:00 as 14:00) =	8 diurno
		Segundo turno (das 14:00 as 22:00) =	8 noturno
		Total de horas de trabalho diário =	16
1.4-	QUANTIDADE DE VIAGENS	Tempo de manobra e carregamento (minutos) =	30
		Tempo de ida ao aterro =	35
		Tempo de manobra e carregamento (minutos) =	30
		Tempo de volta do aterro (minutos) =	34
		Tempo do ciclo (minutos) =	128,3
		Fator de utilização =	
		Tempo do ciclo com fator de utilização (minutos) =	128
		Período de trabalho efetivo (horas/dia) =	16
		Número de viagens diárias por caminhão (viagens/dia) =	7,50
1.5-	QUANTIDADE DE CAMINHÕES (cavalo mecânico e carreta)	3	
		Custo unitário (R\$) =	406.142,00
		Taxa de Depreciação anual =	20%
		Capacidade de carga do caminhão (t) =	32
		Produção média diária (t) =	404,0
		Número de viagens diárias por caminhão (viagens/dia) =	7,50
		Quantidade de caminhões =	2
		Taxa de Reserva =	15%
		Quantidade de caminhões de reserva =	1
1.6-	PÁ CARREGADEIRA	2	
		Custo unitário (R\$) =	289.000,00
		Taxa de Depreciação anual =	20%
		Quantidade =	1
		Taxa de Reserva =	15%
		Quantidade de pá carregadeira de reserva =	1
1.7-	VEÍCULOS DE SOCORRO (caminhão com guindaste)	Custo da tabela SVP da Prefeitura (R\$/hora) =	120
		Dias trabalhados no mês =	26,00
		Veículos em operação =	2
		Coeficiente de utilização do veículo de socorro =	3%
		Quantidade de socorros mensais =	2
		Quantidade de horas gastas por pedido de socorro =	3
		Custo mensal do socorro (R\$) =	720,00

2 – MÃO DE OBRA

RESUMO DA MÃO DE OBRA			
2.1- MÃO DE OBRA DIRETA	88.186,04		
2.1.1- MOTORISTA DE CARRETA (Turno do dia)	33.078,93	37,5%	
2.1.3- AJUDANTE DE PÁTIO (período diurno)	25.133,26	28,5%	
2.1.5- ENCARREGADO DE PÁTIO (período diurno)	16.862,31	19,1%	
2.1.7- OPERADOR DA PÁ CARREGADEIRA (período diurno)	13.111,53	14,9%	
2.2- MÃO DE OBRA INDIRETA	69.235,51		
2.2.1- ENCARREGADO GERAL	37.742,80	54,5%	
2.2.4- LAVADOR/LUBRIFICADOR	9.921,46	14,3%	
2.2.5- AUXILIAR ADMINISTRATIVO	11.295,20	16,3%	
2.2.7- FAXINEIRO	10.276,05	14,8%	
TOTAL MÃO DE OBRA =	157.421,54		

3 - UNIFORMES E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL					
UNIFORMES E EQUIPAMENTOS	Custo	Motorista = 5		Ajudante de páteo = 5	
	unitário	Consumo	Custo Mensal	Consumo Anual	Custo Mensal
	(R\$)				
Calça de brim	41,90	4,0	13,97	4,0	13,97
Camisa manga longa	57,90	2,0	9,65	2,0	9,65
Camiseta manga curta	37,90	2,0	6,32	2,0	6,32
Boné	8,70	4,0	2,90	4,0	2,90
Calçado de segurança	77,90	2,0	12,98	2,0	12,98
Capa de chuva amarela com reflexivo	11,00	2,0	1,83	2,0	1,83
Colete reflexivo	16,71	2,0	2,79	2,0	2,79
Luva de proteção	14,00	4,0	4,67	4,0	4,67
Protetor solar FPS 30	20,00	4,0	6,67	4,0	6,67
Meia	4,12	4,0	1,37	4,0	1,37
			-		-
Custo mensal por funcionário (R\$) =			63,14		63,14
Custo mensal do efetivo (R\$) =			315,71		315,71

4 - VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS

DESCRIÇÃO	4.1-CAVALO MECÂNICO + CARRETA	4.2-PÁ CARREGADEIRA
Distância percorrida ida e volta (km) =	68	
Quantidade de Veículos comprados =	Veículo 3	Veículo 2
4.1.1 Depreciação mensal (R\$) =	20.307,10	9.633,33
4.1.2 Remuneração mensal do capital investido (R\$) =	73.105,56	4.103,80
4.1.3 Impostos e Seguros =	Total mensal = 1.291,80	Total mensal = -
4.1.4. Consumos =	TOTAL = 91.939,02	TOTAL = 8.314,65
4.1.5 Custo de manutenção mensal =	17.261,04	8.188,33
4.1.6 Custo mensal de pneus (70.000 km) =	6.678,28	-
	TOTAL 4.1 = 209.290,99	TOTAL 4.2 = 30.240,11

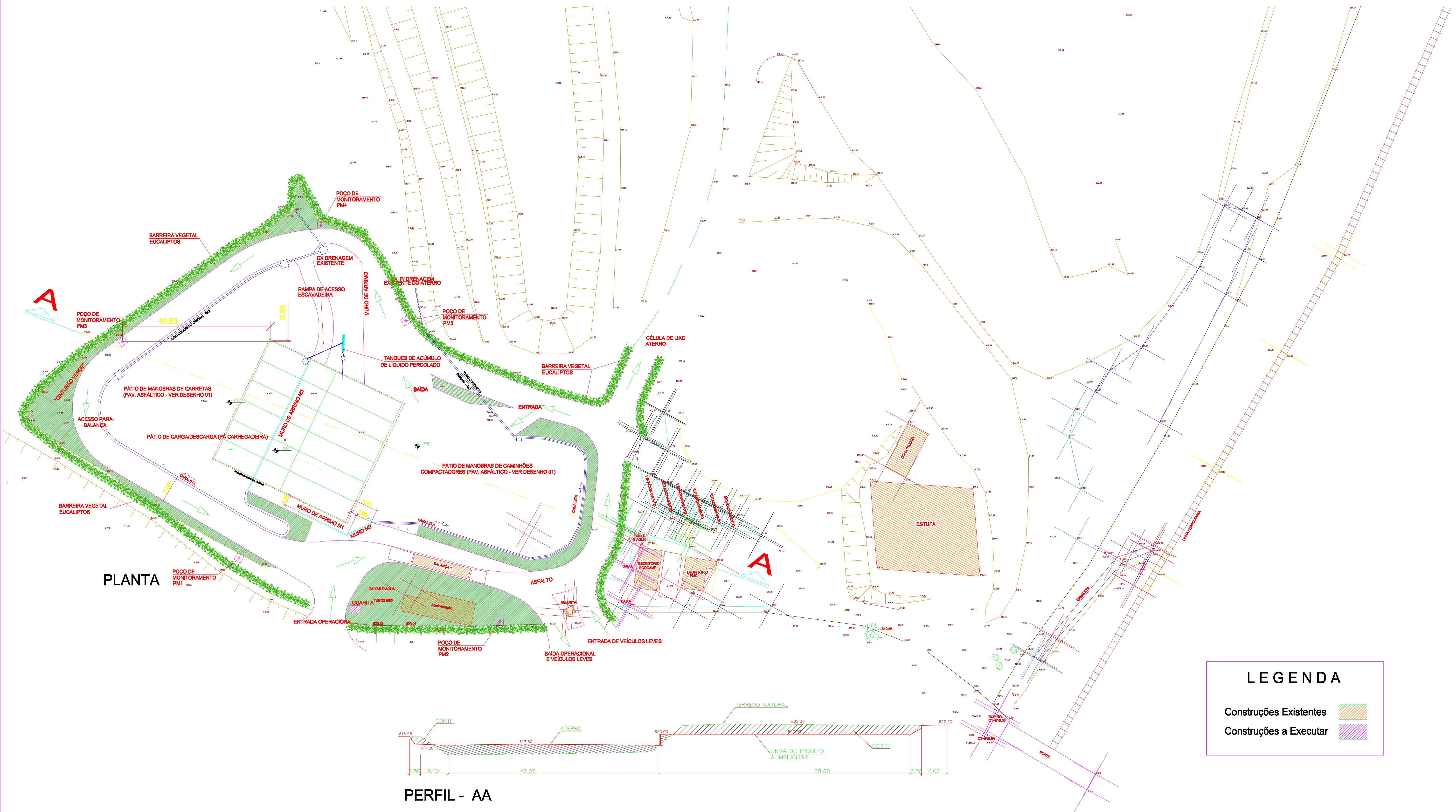
5 - ANÁLISE DO CUSTO			
RESUMO DOS CUSTOS OPERACIONAIS			Cliente:
Descrição	(R\$/mês)		
1 Mão de Obra Direta	88.186,04	55,8%	Quantidade a transportar (t/mês): 10.503,22
2 Mão de Obra Indireta	69.235,51	43,8%	
3 Uniforme e EPI	631,42	0,4%	
4		0,0%	Custo por tonelada: 38,51
7 TOTAL (1 a 6)	158.052,96	100,0%	
OUTROS GASTOS			Operação:
DESCRIÇÃO			TRANSBORDO

		(R\$/mês)	
8	Veículos		Obs.:
9	Carretas	209.290,99	
11	Pá Carregadeira	30.240,11	
12	Veiculo de Socorro	720,00	
13	Lavagem da Unidade	6.173,89	
14			
15	Total dos Custos	404.477,95	
16			
17	Despesas Indiretas (7,5% do total)	0,00	
18			
19	Benefício	0,00	
20			
21	TOTAL (17 a 20)	0,00	
22	TOTAL GERAL (15 + 21)	404.477,95	

ANEXOS

ANEXO A

Layout de implantação e operação de estação de transbordo proposta para o município de Campinas em 2012.



LEGENDA

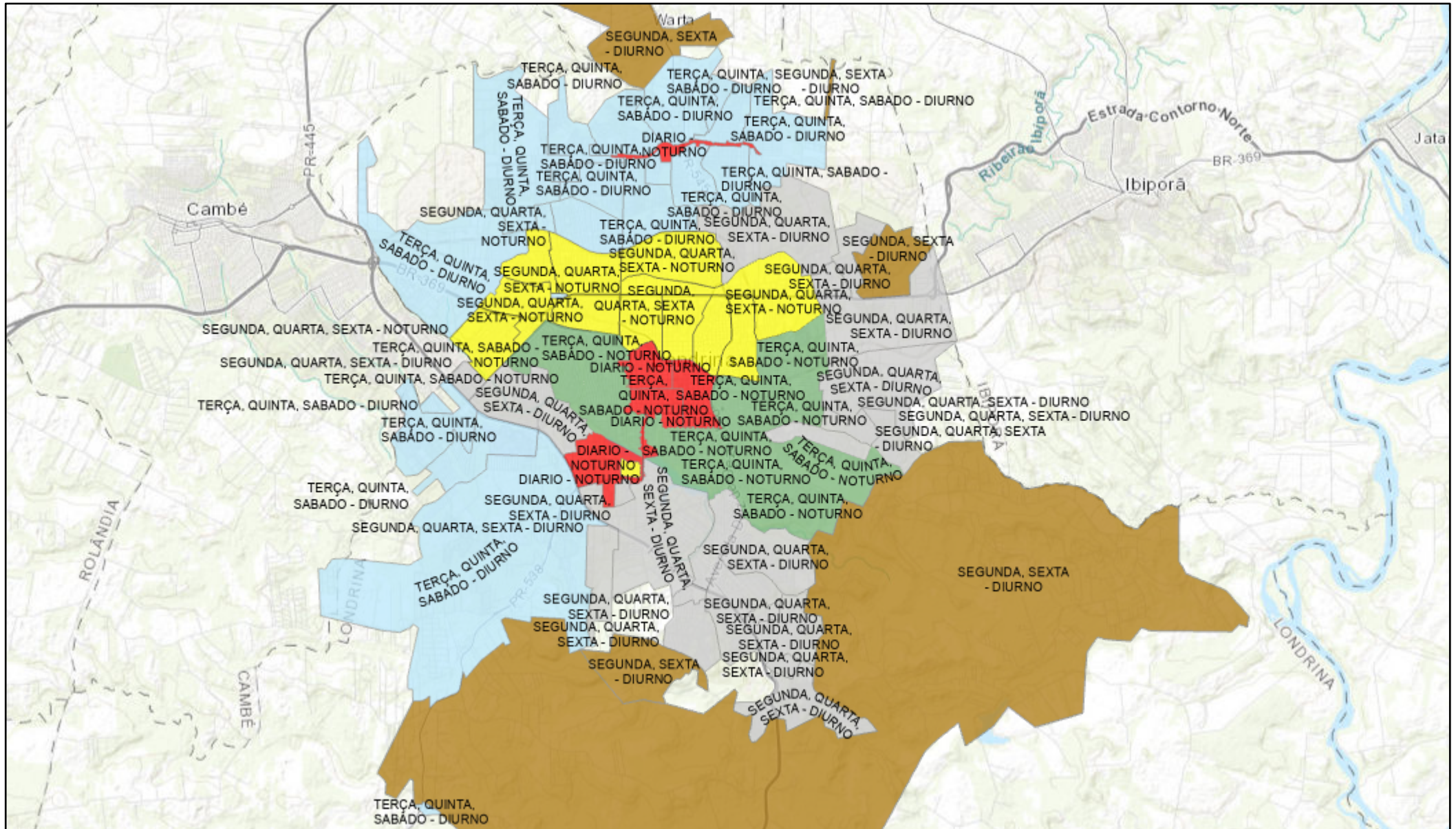
Construções Existentes

Construções a Executar

ANEXO B

Mapa de setores de coleta de resíduos orgânicos e rejeitos do município de Londrina.

ArcGIS Web Map



18/11/2020 10:19:45

Cmtu Dir Oper - Coleta domiciliar

DIARIO - NOTURNO

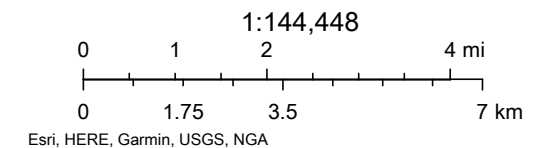
SEGUNDA, QUARTA, SEXTA - DIURNO

SEGUNDA, QUARTA, SEXTA - NOTURNO

TERÇA, QUINTA, SABADO - DIURNO

TERÇA, QUINTA, SABADO - NOTURNO

SEGUNDA, SEXTA - DIURNO



ANEXO C

Planilha do custo da implantação da ET proposta por Pereira, Franco e Castilhos em Florianópolis (2013).

ITEM	SERVIÇOS	UNI	QNTD	CUSTO UNIT(R\$)	CUSTO TOTAL(R\$)
1	ÁREA				
1.1	Compra da Área	m²	7.000	80	560.000
1.1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1.1	Remoção de Vegetação	m²	7.000	0,21	1.470
1.1.1.2	Limpeza da Área	m²	7.000	0,23	1.610
1.1.1.3	Terraplanagem	m²	7.000	0,48	3.360
1.1.2	Licenciamentos Ambientais	vb			188.583
1.2	UNIDADE DE CONTROLE E PESAGEM				
1.2.1	Balança	unid.	1	44.000	44.000
1.3	UNIDADE DE RECEPÇÃO				
1.3.1	Pátio de Armazenamento				
1.3.1.1	Área Construída	m²	1.000	648	648.000
1.3.1.2	Piso Estrutural	m²	2.150	70	150.500
1.3.2	Silo de Descarga				
1.3.2.1	Escavação	m³	1.040	3,9	4.056
1.3.2.2	Concreto Armado	m³	14	850	11.900
1.3.3	Equipamentos de Transferência				
1.3.3.1	Prensa	unid.	2	63.800	127.600
1.3.3.2	Pá-carregadeira	unid.	1	55.000	55.000
1.4	CABINE DE CONTROLE				
1.4.1	Área de cabine	m²	25	864	21.600
1.4.2	Equipamentos da cabine	unid.	1	50.000	50.000
1.5	GERADOR DE ENERGIA EMERGENCIAL				
1.5.1	Motor gerador de 250kVA	unid.	1	150.000	150.000
1.5.2	Área do motor gerador	m²	25	130	3.250
1.6	OFICINA DE MANUTENÇÃO				
1.6.1	Área	m²	150	130	19.500
1.7	INSTALAÇÕES DE APOIO				
1.7.1	Cercamento				
1.7.1.1	Cercamento com tela de alambrado	m²	700	13	9.100
1.7.1.2	Mourões de concreto	unid.	90	15	1.350
1.7.2	Cortinamento vegetal				
1.7.2.1	Árv. peq. porte	unid.	49	4,5	221
1.7.2.2	Árv. médio porte	unid.	35	6,5	228
1.7.2.3	Árv. grande porte	unid.	24	8,0	192
1.7.3	Comunicação				
1.7.3.1	Comunicadores	unid.	3	300	900
1.7.3.2	Semáforos	unid.	6	1.500	9.000
1.7.4	Controle de contaminação				
1.7.4.1	Hidrantes	unid.	2	1.000	2.000
1.7.4.2	Reservatório de água da chuva	unid.	2	800	1.600
1.7.4.3	Cisternas	unid.	2	3.650	7.300
1.7.4.4	Extratores de ar e filtros	unid.	2	300	600
1.7.5	Instalações Sanitárias				
1.7.5.1	Área construída	m²	36	1.080	38.880
1.7.6	Escritório				
1.7.6.1	Área Construída	m²	120	1.080	129.600
1.7.6.2	Equipamentos de Infor. e mobiliário	unid.	1	50.000	50.000
1.7.7	Estacionamento	m²	120	300	36.000
1.7.8	Instala. contra incêndios e raios	unid.	25	100	2.500
				TOTAL	2.329.899
				TOTAL (acrescido de fator de segurança de 10%)	2.562.889