

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AMBIENTAL**

Claudia Diavan Pereira

**METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DE
ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS: UM EXEMPLO DE APLICAÇÃO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Junior.

Coorientador: Prof. Dr. Davide Franco.

Florianópolis
2013

Catálogo na fonte elaborada pela biblioteca da
Universidade Federal de Santa Catarina

Diavan Pereira, Claudia
METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÃO DE
TRANSFERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UM EXEMPLO DE
APLICAÇÃO / Claudia Diavan Pereira ; orientador, Armando
Borges de Castilhos Junior ; co-orientador, Davide Franco.
- Florianópolis, SC, 2013.
170 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Ambiental.

Inclui referências

1. Engenharia Ambiental. 2. Engenharia Ambiental. 3.
Resíduos Sólidos Urbanos. 4. Coleta e Transporte. 5. Estação
de Transferência. I. Borges de Castilhos Junior, Armando.
II. Franco, Davide. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.
IV. Título.

“Metodologia para Implantação de Estação de Transferência de Resíduos Sólidos Urbanos: Um Exemplo de Aplicação”

CLAUDIA DIAVAN PEREIRA

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós - Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL

na Área de Engenharia Ambiental.

Aprovado por:

Prof. Armando Borges de C. Junior, Dr.
(Orientador)

Prof. Ramon Lucas Dalsasso, Dr.

Prof. Sebastião Roberto Soares, Dr.

Prof. José Fernando Thomé Jucá, Dr.

Prof. William Gerson Matias, Dr.
(Coordenador)

FLORIANÓPOLIS, SC – BRASIL
ABRIL/2013

Este trabalho é dedicado à minha
família, mestres e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram de formas diversas para a realização desse trabalho:

Ao professor Armando pela oportunidade dessa pesquisa, pelo ensinamento do pensamento metodológico e por sua dedicação ao longo desses dois anos de trabalho.

Ao professor Davide por aceitar o convite de coorientação, por contribuir quando as inúmeras dúvidas surgiram ao longo dessa pesquisa, pelo seu incentivo e apoio.

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA), que proporcionaram a infraestrutura para a realização deste trabalho.

Ao CNPq pelo apoio financeiro com a concessão da bolsa de pesquisa.

À Companhia de Melhoramentos da Capital (COMCAP) e em especial aos seus funcionários Flávia Orofino, Paulo Pinho, Karina de Souza, Ulisses Bianchini e Walter Vieira Neto, pela concessão dos dados referentes à coleta e transporte dos resíduos sólidos urbanos.

Aos professores José Fernando Thomé Jucá, da Universidade Federal de Pernambuco, Sebastião Roberto Soares e Ramon Lucas Dalsasso da Universidade Federal de Santa Catarina, por aceitarem compor minha banca e contribuir com meu trabalho.

Aos meus colegas do LARESO e do PPGEA em especial a Vanessa Santana, Nathália Battistella, Naiara Ramos, Isabela Bonatto, Leticia Moratelli e Elivete Prim.

Por fim, agradeço a minha família e amigos que contribuíram de uma forma indireta para a realização desse trabalho. Dedico um agradecimento especial a minha mãe Sirlei Terezinha Diavan e ao meu esposo Bruno Comunello Eleotero.

Obrigada a todos!

É necessário que os recursos destinados à limpeza urbana, por serem sempre menores que o desejado, sejam muito bem aproveitados; para isto, é fundamental que as equipes encarregadas do planejamento e da operação dos serviços nas prefeituras estejam capacitadas e apliquem os recursos disponíveis com bom senso, utilizando tecnologias e métodos adequados e respeitando as peculiaridades econômicas, sociais e culturais da população local.

(Ana Lúcia Nadalutti La Rovere, 2001)

RESUMO

As estações de transferência fazem parte dos atuais sistemas de gestão em resíduos sólidos urbanos. Normalmente, para identificar a viabilidade de implantação da instalação é realizada uma avaliação econômica, na qual se analisa se a redução do custo com o transporte compensa o gasto com a construção e manutenção da estação de transferência ao longo da vida do empreendimento. Para realizar essa análise foram definidas metodologias, principalmente, em situações onde é possível coletar grande quantidade de dados necessários para as suas aplicações. No Brasil, o número de estações de transferência aumentou em torno de 80% em um período de cinco anos, porém essas implantações ocorreram sem que fosse realizado algum estudo que indicasse a viabilidade delas. A causa, possivelmente, é a escassez de dados coletados pelas companhias de gerenciamento de resíduos sólidos, o que inviabiliza a aplicação das metodologias existentes. Dessa forma, o presente estudo apresenta uma metodologia prática a ser aplicada em países como o Brasil, que ainda possuem poucos dados coletados, para a identificação da viabilidade de implantação de ET.

Tomando como base o município de Florianópolis em Santa Catarina foi identificada a região do município mais apta a possuir a estação de transferência. A localização dos centros geradores de resíduos foi determinada a partir dos centros de massa de produção de resíduos em cada região, através do uso de tecnologia SIG. Na sequência, foi realizada uma avaliação do custo para a implantação da ET e do custo com o transporte. Os resultados permitiram identificar a distância a partir da qual ter a ET diminui o custo do sistema, e notou-se que, com a utilização da ET proposta, pôde-se alcançar uma redução de 24% nos custos totais com transporte de resíduo sólido urbano no município de Florianópolis. Identificou-se que os principais parâmetros que interferem na viabilidade da instalação são: custo de operação da estação de transferência; distância viária percorrida no transporte da região em análise e; produção de resíduos sólidos da região em análise.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos; Coleta e Transporte; Estação de Transferência de Resíduos Sólidos; Implantação; Metodologia Prática.

ABSTRACT

Transfer stations are part of the current management systems in municipal solid waste. Typically, to identify the viability of implementing the installation is performed an economic evaluation, it analyzes the cost reduction with the collection and transport compensates spending on construction and maintenance of the transfer station (TS) over the life of the project. To perform this analysis methodologies have been defined, particularly in situations, where it is possible collect the large amount of data required for their applications. In Brazil, the amount of transfer stations increased by around 80% over a period of five years , but these deployments occurred without it being done any studies to indicate their viabilities. The reason, perhaps, is the lack of data collected by municipal solid waste, which prevents the application of existing methodologies. In this way, the present study shows a practical methodology to be applied in countries such as Brazil, which still have little data collected to identify the viability of implementation for TS.

Based on the city of Florianópolis in Santa Catarina was identified in the municipality the region more apt to have the TS. The location of the centers waste generators was determined from the centers of mass of waste in each region by using GIS technology. After, an evaluation was made of the cost to implement the TS and the cost of transportation. The results showed the distance from which to have the TS reduces the cost of the system, and it was noted that with the use of the transfer station proposal, it was possible to achieve a 24% reduction in total costs to collection and transportation of municipal solid waste in Florianópolis. It was found that the main parameters that influence the viability of the installation are: operation cost of the transfer station; road transport distance in the region of analysis; production of solid waste in the region in analysis.

KEY-WORDS: Municipal Solid Waste, Collection and Transportation; Transfer Station of Solid Waste; Implementation; Practical Methodology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Divisão dos resíduos sólidos gerados na cidade.	31
Figura 2-Veículo coletores sem compactação tipo Baú ou Prefeitura.	39
Figura 3-Veículos coletores compactadores	40
Figura 4-Veículo estacionário do tipo “Roll-on/Roll-off”	41
Figura 5- ET como parte do processo cíclico.....	45
Figura 6-Transferência direta por gravidade simples.....	47
Figura 7-Transferência direta por gravidade com esteira.....	47
Figura 8- Transferência com compactação.	49
Figura 9- ET com silo de armazenamento sem compactação.	49
Figura 10-ET com armazenamento do RS em pátio.	51
Figura 11- Estação combinada: Por gravidade com armazenamento no pátio.	52
Figura 12- Estação combinada: Transferência direta com compactação.	52
Figura 13-Escolha racional de estações de transferência.	55
Figura 14-Comparação entre custo do transporte com e sem ET.....	61
Figura 15-Imagem com a localização do estado de Santa Catarina e do município de Florianópolis.	69
Figura 16-Distritos do Município de Florianópolis.	71
Figura 17-Imagem com a localização do aterro sanitário, da base da COMCAP, e da ET no Itacorubi.	74
Figura 19- Fluxograma da estrutura do estudo.	79
Figura 20- Modelo de comparação entre o sistema atual e o proposto.	81
Figura 24- Divisão do Distrito Sede Ilha.	90
Figura 25- Geração per capita utilizando o estudo Campanário no distrito de Ingleses.	95
Figura 26- PRS em Florianópolis, anos de 2003 a 2010, com periodicidade anual.	99
Figura 27- PRS em Florianópolis, ano de 2003 a 2010, com periodicidade mensal.....	100
Figura 28- PRS no distrito da Cachoeira do Bom Jesus, de 2003 a 2010.	101
Figura 29- PRS no distrito do Ribeirão da Ilha, de 2003 a 2010.	101
Figura 30- PRS no distrito Sede Ilha: bairro centro, de 2003 a 2010.....	102
Figura 33-Agrupamento dos distritos em regiões homogêneas.	106
Figura 34- Determinação das regiões de trabalho em Florianópolis.	113
Figura 35- CMAT e CMBT das regiões do município.	121
Figura 36- Imagem com a localização dos CM, da ET e do AS.	123
Figura 37- CM do município de Florianópolis, anos 2010 e 2025.....	124
Figura 38-Gráfico da situação atual no ano de 2010.....	128
Figura 39-Gráfico da situação atual no ano de 2025.....	129
Figura 40- Viabilidade da ET proposta na região NT/ND na BT em 2010.....	131
Figura 41-Viabilidade da ET proposta na região NT/ND na AT em 2010.	132
Figura 42-Viabilidade da ET proposta na região NT/ND na BT em 2025.....	132
Figura 43-Viabilidade da ET proposta na região NT/ND na AT em 2025.	133
Figura 44- Viabilidade da ET proposta na região CO na BT em 2010.	135

Figura 45- Tentativa de viabilidade da ET proposta na região CO na AT em 2010.....	136
Figura 46-Fluxograma com etapas do metodologia proposta.....	138

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Parâmetros físico-químicos dos resíduos e sua importância.....32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tipo de veículos utilizados para a coleta de RS no Brasil e suas quantidades.	42
Tabela 2- Vantagens e desvantagens da ET direta por gravidade.	48
Tabela 3- Vantagens e desvantagens da ET com silo.	50
Tabela 4-Vantagens e desvantagens da ET com armazenamento no pátio.	51
Tabela 5-Número de ET por região no Brasil, nos anos de 2009 e 2010.	54
Tabela 6- Dados de entrada e metodologia utilizada nas principais pesquisas...	66
Tabela 7- Total coletado no ano de 2010, por categoria de coleta, em Florianópolis.	72
Tabela 8- Tipo e número de veículos da COMCAP para a coleta de RSU	73
Tabela 9- Destinação dos RSU coletados em Florianópolis, ano de 2010.	78
Tabela 10- Divisão do distrito Sede Ilha.....	89
Tabela 11-Quantidade e porcentagem de resíduo que não possui itinerário específico.	91
Tabela 12- Divisão do roteiro L8MD entre os distritos da Barra da Lagoa e da Lagoa da Conceição.....	91
Tabela 13- Estimativa da população residente no município de Florianópolis em 2010.	94
Tabela 14- Estimativa da população residente e flutuante no município de Florianópolis em 2010.	95
Tabela 15- Designação dos distritos por siglas.	102
Tabela 16-Agrupamento dos distritos em regiões homogêneas.	106
Tabela 17- Valores médios diários de PRS na BT, por região nos anos de 2003 a 2010.	107
Tabela 18-Estimativa linear da PRS na BT, por região nos anos de 2003 a 2010.	108
Tabela 19- Valores diários de PRS em janeiro, por região nos anos de 2003 a 2010.	108
Tabela 20-Regressão linear da PRS em janeiro, por região nos anos de 2003 a 2010.	109
Tabela 21-Média na PRS e Desvio Padrão das regiões CN e CO, em ton/dia, nos anos de 2003 a 2010.	109
Tabela 22 - Projeção da PRS até 2025 na BT.	109
Tabela 23- Projeção da PRS até 2025 em Janeiro.....	110
Tabela 24- Identificação das regiões que poderão ser atendidas por novas ET.	111
Tabela 25- Produção máxima diária de RS nas regiões aptas a terem ET	114
Tabela 26- Pré-Dimensionamento da ET da região NT/ND.	115
Tabela 27- Pré-Dimensionamento da ET da região CO.....	117
Tabela 28- Custo por massa para a implantação das ET.....	119
Tabela 29- Custo por massa para operação das ET.....	119
Tabela 30- CG e massa de RS produzida por distrito	120
Tabela 31-CM das regiões de Florianópolis.	121

Tabela 32- Distância entre os CM das regiões- que continuarão a descarregar seus RS na ET atual-com a ET atual.	122
Tabela 33-Distância entre os CM das regiões- que descarregarão seus RS na ET proposta- com a ET atual e o AS.	122
Tabela 34- CM do município de Florianópolis.	123
Tabela 35- Custos da coleta convencional e de todas as coletas, dos meses de agosto e setembro, 2011.	125
Tabela 36- Identificação da capacidade média dos caminhões de coleta.	126
Tabela 37- Distância percorrida no percurso interno na situação atual.	127
Tabela 38-Distância percorrida no percurso externo na situação atual.	127
Tabela 39- Distância percorrida, custo/ton e equação da reta para a situação atual.	128
Tabela 40-Distância percorrida no percurso externo na situação proposta, com ET na região NT/ND.	130
Tabela 41-Distância percorrida, custo/ton e equação da reta para a situação proposta, com ET na região NT/ND.	130
Tabela 42-Distância percorrida no percurso externo na situação proposta, com ET na região CO.	134
Tabela 43-Distância percorrida, custo/ton e equação da reta para a situação proposta, com ET na região CO.	134
Tabela 44- Viabilidade da ET proposta na região CO na BT em 2010.	135
Tabela 44- Tentativa de tornar viável a ET na região CO, situação atual.	135
Tabela 45- Tentativa de tornar viável a ET na região CO, situação proposta. .	135

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADEME	Agence de L'environnement et de la Maîtrise de L'energy
AS	Aterro Sanitário
AT	Alta Temporada
BT	Baixa Temporada
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CG	Centro Geométrico
CM	Centro de Massa
CMAT	Centro de Massa na Alta Temporada
CMBT	Centro de Massa na Baixa Temporada
DF	Destinação Final
ET	Estação de Transferência
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPUF	Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
LARESO	Laboratório de Pesquisa em Resíduos Sólidos
PMF	Prefeitura Municipal de Florianópolis
PRS	Produção de Resíduos Sólidos
RS	Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
US EPA	United States Environmental Protection Agency

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 OBJETIVOS	28
1.1.1 Objetivo Geral	28
1.1.2 Objetivos Específicos	28
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)	29
2.2 GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	33
2.2.1 Acondicionamento	34
2.2.2 Coleta e Transporte	34
2.2.3 Tratamento e Disposição final	35
2.3 COLETA E TRANSPORTE DE RSU	36
2.3.1 Veículos Coletores e Transportadores	38
2.3.2 Custos com a Coleta e Transporte	42
2.4 ESTAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA	44
2.4.1 Tipos de Estações de Transferência	46
2.4.1.1 Estação com Transferência Direta	46
2.4.1.2 Estação de Transferência com Armazenamento	48
2.4.1.3 Combinação de Tipos de Estações de Transferência	51
2.4.1.4 Histórico das Estações de Transferência no Brasil	53
2.4.2 Condicionantes para a Implantação de Estação de Transferência	54
2.4.2.1 Aspectos Técnicos e Ambientais	55
2.4.2.2 Aspectos Sociais e Econômicos	57
2.4.3 Projeto de Estação de Transferência	59
2.4.4 Estudos Desenvolvidos para a Identificação da Viabilidade e Localização de Estações de Transferência	60
3 METODOLOGIA	69
3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	69
3.1.1 Sistema de coleta e transporte de resíduo sólido	72
3.1.2 Estação de Transferência de Resíduos Sólidos	75
3.2 DESCRIÇÃO DA PESQUISA	78
3.2.1 Fluxograma da Pesquisa	78
3.2.2 Equações Utilizadas	82
3.2.2.1 Situação Atual	83

3.2.2.2 Situação Proposta.....	85
3.2.3 Atividades Realizadas.....	87
3.2.3.1 Coleta de Dados.....	87
3.2.3.2 Análise da Consistência dos Dados de Coleta de Resíduos Sólidos.....	89
3.2.3.3 Regionalização dos Distritos.....	92
3.2.3.4 Projeção na Geração de Resíduos Sólidos.....	92
3.2.3.5 Pré-Dimensionamento da Estação de Transferência.....	96
3.2.3.5 Centro de Massa da Geração de Resíduos.....	97
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	99
4.1 ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA DOS DADOS.....	99
4.2 REGIONALIZAÇÃO DOS DISTRITOS.....	102
4.3 PROJEÇÃO NA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	107
4.4 REGIÃO APTA A POSSUIR ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA.....	110
4.5 PRÉ-DIMENSIONAMENTO E CUSTO POR TONELADA DA ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA.....	114
4.6 CENTRO GEOMÉTRICO, CENTRO DE MASSA DE RS E DISTÂNCIAS VIÁRIAS.....	119
4.6 VIABILIDADE DA ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA.....	125
4.6.1 Situação Atual.....	126
4.6.2 Estudo de cenários- Comparação entre a situação atual e a situação proposta.....	129
4.6.2.1 Estação de Transferência na região NT/ND.....	129
4.6.2.2 Estação de Transferência na região CO.....	133
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141
APÊNDICES.....	147
ANEXOS.....	149

1 INTRODUÇÃO

O alto custo dos terrenos urbanos associado à expansão acelerada da população e à oposição da população local tem dificultado a localização de áreas adequadas à destinação final dos resíduos sólidos. Em vista disso, muitas vezes, o local da destinação final torna-se distante – em alguns casos, vários municípios utilizam o mesmo local – o que acaba aumentando a distância percorrida pelos veículos coletores dos resíduos.

Dessa forma, a estação de transferência vem se tornando uma parte integrante dos atuais sistemas de gestão municipal em resíduos sólidos (PEI; MANAF, 2008). Em termos simples é uma instalação onde os resíduos são descarregados de caminhões menores e recarregados em veículos maiores para o transporte até um local de eliminação final (US EPA, 2001). As estações de transferência são unidades que devem ser instaladas próximas ao centro de massa de geração dos resíduos (BRIDI, 2008) a fim de: minimizar os custos econômicos com o transporte (PEI; MANAF, 2008); tornar a coleta mais eficiente; reduzir as emissões atmosféricas e o uso de energia, reduzir o tráfego de caminhão e o uso e desgaste de estradas (US EPA, 2001) e ampliar o número de locais de processamento ou de disposição de resíduos sólidos (COSTA, 2005). Como ganho social observa-se que essas instalações geram renda através da criação de empregos diretos e indiretos.

A fim de identificar a viabilidade da implantação dessas instalações, no entanto, é importante realizar uma análise completa de custos, considerando também as despesas com a estação de transferência; ganhos e perdas ambientais; bem como os impactos na comunidade envolvente.

Diversas pesquisas foram feitas, em âmbito internacional, a fim de identificar a viabilidade de estações de transferência. A Agência Norte Americana de Proteção Ambiental (US EPA, 2002) apresentou o gráfico custo/tonelada *versus* milhas e o ponto de virada, que corresponde à distância a partir da qual é viável ter esse tipo de instalação no sistema estudado. Komilis (2008), a fim de identificar esse ponto de virada, trabalhou com o conceito de nós no sistema, utilizando a metodologia de modelos lineares mistos. Rahman e Kuby (1995) pesquisaram sobre a oposição pública às instalações e Bovea et al. (2007) avaliaram impactos ambientais.

No Brasil, ainda é difícil que as companhias de resíduos sólidos monitorem de forma ampla seus sistemas, principalmente quando se

trata de dados detalhados de custos, prejudicando a aplicação das metodologias acima citadas.

Para a aplicação da metodologia de US EPA (2002), no entanto, são necessários somente os seguintes dados de entrada: custo para construção, operação e manutenção da estação de transferência; capacidade de carga por caminhão: do transporte direto e do que realiza a transferência; custo com o transporte: direto e com a transferência; distância da geração até destinação final. Essa metodologia é ideal para ser aplicada em localidades que possuam uma única região homogênea considerando a produção de resíduos sólidos.

Nota-se que em várias situações, principalmente em cidades com variação espacial na evolução da produção de resíduos sólidos, essa produção é heterogênea. Nesses casos, é aconselhável primeiramente dividir o município em regiões limítrofes que sejam homogêneas entre si, considerando a produção e a taxa de crescimento anual de resíduos sólidos.

Para o presente estudo foi realizada essa adaptação com relação a metodologia de US EPA, sendo esta a sua principal contribuição. Com a divisão do município em regiões homogêneas, foi possível identificar o centro de massa de produção de resíduos de cada uma das regiões consideradas e só então calcular as distâncias percorridas da geração até o destino final – conferindo, dessa forma, uma maior precisão nos resultados obtidos. Com a adaptação proposta conseguiu-se, também, apontar o local ideal para a ET, o que não era possível na metodologia original, e ainda, verificar a viabilidade de implantação de uma segunda instalação no sistema estudado.

Identifica-se que o tema abordado é pertinente ao programa de pós-graduação ao qual está inserido, fazendo parte da linha de pesquisa “Resíduos Sólidos Urbanos, Industriais e Agrícolas”. O presente trabalho é desenvolvido no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina e está inserido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, no Laboratório de Pesquisas em Resíduos Sólidos (LARESO) sob a coordenação do Prof. Armando Borges de Castilhos Junior e foi realizado com recursos do CNPq.

JUSTIFICATIVA

Os gastos com manejo de resíduos sólidos absorvem, atualmente, de 7 a 15% dos recursos do orçamento municipal (D’ALMEIDA et al., 2000). Em um estudo mais recente, segundo IBGE (2008), estes gastos

podem atingir 20% desse orçamento. Destes, cerca de 50% a 70% são destinados à coleta e transporte dos resíduos sólidos (US EPA 1999 apud HALLIDAY 2003; D'ALMEIDA et al., 2000) e dentre os gastos com coleta e transporte, um dos mais significativos é com o combustível dos caminhões (TAVARES et al., 2009). As estações de transferência de resíduos sólidos podem levar a diminuição desses custos.

No Brasil, o número dessas instalações vem aumentando expressivamente. Segundo dados levantados por Costa (2005) foi identificado no ano de 2004, um total de 16 instalações no território nacional. Em 2009, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) indica que esse número quase triplicou, chegando a 47 unidades. No ano seguinte, essas instalações aumentaram mais de 50%, totalizando 84 unidades (SNIS, 2010).

Os números citados acima revelam uma tendência no uso de estações de transferência no manejo de resíduos sólidos no Brasil. Porém, não se constata nenhum estudo realizado em território nacional que indique a viabilidade dessas instalações levando em conta a disponibilidade de dados coletados pelas companhias de resíduos sólidos. O presente estudo visa preencher esta lacuna.

A importância desse estudo é ressaltada no âmbito nacional, pois as empresas estão com a necessidade de descentralizar as suas operações em decorrência de uma ação trabalhista do Ministério Público do Trabalho, determinando que os garis devam ir até o local onde inicia a coleta com veículo de transporte convencional, e não mais no próprio caminhão da coleta.

Em Florianópolis, a Companhia Melhoramentos da Capital (COMCAP), empresa de economia mista cuja acionista majoritária é a Prefeitura Municipal de Florianópolis, é a responsável pela coleta de resíduos sólidos e pela limpeza pública do município a ser estudado. Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico, realizado em 2009, foi identificada a necessidade de o município ter um estudo que analise a viabilidade de estações de transferência de resíduos sólidos em Florianópolis devido ao aumento demográfico das diversas regiões da Ilha; as dificuldades de locomoção dos caminhões coletores; ao tráfego intenso, principalmente na alta temporada; ao município apresentar característica de cidade polinucleada; bem como da grande distância longitudinal da ilha. No caso do município de Florianópolis, segundo a COMCAP, a própria estação de transferência já se tornaria uma base operacional de apoio à coleta de resíduos sólidos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Adaptar uma metodologia para implantação de estação de transferência de resíduos sólidos urbanos, tomando como exemplo de aplicação o município de Florianópolis.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a aplicação da metodologia adaptada em um estudo de caso no município de Florianópolis;
- Realizar um estudo de cenários, comparando o sistema atual e o proposto em função da distância percorrida *versus* o custo/massa;
- Analisar os principais parâmetros que interferem na viabilidade da implantação de estação de transferência de resíduos sólidos urbanos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)

Para Bidone (2001), considerando a etimologia da palavra resíduo, sua denominação quer dizer sobre, resto ou sedimento. Tem-se que nas várias definições atuais desse termo, a mesma conotação de não serventia foi mantida, acrescida da ideia de abandono desse material, por parte de seu proprietário. Analisando-se a definição de resíduo sólido sob a ótica econômica, que é a aceitação mais comum, tem-se que o resíduo é tido como algo sem valor, pois seus valores de uso e troca são nulos ou negativos para seu proprietário. Considerando essas definições, o termo resíduo sólido pode ser considerado sinônimo de lixo, fato de grande recorrência ainda hoje.

No entanto, deve-se destacar a relatividade da característica inservível do resíduo, pois o material que para alguém não apresenta nenhuma serventia, para outro pode se tornar matéria-prima para um novo produto ou processo (MONTEIRO et al., 2001). Dessa forma, considera-se importante conceituar um material como lixo ou rejeito, 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 (LEI 12.305/2010), e resíduo sólido no caso oposto.

A NBR 10004 (ABNT, 2004), norma brasileira que classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos, ao meio ambiente e à saúde pública, define resíduo sólido como o material que resulta de atividades industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, no estado sólido ou semi-sólido. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela LEI 12.305 no ano de 2010 define como resíduo sólido:

...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 cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

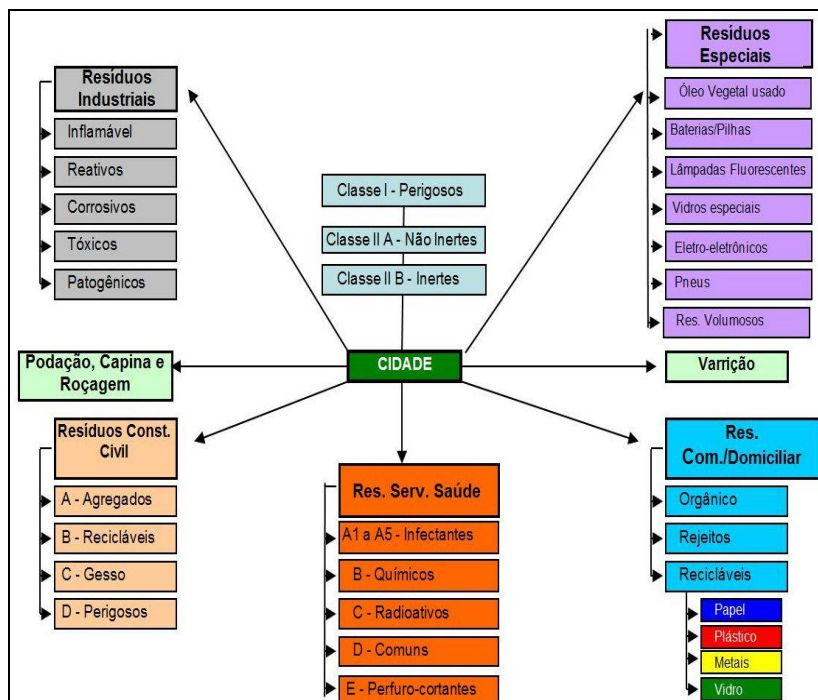
São várias as maneiras de se classificar os resíduos sólidos. A seguir, são citadas as mais utilizadas:

- Por sua natureza física: seco ou molhado; (D'ALMEIDA et al., 2000).
- Por sua composição química: matéria orgânica e matéria inorgânica; (D'ALMEIDA et al., 2000).
- Quanto à natureza ou origem, de acordo com Monteiro et al.(2001) : resíduo sólido doméstico ou residencial, comercial, público, domiciliar especial (entulho de obras, lâmpadas, pilhas e baterias, pneus) e de Fonte especial (industrial, radioativo, agrícola, serviço de saúde, portos e aeroportos).
- Quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente, de acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004), os resíduos sólidos podem ser classificados em:
 - Classe I – Perigosos;
 - Classe II Não perigosos;
 - Classe II A – Não Inertes;
 - Classe II B – Inertes.

Esse grau de periculosidade dos resíduos depende de suas características físicas, químicas e infecto-contagiosas. Dessa forma, os resíduos perigosos, são os que apresentam qualquer uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade (CASTILHOS, 2003). Os resíduos Não Inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Já os resíduos Inertes são resíduos que quando submetidos a água não tem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água (NBR 10004/2004).

Os resíduos sólidos do tipo doméstico e comercial constituem os resíduos domiciliares, que, junto com o público, representam a maior parcela dos resíduos sólidos produzidos nas cidades. Dessa forma, essas três classes formam o chamado Resíduo Sólido Urbano. (MONTEIRO et al., 2001; LEI 12.305/2010). A Figura 1 ilustra todos os tipos de resíduos sólidos gerados na cidade e suas subdivisões.

Figura 1- Divisão dos resíduos sólidos gerados na cidade.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2013).

A fim de se realizar um prognóstico para cenários futuros em um sistema de gerenciamento de resíduos, devem-se conhecer as características físico-químicas dos resíduos sólidos (D'ALMEIDA et al., 2000). Essas características podem variar em função de aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, ou seja, os mesmos fatores que também diferenciam as comunidades entre si e as próprias cidades (MONTEIRO et al., 2001).

Segundo D'Almeida et al. (2000) os parâmetros físicos são expressos por características como umidade, densidade e poder calorífico, enquanto que os parâmetros químicos, pelos teores dos elementos químicos presentes no resíduo. O Quadro 1 descreve esses parâmetros e identifica a sua importância para o planejamento do gerenciamento dos resíduos.

Quadro 1- Parâmetros físico-químicos dos resíduos e sua importância.

Parâmetro	Descrição	Importância
Geração per capita (kg/hab.dia)	Quantidade de RS gerada por habitante num período especificado; refere-se à massa efetivamente coletada e à população atendida.	Fundamental no dimensionamento de instalações e equipamentos
Composição física	Refere-se às porcentagens das várias frações do RS, tais como papel, papelão, plástico, matéria orgânica, vidro, madeira, trapo, borracha e outros.	Ponto de partida para estudos de aproveitamento das diversas frações e para compostagem
Densidade aparente	Relação entre a massa e o volume do RS; é calculada para as diversas fases do gerenciamento do RS.	Determina a capacidade volumétrica dos meios de coleta, transporte, tratamento e disposição final.
Teor de umidade	Quantidade de água contida na massa do RS.	Influencia a escolha da tecnologia de tratamento e equipamento de coleta.
Poder calorífico	Quantidade de calor gerada pela combustão de 1 kg de RS misto (e não somente dos materiais facilmente combustíveis).	Avaliação para instalações de incineração.
Composição química	Normalmente são analisados N, P, K, S, C, relação C/N, pH e sólidos voláteis.	Definição da forma mais adequada de tratamento e disposição final.
Teor de matéria orgânica	Quantidade de matéria orgânica contida no RS. Inclui matéria orgânica, não putrescível (papel, papelão etc.) e putrescível (verduras, alimentos, etc.)	Avaliação da utilização do processo de compostagem. Avaliação do estágio de estabilização do RS aterrado.

Fonte: Modificado de D'Almeida et al. (2000).

2.2 GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Para Castilhos et. al (2006) um sistema de gerenciamento integrado é:

...uma forma diferenciada de manejo de resíduos que combina diferentes métodos de coleta e tratamento para lidar com todos os materiais no fluxo de geração e descarte de resíduos, de maneira ambientalmente efetiva, economicamente pagável e socialmente aceitável.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecida pela Lei 12.305/2010 e regulamentada pelo decreto 7.404/2010, define como gerenciamento de resíduos sólidos o conjunto de ações exercidas nas etapas de coleta, transporte, transferência, tratamento, destinação final e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos. Já a gestão integrada de resíduos sólidos como as ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social.

De forma resumida, essa lei reúne princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações a ser adotado pela união isoladamente ou em parceria com estados, distrito federal, municípios e particulares visando a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

Pode-se considerar o gerenciamento integrado de resíduos quando existir uma estreita interligação entre as ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento das atividades do sistema de limpeza urbana. Nesse cenário, a participação da população ocupará papel de significativo destaque, tendo reconhecida sua função de agente transformador no contexto da limpeza urbana (MONTEIRO et al., 2001). O Decreto nº 7.217/2010, que regulamenta a Lei nº 11.445/2007, considera serviços sob a responsabilidade do gerador:

- Resíduos da Construção Civil;
- Resíduos de Serviços da Saúde; e
- Resíduos Industriais.

Sendo que os demais resíduos são considerados serviços públicos de manejo de resíduos sólidos.

2.2.1 Acondicionamento

A primeira etapa do processo de remoção dos resíduos sólidos corresponde à atividade de acondicionamento dos mesmos no próprio local de geração. Sendo assim, a população tem participação decisiva nesta operação. O modo de acondicionamento dos resíduos deve ser compatível com suas características quali-quantitativas, facilitando a identificação e possibilitando o manuseio seguro dos resíduos, durante as etapas de coleta, transporte e armazenamento.

O acondicionamento adequado, além de facilitar a coleta, acarreta outros benefícios como: o de evitar acidentes e a proliferação de vetores; minimizar o impacto visual e olfativo e; reduzir a heterogeneidade dos resíduos (no caso de haver coleta seletiva) (MONTEIRO et al., 2001).

Existem vários recipientes utilizados para o acondicionamento dos resíduos, e segundo D'Almeida et al. (2000) estes podem ser divididos em:

- Recipientes primários: ficam em contato direto com o resíduo, podem ser sacos plásticos (mais utilizados no Brasil) ou recipientes rígidos.
- Coletores urbanos, comunitários e institucionais: esses coletores podem ser de pequeno e médio porte (não podem permitir o vazamento do líquido, mas devem ter drenos para a lavagem), de grande porte (caçambas, que recebem resíduo de diversas unidades habitacionais) ou coletores para a coleta seletiva.

2.2.2 Coleta e Transporte

Segundo a NBR 12980 (ABNT,1993) coleta de resíduo sólido é o “ato de recolher e transportar resíduos sólidos de qualquer natureza, utilizando veículos e equipamentos apropriados para tal fim”.

Coletar o resíduo significa recolhê-lo após o acondicionado, mediante transporte adequado, até uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final (MONTEIRO et al., 2001).

Como principal função da coleta tem-se que é evitar problemas de saúde que o resíduo exposto possa propiciar. A coleta e o transporte do resíduo domiciliar produzido em imóveis residenciais, em estabelecimentos públicos e no pequeno comércio (que produzem um volume menor do que 120 L/por dia) fazem parte da limpeza pública urbana municipal (MONTEIRO et al., 2001).

Para Halliday (2003) a eficiência na coleta reduz os perigos decorrentes de mau acondicionamento na fonte. O sistema de coleta e transporte deve ser bem planejado, a fim de produzir o maior rendimento possível, e servir, pela sua pontualidade, de estímulo e exemplo para que a comunidade colabore. A participação da população é importante na colocação dos recipientes em locais pré-determinados.

2.2.3 Tratamento e Disposição final

Segundo Monteiro et al. (2001) define-se como tratamento dos resíduos os procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo seu descarte em local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável.

Quando os resíduos são removidos previamente e separados pelo gerador, o município pode contar com a coleta seletiva. Esta é vista como uma estratégia importante do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, capaz de aperfeiçoar as etapas de tratamento e disposição final, reduzindo os impactos à saúde pública e ao meio ambiente.

De um modo geral, diz-se que o resíduo é tratado quando passa por processos físicos e biológicos que objetivam estimular a atividade dos micro-organismos que atacam o resíduo, decompondo a matéria orgânica. Os principais tratamentos utilizados, segundo Monteiro et al. (2001) são:

- Incineração: Tem como principal objetivo reduzir o volume do resíduo, tornando-o inerte em pouco tempo se realizado de forma adequada. É pouco utilizado no Brasil, pois apresenta como desvantagem o alto custo dos equipamentos necessários para diminuir a poluição do ar provocada por gases produzidos durante a queima do resíduo.
- Reciclagem e Compostagem: Geram emprego e renda e reduzem quantidade de resíduos dispostos nos aterros sanitários. A reciclagem deve ser implementada quando, como já foi citado, o município possui coleta seletiva. Na usina de reciclagem são separados os materiais como papel, plástico, vidro e metal com a finalidade de trazê-los de volta à indústria para serem beneficiados. A compostagem consiste na transformação do material orgânico do resíduo em composto orgânico adequado para nutrir o solo destinado à agricultura. Uma instalação de compostagem só deve ser implantada se estudos técnicos e econômicos assim o indicarem,

levando em conta a disponibilidade de área para aterros, mercado para o composto, custo da instalação etc.

Com o crescimento das cidades, a disposição final dos resíduos sólidos urbanos consiste em uma das preocupações dos administradores municipais, pois mesmo com o tratamento e/ou aproveitamento dos resíduos ainda se tem os resíduos do resíduo (rejeito). Os sistemas mais comuns de disposição final e/ou tratamento dos resíduos sólidos são:

- Descarga a céu aberto ou lixão;
- Aterro controlado (lixão controlado);
- Aterro sanitário.

Segundo Monteiro et al. (2001) a destinação dos resíduos em lixões acarreta inúmeros problemas sociais, ambientais e de saúde da população do entorno. Dessa forma, os aterros são as alternativas recomendadas. A diferença básica entre um aterro sanitário e um aterro controlado é que este último não possui a coleta e tratamento do chorume, assim como drenagem e queima do biogás.

O aterro sanitário, melhor técnica de disposição final, consiste em dispor os resíduos sólidos urbanos sobre terreno natural, através do seu confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ao meio ambiente, em particular à saúde e à segurança pública (MONTEIRO et al., 2001).

2.3 COLETA E TRANSPORTE DE RSU

O método de coleta a ser empregado leva em consideração alguns fatores fundamentais, que são: frequência, horário, ponto e tipo de coleta (CASTILHOS, 2009).

A frequência da coleta corresponde ao número de dias por semana em que é efetuada a coleta regular, num determinado itinerário (NBR 12980/1993). Por razões climáticas, no Brasil, a frequência mínima de coleta do resíduo domiciliar deve ser de três vezes na semana, a fim de evitar proliferação de moscas, aumento do mau cheiro e a atratividade que o resíduo exerce sobre roedores, insetos e outros animais (MONTEIRO et al., 2001).

O horário de coleta está intimamente ligado à frequência. Pode ser designado como o espaço de tempo correspondente à execução dos serviços de coleta durante uma determinada fase do dia, podendo ser diurna ou noturna (NBR 12980/1993). Segundo Monteiro et al. (2001) para ocorrer uma redução significativa dos custos e otimização da frota a coleta deve ser realizada em dois turnos.

O ponto (local da colocação de recipientes para a coleta) tem sido pouco observado, nessas situações pode haver diminuição da relação eficiência/custo. Tem-se: ponto direto, colocado na calçada, no alinhamento do muro ao meio-fio; ponto indireto, colocado no pátio do próprio domicílio, onde os coletores adentram (CASTILHOS, 2009).

O tipo da coleta também pode ser direto ou indireto. Segundo o IBGE (2008), dos 48.905.000 domicílios brasileiros localizados na área urbana, 89,3% foram beneficiados com a coleta realizada por empresa pública ou privada (coleta direta), contra 8,8% cujo resíduo foi depósito em caçamba, tanque ou depósito para depois ser removido (coleta indireta). A coleta realizada de forma direta, segundo a NBR 12980 (ABNT, 1993) pode ser subdividida em:

- Coleta domiciliar: coleta regular dos resíduos domiciliares, formados por resíduos gerados em residências, estabelecimentos comerciais, industriais, públicos e de prestação de serviços, cujos volumes e características sejam compatíveis com a legislação municipal vigente.
- Coleta seletiva: remove os resíduos previamente separados pelo gerador, tais como: papéis, latas, vidros e outros materiais recicláveis.
- Coleta especial: remove os resíduos não recolhidos pela coleta regular, em virtude de suas características próprias, tais como: origem, volume, peso e quantidade. Enquadram-se neste caso: móveis velhos; entulhos; restos de limpeza e de poda de canteiros, praças e jardins; entulhos; animais mortos de pequeno, médio e grande porte e similares.
- Coleta de resíduos de feiras, praias e calçadões: coleta regular dos resíduos oriundos da limpeza e varrição de feiras, praias e calçadões.
- Coleta de resíduos com riscos para saúde: coleta regular que remove resíduos provenientes de estabelecimentos que apresentem riscos de contaminação, tais como: presídios, portos, aeroportos internacionais e similares.
- Coleta de resíduos de serviços de saúde: coleta regular que remove resíduos provenientes de hospitais, casas de saúde, sanatórios, prontos-socorros, clínicas médicas e veterinárias, ambulatórios, centros de saúde, laboratórios, farmácias e estabelecimentos similares.

Outro aspecto importante a ser considerado na coleta dos resíduos domiciliares é em relação ao roteiro de coleta. Para a NBR 12.980 (ABNT, 1993) o roteiro é uma descrição detalhada do caminho a ser

percorrido por uma equipe, por dia de trabalho. Estes devem ser projetados de maneira a minimizar os percursos improdutivos. Costuma-se traçar os itinerários de coleta pelo método racional dito "heurístico", levando-se em conta o sentido do tráfego, as declividades acentuadas e a possibilidade de acesso e manobra dos veículos (MONTEIRO et al., 2001).

Um conjunto de roteiros de coleta que representem uma região homogênea em termos de geração de resíduo per capita e de uso e ocupação do solo (residencial, comercial, favelas, etc) pode ser definido como um setor de coleta. Como princípio, todo resíduo coletado em um setor de coleta deve ter um único local de transferência ou destinação final. Tem-se que os contornos ou limites de um setor de coleta podem ser barreiras físicas ou naturais. Em geral, deve-se evitar que um setor de coleta seja dividido por barreiras físicas que dificultem a circulação dos veículos de uma área para outra (D'ALMEIDA et al., 2000).

2.3.1 Veículos Coletores e Transportadores

O veículo coletor pode ser de tração animal ou mecânica, ter carroceria convencional ou compactador. A escolha de um desses veículos está condicionada aos seguintes fatores: quantidade de resíduo coletado; forma de acondicionamento do resíduo e; condições de acesso ao ponto de coleta (D'ALMEIDA et al., 2000).

Segundo a NBR 12980 (ABNT, 1993) os veículos coletores devem ser dotados de carroceria especialmente projetada para coleta de resíduos a que se destina e com recurso de descarga sem uso de mão humana.

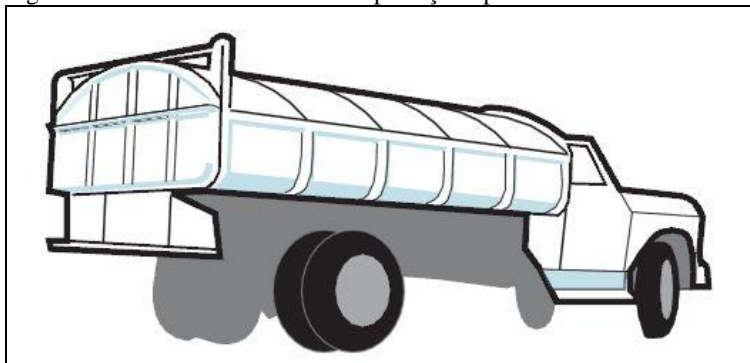
Os veículos de coleta e transporte sem compactação são: caminhão baú e o caminhão basculante. Os caminhões com compactação possuem equipamentos compactadores com carregamento traseiro ou lateral. (MONTEIRO et al., 2001).

Segundo D'Almeida et al. (2000) o caminhão basculante não possui fechamento da carroceria e geralmente é utilizado no transporte de entulho. O Baú (Figura 2) é um veículo com fechamento na carroceria por meio de portas corredeiras, metálica, com a parte superior abaulada, onde existem janelas providas de tampas corredeiras pelas quais se efetua a carga dos resíduos, sem que eles sofram qualquer ação de compressão mecânica e cuja descarga se dá por basculamento da carroceria (NBR 12980/1993).

Conforme Monteiro et al. (2001) esse veículo geralmente é utilizado em comunidades pequenas, e em locais íngremes. Tem-se que

o custo de aquisição e manutenção desses veículos é baixo, porém durante a coleta o esforço dos coletores é grande, visto que devem erguer o lixo até a borda da caçamba, com mais de dois metros de altura. O volume de sua caçamba pode variar de 4m^3 a 12m^3 .

Figura 2-Veículo coletores sem compactação tipo Baú ou Prefeitura.



Fonte: Monteiro et al., 2001.

Já o veículo coletor compactador também possui carroceria fechada, contendo um dispositivo mecânico ou hidráulico que possibilita a distribuição e compressão dos resíduos no interior da carroceria e sua posterior descarga (NBR 12980/1993). Esses veículos possuem capacidade volumétrica útil de 6, 10, 12, 15 e 19m^3 . Conforme pode ser visualizado na Figura 3.

Monteiro et al. (2001) afirmam que esses equipamentos destinam-se à coleta domiciliar, pública e comercial. Os veículos compactadores transitam por todas as áreas da cidade, podendo também ser deslocados para outros municípios. Rodam por vias e terrenos de piso irregular, acidentado e não pavimentado, como em geral ocorre nos aterros sanitários.

Figura 3-Veículos coletores compactadores



Coletor Compactador- 6 m³



Coletor Compactador- 10 a 15 m³



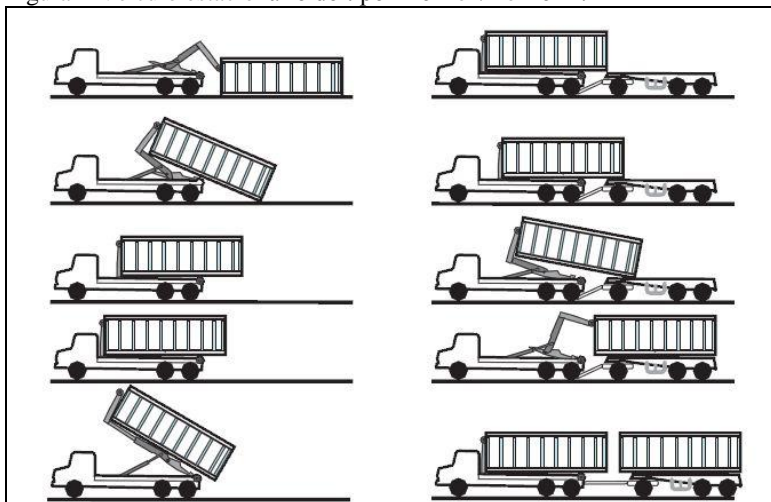
Coletor Compactador - 19m³

Fonte: Monteiro et al. (2001)

Existem também veículos especiais de transporte. Dentre eles pode-se citar:

Caminhão do tipo “Roll-on/Roll-off” (Figura 4) coletor de resíduo público, domiciliar ou industrial. Opera com contêineres estacionários de 10 a 30m³ sem compactação ou de 15m³ com compactação (MONTEIRO et al., 2001). No Canadá esse sistema é concebido com uma estação de transferência móvel. Esses caminhões transportam diretamente para o aterro sanitário e são considerados sistemas econômicos em termos de custo de capital, porém o custo de trajeto pode ser alto, porque os contentores podem não estar completamente preenchidos quando forem para a destinação final (BRITISH COLUMBIA, 2010).

Figura 4-Veículo estacionário do tipo “Roll-on/Roll-off”.



Fonte: Monteiro et al. (2001).

- Carreta: Semi-reboque basculante com capacidade de 25m³, tracionada por cavalo mecânico (4x2) com força de tração de 45t. É utilizada para transporte de entulho. Seu carregamento é feito por pá carregadeira e a descarga, no destino, pelo basculamento da caçamba. Uma tela ou lona plástica deve ser disposta na parte superior da caçamba para evitar que detritos sejam dispersos nas vias públicas pela ação do vento durante a locomoção do veículo (MONTEIRO et al., 2001).

Para exercer a função de transportar o resíduo da estação de transferência até a destinação final esse veículo assume outras capacidades volumétricas:

- Carreta com capacidade para 45m³: o enchimento é feito por rampa de transbordo, pá carregadeira ou escavadeira hidráulica, e a descarga por meio do basculamento da caçamba;
- Carreta com capacidade para 70m³: o enchimento é feito por rampa de transbordo, pá carregadeira ou escavadeira hidráulica, e a descarga, pelo movimento alternado das régua do fundo móvel.

Segundo dados do ano de 2010 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), que obteve resposta de 37,2% dos municípios brasileiros, correspondendo a 72,8% da população urbana do país, os tipos de veículos utilizados para a coleta de resíduos

domiciliares e resíduos públicos no Brasil, bem como a quantidade de veículos, estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1- Tipo de veículos utilizados para a coleta de RS no Brasil e suas quantidades.

Tipo de Veículo	Quantidade (veículos)	Percentual por tipo (%)
Caminhão sem compactação: basculante, baú ou carroceria	7.081	43,4
Caminhão compactador	6.125	37,6
Trator agrícola com reboque	1.966	12,1
Tração animal	523	3,2
Caminhão poliguindaste ("brook")	452	2,8
Embarcações	159	1,0
TOTAL	16.306	100

Fonte: SNIS, 2010.

2.3.2 Custos com a Coleta e Transporte

A questão da sustentabilidade econômica dos serviços de limpeza urbana é um importante fator para a garantia de sua qualidade (MONTEIRO et al., 2001) e praticamente apenas 50% dos municípios brasileiros afirmaram realizar cobrança pelos serviços regulares de limpeza urbana, sendo que a região sul tem o mais alto índice de cobrança quando comparado com as outras regiões brasileiras, alcançando 76,5% dos municípios. De forma geral, a receita arrecadada com os serviços de limpeza urbana tem-se mostrado insuficiente para manter as atividades de manejo de resíduos sólidos, sendo que o percentual médio de autossuficiência financeira não ultrapassou os 42% dos municípios brasileiros que responderam ao questionário (SNIS, 2010).

A fim de se alcançar a autossuficiência na prestação desse serviço é necessária a atualização da taxa de limpeza cobrada pelo município visando o custeio integral dos serviços de limpeza pública. Para se atingir tal fim, entre outros fatores, é necessário que se tenha um bom gerenciamento do serviço de coleta e transporte de resíduos sólidos. Essa prática apresenta boa aceitação da administradora dos serviços por parte da população, ocasionando também uma economia dos recursos públicos. Entre as boas práticas para um gerenciamento adequado estão

o controle das despesas e o cálculo dos custos (D'ALMEIDA et al., 2000).

Segundo D'Almeida et al. (2000) os custos podem ser definidos como a soma dos insumos (mão-de-obra, energia, materiais, equipamentos, instalações, etc.), necessários para realizar determinado serviço ou operação, avaliados monetariamente. Basicamente os custos podem ser divididos de seguinte forma: diretos ou indiretos; e fixos ou variáveis.

- Custos diretos: abrangem a depreciação da frota; remuneração do capital; salário e gratificações de motoristas e ajudantes; cobertura de risco; combustível; lubrificação; pneus e licenciamento.
- Custos indiretos: não se relacionam diretamente com produção/operação, como a contabilidade da empresa, a administração de pessoal e geral.
- Custos fixos: englobam as despesas que, na prática, não variam com o nível de atividade da empresa ou com o grau de utilização dos equipamentos. Têm-se os custos fixos relacionados com a frota, com instalações e equipamentos e outros.
- Custos variáveis: são proporcionais à utilização dos equipamentos. Têm-se os custos por quilômetro percorrido (\$/km), que englobam a utilização de combustíveis, óleos lubrificantes graxas, filtros, conjunto de rodagem peças de reposição dos caminhões, etc; custos por hora de operação dos veículos (\$/h), que compreendem os lubrificantes, fluido hidráulico consumido pela caçamba e peças que foram substituídas.

Além dessa classificação padrão, os custos também podem ser agregados de acordo com a análise desejada. Para a obtenção do custo para se introduzir ou ampliar um serviço de coleta pode-se utilizar o custo quilométrico, o custo médio por tonelada coletada e o custo médio por pessoa atendida. Esses três custos unitários estão também relacionados com a eficiência da empresa de coleta (D'ALMEIDA et al., 2000).

Por outro lado, verifica-se que outras medidas de desempenho, que levam em conta a utilização de veículos, podem ser consideradas buscando avaliar a empresa ou o serviço. Esse indicador pode ser subdividido em: velocidade média de coleta (medida em km/h, kg/h e m³/h); km coleta/ (km de coleta e transporte), utiliza também a relação tempo de coleta/ tempo total; e tonelage coletada/ capacidade do caminhão (D'ALMEIDA et al., 2000).

2.4 ESTAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA

Os aterros sanitários estão sendo implantados cada vez mais distantes dos centros de massa de geração de resíduos. Isso ocorre, pois em cidades de médio e grande porte, tem-se resistência da população em aceitar a implantação de empreendimentos ligados à disposição final de resíduos sólidos, grandes exigências ambientais e forte especulação imobiliária, o que torna os terrenos muito caros para localização de grandes aterros. O aumento na distância entre a coleta dos resíduos e a destinação final causa os seguintes problemas:

- Atraso nos roteiros de coleta, alongando a exposição do resíduo nas ruas;
- Aumento do tempo improdutivo da guarnição de trabalhadores parados à espera do retorno do veículo que foi vazar sua carga no aterro e redução da produtividade dos caminhões de coleta. E como consequência;
- Aumento do custo de transporte (MONTEIRO et al., 2001).

Dessa forma, estações de transferência desempenham um papel importante na gestão de resíduos em uma comunidade, servindo como elo entre o programa de coleta de resíduos sólidos e a instalação de disposição final de resíduos (US EPA, 2002). Segundo Costa (2005) como uma definição simplificada, pode-se dizer que é um local em que chega um caminhão vindo da coleta de resíduos sólidos com menor capacidade e sai um caminhão para a destinação final com maior capacidade de carregamento.

Como ganhos ambientais e econômicos com a estação de transferência, pode-se citar: redução do consumo de combustível, redução dos custos de manutenção de veículos, além de redução do tráfego em geral, emissões atmosféricas, e redução do desgaste das estradas (US EPA, 2002).

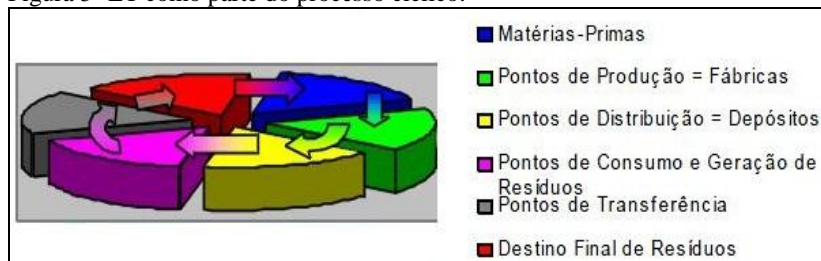
Também as estações de transferência criam uma mudança de cenário, no que diz respeito ao posterior transporte e destinação final dos resíduos. Após passar pela estação, o resíduo pode seguir por meio de transporte rodoviário, ferroviário ou fluvial (ADEME, 2003). Em relação à destinação final os tomadores de decisão têm a oportunidade de selecionar os locais com um custo efetivo e / ou que garantam maior proteção ambiental, mesmo que estejam mais distantes (US EPA, 2002).

Outras vantagens que podem ser citadas dessas instalações para o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (GIRS) são: possibilidade de ampliação do número de locais de processamento ou de disposição de resíduos sólidos; uma oportunidade para abrigar os resíduos antes da

eliminação. Além disso, se tornam mais vantajosas quando existe a coleta seletiva dos resíduos, pois a quantidade de resíduos transferida é menor (COSTA, 2005).

Por fim, as estações de transferência fazem parte de um processo cíclico e, de forma contrária, tem função igual a depósitos de matéria, como pode ser observado na Figura 5. A pouca atenção dada aos canais de distribuição reversos explica a pouca importância dada aos resíduos sólidos como fontes de matérias-primas. Também, observa-se uma tendência de realização de reciclagem nas estações de transferência mais modernas, valorizando dessa forma a utilização de resíduos sólidos como matéria-prima (COSTA, 2005).

Figura 5- ET como parte do processo cíclico.



Fonte: Costa (2005).

Considerando o que Costa (2005) apresenta, a utilização de estações de transferência pode ser um meio para se atingir algumas metas e instrumentos do Plano e da Política Nacional de Resíduos Sólidos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos se vale da coleta seletiva, dos sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Já, a versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos que tem como uma de suas metas o incremento da reciclagem, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final.

Segundo o SNIS (2010) as estações de transferência fazem parte das unidades de processamento de resíduos sólidos. Isso pois, unidade de processamento de resíduos sólidos é considerada toda e qualquer instalação em que os resíduos sólidos urbanos são submetidos a alguma modalidade de processamento. Assim, enquadram-se nessa designação as seguintes unidades: lixão, aterro controlado, aterro sanitário, vala específica para resíduos de saúde, aterro industrial, unidade de triagem, unidade de compostagem, incinerador, unidade de tratamento por

microondas ou autoclave, unidade de manejo de podas, unidade de transferência, área de reciclagem de resíduos da construção civil, aterro de resíduos da construção civil, área de transferência e triagem de resíduos da construção civil.

2.4.1 Tipos de Estações de Transferência

Em cidades que não contam com a coleta seletiva, podem-se ter estações de transferência em que, na chegada dos resíduos, estes são encaminhados para esteiras a fim de ser realizada a triagem. Esse procedimento tem duas importâncias: separar materiais recicláveis do fluxo de resíduos e identificar quaisquer outros resíduos que possam ser inadequados para eliminação. Essa triagem de resíduos é mais eficiente na estação de transferência do que o aterro sanitário (US EPA, 2002), porém tem-se como situação ideal, já a prévia segregação dos resíduos na própria fonte geradora, ou seja, a separação dos resíduos no acondicionamento dos mesmos.

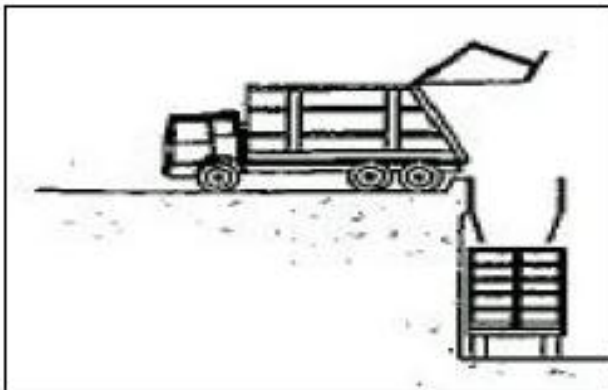
De um modo geral, as estações podem ser divididas em:

2.4.1.1 Estação com Transferência Direta

Muito empregadas no passado, contam com um desnível entre os pavimentos, para que os caminhões de coleta, posicionados em uma cota mais elevada, façam a descarga do resíduo diretamente no veículo de transferência (MONTEIRO et al., 2001).

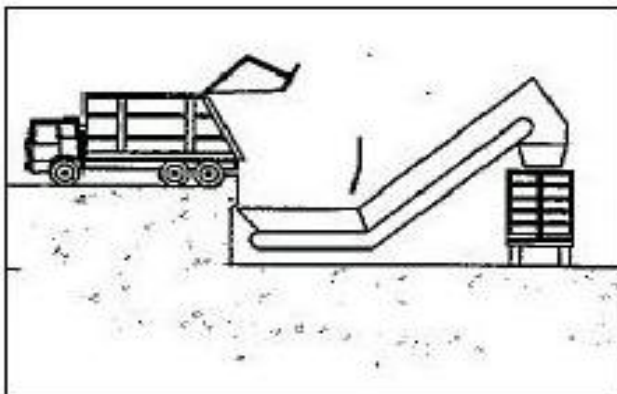
Segundo ADEME (2003) essas instalações podem ser por gravidade simples, consistindo de uma descarga por gravidade do resíduo do caminhão de coleta para uma carreta maior, como pode ser observado na Figura 6. Outra forma é quando se tem uma esteira rolante com funil (Figura 7), sendo essa uma idéia original, mas pouco frequente para fazer a retirada dos resíduos e colocá-los em outro caminhão. Esta técnica tem a desvantagem de ser frágil e de requerer muita manutenção.

Figura 6-Transferência direta por gravidade simples.



Fonte: Equater apud ADEME (2003).

Figura 7-Transferência direta por gravidade com esteira.



Fonte: Equater apud ADEME (2003).

A transferência direta evita a manipulação de resíduos e permite o uso de funis antes do resíduo chegar ao segundo caminhão. A cobertura da área não é necessária. Porém, com esse tipo de instalação, podem ocorrer grandes tempos de espera nos horários de pico, devido à movimentação de caminhões. Este tipo de transferência é bem adequado para os resíduos densos, como matéria orgânica, resíduos verdes e escombros.

No entanto, os resíduos de baixa densidade e que ocupam um grande volume, não podem carregar os veículos a jusante a plena

capacidade. As características de uma estação de transferência por gravidade são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2- Vantagens e desvantagens da ET direta por gravidade.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manutenção simples ▪ Nenhum tratamento de resíduos ▪ Pequeno espaço para a ET ▪ Restrita manutenção da estação ▪ Sem armazenamento de resíduos ▪ Boa relação custo/benefício ▪ Arremesso de RS limitado com a presença de um funil 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Requer uma gestão adequada dos veículos para o transporte e problemas de limpeza ▪ Falta de flexibilidade (sem armazenamento) ▪ Não otimização do transporte de RS com baixa densidade ▪ Nenhum controle sobre os resíduos despejados ▪ Questões de segurança (por exemplo, deixar cair objetos pesados)

Fonte: ADEME (2003).

2.4.1.2 Estação de Transferência com Armazenamento

Segundo Monteiro et al. (2001) a chegada simultânea dos veículos de coleta na estação de transferência torna imprescindível que a instalação conte com um local para o armazenamento dos resíduos a fim de absorver os chamados "picos" de vazamento. Essa problemática acontece na maioria das cidades, pois os roteiros de coleta de resíduo domiciliar são iniciados e finalizados na mesma faixa de horário. O local de armazenamento, além de absorver os "picos" de vazamento, torna possível a operação do sistema com um menor número de veículos/equipamentos. Para Monteiro et al. (2001) entre os modelos de estações de transferência com armazenamento, os mais empregados são:

Estação com Compactação

Essas estações têm como principal objetivo obter o aumento da massa específica dos resíduos visando à redução das despesas com transporte. O modelo mais tradicional conta com silo de armazenamento e desnível entre os pavimentos de carga e descarga. Um sistema hidráulico instalado no silo compacta os resíduos no interior dos veículos de transferência (Figura 8).

Figura 8- Transferência com compactação.

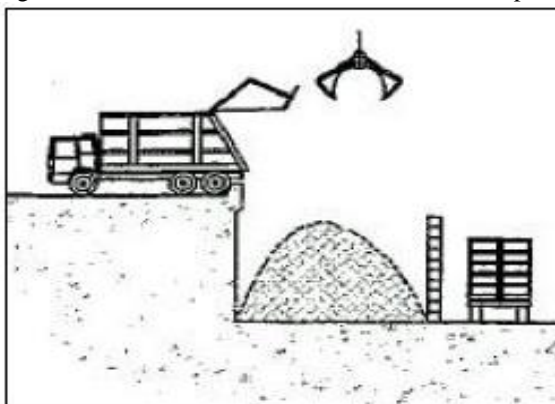


Fonte: PMF (2009).

Estação sem Compactação

Alguns projetos utilizam silos de armazenamento para recebimento dos resíduos transportados pelos veículos de coleta (Figura 9). Um equipamento como uma escavadeira hidráulica retira os resíduos dos silos e faz o carregamento para os veículos de transferência. Este modelo é o mais apropriado para estações menores, que movimentem até 1.000 t/dia. A adoção dessa instalação para unidades de maior porte poderá tornar o as obras civis muito onerosas.

Figura 9- ET com silo de armazenamento sem compactação.



Fonte: Equator apud ADEME (2003).

Segundo ADEME (2003) as características de uma ET com silo de armazenamento são apresentadas na Tabela 3.

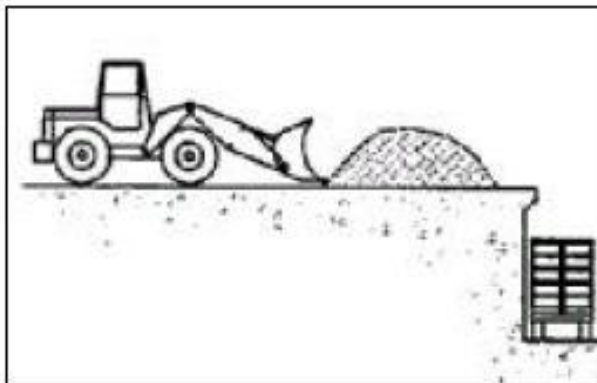
Tabela 3- Vantagens e desvantagens da ET com silo.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flexibilidade operacional com a possibilidade de armazenamento ▪ Recebe grande quantidade de resíduos ▪ Armazenamento de resíduos em um espaço confinado ▪ Não há risco de colisões entre veículos e equipamentos de descarga de transferência 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alto custo de construção e infraestrutura significativa ▪ Problemas de odor e poeira ▪ Requer um veículo de emergência e motorista ▪ Difícil controlar o resíduo depois que entra no silo por isso é difícil removê-los se eles não são aceitáveis ▪ Exige a cobertura da área ▪ Difícil limpeza completa dos silos ▪ Requer a manutenção de equipamentos

Fonte: ADEME (2003).

Outro sistema de ET sem compactação é com armazenamento dos resíduos em pátio (Figura 10), estas estações devem contar com pátio pavimentado, cobertura e fechamento lateral. O carregamento dos resíduos para os veículos de transferência pode ser feito através de escavadeiras hidráulicas ou pás carregadeiras. Esse sistema gera bastante velocidade na descarga dos veículos de coleta e também no carregamento dos veículos de transferência, dessa forma, pode ser empregado para estações de pequeno e grande porte.

Figura 10-ET com armazenamento do RS em pátio.



Fonte: Equator apud ADEME (2003).

A Tabela 4 apresenta as vantagens e desvantagens da estação com armazenamento de resíduo no pátio.

Tabela 4-Vantagens e desvantagens da ET com armazenamento no pátio.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recebe grande quantidade de resíduo ▪ Flexibilidade operacional para: gestão de múltiplas descargas e possibilidade de pré-triagem ▪ Facilidade de armazenamento ▪ Verificar se os resíduos recebidos são os permitidos ET 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Requer grandes áreas ▪ Questões de segurança (tráfego misto) associado com a passagem de veículos de descarga e equipamentos de transferência ▪ Resíduo derramado no pátio, o pode ser confuso e ter perigo de escorregamento ▪ Exige a cobertura da área ▪ Requer mais pessoas trabalhando na ET

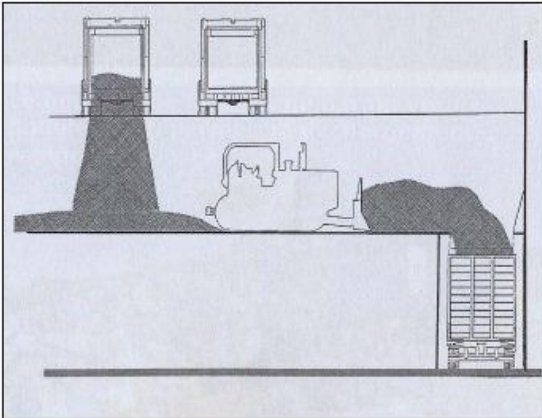
Fonte: ADEME (2003).

2.4.1.3 Combinação de Tipos de Estações de Transferência

Há estações de transferência que são chamadas de Cascata, pois combinam a atuação da gravidade com o tipo armazenamento no pátio, como pode ser visualizado na Figura 11. Nessa situação, a descarga dos

resíduos no pátio é simplificada, pois os mesmos são despejados em um andar inferior.

Figura 11- Estação combinada: Por gravidade com armazenamento no pátio.



Fonte: Legras Industries apud ADEME (2003).

Também existem sistemas com transferência direta por gravidade que possuem compactação (Figura 12). Nesse caso, a massa específica do resíduo aumenta devido a compactação, porém os resíduos não passam por silos, tornando a estação de transferência mais compacta.

Figura 12- Estação combinada: Transferência direta com compactação.



Fonte: ADEME (2003).

2.4.1.4 Histórico das Estações de Transferência no Brasil

Segundo um levantamento feito por Costa (2005) no Brasil, a partir dos anos 90, a fim de reduzir a formação de filas de espera de veículos coletores, reduzir custos e melhorar o aspecto estético das estações, tem-se preferido: a utilização de carretas abertas, sem compactação, com capacidade para 21 toneladas de resíduos, por apresentarem menores custos de investimentos e manutenção, silos de acumulação temporária de resíduos e pás mecânicas para auxiliar a transferência. Esse tipo de estação permite uma volta rápida do coletor para o setor de coleta. Também, tem-se optado pela utilização de unidades semi-enclausuradas, a fim de impedir a visibilidade das operações e sem compactação.

Para a mesma autora, essas estações de transferência de resíduos sólidos em operação mostram-se rudimentares e pouco integradas à comunidade, exatamente por não possuírem programas de controle ambiental, embora desempenhem elevada eficiência operacional. Por fim, conclui que o sistema de transferência adotado no país evoluiu muito desde a sua implementação, porém, por falta de investimentos no setor, as mudanças vêm ocorrendo de forma lenta e gradativa.

Em 2004 foram identificadas 16 estações de transferência no território brasileiro. Das estações em funcionamento, a distância com o transporte (ida e volta) de mais da metade das estações ficou entre 41 a 81 km, somente em uma estação a distância foi menor de 41 km e também em uma estação essa distância foi superior a 81 km. (COSTA, 2005).

As informações coletadas pelo SNIS no ano de 2009 mostram que o número dessas instalações mais que dobraram em todo o país, quando comparadas com o estudo de Costa (2004) chegando a um total de 47. Já os dados do SNIS (2010) indicam que no referido ano, o Brasil possuía 84 estações de transferência.

Nota-se que, embora os dados do SNIS 2010 representem quase 10% a mais da população urbana que no ano anterior, o número de estações de transferência aumentou expressivamente de um ano para o outro no Brasil. Isso pode revelar uma tendência no uso dessas instalações nos sistemas de manejo de resíduos sólidos. A região sudeste apresenta o maior número de estações de transferência, seguido da região sul como pode ser identificado na Tabela 5 que mostra o número de estações de transferência por região no Brasil, nos anos de 2009 e 2010.

Tabela 5-Número de ET por região no Brasil, nos anos de 2009 e 2010.

Dado SNIS	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-oeste	Brasil
2009	0	4	25	11	7	47
2010	0	13	45	20	6	84

Fonte: SNIS (2009) e SNIS (2010).

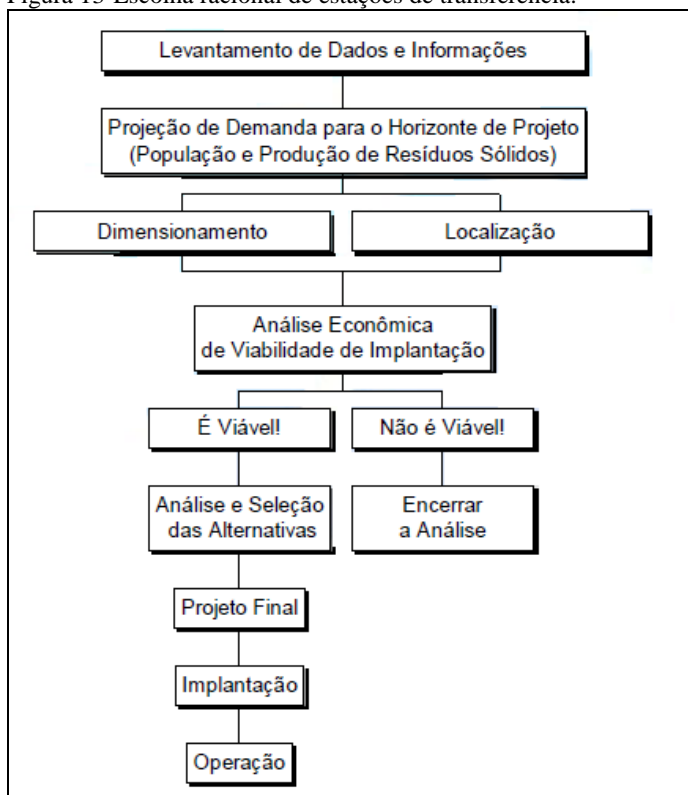
2.4.2 Condicionantes para a Implantação de Estação de Transferência

Segundo US EPA (2002) uma variedade de questões deve ser considerada durante o planejamento e implantação de uma estação de transferência. Essas fases podem envolver um investimento significativo de recursos, dessa forma, tem-se que esta análise inicial é fundamental para garantir um resultado do projeto adequado para a comunidade.

Em muitas comunidades, os cidadãos têm manifestado preocupações sobre estações de transferência de resíduos sólidos, pois estas muitas vezes estão mal concebidas, localizadas, ou operadas (US EPA, 2002). Dessa forma, os condicionantes para identificar se uma estação de transferência é necessária pode ser um processo desafiador, pois envolve aspectos técnicos, econômicos, ambientais e sociais, políticos, entre outros.

Como pode ser visualizado na Figura 13, Costa (2005) propôs alguns procedimentos a serem seguidos na etapa de planejamento, visando a escolha racional de estações de transferência de resíduos sólidos.

Figura 13-Escolha racional de estações de transferência.



Fonte: Costa (2005).

2.4.2.1 Aspectos Técnicos e Ambientais

A fim de identificar se uma estação de transferência é a melhor opção para a comunidade, inicialmente devem-se obter informações e dados gerais que permitam a caracterização da cidade em estudo e que permitam a realização de estimativas de custos do projeto da estação.

Segundo Costa (2005) os dados que devem ser analisados e corrigidos são: mapa da cidade; população atual e dos últimos dez anos; densidade demográfica; localização dos setores de coleta; localização e capacidade do local de destino de resíduos; método de destino usado; número de componentes e jornada de trabalho da guarnição; costumes da população; zoneamento, topografia, tipos de calçamento e principais vias da região; horários e frequência das coletas; quantidade, tipo e

capacidade dos veículos coletores; distância e tempo gastos na coleta; capacidade máxima de transporte permitida por lei; meios de transporte que poderão ser utilizados e; planilha de custos do transporte direto.

A próxima etapa consiste na previsão de população e de geração de resíduo para o horizonte de projeto, recomenda-se 10 a 20 anos de vida útil para estação de transferência. A partir dos dados históricos de população e produção de resíduos dos últimos 10 anos, já adquiridos na primeira etapa, conhece-se a taxa provável de crescimento da população e da produção de resíduos domiciliar, o que permite estimar a capacidade da estação no horizonte de projeto. Recomenda-se que se projete a instalação em módulos, prevendo expansões ao longo da sua vida útil em função do incremento da produção de resíduos (COSTA, 2005).

Após a identificação da capacidade da estação de transferência, devem-se verificar no município áreas potenciais para a instalação. BRITISH COLUMBIA (2010) cita alguns critérios que devem ser analisados nessa escolha:

- **Exigência de Área:** A área deve ser suficiente para atender as necessidades existentes no momento, possuir uma zona de amortecimento, e também para a implantação de uma futura expansão.
- **Zoneamento:** O local escolhido deve estar de acordo com estatutos de zoneamento do local em relação ao uso da terra, e a construção de alturas e recuos. Designações de uso adequado da terra incluem zoneamento: industrial, comercial, institucional e de agricultura. Em áreas onde os lotes são grandes, o zoneamento residencial pode ser aceito, nesse caso deve-se verificar se estação é aceita pelos moradores.
- **Zona de amortecimento:** Deve ser deixada ao redor do perímetro da área ativa de transferência uma zona de amortecimento ou paisagística com vegetação de pelo menos 15 metros, a fim de minimizar qualquer incômodo potencial associado com ruído, poeira, odores ou, ou quaisquer objeções com base na estética visual. Para as pequenas estações rurais adjacentes a áreas florestais, e onde há uma ameaça de incêndios uma zona de amortecimento adicional pode ser desejável. Nesta situação, seria conveniente estabelecer um corta-fogo de 35 metros entre os caixotes do lixo e da área de vegetação.

Outros critérios são abordados por US EPA (2002):

- **Localização central das rotas de coleta:** Para maximizar a eficiência de coleta, estações de transferência devem ser localizadas

centralmente as rotas de coleta de resíduos. Como regra geral, em áreas urbanas e suburbanas, as estações de transferência devem estar localizadas há uma distância não superior a 16 km a partir do final de todas as rotas de coleta.

- Acesso às rotas principais de transporte: A estação de transferência deve ter acesso direto e fácil de rotas de caminhões, principais vias arteriais e rodovias (ou ferroviário ou barcos, se for o caso). Para grandes áreas metropolitanas, o acesso direto às linhas de trem ou barcos irá reduzir significativamente o número de grandes reboques de transferência saindo da estação e viajando nas estradas.

Ao selecionar uma área, um equilíbrio deve ser atingido entre os vários critérios que podem ter objetivos concorrentes. Por exemplo, um local grande o suficiente para acomodar todas as funções necessárias e, possivelmente, a expansão futura, dificilmente será centralmente localizado na área onde os resíduos são gerados. Ainda outro conjunto de questões que devem ser analisados diz respeito à preocupação do público ou da oposição, principalmente de pessoas que vivem ou trabalham perto do local proposto (US EPA, 2002).

Quando o tamanho do local não é adequado para acomodar os projetos ideais, são necessários recursos adicionais no projeto de engenharia para mitigar a facilidade de potenciais impactos negativos. Por exemplo, barreiras de som podem precisar ser incorporadas no plano local para reduzir o ruído. Outra abordagem é selecionar várias áreas de menor capacidade, se não existe um único terreno grande o suficiente para acomodar uma instalação ideal. Estes locais separados poderiam ser usados para manter os caminhões esperando a entrega, ou para armazenar trailers de transferência. É importante notar que nenhuma área pode satisfazer todos os critérios, caso em que, o peso relativo de cada critério e importância devem ser considerados. (US EPA, 2002).

2.4.2.2 Aspectos Sociais e Econômicos

Segundo US EPA (2002), deve-se considerar os impactos que a instalação terá na comunidade envolvente. Estes critérios levam em consideração os fatores locais, sociais e culturais. Em áreas urbanas ou suburbanas, as mesmas situações existem. Uma cidade de médio porte (população 500.000), a fim de servir melhor a sua comunidade, pode optar por ter duas estações de transferência, sendo que cada uma, por exemplo, receba 800 toneladas de resíduos por dia. Diferentemente, esta mesma cidade poderia decidir que uma única estação de transferência, que receba 1.600 toneladas de resíduo por dia é a sua melhor opção,

mesmo quando as distâncias mais longas de condução são consideradas. Ao decidir qual das abordagens é a melhor opção para uma comunidade, as questões a considerar incluem: os impactos que a estação de transferência terá sobre a área circundante; complicações para a implantação, e o custo para construir e operar a estação de transferência. Cada abordagem oferece vantagens e desvantagens que devem ser conciliados com as necessidades locais.

A maior vantagem da construção de grandes estações de transferência é a economia em escala, fator que pode reduzir significativamente os custos de capital e operacional. Operações centralizadoras de transferência de resíduos permitem a redução com custos para a construção, equipamentos, manuseamento e de transporte. A localização de uma única instalação pode muitas vezes ser mais fácil do que de múltiplas instalações. No entanto, uma grande desvantagem para a construção de um mecanismo único grande é encontrar uma área que atenda adequadamente às exigências de instalação.

Instalações de grande porte também tendem a concentrar os impactos em uma única área, o que pode criar a percepção de injustiça, especialmente quando um bairro arca com o ônus relacionado a cidade toda. Uma única instalação pode resultar em maior tempo de viagem, que leva ao aumento do tempo para a equipe de coleta e maior desgaste nos veículos de coleta. Outra consideração é que, se surgir a necessidade, uma única instalação não pode desviar os resíduos para uma instalação reserva. Se for optado por uma única estação, esta deve ter equipamentos adicionais em caso de falha de algum equipamento ou outras emergências.

Em outras situações, vários locais de pequeno porte podem melhor atender às necessidades de uma comunidade no que diz respeito a gestão de resíduos. A fim de amenizar a sensação de injustiça de um único bairro que recebe todos os resíduos para a transferência, pode-se optar por descentralizar as operações de transferência de resíduos, propagando-se menores impactos sobre uma área mais ampla. Embora geralmente se torne mais caro para construir e operar várias pequenas estações de transferência em vez de uma grande estação com a mesma capacidade total, a diminuição de tempo da coleta pode compensar estes custos de capital e resultar em um menor custo global do sistema. Múltiplas instalações também se ajudam mutuamente no caso de paradas programadas ou de emergência de instalações.

Dessa forma, decidir se uma estação de transferência é apropriada para uma comunidade implica em determinar se os benefícios superam os custos. Tomadores de decisão precisam analisar o planejamento, a

implantação, a concepção e os custos operacionais de uma estação de transferência e confrontá-los com a redução nos custos de transporte (US EPA, 2002).

Devem-se comparar os custos do transporte direto com o custo do transporte indireto, determinando o ponto de equilíbrio entre os dois sistemas. Após todo esse processo, deve-se elaborar o projeto final e executar as etapas de implantação e operação das unidades de transferência determinada pela análise realizada (COSTA, 2005).

2.4.3 Projeto de Estação de Transferência

Um aspecto inicial a ser analisado em um projeto de uma estação de transferência, diz respeito aos tipos de resíduos que serão admitidos. Além de processar misturas de resíduos urbanos sólidos urbanos, algumas estações de transferência oferecem a separação de resíduos recicláveis. O tamanho físico de uma estação de transferência é tipicamente determinado com base nos seguintes fatores: (US EPA, 2002).

- A definição da área de serviço. Às vezes isso é relativamente simples, tais como: todos os resíduos gerados por algum município, ou todos os resíduos recolhidos por alguma empresa. Outras vezes, a área de serviço é mais difícil de definir porque depende de diferentes papéis públicos e privados que interferem na gestão de resíduos sólidos;
- A quantidade de resíduos gerados na área de serviço, incluindo mudanças projetadas, tais como crescimento populacional e programas de reciclagem;
- Os tipos de veículos que coletam os resíduos (carro, caminhonete ou um caminhão especialmente projetado para o transporte de resíduos);
- Os tipos de materiais a serem transferidos (por exemplo, compactado contra não compactado, resíduos de jardim), incluindo variações sazonais;
- Horários dos padrões de chegada diária. Chegadas por hora tendem a se agrupar no meio do dia, com picos típicos imediatamente antes e depois do almoço. Os picos de chegadas por hora tendem a ditar o desenho de uma instalação mais do que a média das chegadas diárias;
- A disponibilidade de transferência dos resíduos por trailers, contêineres intermodais, barcaças ou vagões, e o tempo em que os resíduos podem ser carregados nos mesmos;

- Aumento esperado em tonelada de resíduo a ser tratado durante a vida útil da instalação. Por exemplo, em uma região com crescimento populacional anual de 3 a 4%, uma instalação prevendo uma vida útil de 20 anos - normalmente seria projetado para cerca do dobro da capacidade que a estação trabalha em seu primeiro ano de operação.

Além dos fatores considerados anteriormente, mais alguns aspectos devem ser analisados para se determinar a capacidade de recebimento e armazenamento dos resíduos, como:

- Quantidade de veículos em espera para desembarcar os resíduos na estação. É importante que a fila não bloqueie as ruas públicas ou impeça o tráfego de veículos ou pedestres;
- Número e tamanho das caçambas de descarga, e correspondente número de caminhões para a transferência do resíduo;
- Áreas de armazenamento (para manter os resíduos até que eles possam ser carregados em veículos de transferência).

É importante no planejamento do tamanho de estações de transferência considerar o volume de resíduos atual, tanto por dia, como por semana e por ano (incluindo as variações sazonais). Uma consideração crucial nesse estudo, é a taxa máxima de recebimento dos resíduos na instalação. Em geral, o melhor é construir uma estação para acomodar volumes máximos presentes e projetados, com um planejamento das dimensões para expansão da fábrica.

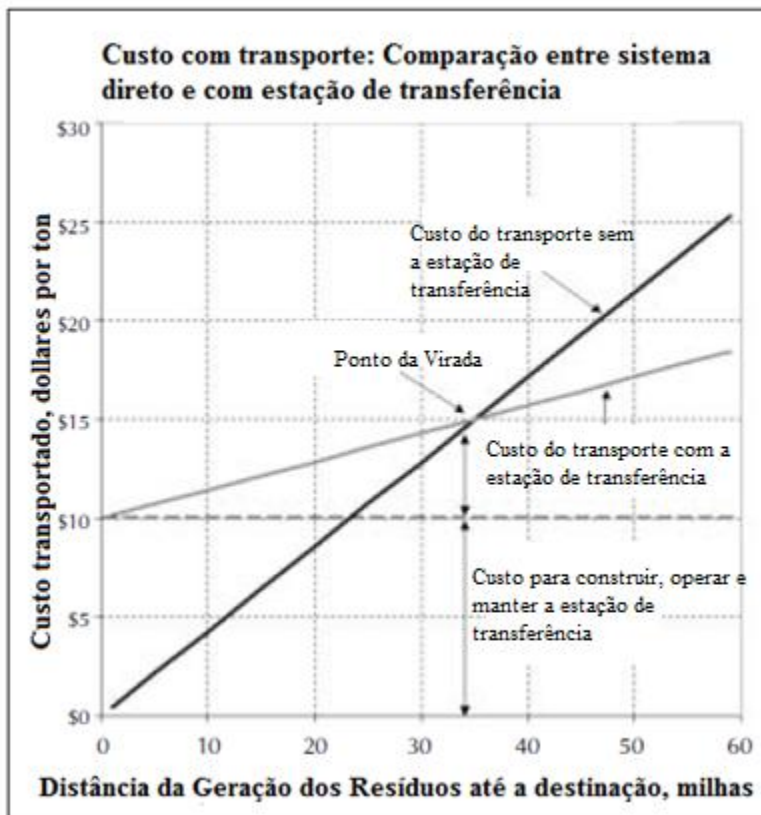
Um exercício útil é calcular o tamanho do depósito necessário na ET para armazenar os resíduos durante um dia inteiro em caso de extrema emergência. Uma abordagem para estimar o espaço necessário de depósito é começar com uma superfície base de 4.000 m² e adicionar-lhe 20 m² para cada tonelada de resíduo recebido em um dia (assumindo que os resíduos serão temporariamente empilhados em altura de até 1,8 m sobre o piso).

2.4.4 Estudos Desenvolvidos para a Identificação da Viabilidade e Localização de Estações de Transferência

Como já citado anteriormente, os condicionantes para a identificação da viabilidade e localização de estações de transferência envolvem vários aspectos. Os estudos desenvolvidos nessa área variam em relação a quais desses critérios são analisados e aos métodos de análise utilizados. A Tabela 6, apresentada no fim deste tópico, indica quais variáveis são necessárias para as principais metodologias apresentadas, bem como o método utilizado.

Um estudo amplamente reconhecido e reproduzido foi desenvolvido pela Agência Norte Americana de Proteção Ambiental (US EPA) no ano de 2002. A agência apresentou um exemplo de gráfico de custo/tonelada *versus* milhas, representando a relação entre o transporte direto de resíduos em veículos de coleta para a destinação final contra a transferência e dessa forma o transporte até a destinação final sendo feito em veículos maiores, como pode ser verificado na Figura 14.

Figura 14-Comparação entre custo do transporte com e sem ET.



Fonte: Adaptado de US EPA (2002).

Para ser calculado o ponto de virada apresentado no gráfico, devem-se conhecer as seguintes variáveis no sistema de gestão de resíduos sólidos a ser estudado:

- Custo da estação de transferência (CET): custo para construir, manter e operar a estação de transferência. Expresso em valor monetário/unidade de massa.
- Carga transportada por caminhão que realiza o transporte direto (CCD): carga média que o caminhão coletor transporta diretamente para o aterro sanitário. Expresso em unidade de massa.
- Carga transportada por caminhão que realiza o transporte com a transferência (CCT): carga média que o caminhão transporta após a transferência até o destino final. Expresso em unidade de massa.
- Custo para o transporte (CT): custo médio para transportar o resíduo diretamente ou com transferência. Expresso em valor monetário/unidade de distância.

Após se ter esses valores, devem ser usar as seguintes fórmulas a fim de calcular os custos das diferentes distâncias:

- Custo do transporte direto (CTD):

$$CTD = \frac{\text{distância (km)} * CT}{CCD}$$

- Custo do transporte com transferência (CTT):

$$CTT = \frac{CET + \text{distância (km)} * CT}{CCT}$$

No exemplo apresentado no gráfico, identifica-se que o custo médio por tonelada para mover os resíduos do veículo de coleta para o veículo de transferência é de \$10,00 dólares. Este custo por tonelada é para construir, operar e manter a estação. Entretanto, a estação de transferência produz uma economia em grande escala, o que diminui esse custo “por milha”. Nesse exemplo citado, o custo por tonelada *versus* milha (ton-milha), utilizando um veículo de coleta é de \$ 0,43 (\$ 3 de custo operacional /milha-caminhão com 7 toneladas de carga média). Com a transferência do resíduo para um veículo maior, o custo por tonelada-milha é muito menor, de \$ 0.14 (\$ 3/milha-caminhão com 21 toneladas por carga média).

Nesse estudo, é verificado que o “custo/ tonelada *versus* milha” no caso da utilização de um veículo de transferência logo supera o custo inicial de desenvolvimento e operação da estação de transferência. Com base nos pressupostos indicados, a redução de custos vai começar a ser

realizada quando a distância do transporte (considerando ida e volta) for superior a 34 milhas.

Após a identificação da viabilidade da instalação, US EPA (2002) sugere a utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) a fim de identificar a melhor área para a estação de transferência. O SIG é composto por um sistema de computador capaz de reunir, armazenar, manipular e visualizar geograficamente referenciadas informações. Depois da inserção dos dados no SIG, cada atributo positivo ou negativo para a localização das estações de transferência podem ser camadas “*layeres*” em cima de mapas, para limitar as instalações nos locais potenciais. A ilustra essas variáveis em relação aos padrões de infraestrutura e habitação.

De Angelo (2004), a fim de identificar as melhores localizações para estações e transferência na cidade de Nova York, também utilizou a tecnologia SIG. Primeiramente a autora identificou as áreas de impacto com relação ao manejo das 76 estações de transferência em operação no município. Para isso, inicialmente foi realizado um fluxo do balanço de massa de entrada e saída de todas as estações existentes.

A fim de realizar essa análise, um banco de dados foi compilado para uso em um SIG. Os componentes desta base de dados incluem: nome da instituição; tipo instalação; endereço de instalação; código postal, a capacidade permitida (toneladas); capacidade operacional (toneladas); capacidade dedicada à reciclagem (toneladas); material recebido (dias / semana); material processado (dias / semana); autenticada (sim / não); resíduos pesados na entrada (sim / não); pesados na saída (sim / não), entre outros dados. O banco de dados pode ser pesquisado por qualquer um destes campos e podem ser visualizadas graficamente em SIG através de um processo de geo-referenciamento. (DE ANGELO, 2004).

Ainda segundo a autora, com base na análise desses dados, foi proposto um novo sistema, reduzindo o número de estações e utilizando estações de transferência marinhas. Sobre estações marinhas, a autora acredita que utilizando esse sistema seja reduzido o impacto ambiental causado pelo manejo dos resíduos, visto que reduz drasticamente a degradação de estradas e poluição, além de expandir o número de alternativas de transporte ao incluir o transporte de barças. As estações de transferência marinhas aceitariam o resíduo dos caminhões de coleta e carregariam o resíduo em recipientes fechados (640 toneladas de capacidade por contêiner), e transportariam os contentores através de barças para portos próximos ou instalações de transporte

ferroviário, onde o resíduo seria, então, transportado para instalações de disposição final.

Alguns estudos avaliaram a questão dos impactos de estações de transferência sobre a comunidade envolvente. Em 1995 Rahman e Kuby desenvolveram um modelo de múltiplos objetivos examinando as compensações entre a minimização dos custos em sistema de manejo de resíduos e a oposição pública à instalação. Em outro estudo considerando essa questão, Eshet et al. (2007) estimaram o valor econômico de externalidades relacionadas as estações de transferência em Israel, através da depreciação econômica da propriedade usando o método do preço hedônico. Os resultados indicam que a extensão máxima espacial do impacto ocorre à cerca de 2,8 km da instalação.

Considerando os fatores ambientais a fim de identificar a viabilidade de uma estação de transferência dentro de um sistema integrado de gestão de resíduos, tem-se o estudo de Bovea et al. (2007), em que aplicaram a técnica de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) para obter um parâmetro objetivo. Esse parâmetro quantificou o impacto ambiental de transporte e operação de uma estação de transferência. Como resultado obtido tem-se que tomando as taxas atuais de geração de resíduos sólidos na região Plana de Castellón na Espanha, houve uma redução média de 16,8% no impacto ambiental quando uma estação de transferência é incorporada no sistema de gestão de resíduos.

Outro estudo que considerou aspectos ambientais foi de Li et al, (2008), que avaliaram a qualidade ambiental existente em cinco estações de transferência, em Pequim na China, considerando: águas residuais descarregadas, ar e ruído, durante os anos de 2001 a 2006. Exceto amônia e sulfeto de hidrogênio, os resultados analíticos de partículas totais em suspensão, odor, ruído, nitrato de amônia, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, sólidos suspensos, e as concentrações de coliformes fecais foram avaliados em grau superior ao limite de critérios na China.

Chang e Lin (1997) trataram do desenvolvimento e aplicação de um modelo de gestão operacional de resíduos sólidos através de uma abordagem hierárquica, em que o problema de localização de estações de transferência em uma região metropolitana foi decomposto em dois níveis diferentes. Esta abordagem analítica compreendeu um procedimento preliminar usando SIG e uma análise de otimização em um modelo linear misto de programação. O método foi aplicado na província de Taiwan e mostrou que as estratégias de ótima localização de estações de transferência pode reduzir o custo direto do sistema e gerar razoáveis programas operacionais.

Pei e Manaf (2008) desenvolveram um sistema especialista para auxiliar na localização e operação de estação de transferência de resíduos sólidos. Critérios de localização são usados para identificar e avaliar potenciais locais de implementação. Um sistema especialista é um sistema de computador que tenta replicar atividades inteligentes específicas humanas.

Komilis (2008) realizou uma modelagem conceitual para aperfeiçoar o trajeto e transferência de resíduos sólidos urbanos. Foram desenvolvidos dois conceitos de modelos lineares mistos. Um modelo baseado na minimização do tempo (h / d), enquanto o segundo modelo é baseado na minimização de custo total (euro / d). Ambos os modelos tem por objetivo calcular o caminho ideal para transportar resíduos sólidos urbanos a partir dos nós de origem (nós de produção de resíduos, tais como centros urbanos ou municípios) para nós finais (aterros), através de nós intermediários (estações de transferência de resíduos).

Os modelos são aplicáveis, desde que os locais de origem, intermediário e nós finais sejam fixos. O modelo de otimização de custos pode ser uma ferramenta útil a fim de otimizar a locação das estações de transferência e pode ajudar uma comunidade a identificar qual a distância limite do aterro acima do qual a construção de uma estação de transferência torna-se financeiramente vantajosa. A análise de sensibilidade revela que os tempos de fila no aterro ou na estação de transferência de resíduos são variáveis de entrada chave. Além disso, a quantidade de resíduos encaminhados à estação de transferência e os dados de custo inicial afetam o caminho ideal.

Chatzouridis e Komilis (2012) desenvolveram uma metodologia prática para designar se uma E.T. deve ser construída, otimizar a concepção e escolha do local para E.T. com fronteiras bem especificadas. A função objetivo foi uma equação não linear que minimiza custos de cobrança total. Também utilizaram o sistema de nós de origem, intermediários e finais.

Tabela 6- Dados de entrada e metodologia utilizada nas principais pesquisas.

Autor	Dados de entrada	Metodologia
Rahman e Kuby (1995)	Número total de nós 1*, 2* e 3*; quantidade de resíduo: 1, 2 e 3; custo de operação e manutenção dos veículos de coleta e custos trabalhistas; distância de: 1 até 3, 1 até 2 e 2 até 3; custo total da E.T.: construção, recuperação de capital, taxa de juros. Número total esperado de habitações que serão contra a instalação: unidades habitacionais no nó 1; probabilidade de oposição para a E.T. das pessoas que vivem nó 1.	Programa multiobjetivo linear misto
Bovea et al. (2007)	Impactos com o transporte de resíduos: consumo de combustível para caminhões de coleta e transferência; manutenção dos caminhões (lavagem dos contentores, mudança de óleo, substituição pneumáticos). Impactos na operação da E.T.: consumo de eletricidade; consumo de água.	Análise do Ciclo de Vida- com Métodos de Avaliação: Eco-Indicator 95, Eco-Indicator 99, EPS'00, CSERGE
Chang e Lin (1997)	Custo total com o transporte de resíduo, construção e operação da E.T.; produção de resíduos; renda total recuperada na E.T. (materiais e energia); renda domiciliar total com a reciclagem; recuperação de capital; taxa de juros.	Sistema de informação geográfica e modelo linear misto de programação
Komilis (2008)	Tempo global para o transporte, transferência e disposição final; número de nós 1*,2*,3*; produção de resíduos; carga por caminhão; tempo médio levado na coleta; velocidades médias; distância de: 1 até 3, 1 até 2 e 2 até 3, tempo na fila para a E.T. e para o aterro, custo total com o transporte, transferência e disposição final; horas do dia de funcionamento da E.T.; custo para construção, operação, manutenção e custo de depreciação da E.T.; custos trabalhistas.	Modelo linear misto de programação

Autor	Dados de entrada	Metodologia
Chatzouridis e Komilis (2012)	E.T. (custo para construção, operação, manutenção e custo de depreciação); veículos de coleta (custos de capital e operacional); custos trabalhistas; quantidade de resíduo coletado; custo do transporte dos resíduos para as E.T. ou para os aterros; número de nós 1*,2*,3*,distância de: 1 até 3, 1 até 2 e 2 até 3; carga por caminhão.	SIG e Programação binária
*: coleta (1), estação de transferência (2) e aterro sanitário (3)		

Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2013).

ESTUDOS REALIZADOS NO BRASIL

Bridi (2008), a fim de identificar a viabilidade de uma segunda estação de transferência, em um local já pré-determinado, no município de Porto Alegre, estado do Rio Grande do Sul, aplicou o método do centro de massa de geração de resíduo. Através da localização do centro geométrico de todos os setores de coleta do município, foram calculadas as distâncias percorridas por viagem pelos caminhões de coleta entre cada setor e a estação existente. Após a determinação dos centros geométricos, admitiu-se o centro de massa de cada setor de coleta ser coincidente com o centro geométrico. Após isso, foram relacionados os setores de coleta com a respectiva massa de RSU.

Como resultado, a autora identificou que, a estação de transferência atual e a estação proposta ficaram posicionadas muito próximas ao centro de massa da respectiva área de contribuição de resíduos, o que diminuiu o percurso dos caminhões de coleta entre os setores de coleta e a transferência. Comparando a quilometragem percorrida pela frota, observou-se uma redução de 29% utilizando a estação de transferência proposta pela autora.

Por outro lado, estudo realizado em território nacional, realizado por Poloni (2011), avaliou a viabilidade econômica de vários tipos de estação de transferência no município de Caxias do Sul, no estado do Rio Grande do Sul. Foram identificados os custos para a implantação, operação e manutenção de instalações, considerando duas situações:

- Cenário 1: estação sem compactação, com compactação simples e, com compactação por pistão;

- Cenário 2: estação sem compactação, com compactação simples e, com compactação por pistão. A diferença está na utilização de veículos de transferência menores que no cenário 1.

Foi identificado o custo para a implantação, operação e manutenção em todos os casos citados. Após, foi estimado como benefício da implantação do transporte indireto dos resíduos 10 %, ou seja, a receita será da estação de transferência até o aterro sanitário do município localizado a 45 km do mesmo. Dessa forma, foi apresentada a receita anual obtida pela estação com compactação por pistão do segundo cenário, pois a mesma apresentou-se mais de acordo com os atuais valores de mercado.

Por fim, foi realizada a análise de viabilidade econômica pelo método do Valor Presente Líquido (VPL) a partir de um fluxo de caixa que abrange a demanda financeira e os benefícios da redução de gastos num período de 21 anos (horizonte de projeto). A situação que apresentou o menor período de retorno, correspondendo a 8 anos, foi no cenário 2 opção sem compactação. Porém, todas as alternativas apresentadas foram viáveis considerando o horizonte do projeto estabelecido.

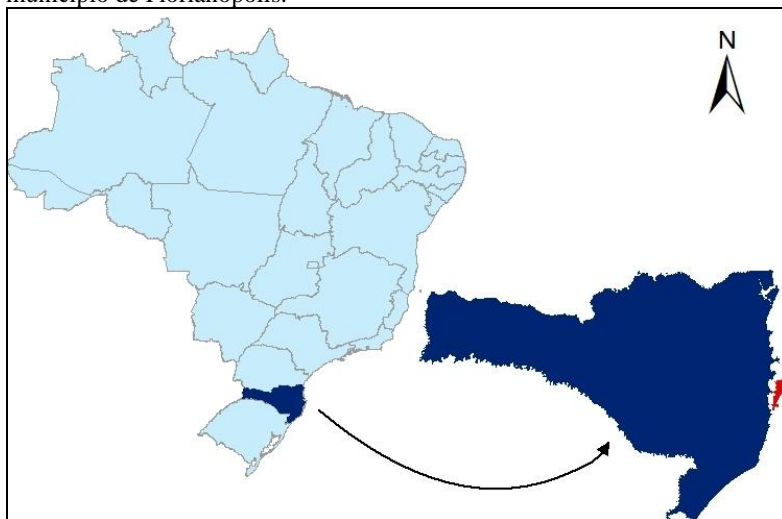
3 METODOLOGIA

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O município de Florianópolis é a capital do Estado de Santa Catarina, localizada na Região Sul do Brasil, como pode ser visualizado na Figura 15. O município ocupa uma área de 672 Km² (IBGE, 2010), e está entre as coordenadas UTM 6.968.969 m e 6.918.037 m de latitude sul e; 736.353 m e 761.306 m de longitude oeste.

Seu território é constituído por uma parte insular (ocupando 97% de sua área) e por uma parte continental (3% da sua área) (PMF, 2009). Segundo dados do censo IBGE (2010) a população residente no município é de 421.240 habitantes, possuindo uma densidade demográfica de 627 hab/Km².

Figura 15-Imagem com a localização do estado de Santa Catarina e do município de Florianópolis.



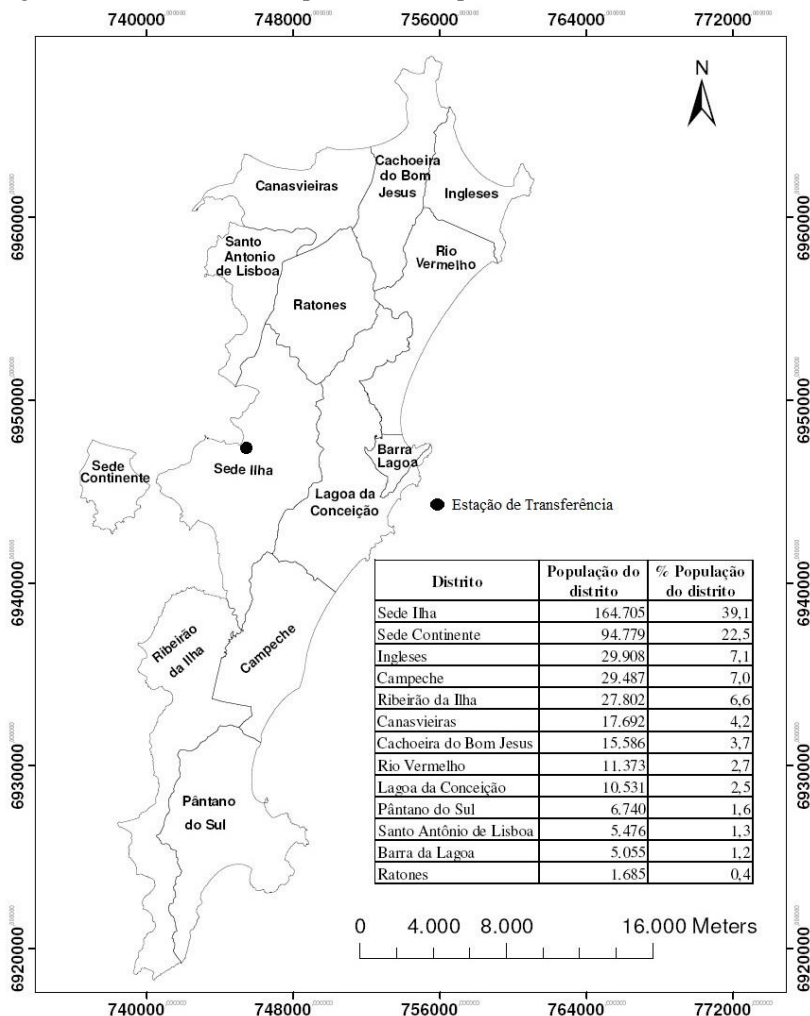
Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2013).

As áreas de expansão urbana perfazem 51% do território municipal e as áreas de preservação com uso limitado compreendem 7%. O município se destaca por possuir 42 praias, dunas, restingas e manguezais, razões pelas quais 42% do seu território estão consolidados como área de preservação permanente. (PMF, 2009).

A região insular de Florianópolis possui grande extensão latitudinal e é composta por morros, lagoas e como já dito possui dunas, manguezais etc. Tais características atuam como barreiras naturais e colaboram para tornar o município polinucleado e, dessa forma, dividido em vários distritos. A Figura 16 apresenta o nome e a localização dos 13 distritos que o município possui. A distribuição da população residente por distrito pode ser verificada na tabela inserida na Figura 16, em que se identifica que os distritos mais populosos são: Sede Ilha, Sede Continente, Ingleses e Campeche.

Florianópolis é uma cidade turística e balneária e, portanto, nos meses de verão, recebe um grande número de turistas. Esse fluxo de turistas concentra-se principalmente nas praias ao norte do município, seguidas das praias do leste e sul.

Figura 16-Distritos do Município de Florianópolis.



Fonte: Mapa modificado de IPUF (2010) e Tabela Censo IBGE (2010).

3.1.1 Sistema de coleta e transporte de resíduo sólido

A coleta de resíduos sólidos urbanos no município de Florianópolis é dividida nas seguintes categorias:

- Coleta convencional: recolhe os resíduos domiciliares, comerciais e públicos sem que haja uma prévia segregação após a geração. Nas ruas gerais e de fácil acesso (regulares) a coleta atende 100% da população com coleta porta-a-porta e considerando a população total no município atinge 98% da mesma (PMF, 2009).
- Coleta seletiva: recolhe os resíduos secos domiciliares, comerciais e públicos, contando para isso, com a segregação dos mesmos logo após a geração. Essa coleta atende cerca de 90% da população total do município e possui frequência semanal (COMCAP (a), 2010).
- Coleta com caixa brooks: Essa coleta acontece principalmente em morros e em ruas de difícil acesso, em que o caminhão da coleta não consegue subir a fim de recolher o resíduo. Nesses casos, os moradores levam os resíduos produzidos até o local onde a caixa brooks está estacionada. Estima-se que apenas 2% da população seja atendida por essa coleta. (PMF, 2009).
- Coleta d'olho: recolhe os resíduos provenientes de algum evento ou feira realizado pelo município.

O total coletado, por categoria de coleta no ano de 2010 pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 7- Total coletado no ano de 2010, por categoria de coleta, em Florianópolis.

Tipo da Coleta	Total Coletado (ton)	Total Coletado (%)
Convencional	142.914	92,3
Seletiva	7.566	4,9
Caixa Brooks	3.742	2,4
D'olho	643	0,4
Total	154.865	100

Fonte: COMCAP (a), 2010.

A Tabela 8 apresenta o tipo e o número total de veículos que a COMCAP possui e utiliza nas suas quatro categorias de coleta. Cada tipo de veículo recolhe os resíduos de uma ou mais categorias de coleta, sendo que o caminhão compactador atua na coleta convencional e

d'olho, o caminhão basculante na seletiva e por fim o poliguindaste na coleta brooks.

Tabela 8- Tipo e número de veículos da COMCAP para a coleta de RSU

Tipo do Veículo para a Coleta	Quantidade
Caminhão compactador	44
Caminhão basculante, carroceria ou baú	33
Caminhão poliguindaste	3
Total	80

Fonte: SNIS, 2010.

Considerando somente a coleta convencional, tem-se que esta é realizada através de 68 roteiros de coleta, em três turnos de trabalho, sendo: matutino (com início às 7h), vespertino (com início às 14h) e noturno (com início às 20h). (COMCAP (b), 2010).

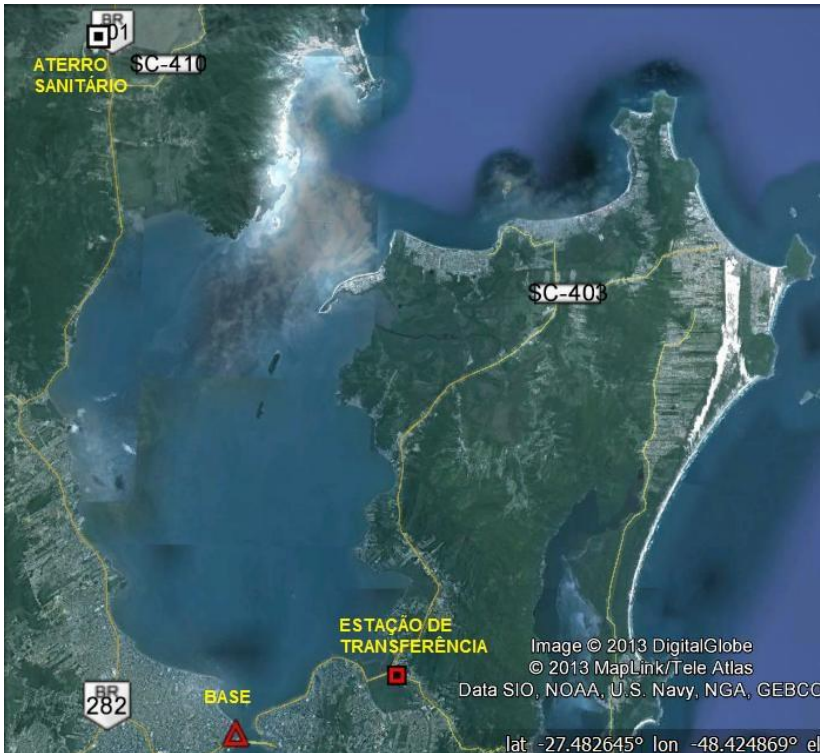
A COMCAP organiza seus roteiros da coleta convencional nos distritos onde ocorre a maior concentração de turistas no verão em: roteiros de alta temporada (de 15 de dezembro a 15 de março) e roteiros de baixa temporada (demais dias do ano).

Tem-se que os distritos que possuem esses roteiros diferenciados na alta temporada são: Barra da Lagoa, Cachoeira do Bom Jesus, Canasvieiras, Ingleses e Pântano do Sul. Geralmente nesses locais, durante a baixa temporada os roteiros têm frequência de três vezes na semana, passando para frequência diária na alta temporada.

Cada roteiro da coleta convencional é realizado por uma equipe composta de: um motorista e guarnição de três garis, com uso de um caminhão compactador. Porém, nos roteiros de coleta em áreas consideradas críticas durante a baixa temporada, e em todos os roteiros durante a alta temporada, a guarnição é composta por quatro garis. (COMCAP (b), 2010).

Com suas respectivas equipes, os caminhões coletores saem da base da COMCAP, no distrito Sede Continente, e seguem rumo aos locais de coleta. Ao atingir a capacidade máxima de carga do caminhão coletor, o motorista segue até o Centro de Transferência de Resíduos Sólidos (CTReS) no Itacorubi para realizar a pesagem do veículo e a transferência dos resíduos para as carretas da empresa que fazem o transporte até o aterro sanitário. Este, está localizado no município de Biguaçu, de propriedade de empresa privada, distante cerca de 40 km de Florianópolis. A Figura 17 identifica os locais citados.

Figura 17-Imagem com a localização do aterro sanitário, da base da COMCAP, e da ET no Itacorubi.



Fonte: Modificado de Imagem de Satélite Google Earth, 2013.

Outro destino para os resíduos, no caso para os resíduos inertes, é o aterro de inertes localizado no bairro Saco Grande, distrito Sede Ilha em Florianópolis e operado pela COMCAP. Esse aterro recebe resíduos de grande heterogeneidade de materiais, como: resíduo proveniente de reformas e obras de pequeno porte localizadas no município, materiais provenientes de grandes escavações e implosões de pedras de interesse público, podas, limpeza de valas, capinas, móveis eletrodomésticos. Sua inauguração ocorreu no ano 2000 e o término das atividades no fim do ano 2010. No ano seguinte a empresa iniciou um processo licitatório para a viabilização de um novo aterro de inertes.

Por fim, tem-se que alguns resíduos inertes e os resíduos provenientes da coleta seletiva, passam pela estação de transferência em funcionamento e após segregação, são reencaminhados ao processo produtivo.

3.1.2 Estação de Transferência de Resíduos Sólidos

Esta instalação está situada no local onde funcionou o antigo lixão da cidade, no bairro Itacorubi, possui o nome de Centro de Transferência de Resíduos Sólidos de Florianópolis (CTReS), e foi inaugurado no dia 5 de junho de 2000.

O local inclui um galpão onde é feita a descarga para transferência do resíduo da coleta convencional, com 600 m² de área construída e capacidade de operacionalizar 450 toneladas por dia. A estação é do tipo direta e com compactação, como pode ser visualizado na Figura 18. Tem capacidade para duas carretas estacionadas simultaneamente de capacidade de 22 toneladas cada uma, de dimensões 10,00m X 2,50 m e volume de carga de 40m³. Possui dois braços mecânicos, hidráulico-elétrico (tipo retro-escavadeira) com duas cabines para os operadores para acomodação e compactação das cargas (PMF, 2009).

Figura 18-ET atual: Plataforma de descarga dos resíduos e acomodação dos resíduos com braço mecânico.



Fonte: PMF (2009).

O galpão também conta com um sistema de lavação constante e de tratamento da água utilizada, amenizando efeitos indesejados do processo de transferência do resíduo, como o mau cheiro e proliferação de vetores de doenças, como insetos.

Os caminhões que coletam o resíduo reciclável, ao chegar no CTReS, também despejam o material coletado em uma carreta maior, ou seja, esse resíduo também passa por uma transferência. Esse processo ocorre ao ar livre e o caminhão proveniente da coleta sobe em uma rampa e despeja o resíduo na carreta estacionária localizada abaixo. Após preenchimento da carreta, o material é encaminhado à estrutura ao lado.

Essa estrutura é o Centro de Triagem de Materiais Recicláveis, com capacidade para a separação de 400 toneladas de resíduo seletivo

por mês e operado pela Associação dos Coletores de Materiais Reciclados (ACMR) que opera com 90 associados.

Em outro espaço aberto do CTReS é realizada a compostagem de resíduo orgânico proveniente de alguns restaurantes localizados no município e também da coleta da capina e poda. Tem-se que no ano de 2010 foram reciclados 100 toneladas de resíduos, estes que deixaram de ir para o aterro sanitário e se transformaram em composto.

Também ocorre na instalação, a segregação dos resíduos inertes provenientes da coleta de resíduos pesados e da limpeza de alguns terrenos baldios. Os objetos são separados segundo o material predominante que os compõe, sendo divididos principalmente em: madeira, plástico, ferro e papelão.

Recentemente foi inaugurado um Centro de Treinamento e Educação Ambiental, em prédio com 200 m², composto de vestiário, refeitório e sala para atendimento de escolares, comunidade e pessoal envolvido com o meio ambiente.

Por fim, nota-se que inicialmente essa instalação foi projetada somente a fim transferir o resíduo, tendo como destino final o aterro sanitário. Porém, crescentemente com o passar dos anos, a estação vem sendo utilizada como um local para transferência de resíduos já segregados também, como ocorre com os resíduos da coleta seletiva, da coleta dos orgânicos, de material pesado, pneus, vidros entre outros.

Após armazenamento, transformação (resíduos orgânicos) e nova separação (resíduos recicláveis) esses resíduos são reinseridos ao ciclo produtivo. A Tabela 9 mostra qual foi a destinação dos resíduos sólidos coletados em Florianópolis no ano de 2010.

Embora tenha sido pequena a porcentagem de resíduo reciclado, correspondendo a menos de 5% do total coletado, essa prática de utilizar a própria estação de transferência para a segregação dos resíduos tende a aumentar, pois vai de encontro aos objetivos tanto da Política como do Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos apresenta como um de seus instrumentos a reciclagem e a versão preliminar Plano Nacional de Resíduos Sólidos prevê como meta, a redução de resíduos recicláveis secos e úmidos dispostos em aterro sanitário.

Tabela 9- Destinação dos RSU coletados em Florianópolis, ano de 2010.

Destinação	Peso Médio Mensal (ton)	Peso Médio Mensal (%)
Aterro Sanitário	12.247	89,5
Aterro Inerte	812	5,93
Reciclagem- Coleta Seletiva	424	3,1
Reciclagem- Inertes	43	0,31
Reciclagem Outros (pneus, óleo)	42	0,31
Reciclagem-Orgânico	115	0,84
TOTAL	116	100

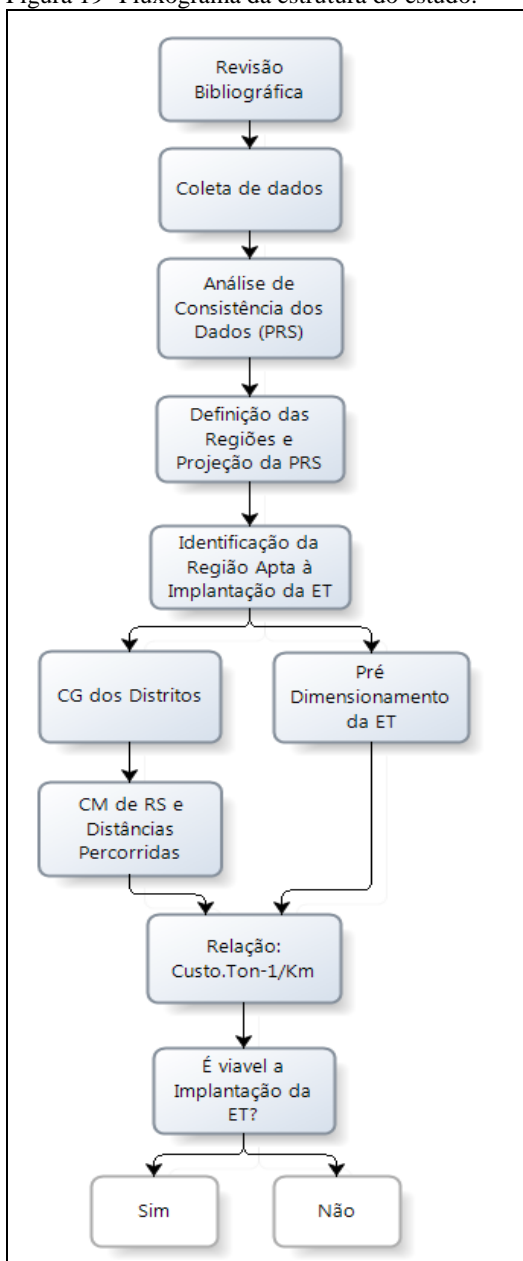
Fonte: COMCAP (a), 2010.

3.2 DESCRIÇÃO DA PESQUISA

3.2.1 Fluxograma da Pesquisa

Necessitando de poucos dados de entrada, esse estudo propõe a identificação da viabilidade de implantação de ET, através da comparação entre a distância percorrida *versus* custo/massa de RS transportado, do sistema atual e do proposto, para isso, seguirá o fluxograma da Figura 19.

Figura 19- Fluxograma da estrutura do estudo.

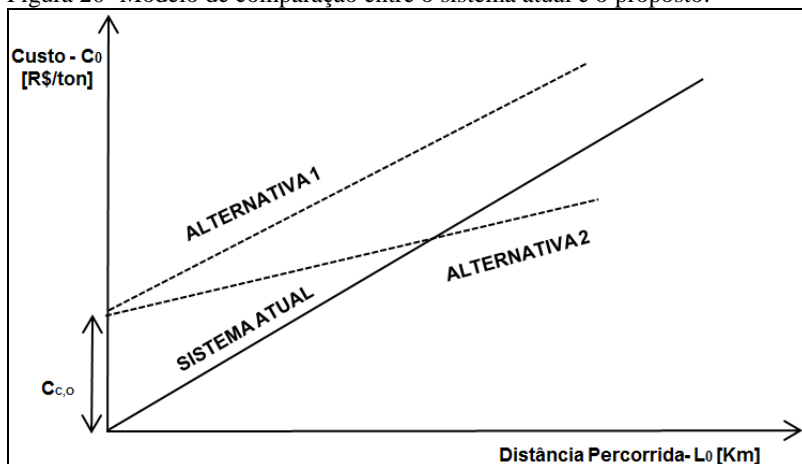


Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2013).

Foram identificados quais dados seriam coletados e qual a melhor forma de compilação e armazenamento dos mesmos. Após a coleta dos dados, seguindo o fluxograma apresentado, as etapas desenvolvidas foram:

- Análise da consistência dos dados: Os dados referentes à PRS por roteiro, ao longo de um determinado período de anos, foram agrupados por distrito e trabalhados estatisticamente a fim de se identificar a consistência dos mesmos. Também foram analisados os dados de custo com a coleta de resíduos sólidos.
- Definição das regiões e projeção na geração de RS: Com a consistência dos dados por distrito, foi realizado um agrupamento dos mesmos em regiões. Em seguida, com base na regressão linear dos dados de PRS por região, considerando a AT e BT, foi realizada a projeção na PRS ao longo do horizonte de projeto.
- Definição da região apta a ter ET: Utilizando a projeção da PRS por região ao longo do horizonte de projeto, foi estabelecida a região mais apta a ter uma nova ET.
- Pré-dimensionamento da ET: Desenvolvido um pré-projeto da estação observando aspectos como: área e tipo da estação de transferência necessária, quantidade de resíduos que serão recebidos no fim do horizonte de projeto e estimativa dos custos para a implantação e operação dessa instalação.
- CG dos distritos: Através do uso de um SIG, foi identificado o ponto (x,y) central de cada distrito.
- CM da PRS e distâncias percorridas: Acrescentando ao CG os dados da PRS por distrito, foi identificado o CM de PRS em cada região. Na sequência, determinadas as distâncias viárias percorridas entre o CM de cada região e as instalações (ET e AS).
- Custo por tonelada *versus* a distância percorrida: Identificação dos custos por massa e capacidade de carga dos caminhões de coleta e transporte. Por fim, essa análise identificou a viabilidade econômica da implantação da estação de transferência, através da comparação entre os custos *versus* a distância, do sistema atual e do sistema proposto, conforme metodologia adaptada proposta por US EPA (2002). Como resultado final dessa análise, elaborou-se um gráfico como o hipotético apresentado na Figura 20.

Figura 20- Modelo de comparação entre o sistema atual e o proposto.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2013).

Para serem determinadas as inclinações das retas apresentadas na Figura 20, primeiramente foram identificadas as distâncias percorridas (abscissa) e na sequência os custos/ton (ordenada do gráfico).

Cada sistema mostrado na figura representa a distância percorrida (em um sentido) e o custo/ton para todo o município. Esse estudo avaliou a viabilidade da implantação de ET de RS em uma única região de coleta do município. Dessa forma, as outras regiões do município permaneceram sem mudanças, ou seja, encaminhando seus RS para a ET em funcionamento.

No sistema atual, os custos com a operação da ET estão incluídos no custo total da coleta de RS, e portanto, o custo/ton inicial é zero. Nesse sistema, espera-se que a inclinação da reta seja superior ao proposto (alternativas 1 e 2). Isso deve ocorrer pois com a utilização da ET proposta, esse custo/ton acaba sendo menor do que no sistema atual, visto a transferência dos resíduos para caminhões com capacidade de carga grande (CCg). Também no sistema proposto, esse custo/ton inicial é diferente de zero, pois compreende o custo para construção e operação da ET proposta, não dependendo da distância percorrida.

Já a distância percorrida (L_0) identificada no gráfico, corresponde a distância viária entre o ponto de PRS com a ET, distância viária da ET até o AS e número de viagens para o transporte dos RS. Por sua vez, o número de viagens realizadas depende da massa de RS transportado (m) e da capacidade de carga do caminhão (CC).

Na alternativa 2, a implantação da ET é viável, pois a reta do “sistema atual” e da “alternativa 2” se cruzam, ou seja, a distância a partir da qual ter um estação de transferência na região analisada existe, como na metodologia citada por US EPA (2002). Na alternativa 1, tem-se que a implantação da instalação não é viável, pois as retas não se cruzam.

3.2.2 Equações Utilizadas

A fim de realizar o gráfico acima citado, primeiramente foram formuladas algumas hipóteses e equações. Como já citado, a distância percorrida depende, entre outros fatores, da distância viária entre o ponto de PRS com a ET. O ponto de PRS considerado foi o CM de cada região. Para a análise do CM por região, foram necessários os dados do CG e da massa de PRS por distrito na AT e BT, conforme pode ser identificado nas equações:

$$CM_X = \frac{\sum x_i \times m_i}{\sum m_i} \quad \text{e} \quad CM_Y = \frac{\sum y_i \times m_i}{\sum m_i} \quad (1)$$

Em que:

x_i : CG do distrito no plano x (km);

y_i : CG do distrito no plano y (km);

m_i = massa RS produzido por dia em cada distrito na AT e BT (ton/dia).

As seguintes hipóteses simplificadoras foram utilizadas:

- A PRS foi considerada uniforme em cada distrito;
- O CM de cada região permanece na mesma posição com o passar do tempo;
- A taxa de aumento anual da PRS varia entre as regiões, ou seja, o CM do sistema muda com o passar do tempo;
- O CM da situação atual e da proposta, para um mesmo ano, não mudam, variando somente o caminho percorrido nas duas situações.
- Para a realização da projeção na geração de RS foi utilizada uma série histórica de dados de PRS. Assim, não foram consideradas para a projeção de RS outras variáveis.

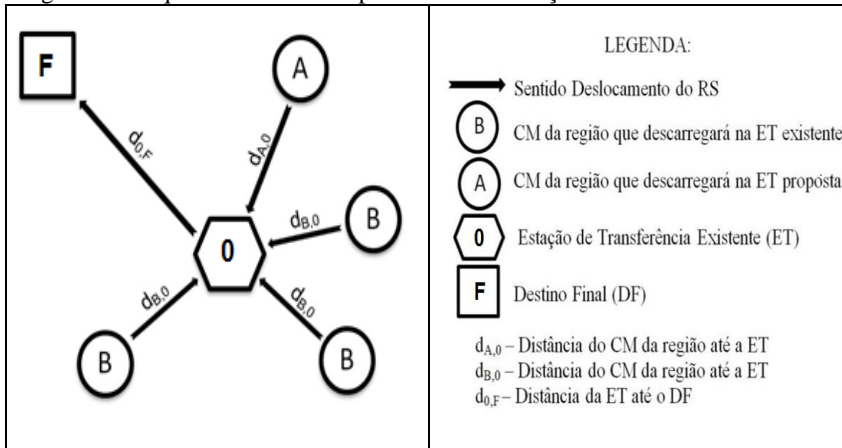
A distância percorrida no percurso total, que corresponde a abscissa do gráfico, é dividida em:

- Percurso Interno: Trajeto realizado pelos caminhões pequenos, ou seja, os caminhões da coleta. Esse percurso é do CM da região até a ET ($d_{A,0}^A$ e $d_{B,0}^B$).
- Percurso Externo: Trajeto realizado pelos caminhões grandes, ou seja, os caminhões do transporte. Esse percurso é da ET até o AS ($d_{0,F}^A$, $d_{0,F}^B$ e $d_{A,F}^A$).

3.2.2.1 Situação Atual

Foi estabelecida como Situação Atual, a opção em que o sistema permanece sem mudanças, ou seja, somente com uma ET no município, tanto para início quanto para o fim do projeto. Para a determinação da distância percorrida no percurso interno e externo, considerando a situação atual deve-se primeiramente entender as variáveis discriminadas na Figura 21.

Figura 21- Esquema da distância percorrida na situação atual.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2013).

Conforme as equações a seguir irão mostrar, os índices que aparecem em algumas variáveis representam:

- Índice superior: região de produção dos resíduos sólidos;

- Índices inferiores: ponto de partida (centro de massa da região ou estação de transferência) e o ponto de destinação (estação de transferência ou aterro sanitário) dos resíduos sólidos.

A distância total percorrida na situação atual será definida pela equação:

$$L_0 = m_A \times \left\{ \frac{d_{A,0}^A}{cc_P} + \frac{d_{0,F}^A}{cc_G} \right\} + m_B \times \left\{ \frac{d_{B,0}^B}{cc_P} + \frac{d_{0,F}^B}{cc_G} \right\} \quad (2)$$

Em que:

L_0 = distância percorrida em um sentido (km);

m_A = massa de RS da região que na situação proposta descarregará na ET proposta (ton);

m_B = massa de RS da região que na situação proposta continuará a descarregar na ET atual (ton);

cc_P = capacidade do caminhão pequeno (ton);

cc_G = capacidade do caminhão grande (ton);

$d_{A,0}^A, d_{B,0}^B, d_{0,F}^A, d_{0,F}^B$ = distância viária -analisar índices superiores e inferiores- (km).

Para a determinação da ordenada do gráfico na situação atual, ou seja, do custo/ton referente ao percurso interno e externo, foi considerada a seguinte equação:

$$C_0 = \frac{(L_{A,0}^A + L_{B,0}^B)}{(L_{A,0}^A + L_{B,0}^B + L_{0,F}^A + L_{0,F}^B)} \times C_{PI} + \frac{(L_{0,F}^A + L_{0,F}^B)}{(L_{A,0}^A + L_{B,0}^B + L_{0,F}^A + L_{0,F}^B)} \times C_{PE} \quad (3)$$

Em que:

C_0 = custo por massa do percurso interno e externo (R\$/ton);

$L_{A,0}^A, L_{B,0}^B, L_{0,F}^A, L_{0,F}^B$ = distância percorrida (km); analisar índices superiores e inferiores.

C_{PI} = custo por massa do percurso interno (R\$/ton);

C_{PE} = custo por massa do percurso externo (R\$/ton).

Essa equação pode ser reescrita de forma resumida da seguinte forma:

$$C_0 = \frac{(L_{PI} \times C_{PI}) + (L_{PE} \times C_{PE})}{(L_{PI} + L_{PE})} \quad (4)$$

Em que:

C_0 = custo por massa do percurso interno e externo (R\$/ton);

C_{PI} = custo por massa do percurso interno (R\$/ton);

C_{PE} = custo por massa do percurso externo (R\$/ton);

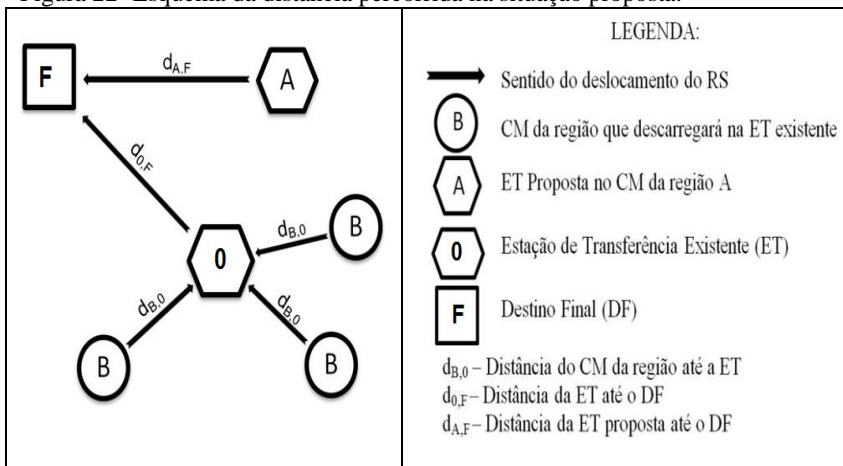
L_{PI} = distância percorrida no percurso interno (km);

L_{PE} = distância percorrida no percurso externo (km).

3.2.2.2 Situação Proposta

A Situação Proposta analisa a viabilidade da implantação de uma segunda ET no município (localizada na região do município mais apta a tê-la) tanto para o momento presente quanto para o futuro. A fim de identificar a distância percorrida na situação proposta, deve-se analisar o esquema apresentado na Figura 22.

Figura 22- Esquema da distância percorrida na situação proposta.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2013).

Nota-se que nesse caso, a PRS da região A já é encaminhada para o DF, visto que está sendo proposta uma ET no CM dessa região. Dessa forma, a expressão correspondente a distância interna percorrida em A é nula. A distância percorrida nesse caso é:

$$L_0 = m_A \times \left\{ \frac{d_{A,0}^A}{cc_P} + \frac{d_{A,F}^A}{cc_G} \right\} + m_B \times \left\{ \frac{d_{B,0}^B}{cc_P} + \frac{d_{0,F}^B}{cc_G} \right\} \quad (5)$$

Em que:

L_0 = Distância Percorrida (km);

m_A = massa de RS da região que na situação proposta descarregará na ET proposta (ton);

m_B = massa de RS da região que na situação proposta continuará a descarregar na ET existente (ton);

cc_P = capacidade do caminhão pequeno (ton);

cc_G = capacidade do caminhão grande de transporte (ton);

$d_{B,0}^B, d_{A,F}^A, d_{0,F}^B$ = distância viária -analisar índices superiores e inferiores- (km).

Para a identificação dos custos nesse caso, a expressão utilizada foi:

$$C_0 = C_{I,0} + \frac{(L_{A,0}^A + L_{B,0}^B)}{(L_{A,0}^A + L_{B,0}^B + L_{0,F}^A + L_{0,F}^B)} \times C_{PI} + \frac{(L_{0,F}^A + L_{0,F}^B)}{(L_{A,0}^A + L_{B,0}^B + L_{0,F}^A + L_{0,F}^B)} \times C_{PE} \quad (6)$$

Em que:

C_0 = custo por massa do percurso interno e externo (R\$/ton);

$C_{I,0}$ =custo por massa para implantação e operação da ET proposta (R\$/ton);

$L_{A,0}^A, L_{B,0}^B, L_{0,F}^A, L_{0,F}^B$ = distância percorrida - analisar índices superiores e inferiores- (km).

C_{PI} = custo por massa do percurso interno (R\$/ton);

C_{PE} = custo por massa do percurso externo (R\$/ton).

Essa equação pode ser substituída por:

$$C_0 = C_{I,O} + \frac{(L_{PI} \times C_{PI}) + (L_{PE} \times C_{PE})}{(L_{PI} + L_{PE})} \quad (7)$$

Em que:

C_0 = custo por massa do percurso interno e externo (R\$/ton);

$C_{I,O}$ = custo por massa para implantação e operação da ET proposta (R\$/ton);

C_{PI} = custo por massa do percurso interno (R\$/ton);

C_{PE} = custo por massa do percurso externo (R\$/ton);

L_{PI} = distância percorrida no percurso interno (km);

L_{PE} = distância percorrida no percurso externo (km).

3.2.3 Atividades Realizadas

3.2.3.1 Coleta de Dados

Os dados que serviram de base para o presente estudo foram obtidos junto à diretoria técnica da COMCAP e contemplam informações necessárias para se identificar/realizar: massa de RS coletado por distrito durante os anos de 2003 a 2010; projeção na PRS por região ao longo do horizonte de projeto estabelecido; CM da PRS por região de coleta de RS e; dados de custos com a coleta.

Para a realização das três primeiras atividades, foi identificado como é realizado o armazenamento dos dados referentes à coleta RS. Identificou-se que o motorista da coleta registra diariamente em uma planilha impressa: número do veículo; nome do motorista; quantidade de indivíduos na guarnição; quilometragem de transporte e tempo gasto; quilometragem e tempo de coleta; quilometragem total percorrida e tempo; peso de resíduos coletado; tempo em que o veículo ficou parado. Observa-se que mensalmente esses dados são compilados em uma nova planilha que contém as seguintes informações (Figura 23): nome do roteiro; tempo e quilometragem despendidos com a coleta, com o transporte e com a descarga do resíduo na estação de transferência e; peso de resíduo coletado.

Figura 23- Planilha mensal com os dados da coleta convencional.

Roteiro	Transporte		Coleta		Descarga	Total		Peso
	KM	Horas	KM	Horas	Horas	KM	Horas	
B3N	589	14:29	327	46:17	2:39	916	63:25	204.560
B5N	370	12:46	397	47:05	3:09	767	63:00	234.490
B7N	0	0:00	0	0:00	0:00	0	0:00	0
BS2V	-4.029	16:08	298	45:13	5:24	-3.731	66:45	127.940
BS3V	355	16:22	220	42:12	4:13	575	62:47	109.830
C1DN	1.051	39:15	516	81:30	46:30	1.567	167:15	322.050
C2DN	1.163	38:23	393	76:39	8:10	1.556	123:12	413.340
C2N	310	7:25	458	40:45	2:35	768	50:45	159.450
C3DN	974	27:34	441	83:50	8:26	1.415	119:50	427.130
C4DN	871	38:24	581	108:53	5:35	1.452	152:52	429.490
C5DN	747	19:48	618	93:20	7:53	1.365	121:01	356.680
C6DN	813	24:27	797	94:30	10:38	1.610	129:35	321.940
C7DN	0	0:00	0	0:00	0:00	0	0:00	0

Fonte: COMCAP, 2010.

Dessa forma, uma vez gerados, os dados são organizados por tipo de coleta (convencional, seletiva, caixa brooks e d'olho). Com relação à análise temporal dos dados, tem-se que o primeiro ano a possuir esse sistema de monitoramento por planilhas foi 2001. Porém, só no ano de 2003 o sistema passou a contar com informações de todos os roteiros de coleta do município.

Considerando que a coleta convencional, no ano de 2010 correspondeu a aproximadamente 92% do total coletado, esse tipo de coleta foi o escolhido para análise no trabalho. Também devido a essa consideração, ao longo do trabalho, considerou-se que os dados da coleta convencional são equivalentes ao da PRS. Ademais a coleta seletiva não envolve somente a COMCAP. Identifica-se que a coleta desse resíduo é realizada em partes pelos catadores de rua de material reciclável, que mascaram o valor produzido. Dessa forma, torna-se difícil avaliar a real quantidade desse resíduo reciclável.

Também, a fim de se atingir o objetivo da projeção na PRS ao longo do horizonte de projeto, optou-se por trabalhar com as planilhas da coleta convencional com periodicidade mensal, durante os anos de 2003 a 2010.

Por fim, os únicos dados que não foram obtidas informações do ano de 2010, foram os referentes aos custos da coleta convencional. A diretoria técnica da COMCAP forneceu dados de custo da coleta convencional dos meses de agosto e setembro do ano de 2011. Dessa forma, foi identificada a massa total coletada em cada um desses meses e realizada a relação de custo por tonelada.

3.2.3.2 Análise da Consistência dos Dados de Coleta de Resíduos Sólidos

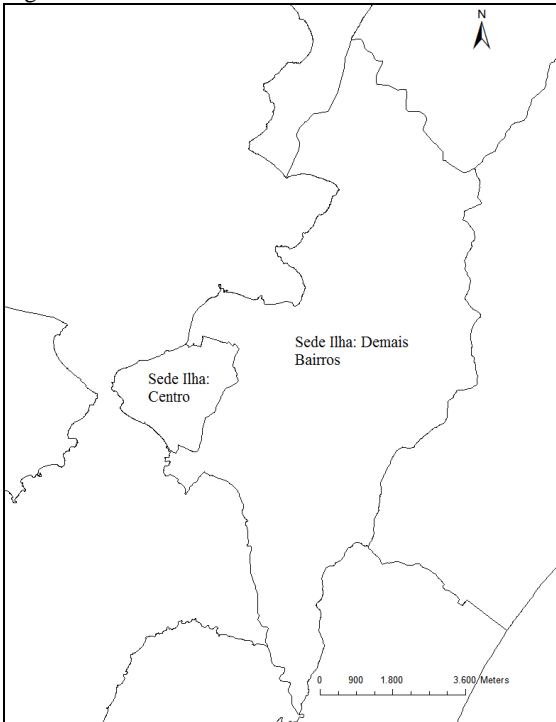
Com a finalidade de ser identificado o itinerário e desta forma o distrito que cada roteiro percorre, foram analisados mapas dos roteiros de coleta bem como um documento da COMCAP que indica o percurso dos roteiros nos anos de 2003 a 2010.

O centro do município de Florianópolis localiza-se mais próximo da saída da ilha do que a estação e transferência atual. Assim, para posterior análise dos dados, o distrito Sede Ilha foi separado em duas partes como mostra a e a Figura 24.

Tabela 10- Divisão do distrito Sede Ilha.

Sede Ilha bairro Centro
Sede Ilha demais Bairros: Córrego Grande, Itacorubi, João Paulo, Monte Verde, Saco Grande, Santa Monica, Trindade, Agrônômica, Costeira do Pirajubaé, José Mendes, Pantanal e Saco dos Limões.

Figura 24- Divisão do Distrito Sede Ilha.



Fonte: Modificado de IPUF (2010).

Alguns roteiros não possuem um itinerário específico, como exemplo, pode-se citar o roteiro que coleta os resíduos gerados em todo o município referente às festas do carnaval. Como o objetivo do trabalho é avaliar a PRS por distrito, e considerando que não foi possível identificar nesses casos a quantidade coletada em cada distrito, esses roteiros foram excluídos da análise. A Tabela 11 identifica a massa e a porcentagem dos roteiros que não tem itinerário específico e que foram excluídos dessa análise. Nota-se que a média dos valores excluídos em todos os anos foi de 0,55%, não representando dessa forma uma perda estatisticamente significativa de dados.

Tabela 11-Quantidade e porcentagem de resíduo que não possui itinerário específico.

Ano	Peso total (ton)	Peso dos roteiros que não tem itinerário definido (ton)	Relação: peso rot. excluídos/ peso total (%)
2003	111.094	412	0,37
2004	113.637	325	0,29
2005	114.537	568	0,50
2006	120.075	325	0,27
2007	127.174	576	0,45
2008	132.649	611	0,46
2009	137.365	1.167	0,85
2010	142.463	1.718	1,20

Identificou-se que aproximadamente 15% dos roteiros percorrem mais de um distrito. Com base no mapa da coleta de RS, nesses casos foi identificada a porcentagem percorrida pelo roteiro em cada distrito. Como exemplo apresenta-se a Tabela 12, que corresponde ao roteiro L8MD que percorreu os distritos da Barra da Lagoa e da Lagoa da Conceição no ano de 2010.

Tabela 12- Divisão do roteiro L8MD entre os distritos da Barra da Lagoa e da Lagoa da Conceição.

Distrito	Roteiro	Roteiro percorrido no distrito	Total coletado no distrito
Lagoa da Conceição	L8MD	90%	2,9 ton
Barra da Lagoa	L8MD	10%	0,33 ton

Após essas considerações, esses dados puderam ser agrupados mensalmente por distrito e não mais por roteiro. Tem-se que cada distrito foi designado por uma sigla. Na sequência foi realizada a análise estatística desses dados através do programa Statistica 8.0.

3.2.3.3 Regionalização dos Distritos

Os distritos foram agrupados de modo a definir regiões relativamente homogêneas em seu interior e diferentes entre si. Essa regionalização dos distritos levou em consideração os seguintes fatores:

- Regiões limítrofes: Foi considerada a proximidade geográfica entre os distritos com identificação de possíveis barreiras naturais entre eles.
- Produção de resíduos sólidos: Através da análise de agrupamento dos distritos na forma de dendograma com a utilização do programa Statistica 8.0. Essa análise utiliza a regra do vizinho mais distante, em que, as distâncias entre os agrupamentos são determinadas pela maior distância entre dois objetos nos diferentes grupos. A similaridade entre as séries temporais de produção de RS por distrito foi avaliada pela distância euclidiana, que calcula simplesmente a distância geométrica entre dois objetos no espaço multidimensional.
- Variação sazonal na produção de resíduos sólidos: variação na PRS ao longo dos meses de um mesmo ano através do programa Statistica 8.0.
- Proximidade dos distritos com a ET em funcionamento no Itacorubi.

3.2.3.4 Projeção na Geração de Resíduos Sólidos

Considerando uma delimitação inicial para o horizonte de projeto, foi analisado o proposto por Costa (2005), ou seja, de 10 a 20 anos. De posse desse dado, foi contatada a diretoria técnica da COMCAP, onde estes indicaram que, devido a grande dinâmica do município, uma estimativa de geração de resíduos superior a 15 anos pode ficar muito afastada da realidade. Dessa forma, o horizonte de projeto considerado para o sistema proposto é de 15 anos.

Após determinado o horizonte de projeto, trabalhou-se inicialmente por identificar a geração per capita ao longo dos anos de 2003 a 2010, para na sequência ser realizada a projeção da geração per capita de RS ao longo do horizonte de projeto. Para ser identificada a geração per capita precisa-se basicamente de dois dados: PRS e; população residente e flutuante.

Para os dados de população foram considerados inicialmente o estudo de autoria de Paulo Campanário, intitulado “Florianópolis: Dinâmica Demográfica e Projeção da População por Sexo, Grupos Etários, Distritos e Bairros (1950-2050)”, produzido no ano de 2007

para o IPUF (Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis), com o objetivo de subsidiar a elaboração do Plano Diretor Participativo do município. O mesmo estudo também foi utilizado na elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

O estudo desenvolvido por Paulo Campanário baseou-se principalmente no modelo Evadan, para os cálculos demográficos. Segundo o autor, para a realização deste estudo foram aplicadas diferentes técnicas divididas em várias etapas.

Dois aspectos trabalhados no estudo de Campanário são importantes para essa pesquisa, a citar: projeção da população por distrito e projeção da população flutuante.

A fim de determinar a população flutuante por distrito, Campanário utilizou dados da coleta de RS referente ao ano de 2006. Foi realizada uma comparação entre a quantidade de resíduo produzido em janeiro (mês de maior produção) com a média da produção dos meses de maio a setembro do referido ano.

O valor da diferença percentual entre esses dois períodos foi o utilizado para a estimativa da população flutuante de cada distrito no ano de 2006. Para os próximos anos, a taxa de crescimento foi a mesma utilizada na projeção da população residente.

Como já mencionado, os dados de geração de RS utilizados nesse trabalho são mensais, dessa forma, utilizou-se os dados populacionais do estudo de Campanário com a mesma periodicidade. Como exemplo do resultado desse estudo, considerando a população residente e população total (residente e flutuante), apresenta-se a e a Tabela 14.

Realizando a análise dos dados referentes à PRS per capita por distrito, durante os anos de 2003 a 2010, identificou-se que a maioria dos padrões apresentados não ficou dentro do esperado. Pôde-se notar que a geração per capita variou significativamente ao longo dos meses de um mesmo ano (Figura 25). Isso ocorreu principalmente nos distritos com expressiva população flutuante, em que a geração per capita diminuiu consideravelmente durante a AT, indicando que o estudo de Campanário superestimou a população flutuante.

Tabela 13- Estimativa da população residente no município de Florianópolis em 2010.

Distrito	População por mês (mil habitantes)			
	Jan	Abr	Ago	Dez
Sede Ilha: Centro	41,9	42,2	42,7	43,2
Sede Ilha: Demais	162,6	163,7	165,4	167,0
Continente	101,6	101,8	102	102,2
Barra da Lagoa	7,4	7,4	7,5	7,5
Cachoeira do Bom Jesus	26,4	26,5	26,7	26,8
Campeche	34,7	35,0	35,5	35,9
Canasvieiras	31,3	31,5	31,7	31,9
Inglese	39,8	40,0	40,4	40,7
Lagoa da Conceição	17,5	17,6	17,8	18,0
Pântano do Sul	9,3	9,3	9,4	9,4
Ratones	4,8	4,9	4,9	5,0
Ribeirão da Ilha	27,1	27,1	27,2	27,2
Rio Vermelho	14,0	14,1	14,3	14,5
Sto. Antônio de Lisboa	7,4	7,4	7,5	7,5
Total	525,7	528,7	532,8	536,8

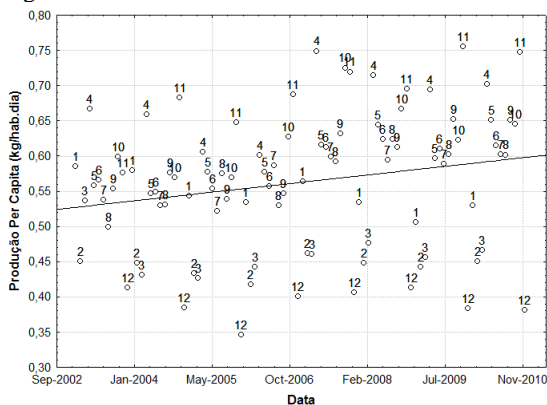
Fonte: Modificado de Campanário (2007).

Tabela 14- Estimativa da população residente e flutuante no município de Florianópolis em 2010.

Distrito	População por mês (mil habitantes)			
	Jan	Abr	Ago	Dez
Sede Ilha: Centro	43,3	42,2	42,7	44,6
Sede Ilha: Demais bairros	177,9	163,7	165,4	182,3
Continente	111,3	101,8	102,0	111,9
Barra da Lagoa	16,6	7,4	7,5	16,7
Cachoeira do Bom Jesus	82,0	26,5	26,7	82,3
Campeche	44,8	35,0	35,5	46,0
Canasvieiras	128,0	31,5	31,7	128,5
Ingleses	104,8	40,0	40,4	105,7
Lagoa da Conceição	35,0	17,6	17,8	35,4
Pântano do Sul	12,0	9,3	9,4	12,1
Ratones	5,8	4,9	4,9	6,0
Ribeirão da Ilha	34,8	27,1	27,2	35,0
Rio Vermelho	19,9	14,1	14,3	20,5
Sto. Antônio de Lisboa	9,1	7,4	7,5	9,2
Total	825,3	528,7	532,8	836,3

Fonte: Modificado de Campanário (2007).

Figura 25- Geração per capita utilizando o estudo Campanário no distrito de Ingleses.



Dessa forma, optou-se por realizar a projeção na geração de RS ao longo do horizonte de projeto, somente com os dados da própria produção de resíduo durante os anos de 2003 a 2010. Tentou-se realizar essa projeção da PRS por distrito, porém o resultado não se mostrou estatisticamente significativo, assim, trabalhou-se com a projeção da PRS por região.

Como já mencionado, nos distritos com fluxo de turistas, a PRS aumenta durante a AT, alcançando seu pico em janeiro. Assim, foi realizada uma projeção na geração de RS para a BT e outra para a AT. Os dados de entrada utilizados foram:

- Na BT: média diária da produção de RS, por distrito, durante os meses de abril a novembro de cada ano.
- Na AT: geração de RS diário por distrito, no mês de janeiro de cada ano. Após, relação entre os meses de dezembro, fevereiro e março com o mês de janeiro do mesmo ano.

A região mais apta a ter a nova estação de transferência foi a que apresentou os maiores valores de PRS na projeção ao longo do horizonte de projeto estabelecido. Foram considerados principalmente os dados da projeção na AT, visto representar o pico anual na PRS da maioria das regiões.

3.2.3.5 Pré-Dimensionamento da Estação de Transferência

Inicialmente, para o pré-dimensionamento da ET, foi identificado no estudo de Costa (2005), que o tipo de ET mais utilizado no Brasil é indireta (com acumulação de RS) e com compactação. Para esse estudo foi utilizado esse tipo, sendo que a compactação escolhida foi por pistão.

O pré-dimensionamento da ET teve como base o estudo de Poloni (2011), visto o grande detalhamento técnico do referido projeto nessa área. Já os dados referentes à capacidade operacional da ET foram obtidos através da projeção na PRS realizada no presente estudo, para tanto, foi utilizado o maior valor de produção diária de RS ao longo do horizonte de projeto. Os demais cálculos para o dimensionamento da ET foram obtidos através da, já citada, capacidade operacional da mesma. Com relação à análise financeira da instalação, foram utilizados os mesmos custos unitários adotados por Poloni (2011).

A fim de projetar o custo *versus* tonelada referente à construção da ET foi verificada a massa total de RS que será transbordada ao longo dos 15 anos projetados (2011-2025).

Para a identificação do custo de operação da instalação, também foi utilizado como base o estudo de Poloni (2011). Foi verificada a

relação entre o custo para a construção da ET proposta e o custo para a construção da ET de Poloni (2011). O valor obtido nessa relação foi multiplicado pelo custo de operação da ET de Poloni (2011) e assim obtido o custo para operar a ET proposta.

Por fim, foi estimado o custo de operação com a relação à massa de RS que a ET receberá. Como os dados de operação são anuais, foi considerada também a produção de RS anual do primeiro ano do horizonte de projeto (2011). Esse valor foi considerado constante para os outros anos (2012 a 2025), pois se acredita que os custos irão aumentar (no mínimo a inflação), porém a quantidade de RS recebida na ET também aumentará, o que resulta em um custo por massa quase estacionário.

3.2.3.5 Centro de Massa da Geração de Resíduos

Foi obtido o mapa digital do município de Florianópolis junto ao Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF) com a delimitação dos bairros e distritos.

Trabalhou-se com o mapa no programa SIG Arcgis 9.3. Através do comando *features to point* foi identificado o centro geométrico de cada distrito em coordenadas UTM. Com a utilização da equação apresentada no item 3.2.2, foram localizados os centros de massa das regiões, em coordenadas x e y na alta e baixa temporada. No programa Arcgis 9.3 tem-se que: tais coordenadas foram localizadas espacialmente no mapa; todas essas camadas (*layers*) foram georreferenciadas no sistema de projeção WGS 84 e; através do comando *Map to kml* essas camadas foram exportadas para o programa *Google Earth*.

Por fim, no programa Google Earth através da opção Rota foram identificados: distâncias entre os centros de massa das regiões e a ET; distância entre o CM da região apta a ter ET e o AS e; distância entre a ET e o AS. Em alguns casos, os centros de massa localizaram-se fora de rotas viárias, assim, foram utilizadas as menores distâncias em linha reta entre o CM e a rota viária e após o caminho continuou na rota viária.

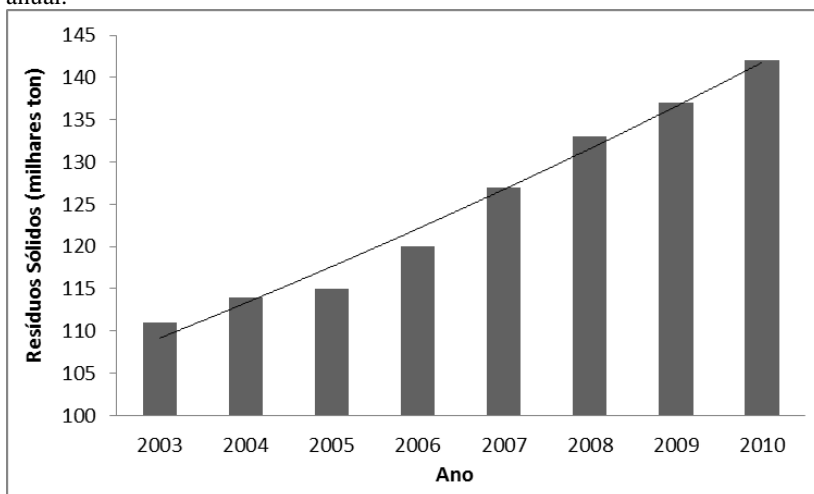
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA DOS DADOS

Inicialmente foi identificada a quantidade coletada de RSU provenientes da coleta convencional ao longo dos anos de análise no município de Florianópolis. O anexo A apresenta essa quantidade de RSU por roteiro de coleta.

A Figura 26 apresentada a quantidade coletada em toneladas durante os anos de 2003 a 2010. Nota-se um percentual médio de aumento correspondente a 3,6%, sendo que o menor crescimento pode ser verificado do ano de 2004 para 2005, em que o não chegou a 1%. Em contrapartida esse valor chegou ao seu pico do ano de 2006 para 2007, com um crescimento de quase 6%.

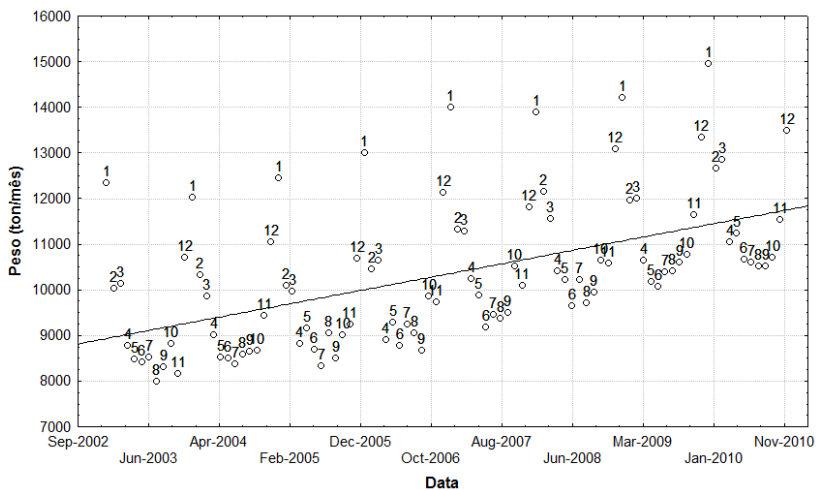
Figura 26- PRS em Florianópolis, anos de 2003 a 2010, com periodicidade anual.



Na Figura 27, apresentam-se os mesmos dados, porém com periodicidade mensal através do gráfico de linhas. A reta crescente mostrada no gráfico representa a linha de tendência na PRS ao longo dos anos analisados. Os números apresentados no gráfico correspondem ao mês em questão, começando no número 1 (janeiro) e finalizando em 12 (dezembro). Nota-se que, além do crescimento na PRS ao longo dos anos, tem-se uma expressiva variação sazonal dessa produção em um

mesmo ano. Essa variação sazonal é consequência da população flutuante nos meses da alta temporada.

Figura 27- PRS em Florianópolis, ano de 2003 a 2010, com periodicidade mensal.



Como esperado, ao analisar o comportamento da PRS por distrito, percebem-se grandes diferenças entre eles no que diz respeito ao total produzido, à taxa de crescimento na PRS ao longo do tempo, e às variações sazonais. O primeiro exemplo apresentado, na Figura 28, é do distrito da Cachoeira do Bom Jesus. Este apresenta pequeno aumento na PRS ao longo dos anos, identificado pela linha de tendência, porém possui grande variação sazonal na produção.

O segundo distrito é Ribeirão da Ilha (Figura 29), que mostra elevado crescimento na PRS no decorrer do tempo, chegando a quase duplicar de valor. Também é identificada variação sazonal, porém não tão acentuada como no primeiro caso apresentado. O último exemplo apresentado é do bairro Centro localizado no distrito Sede Ilha (Figura 30). Nesse caso, a PRS mensal é bastante superior à produção dos outros dois distritos. Quanto à variação sazonal, esta também ocorre, porém em menor escala e com comportamento diferente, geralmente apresentando aumento da PRS no mês de dezembro e diminuição no mês de fevereiro.

Figura 28- PRS no distrito da Cachoeira do Bom Jesus, de 2003 a 2010.

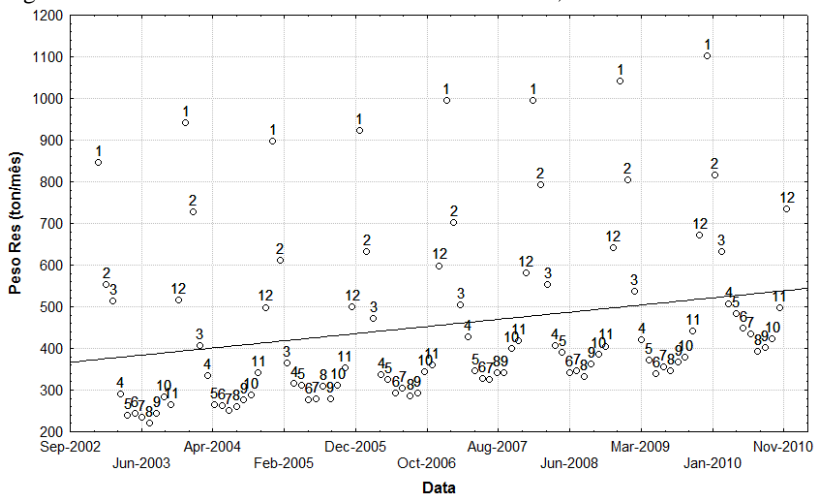


Figura 29- PRS no distrito do Ribeirão da Ilha, de 2003 a 2010.

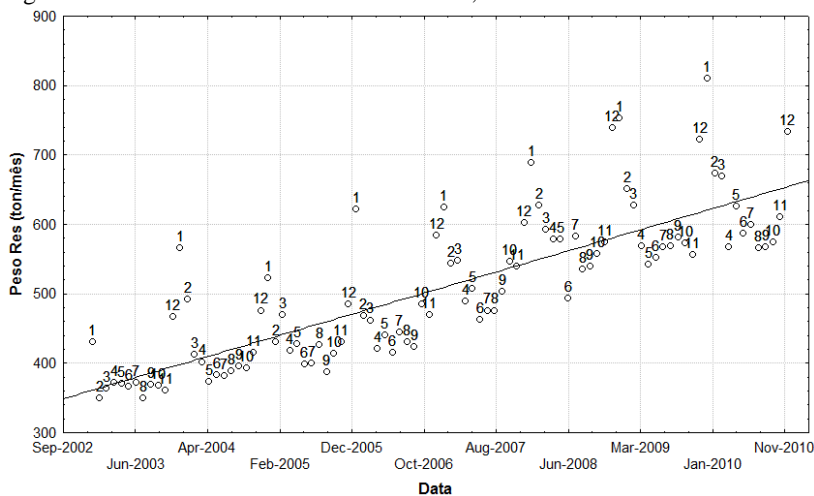
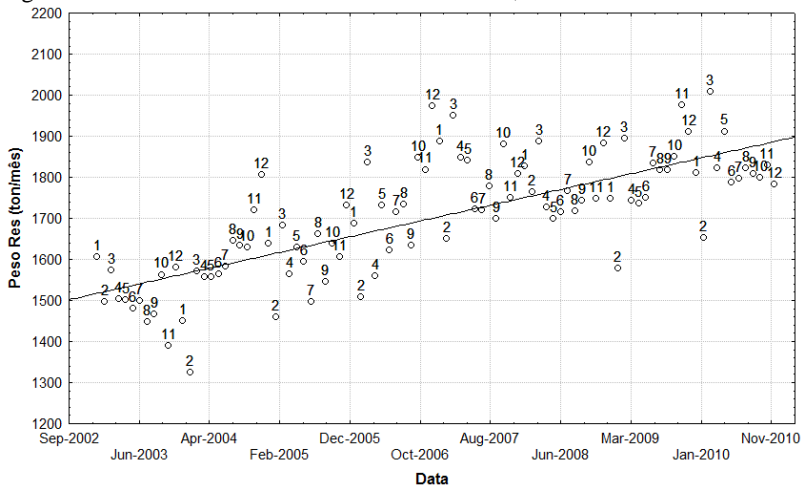


Figura 30- PRS no distrito Sede Ilha: bairro centro, de 2003 a 2010.



Por fim, ao analisar todos os gráficos de linhas dos distritos, constatou-se consistência nos dados, porém com a presença de alguns pontos extremos. A fim de reduzir esses pontos extremos, ampliando a escala de observação, e como já mencionado na metodologia, para agrupar os distritos que apresentam características semelhantes, optou-se por regionalizar os distritos seguindo os critérios apresentados na metodologia.

4.2 REGIONALIZAÇÃO DOS DISTRITOS

Para melhorar a análise visual dos dados, os distritos foram designados por siglas, conforme segue na .

Tabela 15- Designação dos distritos por siglas.

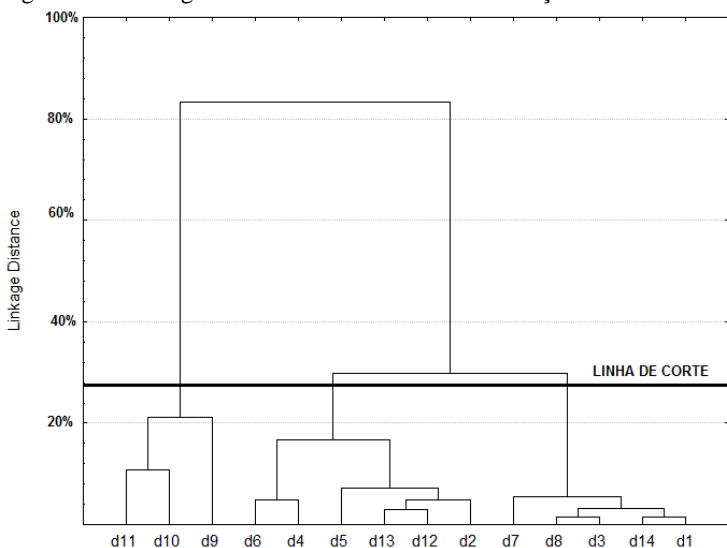
Nome do Distrito	Sigla	Nome do Distrito	Sigla
Barra da Lagoa	D1	Santo Antônio de Lisboa	D8
Lagoa da Conceição	D2	Sede Ilha: Demais Bairros	D9
Rio Vermelho	D3	Sede Ilha: Centro	D10
Inglese	D4	Sede Continente	D11
Cachoeira do Bom Jesus	D5	Campeche	D12
Canasvieiras	D6	Ribeirão da Ilha	D13
Ratones	D7	Pântano do Sul	D14

Ao analisar o gráfico de linhas de cada distrito do município, percebem-se três padrões de tendência considerando a variação sazonal:

- Com grande variação nos meses da alta temporada: a produção de resíduo nesses distritos em média triplica na alta temporada, visto que, esses locais recebem o maior aporte turístico do município, principalmente no mês de janeiro. Fazem parte desse grupo: D4, D5 e D6.
- Com média variação nos meses da alta temporada: a produção desses distritos aumenta na alta temporada, porém não tão significativamente quanto na categoria anterior. A maioria dos distritos do município se enquadra nessa categoria.
- Com pequena variação positiva ou negativa nos meses da alta temporada: esses são os distritos mais centrais do município. Esses locais possuem alta densidade demográfica o ano todo, devido a moradias residenciais, comerciais e também escolas e universidades. Por isso, as localidades que pertencem a essa categoria, tendem a aumentar ou a diminuir um pouco a produção na alta temporada. Os locais desse grupo são: D9, D10 e D11.

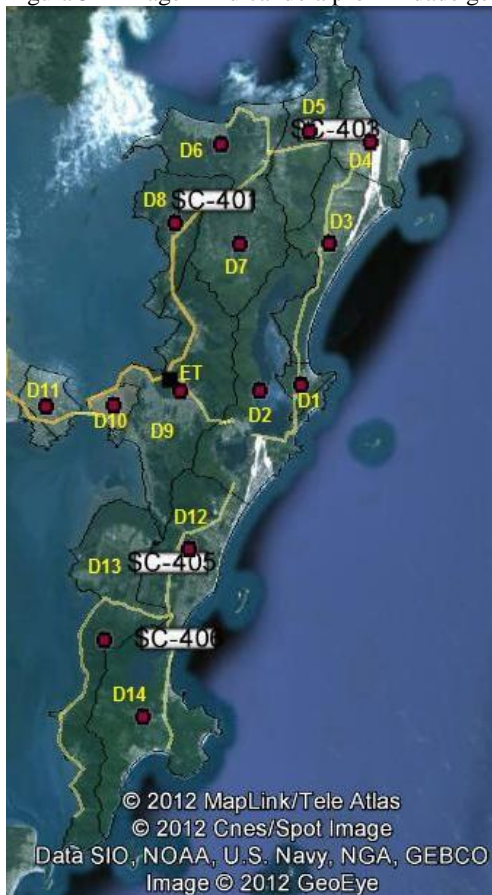
A análise estatística para a verificação da proximidade entre os distritos considerou: o total da PRS por mês e a variação dessa produção ao longo dos meses (ou seja, considerando a variação sazonal). O resultado pode ser observado no dendograma apresentado na Figura 31. Ao aplicar-se uma linha de corte no local indicado na figura tem-se que os distritos foram agrupados em: D11, D10 e D9; D6, D4, D5, D13, D12 e D2; D7, D8, D3, D14 e D1.

Figura 31- Dendograma: análise estatística da correlação entre os distritos.



A última análise feita, a fim de agrupar os distritos, foi da proximidade geográfica entre: os distritos e; entre os distritos e a ET do Itacorubi. A apresenta a localização dos centros geométricos dos distritos e a localização da ET. Analisando a Figura 32, juntamente com o sistema viário do município, pode-se identificar que fazem parte da mesma região: D1 e D2; D4, D5 e D6; D7 e D8; D12, D13 e D14. Ao analisar a proximidade geográfica, os distritos D9, D10 e D11 fazem parte da mesma região, porém ao considerar-se também a localização da ET, optou-se por separar o D9 (distrito da ET). Isso pois, no caso dos RS, a produção em D10 e D11 já está mais próxima da saída do município em direção ao AS. Ou seja, considerou-se para a formação das regiões, que os RS de D10 e D11 não retrocedem em direção a ET para depois saírem em direção ao AS. Ao analisar a proximidade geográfica juntamente com a localização da ET o distrito D9 é agrupado com D7 e D8. Por fim, nota-se que D3, considerando também o sistema viário, está próximo tanto da região D1 e D2 quanto da região D4, D5, D6.

Figura 32- Imagem indicando a proximidade geográfica entre distritos e a ET.



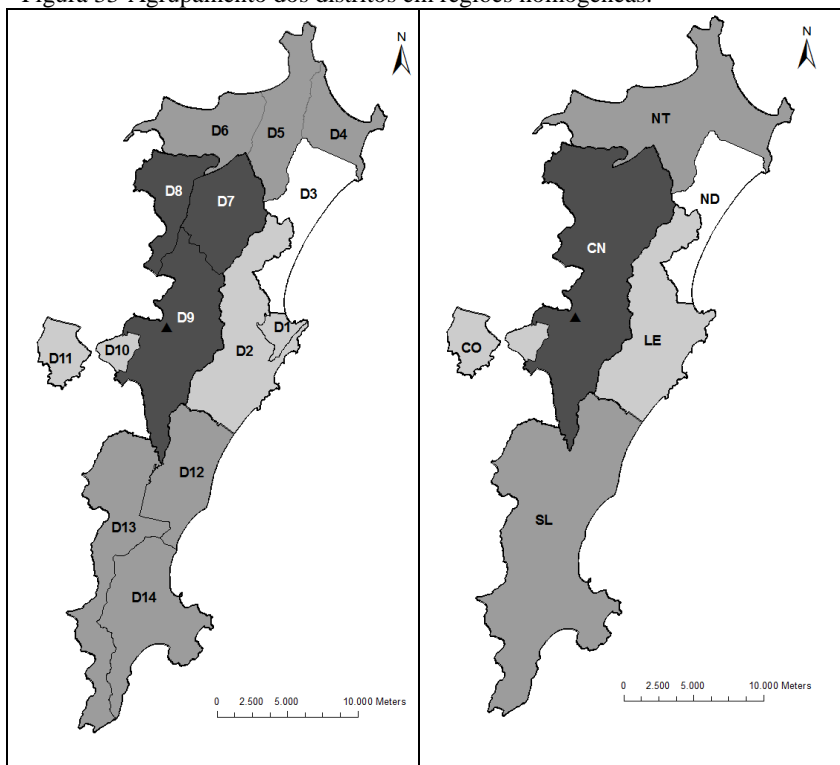
Fonte: Modificado de Imagem de Satélite Google Earth, 2012.

O agrupamento final dos distritos em regiões levou em consideração os parâmetros já citados e pode ser identificado na Tabela 16 e na Figura 33, que apresentam o nome das regiões e os distritos pertencentes a cada região.

Tabela 16-Agrupamento dos distritos em regiões homogêneas.

Sigla	Região	Distritos
LE	Leste	D1 e D2
ND	Nordeste	D3
NT	Norte	D4, D5 e D6
CN	Sede Ilha: demais bairros/ Noroeste	D7, D8 e D9
CO	Sede Ilha: centro/ Continental	D10, D11
SL	Sul	D12, D13 e D14

Figura 33-Agrupamento dos distritos em regiões homogêneas.



4.3 PROJEÇÃO NA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Utilizou-se os dados de PRS durante os anos de 2003 a 2010, a fim de ser estabelecida uma projeção na geração de RS até o ano de 2025, aplicando-se a metodologia já descrita. Como já mencionado, inicialmente foi feita a projeção considerando os dados de PRS por distrito. Porém, esses não se mostraram estatisticamente significativos. Assim, passou-se para a análise da PRS por regiões, as mesmas já discriminadas no item 4.2.

Considerando a produção média diária de RS na BT, apresentam-se na os valores encontrados por ano, em cada região.

Tabela 17- Valores médios diários de PRS na BT, por região nos anos de 2003 a 2010.

Região	PRS (ton/dia)							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
LE	16,7	16,5	16,7	17,4	18,7	20,9	21,9	22,2
ND	4,6	5,5	5,8	5,9	6,1	6,1	6,9	9,1
NT	38,3	42,5	44,1	47,2	53,7	55,4	59,2	61,6
CN	77,7	73,8	75,3	77,1	80,6	86,6	90,7	92,7
CO	108,9	114,4	114,1	117,4	122,1	124,5	126,9	126,8
SL	31,6	33,8	35,7	37,8	40,9	41,2	43	45,3

A fim de realizar a projeção na PRS, com base nos valores acima apresentados, realizou-se a regressão linear, identificando para cada região o seu nível de significância (*p-level*) e o coeficiente de determinação (R^2). Na regressão linear, os valores da variável x são expressos em ano e y em ton/dia. O valor obtido na regressão linear representa, para o ano em análise, o valor diário médio de produção de resíduo naquela região durante os meses da BT. Os valores obtidos podem ser verificados na Tabela 18. Identifica-se que as regiões SL, CO e NT apresentam as melhores correlações entre as variáveis x e y. Nota-se que todos os valores encontrados são considerados estatisticamente significativos.

Tabela 18-Estimativa linear da PRS na BT, por região nos anos de 2003 a 2010.

Região	Regressão Linear	p-level	R²
LE	$y=0,942x - 1.871,8$	0,0003	0,90
ND	$y=0,476x - 949,9$	0,0039	0,78
NT	$y= 3,418x - 6.808,2$	0,0000	0,99
CN	$y= 2,698x - 5.332,6$	0,0016	0,83
CO	$y=2,663x - 5.223,1$	0,0000	0,95
SL	$y= 1,922x - 3.817,0$	0,0000	0,99

Para os valores da AT, representados por janeiro, mês que apresenta o pico de geração de resíduos, os valores obtidos encontram-se na Tabela 19.

Tabela 19- Valores diários de PRS em janeiro, por região nos anos de 2003 a 2010.

Região	PRS (ton/dia)							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
LE	30,7	31,0	32,1	32,5	34,4	32,9	34,4	35,1
ND	6,6	6,8	6,6	7,1	8,6	8,1	8,9	9,2
NT	113,5	120,7	124,3	130,4	142,6	139,3	139,4	147,3
CN	87,4	78,6	75,6	82,6	88,8	85,5	93,4	103,7
CO	118,0	108,2	115,4	122,8	128,2	126,2	125,1	132,0
SL	50,5	45,2	49,9	52,7	56,9	61,8	60,5	63,6

A regressão linear desses valores é observada na Tabela 20. Pode ser identificado que todos os resultados ficaram dentro do aceitável estatisticamente, exceto nas regiões CO e CN. Nota-se que como já esperado, nessas regiões, não vem ocorrendo aumento expressivo na PRS em janeiro, somente ocorre variações em torno do valor médio. Dessa forma, nessas regiões não serão utilizados os valores encontrados na regressão linear e sim os valores das médias da região. Os valores das médias aritméticas bem como do desvio padrão dessas regiões, são apresentados na Tabela 21.

Tabela 20-Regressão linear da PRS em janeiro, por região nos anos de 2003 a 2010.

Região	Regressão Linear	p-level	R²
LE	$y=0,625x - 1.221,4$	0,0007	0,87
ND	$y=0,417x - 829,5$	0,0006	0,88
NT	$y=4,604x - 9.107,1$	0,0003	0,90
CN	$y=2,667x - 5.264,6$	0,0359	0,55
CO	$y=2,621x - 5.138,0$	0,0102	0,70
SL	$y=2,479x - 4.918,4$	0,001	0,85

Tabela 21-Média na PRS e Desvio Padrão das regiões CN e CO, em ton/dia, nos anos de 2003 a 2010.

Região	Média	Desvio Padrão
CN	87	8
CO	122	7

Os valores de PRS obtidos nos meses de dezembro, fevereiro e março não estão discriminados nas tabelas acima. Foi verificada a relação de cada um desses meses com o mês de janeiro (mês que na maioria dos casos apresenta o maior valor na alta temporada). Com a finalidade de uma possível identificação desses valores, essas tabelas são apresentadas no apêndice A.

Por fim, pôde ser estimada a PRS por região, na AT (representado por janeiro) e BT, durante o horizonte de projeto. Os resultados podem ser identificados na Tabela 22 e na Tabela 23.

Tabela 22 - Projeção da PRS até 2025 na BT.

Região	2011		2015		2020		2025	
	t/dia	%	t/dia	%	t/dia	%	t/dia	%
LE	23,2	6,3	26,9	6,4	31,6	6,6	36,4	6,7
ND	8,4	2,3	10,3	2,5	12,7	2,7	15,1	2,8
NT	65,6	17,7	79,3	19,0	96,4	20,1	113,5	21,0
CN	93,9	25,4	104,7	25,0	118,2	24,7	131,7	24,4
CO	131,4	35,5	142,0	34	155,3	32,4	168,6	31,3
SL	47,3	12,8	55,0	13,2	64,6	13,5	74,2	13,8
Total	369,8	100,0	418,2	100,0	478,8	100,0	539,5	100,0

Tabela 23- Projeção da PRS até 2025 em Janeiro.

Região	2011		2015		2020		2025	
	t/dia	%	t/dia	%	t/dia	%	t/dia	%
LE	35,8	7,5	37,6	7,3	41,4	7,4	44,5	7,3
ND	9,6	2,0	11,3	2,2	13,4	2,4	15,5	2,5
NT	153,0	31,9	171,4	33,2	194,4	34,5	217,4	35,7
CN	86,9	18,1	86,9	16,9	86,9	15,4	86,9	14,3
CO	122,0	26,7	122,0	25,6	122,0	24,6	122,0	23,6
SL	66,3	13,8	76,2	14,8	88,6	15,7	101,0	16,6
Total	478,9	100,0	515,5	100,0	562,8	100,0	609,3	100,0

Analisando as tabelas identifica-se que:

- Na baixa temporada: As regiões CO e CN, em todos os anos estudados são respectivamente, a maior e a segunda maior responsável pela PRS, porém suas participações com relação ao total produzido diminuem com o tempo. As regiões NT e SL são respectivamente, a terceira e quarta maiores produtoras de RS e suas participações aumentam com o tempo. Por último, têm-se as regiões LE e ND, que são a quinta e última maior produtoras respectivamente, tem-se que suas participações aumentam um pouco com o tempo.
- Na alta temporada: Nessa análise, tem-se como maior produtora ao longo do horizonte de projeto, a região NT. A participação dessa região com relação ao total produzido no município aumenta com o tempo. A região CO, inicia e finaliza como segunda maior produtora, porém tem sua participação reduzida. A região SL passa de quarta maior produtora, em 2011, para terceira em 2025. Já a região CN passa de terceira para quarta maior produtora. As regiões que produzem a menor quantidade diária de RS em todos os anos, em ordem decrescente são: LE e ND.

4.4 REGIÃO APTA A POSSUIR ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA

A fim de ser identificada a melhor região do município a ser contemplada com uma nova estação de transferência de resíduos sólidos, foram utilizados como base os resultados da projeção na geração de resíduos sólidos até o ano de 2025.

Nesse aspecto, considerando a projeção de PRS para a AT, tem-se que a região NT terá a maior produção no município em todos os anos do horizonte de projeto, ficando com o terceiro lugar na BT. Nota-se que, tanto na AT quanto na BT, a sua participação na PRS aumenta. Dessa forma, essa é a região mais apta a ter uma ET para os resíduos sólidos ali gerados.

Embora a região nordeste não apresente os mesmos padrões de sazonalidade anual na geração de resíduos e nem tampouco possua algum roteiro em comum com a região norte, estas duas regiões são limítrofes. Sendo assim, a ET proposta para a região NT também receberá os resíduos da região ND. Essas duas regiões contribuirão na AT com quase 40% e na BT com aproximadamente 25% da PRS de Florianópolis no ano de 2025.

Dando prosseguimento a análise da projeção da produção de resíduos, identifica-se que, embora diminua a participação da região CO na PRS, esta contribuirá consideravelmente com o total produzido no município. Identifica-se que, na BT será a maior produtora de resíduos em todos os anos analisados (mais de 30% dos RS do município em 2025), ficando com o segundo lugar na AT (quase 25% dos RS de Florianópolis em 2025).

Nota-se a importância da análise dessa região em particular, sob a ótica da logística na transferência dos resíduos sólidos. Como já foi apresentado, a ET atual fica na parte insular do município e o aterro sanitário no município de Biguaçu, ou seja, fora da ilha. Da forma atual, os RS coletados na região CO, que já estão próximos da saída do município, retrocedem em direção à ET para depois seguirem ao aterro sanitário. Com uma ET nessa região, isso não aconteceria mais. Outro fator importante, é que, diferentemente da coleta em outras regiões da ilha, a coleta de resíduos na região Sede Ilha: Centro é noturna, não sofrendo o intenso tráfego que ocorre durante o dia no acesso ao continente.

Sendo assim, a outra análise de viabilidade será de uma ET localizada na região CO. Por fim, a Tabela 24 apresenta de forma resumida, as regiões em que será avaliada a possibilidade de terem ET.

Tabela 24- Identificação das regiões que poderão ser atendidas por novas ET.

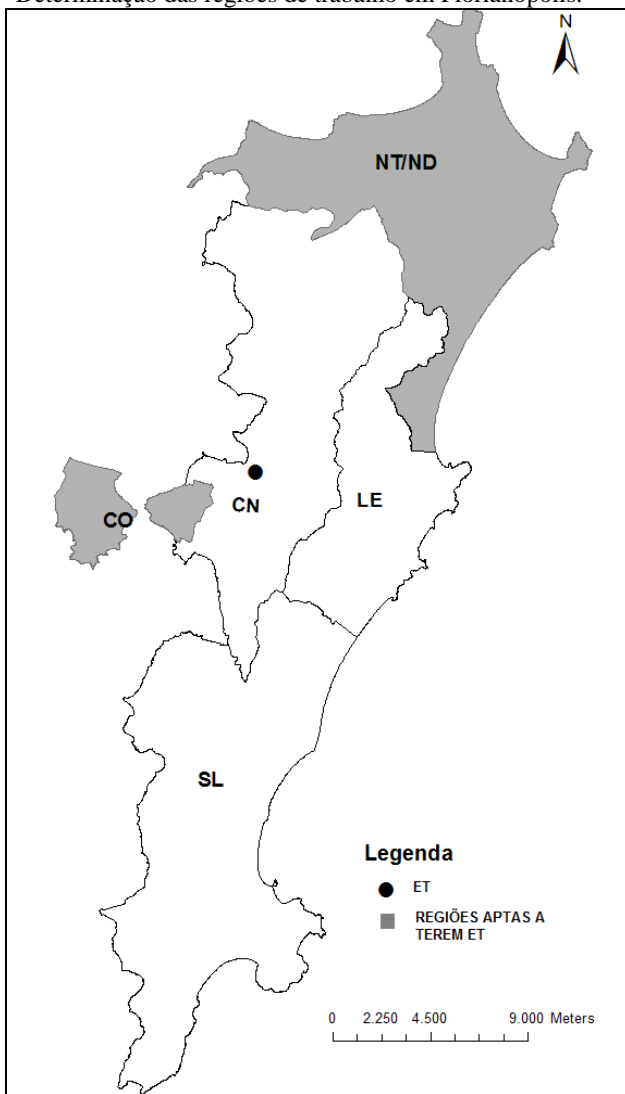
Estação de Transferência (1): Região Norte e Nordeste (NT e ND)
Estação de Transferência (2): Região Continental/Central: bairro centro (CO)

Nota-se importante registrar que foram identificados os seguintes aspectos:

- Região CN: tem a segunda maior produção de resíduos na BT, ficando com a quarta posição na AT. Porém, é nessa região que está inserida a ET hoje em funcionamento, não necessitando dessa forma de outra instalação com a mesma finalidade;
- Região SL: terá um aumento considerável na geração de RS. Sendo interessante um estudo futuro para identificar a viabilidade de uma ET nessa região.

O mapa da Figura 34 identifica o agrupamento dos distritos por regiões que serão utilizados nesse trabalho, com a identificação das regiões que serão analisadas a viabilidade de ET.

Figura 34- Determinação das regiões de trabalho em Florianópolis.



4.5 PRÉ-DIMENSIONAMENTO E CUSTO POR TONELADA DA ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA

Foi realizado o pré-dimensionamento das duas estações de transferência nas regiões previamente selecionadas, a saber: NT/ND e CO.

As capacidades operacionais das estações de transferência foram determinadas com base no dia de maior produção de RS ao longo do horizonte de projeto. Na Tabela 25 pode-se identificar o valor da maior produção de resíduos bem como a data que se projeta que essa produção irá ocorrer.

Tabela 25- Produção máxima diária de RS nas regiões aptas a terem ET

Região	Maior produção de RS (ton/dia)	Data
NT/ND	233	Janeiro de 2025
CO	169	Baixa Temporada 2025

Dessa forma, a ET na região NT/ND foi projetada para receber 233 ton/dia de resíduos e a ET na região CO poderá receber 169 ton/dia.

Após, foi possível realizar o dimensionamento com análise de custo das instalações, considerando: o tipo de serviço a ser executado, valor unitário e valor total de cada item enumerado. O dimensionamento da ET na região NT/ND pode ser visualizado na Tabela 26 e da região CO na Tabela 27.

Tabela 26- Pré-Dimensionamento da ET da região NT/ND.

ITEM	SERVIÇOS	UNI	QNTD	CUSTO UNIT(R\$)	CUSTO TOTAL(R\$)
1	ÁREA				
1.1	Compra da Área	m ²	7.000	80	560.000
1.1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1.1	Remoção de Vegetação	m ²	7.000	0,21	1.470
1.1.1.2	Limpeza da Área	m ²	7.000	0,23	1.610
1.1.1.3	Terraplanagem	m ²	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	m ²	1.000	648	648.000
1.3.1.2	Piso Estrutural	m ²	2.150	70	150.500
1.3.2	Silo de Descarga				
1.3.2.1	Escavação	m ³	1.040	3,9	4.056
1.3.2.2	Concreto Armado	m ³	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	m ²	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	m ²	25	130	3.250
1.6	OFICINA DE MANUTENÇÃO				
1.6.1	Área	m ²	150	130	19.500

1.7	INSTALAÇÕES DE APOIO				
1.7.1	Cercamento				
1.7.1.1	Cercamento com tela de alambrado	m ²	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	m ²	36	1.080	38.880
1.7.6	Escritório				
1.7.6.1	Área Construída	m ²	120	1.080	129.600
1.7.6.2	Equipamentos de infor. e mobiliário	unid.	1	50.000	50.000
1.7.7	Estacionamento	m ²	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

Tabela 27- Pré-Dimensionamento da ET da região CO

ITEM	SERVIÇOS	UNI	QNTD	CUSTO UNI(R\$)	CUSTO TOTAL(R\$)
1	ÁREA				
1.1	Compra da Área	m ²	6.000	80	480.000
1.1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1.1	Remoção de Vegetação	m ²	6.000	0	1.260
1.1.1.2	Limpeza da Área	m ²	6.000	0	1.380
1.1.1.3	Terraplanagem	m ²	6.000	0	2.880
1.1.2	Licenciamentos Ambientais	vb			188.584
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	m ²	700	648	453.600
1.3.1.2	Piso Estrutural	m ²	1.600	70	112.000
1.3.2	Silo de Descarga				
1.3.2.1	Escavação	m ³	750	4	2.925
1.3.2.2	Concreto Armado	m ³	11	850	9.350
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	m ²	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	m ²	25	130	3.250
1.6	OFICINA DE MANUTENÇÃO				
1.6.1	Área	m ²	113	130	14.690

1.7	INSTALAÇÕES DE APOIO				
1.7.1	Cercamento				
1.7.1.1	Cercamento com tela de alambrado	m ²	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	5	221
1.7.2.2	Árv. médio porte	unid.	35	7	228
1.7.2.3	Árv. grande porte	unid.	24	8	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	m ²	36	1.080	38.880
1.7.6	Escritório				
1.7.6.1	Área Construída	m ²	120	1.080	129.600
1.7.6.2	Equipamentos de infor. e mobiliário	unid.	1	50.000	50.000
1.7.7	Estacionamento	m ²	120	300	36.000
1.7.8	Instal. contra incêndios e raios	unid.	25	100	2.500
				TOTAL	2.007.589
TOTAL (acrescido de fator de segurança de 10%)					2.208.348

O custo de implantação das estações com relação à massa total de RS recebido durante os 15 anos de projeto pode ser identificado na Tabela 28.

Tabela 28- Custo por massa para a implantação das ET.

Região	Massa de RS recebida (ton)	Custo por massa (R\$/ton)
NT/ND	636.036	4,03
CO	770.997	2,86

Nota-se que, embora sendo maior o valor máximo diário de resíduos da ET NT/ND com relação à CO, a massa total de resíduos recebida na segunda ET será maior. Isso ocorre devido à sazonalidade no recebimento de resíduos na ET NT/ND ao longo de um ano (alcança o pico em janeiro, diminuindo nos outros meses), fato que não ocorre na região CO.

Os custos totais anuais com operação das instalações, a massa de RS recebida no primeiro ano do projeto, e os custos por massa são apresentados na Tabela 29. Mais uma vez, nota-se que o custo total da ET NT/ND é superior à CO, pois tem maior capacidade operacional. Já a massa de resíduos recebida ao longo do ano é maior na segunda ET. Identifica-se que nas duas regiões, o custo/ton para a operação da ET se mostrou em torno de 4,5 vezes superior ao custo/ton para a construção da mesma. Assim conclui-se que, o custo/ton para operar a ET, é um dado mais importante para a determinação da viabilidade da ET do que o custo/ton para a sua construção.

Tabela 29- Custo por massa para operação das ET.

Região	Custo de operação(R\$)	Massa de RS recebida (ton)	Custo por massa (R\$/ton)
NT/ND	622.083	32.606	19,08
CO	536.026	47.502	11,28

O custo por massa para construção e operação da ET NT/ND será de aproximadamente R\$23/ton e para a ET CO será de R\$14/ton.

4.6 CENTRO GEOMÉTRICO, CENTRO DE MASSA DE RS E DISTÂNCIAS VIÁRIAS

O primeiro dado obtido foram as coordenadas UTM correspondentes ao centro geométrico de cada distrito. O resultado, na forma de imagem, já foi mostrado no item 4.2. Os valores dessas coordenadas e a PRS por distrito podem ser visualizados na Tabela 30.

Tabela 30- CG e massa de RS produzida por distrito

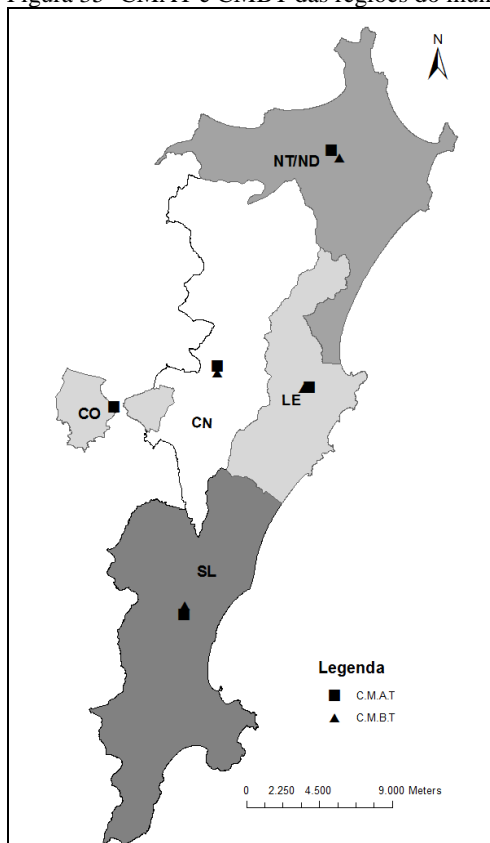
Distrito	CG WGS 84 (UTM)		PRS 2010 (ton/dia)	
	X (m)	Y (m)	BT	AT
D1	753.490	6.946.800	5,5	13,9
D2	750.985	6.946.450	16,7	21,2
D3	755.117	6.955.370	9,1	9,2
D4	757.553	6.961.490	26,4	55,5
D5	753.850	6.962.120	14,8	36,7
D6	748.506	6.961.300	20,5	55,1
D7	749.692	6.955.270	3,2	3,7
D8	745.776	6.956.530	7,4	12,4
D9	746.183	6.946.360	82,0	87,6
D10	742.159	6.945.470	60,3	60,3
D11	738.062	6.945.380	66,4	71,7
D12	746.812	6.936.860	20,0	25,3
D13	741.732	6.931.320	19,3	26,1
D14	744.108	6.926.710	6,0	12,1
TOTAL			357,8	491,0

Na sequência foram calculados os centros de massa de todas as regiões do município (Tabela 31). A Figura 35 identifica no mapa esses pontos. Em todas as regiões, nota-se que o CMBT e CMAT da região ficaram próximos. A maior distância entre esses centros de massa pode ser observada na região NT/ND, a possível causa é a variação sazonal na produção de resíduos dessa região que ocorre de forma desuniforme em seus distritos.

Tabela 31-CM das regiões de Florianópolis.

Região	CMBT WGS 84 (UTM)		CMAT WGS 84 (UTM)	
	X	Y	X	Y
LE	751.607	6.946.537	751.977	6.946.589
NT/ND	753.847	6.960.779	753.357	6.961.209
CN	746.273	6.947.487	746.261	6.947.897
CE/CO	740.010	6.945.423	739.934	6.945.421
SL	744.293	6.933.157	744.208	6.932.644

Figura 35- CMAT e CMBT das regiões do município.



Após, os centros de massa das regiões foram exportados para o programa *Google Earth*, onde foram calculados: distância viária de cada CM com a atual ET e distância viária da ET com o AS e distância viária dos CM das regiões aptas a terem ET com o AS. (e Tabela 33).

Tabela 32- Distância entre os CM das regiões- que continuarão a descarregar seus RS na ET atual-com a ET atual.

Região	d_{B,0} (km)	
	BT	AT
LE	10,0	14,3
CN	0,9	1,9
SL	23,2	23,2

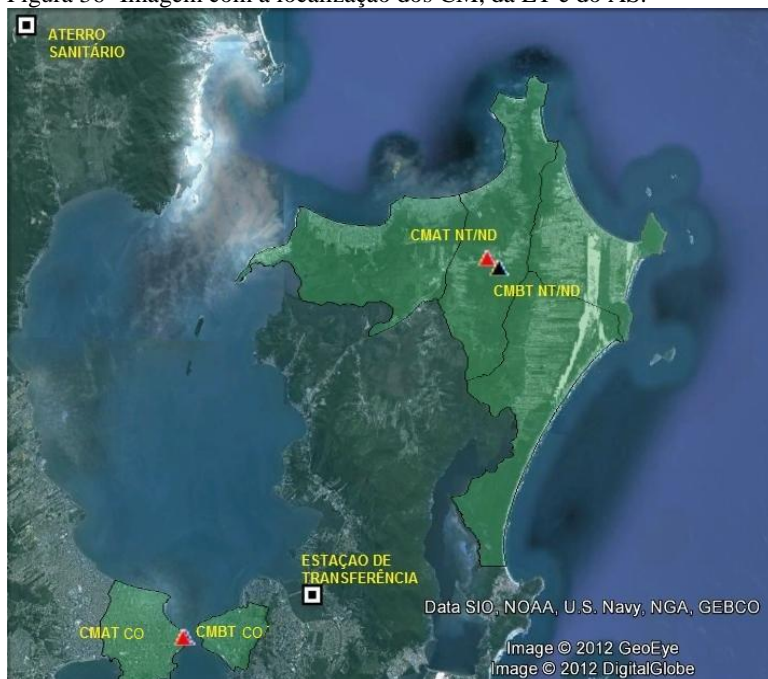
Tabela 33-Distância entre os CM das regiões- que descarregarão seus RS na ET proposta- com a ET atual e o AS.

Região	d_{A,0} (km)		d_{A,F} (km)	
	BT	AT	BT	AT
CO	11,5	11,4	37,6	37,6
NT/ND	21,9	20,9	70,0	69,0

A distância viária da ET até o AS foi identificada em 50,2 km. A fim de facilitar a visualização dos centros de massa das regiões CO e NT/ND com relação a ET e ao AS, a localização desses pontos é apresentada na Figura 36. Nota-se que os centros de massa da região NT/ND são mais distantes, tanto da ET como do AS, do que os centros de massa da região CO.

Considerando a metodologia utilizada, nota-se que o local ideal para a implantação da estação de transferência seria no próprio centro de massa da região em análise, visto representar o ponto da produção de resíduos sólidos da região.

Figura 36- Imagem com a localização dos CM, da ET e do AS.



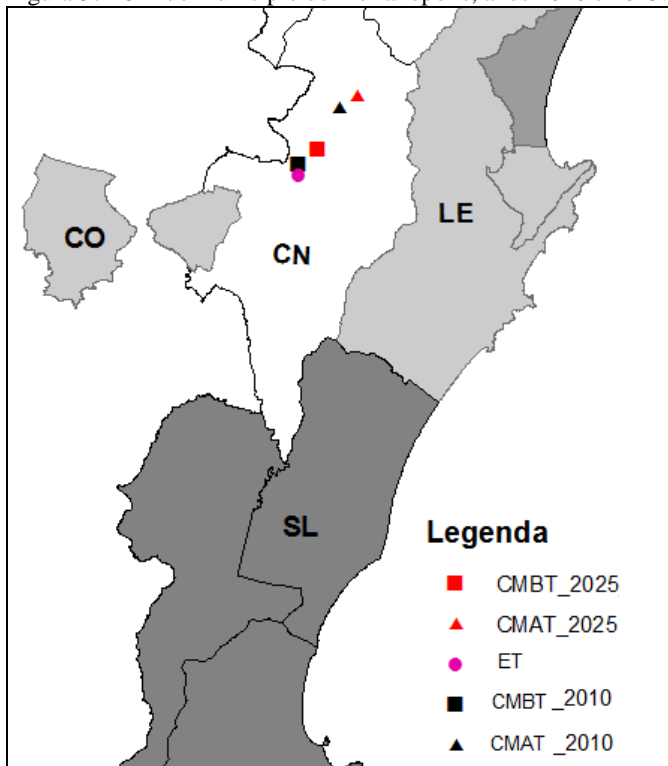
Fonte: Modificado de Imagem de Satélite Google Earth, 2012.

Após, foi possível calcular o CMBT e o CMAT do município de Florianópolis para início e fim de projeto, o valor das coordenadas em UTM pode ser identificado na e o mapa na Figura 37.

Tabela 34- CM do município de Florianópolis.

Ano	CMBT WGS 84 (UTM)		CMAT WGS 84 (UTM)	
	X	Y	X	Y
2010	745.632	6.947.510	746.965	6.949.407
2025	746.207	6.947.974	747.555	6.949.777

Figura 37- CM do município de Florianópolis, anos 2010 e 2025.



Percebe-se que a ET atual está bem localizada, visto que se encontra na região CN, mesma região em que estão inseridos os centros de massa de todas as situações analisadas do município.

No primeiro ano de análise, a distância viária do CMBT à atual ET é de 850m, aumentando para 4,6 km na AT. Como esperado, o CMAT está mais ao norte do município que o CMBT, visto o grande fluxo turístico que a região norte absorve na alta temporada. Já no ano de 2025, a distância viária do CMBT até a ET passa para 1,8km, aumentando para 5,3 km na AT. Essa tendência, do centro de massa se deslocar mais ao norte do município, segue a projeção de resíduos realizada no item 4.3.

4.6 VIABILIDADE DA ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA

A COMCAP forneceu dados de custos referentes à coleta e transporte até a ET atual da chamada coleta convencional, seletiva, brooks e d'olho, dos meses de agosto e setembro de 2011. Nota-se que esse custo foi o identificado no item 3.2.2 como custo do percurso interno.

Num primeiro momento foi analisado o custo e a massa de resíduo coletado somente da coleta convencional e em seguida o custo e a massa de todas as coletas (convencional, seletiva, brooks e d'olho). Com esses dois dados foram calculados os custos por massa. O resultado dos meses de agosto e setembro de 2011 é apresentado na Tabela 35.

Tabela 35- Custos da coleta convencional e de todas as coletas, dos meses de agosto e setembro, 2011.

Descrição	Agosto		Setembro	
	Conven.	Todas coletas	Conven.	Todas coletas
Custo total (mil R\$)	2.639	3.349	2.590	3.667
Massa de R.S. coletado (ton)	11.685	12.934	11.059	12.317
Custo por massa (R\$/ton)	225,85	258,92	234,23	297,75

Comparando os dois meses, identifica-se que a variação do custo/ton da Coleta Convencional ficou em 3,6% enquanto que Todas as Coletas variou 13%. Essa grande variação no segundo caso ocorreu, pois no mês de setembro teve-se um gasto consideravelmente maior com a coleta seletiva do que no mês anterior. Isso reforça o que já foi citado anteriormente, que no caso da coleta seletiva, tem-se outra variável que interfere no sistema: os catadores de rua do material reciclável. Dessa forma, a quantidade que a COMCAP coleta desse material, não representa necessariamente o que é produzido e ocorrendo também, como foi identificada, uma possível variação na coleta desse material por parte da COMCAP, de um mês para outro.

Sendo assim, o valor de custo/ton que será utilizado para a identificação da viabilidade da estação de transferência, será a média dos dados da coleta convencional, ou seja, R\$230. Identificou-se importante ressaltar que os custos com operação da ET atual já estão incluídos nesse custo total.

Com relação ao custo do transporte de RS referente ao trajeto da ET até o AS (custo do percurso externo), tem-se que o valor por tonelada pago atualmente à empresa terceirizada, é de 22,6/ton.

Também a Companhia de Melhoramentos da Capital (COMCAP) informou que a capacidade dos caminhões de transporte da referida empresa é em média de 28 ton/caminhão. Já os caminhões da coleta possuem capacidade bastante variável, de 4 a 6,5 ton/caminhão.

Dessa forma, inicialmente foi identificada qual a capacidade média dos caminhões de coleta que mais se aproxima da realidade. Para isso foi verificado, na planilha de coleta de dados da própria empresa, a distância total percorrida em cada roteiro de coleta, durante todos os meses do ano de 2010. Após, foram feitas tentativas, modificando a capacidade do caminhão, até chegar à capacidade de carga que mais aproximou da distância real percorrida em 2010 (Tabela 36).

Tabela 36- Identificação da capacidade média dos caminhões de coleta.

Situação	Distância (km/dia)		Relação calculado/real	
	BT	AT	BT	AT
Real	934	1.420	-	-
Calculado (ccp 4,50ton)	970	1.544	1,04	1,09
Calculado (ccp 4,75ton)	920	1.463	0,98	1,03
Calculado (ccp 5,00ton)	874	1.390	0,94	0,98

Assim, a capacidade que mais se aproximou da real, sendo a capacidade média utilizada nos cálculos, foi de 4,75 ton/caminhão e o primeiro ano de análise considerado foi 2010.

4.6.1 Situação Atual

Foram realizados os cálculos da distância percorrida e dos custos da situação atual, para o ano de 2010 e 2025 (fim do horizonte de projeto).

Como descrito na metodologia, a distância total percorrida (L_0) possui um percurso interno ($L_{A,0}^A + L_{B,0}^B$) e outro externo ($L_{0,F}^A + L_{0,B}^B$).

O resultado da distância percorrida no percurso interno, para a AT e BT na situação atual, encontra-se na Tabela 37.

Identifica-se, em todos os casos apresentados na tabela, a região que corresponde a maior distância é a NT/ND. Na AT, no ano de 2010, a distância percorrida dessa região é quase igual ao total percorrido

pelas outras regiões. Já em 2025, na AT, a distância percorrida por essa região passa da metade do total do município. No entanto, a participação da região CO na distância percorrida, diminui na BT e AT de 2010 para 2025, passando de 33% para 28% e de 22% para 17% respectivamente.

Tem-se que, o único caso em que a distância percorrida diminui numericamente de 2010 a 2025 é na região CN na AT. Isso ocorreu, pois, como mencionado no item 4.3, para a projeção da PRS na AT dessa região, considerou-se a média dos valores de PRS dos anos de 2003 à 2010 e essa média ficou abaixo do valor de PRS de 2010.

Tabela 37- Distância percorrida no percurso interno na situação atual.

Região	2010		2025	
	BT (km)	AT (km)	BT (km)	AT (km)
LE	47	106	76	134
NT/ND	325	689	590	1.025
CN	18	42	25	35
CO	308	317	410	346
SL	222	310	363	492
Total	920	1.463	1.465	2.032

O resultado da distância percorrida no percurso externo da situação atual é apresentado na Tabela 38. Identifica-se que o aumento do percurso externo do início ao fim de projeto é mais expressivo na BT, visto que aumenta cerca de 50% contra 25% na AT. Comparando o percurso interno e externo em cada caso, nota-se uma redução de em média 40% do percurso interno para o externo.

Tabela 38-Distância percorrida no percurso externo na situação atual.

2010		2025	
BT (km)	AT (km)	BT (km)	AT (km)
641	880	967	1.092

Com os dados da distância percorrida interna e externa, foi possível calcular o custo/ton, através das expressões apresentadas na metodologia e dessa forma foi encontrada a equação da reta. Para a situação atual, lembra-se que os valores de x e y iniciais são zero. Esses resultados encontram-se na Tabela 39.

Analisando a tabela percebe-se que tanto a distância percorrida quanto o custo/ton são maiores na AT. No entanto, o coeficiente angular da reta na AT apresenta um valor menor.

Tabela 39- Distância percorrida, custo/ton e equação da reta para a situação atual.

Ano	Situação	X (km)	Y (R\$/ton)	Equação da Reta
2010	BT	1.561	145	$y= 0,093*x$
	AT	2.343	152	$y=0,065* x$
2025	BT	2.432	148	$y=0,061*x$
	AT	3.124	158	$y=0,051*x$

Por fim, foram realizados os gráficos que identificam o custo/ton *versus* distância percorrida para a situação atual na AT e BT, em 2010 (Figura 38) e 2025 (Figura 39). Tanto no ano de 2010 como 2025, nota-se um aumento de aproximadamente 1.000 km na distância percorrida entre a BT e AT. Ao comparar a mesma temporada, nos anos de 2010 e 2025, a distância percorrida também aumenta em torno de 1.000 km.

Figura 38-Gráfico da situação atual no ano de 2010.

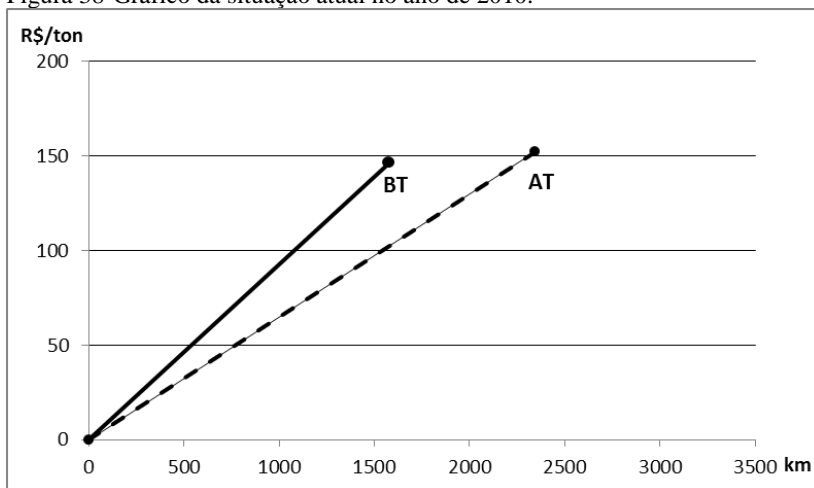
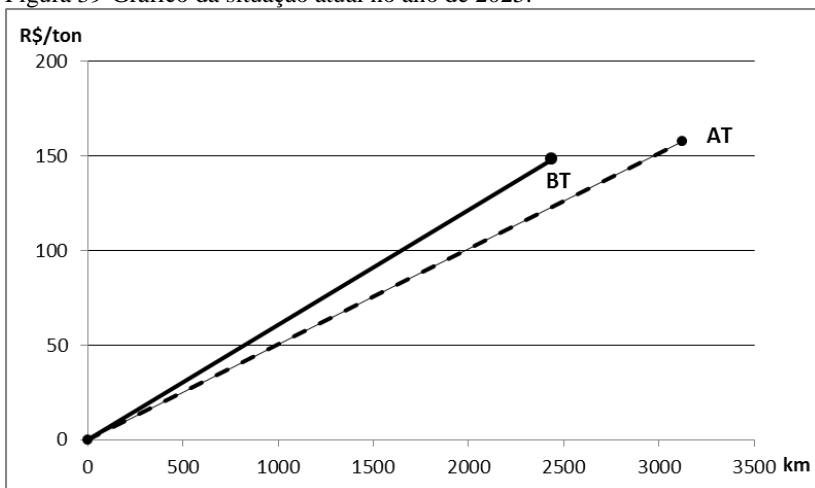


Figura 39-Gráfico da situação atual no ano de 2025.



4.6.2 Estudo de cenários- Comparação entre a situação atual e a situação proposta

O estudo de cenários analisa, para início e fim de projeto, a viabilidade da implantação de uma ET em cada uma das regiões do município já selecionadas, ou seja, compara a situação atual com a proposta. Nesses casos, o sistema continua separado em percurso interno e externo, porém, considerando também a divisão do município entre a região que será proposta a ET e as demais regiões.

Nota-se que, a distância do percurso interno da região em que será proposta a ET é zero, e a distância do percurso interno das demais regiões são as mesmas apresentadas para a situação atual. Dessa forma, para o estudo de cenários, serão apresentados somente os resultados das distâncias do percurso externo.

4.6.2.1 Estação de Transferência na região NT/ND

Comparando a situação atual e proposta, do que diz respeito à distância percorrida no percurso interno, com a ET na região NT/ND, ocorre uma redução nessa distância, na ordem de 35% (ano de 2010 na BT) a 50% (ano de 2025 na AT).

A Tabela 40 mostra a distância percorrida no percurso externo considerando a situação proposta. Nota-se que a participação da região NT/ND na distância percorrida do percurso externo aumenta da BT para

a AT e de 2010 para 2025, tanto em números absolutos quanto em porcentagem.

Tabela 40-Distância percorrida no percurso externo na situação proposta, com ET na região NT/ND.

Região	2010		2025	
	BT (km)	AT (km)	BT (km)	AT (km)
LE, CN, CO, SL	515	600	737	675
NT/ND	177	386	321	574
Total	692	986	1.058	1.249

A Tabela 41 apresenta a distância percorrida total em km (x), o custo/ton (y) e a equação da reta para cada caso analisado, considerando a ET na região NT/ND. Nessa situação proposta o valor de y inicial é de R\$23/ton.

Identifica-se que, no início e fim de projeto, a distância percorrida é maior na AT do que na BT, porém, o custo/ton e o coeficiente angular (parâmetro que define a inclinação da reta) são menores na AT.

Tabela 41-Distância percorrida, custo/ton e equação da reta para a situação proposta, com ET na região NT/ND.

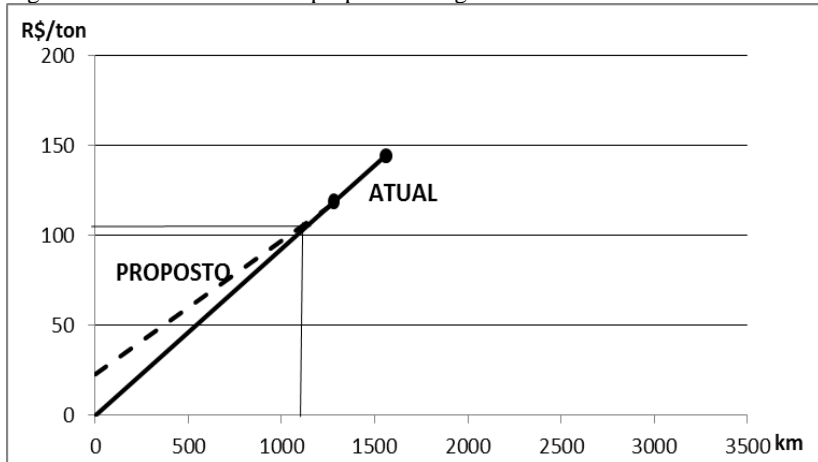
Ano	Situação	X (km)	Y (R\$/ton)	Equação da Reta
2010	BT	1.286	118	$y=23+ 0,073*x$
	AT	1.760	114	$y=23+ 0,051*x$
2025	BT	1.933	117	$y=23+ 0,048*x$
	AT	2.256	115	$y=23+ 0,041*x$

Com esses dados, foi identificada a possível viabilidade da ET na região NT/ND. Como já apresentado, para todos os casos analisados, a situação proposta apresentou distância percorrida, custo/ton e coeficiente angular da reta menor do que a situação atual. Dessa forma, foi analisado através da comparação do gráfico da situação atual com a situação proposta, se mesmo com o custo/ton para a construção e operação da ET foi verificada a viabilidade da ET nessa região.

O primeiro resultado apresentado é a comparação entre os sistemas na BT no ano de 2010. Dessa forma, mesmo com o custo/ton para construir e operar a ET proposta, ao comparar os gráficos desses

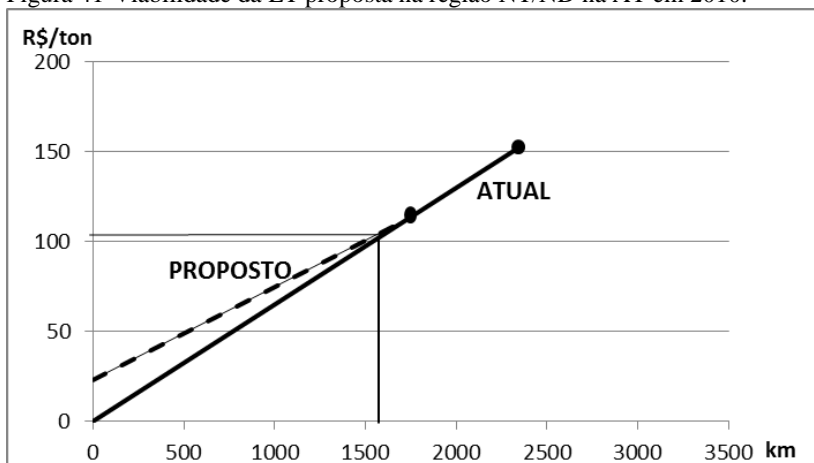
sistemas, identificou-se a viabilidade da ET na região NT/ND na BT (Figura 40). A distância percorrida até interseção das duas retas, ou seja até o ponto de virada, é de 1.150 km e o custo de R\$107/ton. Nota-se que o custo/ton para percorrer o percurso interno e externo passou de R\$145/ton para R\$118/ton, reduzindo R\$ 27/ton, ou seja, em torno de 19% de redução no custo total do sistema.

Figura 40- Viabilidade da ET proposta na região NT/ND na BT em 2010.



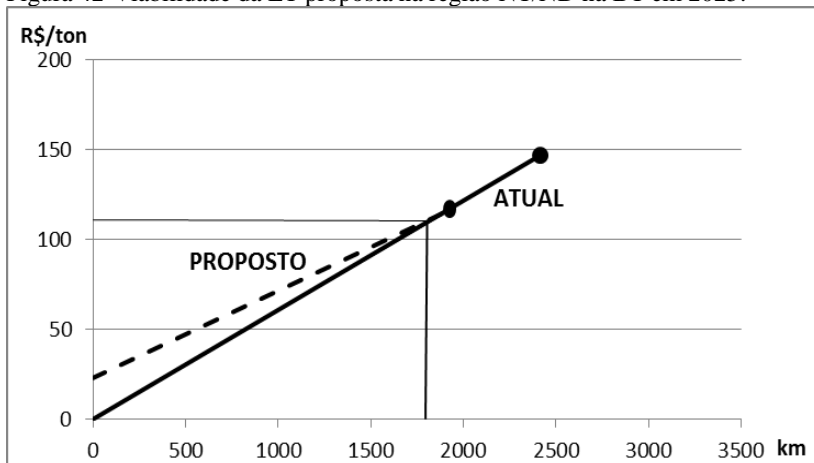
Ao comparar os sistemas na AT no ano de 2010, a Figura 41 indica a viabilidade da ET na região NT/ND. A distância percorrida até o ponto de virada é de 1.643 km e o custo de R\$107/ton. O custo/ton passou de R\$152/ton para R\$114/ton, reduzindo R\$ 38/ton, ou seja, em torno de 25% de redução no custo total do sistema.

Figura 41-Viabilidade da ET proposta na região NT/ND na AT em 2010.



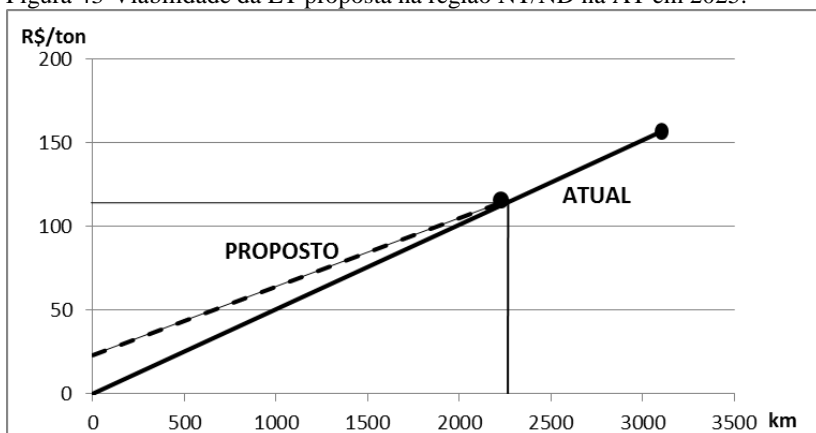
A Figura 42 também identifica a viabilidade da ET na BT em 2025. A distância percorrida até interseção das duas retas é de 1.769 km e o custo R\$108/ton. O custo/ton passou de R\$148/ton para R\$117/ton, reduzindo R\$ 31/ton, ou seja, em torno de 25% de redução no custo total do sistema.

Figura 42-Viabilidade da ET proposta na região NT/ND na BT em 2025.



Ao verificar a viabilidade da ET na AT em 2025 notou-se que o ponto de virada ocorre na distância percorrida de 2.300 km (Figura 43), já a distância percorrida no sistema proposto (Tabela 41) é de 2.256 km. Dessa forma, teoricamente a reta do sistema atual e do proposto não se cruzam. Porém como essa diferença entre as distâncias é de apenas 2%, considerou-se que esse valor pode estar dentro do erro da metodologia, assim considerou-se viável a ET nessa situação. O custo/ton passou de R\$158/ton para R\$115/ton, reduzindo R\$ 43/ton, ou seja, em torno de 27% de redução no custo total do sistema.

Figura 43-Viabilidade da ET proposta na região NT/ND na AT em 2025.



Dessa forma, considerando a metodologia proposta, nota-se que em todos os casos apresentados, a ET na região NT/ND é viável economicamente para o sistema de coleta de RS do município de Florianópolis.

4.6.2.2 Estação de Transferência na região CO

Como já mencionado no item 4.6.1, no caso da distância percorrida no percurso interno, comparando a situação atual e a proposta, a relação entre as distâncias diminui com o tempo, passando de 33% (ano de 2010 na BT) para 17% (ano de 2025 na AT).

A mostra a distância percorrida no percurso externo para o sistema com a utilização da ET na região CO. Nota-se que a participação na distância percorrida da região CO diminui com relação ao total percorrido no município, da BT para a AT e de 2010 para 2025.

Tabela 42-Distância percorrida no percurso externo na situação proposta, com ET na região CO.

Região	2010		2025	
	BT (km)	AT (km)	BT (km)	AT (km)
LE, CN, NT/ND, SL	414	643	665	834
CO	170	177	227	193
Total	584	820	892	1.027

A Tabela 43 apresenta a distância percorrida total, o custo/ton e a equação da reta para a situação com a ET na região CO. Considerando essa situação proposta o valor de x inicial é zero e o valor de y inicial é de R\$14/ton.

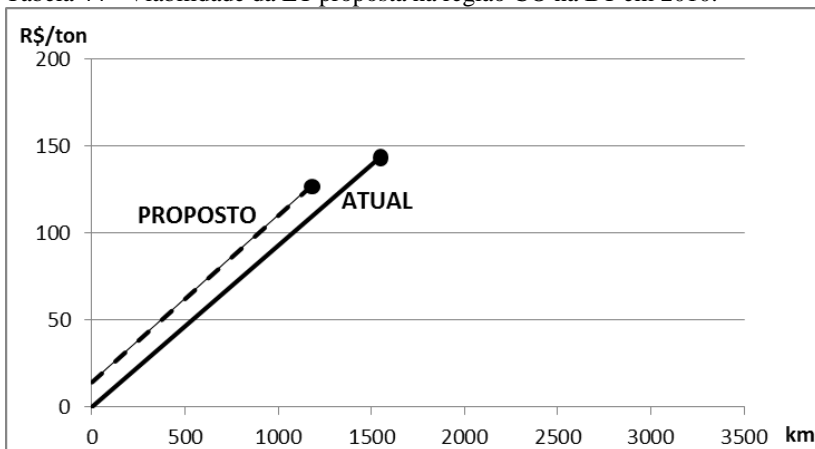
Percebe-se que, em 2010 e 2025, a distância percorrida e o custo/ton são maiores na AT, porém o coeficiente angular da reta é menor na AT.

Tabela 43-Distância percorrida, custo/ton e equação da reta para a situação proposta, com ET na região CO.

Ano	Situação	X (km)	Y (R\$/ton)	Equação da Reta
2010	BT	1.196	129	$y=14+ 0,096*x$
	AT	1.967	143	$y=14+ 0,066*x$
2025	BT	1.947	135	$y=14+ 0,062*x$
	AT	2.714	152	$y=14+ 0,051*x$

Com esses dados, foi possível identificar a possível viabilidade da ET na região. Como já apresentado, para todos os casos analisados, a situação proposta apresentou distância percorrida e custo/ton inferior à situação atual, porém identificou-se que o coeficiente angular da reta se mostrou superior nos casos propostos. Diante desse último dado apresentado, já se pode identificar a não viabilidade de ET em todos os casos analisados na região CO, ou seja, independente da distância percorrida, os dois gráficos nunca irão se cruzar. A exemplifica o exposto com o gráfico da situação atual e proposta para o ano de 2010 na BT.

Tabela 44- Viabilidade da ET proposta na região CO na BT em 2010.



Dessa forma, foi verificado se a ET na região CO seria viável se o custo/ton do percurso interno fosse reduzido pela metade (passando de R\$230 para R\$115). Assim, ocorreram modificações no custo/ton total e na equação da reta, tanto do sistema atual quanto do sistema proposto. O resultado do sistema na situação atual, considerando a mudança proposta, é apresentado na Tabela 45 e da situação proposta na Tabela 46.

Tabela 45- Tentativa de tornar viável a ET na região CO, situação atual.

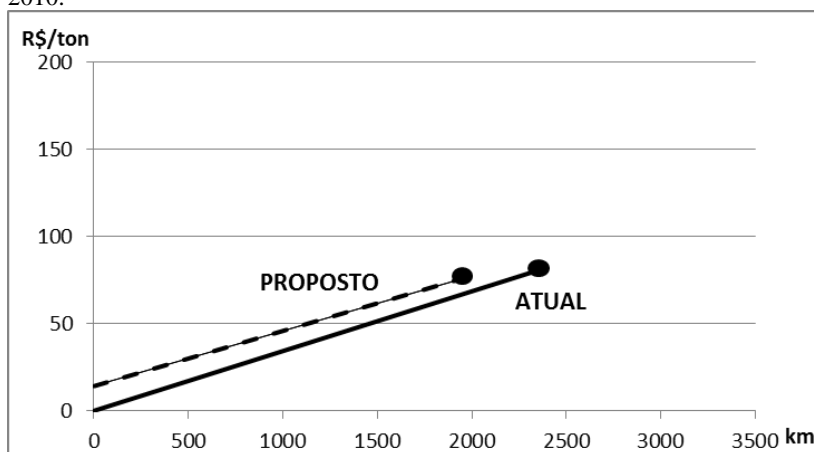
Ano	Situação	X (km)	Y (R\$/ton)	Equação da Reta
2010	BT	1.561	77	$y=0,049*x$
	AT	2.343	80	$y=0,034*x$
2025	BT	2.432	78	$y=0,032*x$
	AT	3.124	83	$y=0,026*x$

Tabela 46- Tentativa de tornar viável a ET na região CO, situação proposta.

Ano	Situação	X (km)	Y (R\$/ton)	Equação da Reta
2010	BT	1.196	70	$y=14+ 0,047*x$
	AT	1.967	76	$y=14+ 0,032*x$
2025	BT	1.947	73	$y=14+ 0,030*x$
	AT	2.714	80	$y=14+ 0,024*x$

Ao analisar as tabelas, percebe-se que os coeficientes angulares dos casos da situação proposta ficaram um pouco abaixo dos coeficientes angulares dos casos na situação atual, identificando uma possível viabilidade da ET. Assim, foram plotados os gráficos comparando os dois sistemas. Em todos os casos, os gráficos ficaram próximos do apresentado na Figura 44 que corresponde ao caso de 2010 na AT.

Figura 44- Tentativa de viabilidade da ET proposta na região CO na AT em 2010.



Pode-se concluir que, reduzindo o custo/ton do percurso interno, passou a existir a possibilidade de viabilidade da ET na região CO, ou seja, é possível que os gráficos se cruzem. Porém, devido ao custo para construção e operação da ET, as duas retas não se cruzam considerando as atuais distâncias percorridas e custo/ton. No caso apresentado na Figura 44, as duas retas se cruzariam na distância percorrida de 7.000 km e quando o custo/ton fosse R\$238/ton.

Também foi realizada uma segunda modificação para verificar se a ET na região CO passaria a ser viável. Neste caso, foi aumentada a capacidade do caminhão do percurso interno de 4,75 ton/caminhão para 7 ton/caminhão. Identificou-se que o resultado ficou próximo do apresentado na Tentativa 1, em que, o coeficiente angular no caso proposto tornou-se menor do que no caso atual, porém as duas retas não se cruzam.

Assim, considerando os resultados obtidos, pode-se indicar que: reduzindo o custo/ton do percurso interno e aumentando a capacidade do

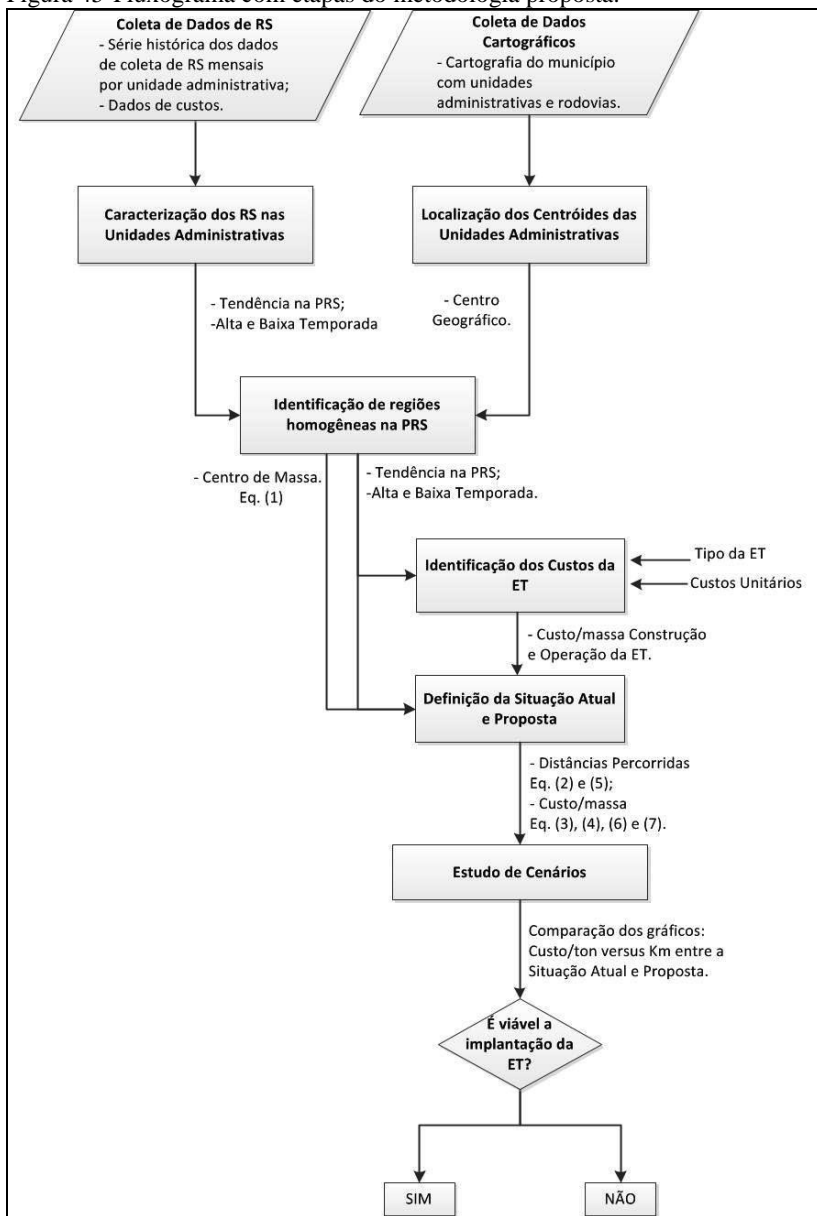
caminhão do percurso interno, tem-se uma modificação do ponto de virada. Porém, essas modificações, como ocorreram tanto no sistema proposto como no atual, não foram suficientes para tornar viável a ET na região CO.

Dessa forma, pode-se concluir que os parâmetros que mais interferem na viabilidade da ET são os parâmetros que dizem respeito somente a região em análise, a saber: produção de resíduos sólidos ao longo do horizonte de projeto e distância viária percorrida no percurso interno, além do custo de operação da ET proposta.

Nota-se que o parâmetro de produção de resíduos é o mais importante para definir a viabilidade de implantação da ET, sendo que no presente estudo, foram definidas as regiões mais aptas a terem ET devido aos resultados da projeção na geração de resíduos. A importância do segundo parâmetro (distância viária do percurso interno da região em análise) pôde ser identificada na etapa de Estudo de Cenários. Nessa situação as duas regiões analisadas possuíam expressivas produções de resíduos, porém a região em que foi viável a implantação apresentou uma distância percorrida no percurso interno bastante superior a da região em que não foi viável a implantação. E por fim foi identificado como parâmetro importante na viabilidade da ET o seu custo de operação, pois este mostrou-se bastante superior ao custo de construção/instalação da ET.

Por fim, para melhor elucidar a aplicação da metodologia proposta para futuros trabalhos que visem identificar a viabilidade de estação de transferência em sistemas de resíduos sólidos urbanos, apresenta-se o fluxograma (Figura 46) que mostra as etapas dessa pesquisa.

Figura 45-Fluxograma com etapas do metodologia proposta.



5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho é uma ferramenta que visa auxiliar estudos que tem por objetivo identificar a viabilidade de estação de transferência em municípios que possuam regiões heterogêneas considerando a produção de resíduos sólidos. Nesses casos, as seguintes etapas devem ser seguidas:

- Agrupar as unidades administrativas do município em regiões segundo os seguintes critérios de análise: proximidade geográfica; produção de resíduos sólidos e; variação sazonal na produção dos resíduos.
- Determinar a região mais apta do município a ter uma estação de transferência, com o uso da projeção na produção de resíduos sólidos através de regressão linear;
- Realizar um pré-dimensionamento da implantação e operação da estação de transferência identificando: o tipo da estação de transferência; a sua capacidade operacional através da maior produção de resíduos estimada ao longo do horizonte de projeto e; custos.
- Apontar, com o uso da tecnologia SIG, os centros de massa de geração de resíduos sólidos de todas as regiões de coleta de resíduos sólidos urbanos do município;
- Definir as distâncias totais percorridas no percurso interno e no percurso externo através dos seguintes dados: distância viária percorrida (através do software *Google Earth*); produção de resíduos sólidos e; capacidade de carga dos caminhões do percurso interno e externo. Análise do custo *versus* tonelada do sistema de resíduos sólidos para a situação atual e a proposta.

Constata-se que os principais parâmetros que interferem na implantação de uma estação de transferência são: custo/ton para a operação da estação de transferência; produção de resíduos sólidos da região em que está sendo proposta a instalação e; distância viária do percurso interno da região em análise.

No presente estudo, foi aplicada essa metodologia no município de Florianópolis. Verificou-se que é possível uma redução média de 24% nos custos com o transporte dos resíduos sólidos com a implantação de uma estação de transferência na região mais apta a tê-la (região norte/nordeste).

Embora todos os objetivos do trabalho tenham sido alcançados, diversas recomendações podem ser feitas a fim de promover a melhoria

de trabalhos futuros e dar continuidade aos estudos relacionados ao tema, como:

- Utilizar, além da distância percorrida, os dados de tempo gasto com o transporte dos resíduos sólidos, verificando dessa forma a influência do tráfego na identificação da viabilidade da estação de transferência;
- Para a identificação dos custos *versus* tonelada possuir dados que permitam a separação dos custos em fixos e variáveis, pois somente o segundo varia com a distância percorrida;
- Realizar a projeção na geração de resíduos sólidos considerando outras variáveis como população residente e flutuante e, Produto Interno Bruto (PIB).

Recomenda-se para futuros estudos nessa linha de pesquisa no município de Florianópolis:

- Analisar a viabilidade da implantação de estação de transferência para a região Sede Ilha: Centro/ Sede Continente conjuntamente com os municípios próximos, como São José e Palhoça. Dessa forma, os resíduos sólidos produzidos nessa região, estariam sofrendo o transbordo em algum ponto do próprio percurso a caminho do aterro sanitário de Biguaçu;
- Considerar uma estação de transferência marítima para a região Norte/Nordeste no distrito de Canasvieiras, visto que nesse caso, à distância até o aterro sanitário seria drasticamente reduzida. Tem-se que, mesmo considerando o alto custo para construção e operação dessa estação de transferência, possivelmente essa instalação tornar-se-ia viável.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ENERGY- ADEME, SITA. **Etude Centre de Transfert**, Paris, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Classificação de resíduos sólidos urbanos. NBR 10004**. São Paulo, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. NBR 12980**. Rio de Janeiro, 1993.

BIDONE, F. R. A. (org). **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: Eliminação e Valorização**. 1. Ed. Rio de Janeiro: ABES, 2001. 216p.

BOVEA, M.D.; POWELL, J.C.; GALLARDO, A.; CAPUZ-RIZO S.F. **The role played by environmental factors in the integration of a transfer station in a municipal solid waste management system**, Waste Management Vol 27, n 4, 2007.

BRASIL, Casa Civil. **Lei Nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**.

Disponível em:

< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm >. Acesso em: 02 fev de 2012.

BRASIL (a), Casa civil. **Decreto Nº 7.217, de 21 de junho de 2010**.

Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm >. Acesso em: 30 mar de 2012.

BRASIL (b), Casa civil. **Decreto Nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. 2010. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 29 jan 2011.

BRASIL (c), Ministério do Meio Ambiente. **Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Disponível em:

< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm >. Acesso em: 28 set 2011.

BRIDI, E. Resíduos Sólidos Urbanos- **Uma proposta para otimização dos serviços de coleta e da disposição final**. 2008. 186 f. Dissertação (Mestrado)- Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

BRITISH COLUMBIA ENVIRONMENTAL PROTECTION DIVISION- Solid Waste Management Planning. **Guidelines for Establishing Transfer Stations for Municipal Solid Waste**. Vancouver, 2010.

CAMPANÁRIO, P. **Florianópolis: Dinâmica Demográfica e Projeção da População por Sexo, Grupos Etários, Distritos e Bairros (1950-2050)**. Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis. Florianópolis, 2007.

CASTILHOS JUNIOR, A. B.; ZANTA, V. M.; LANGE, L. C.; GOMES, L. P.; PESSIN, N. **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2003. 278p.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. (coordenador); **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários**. Petrópolis - RJ: PROSAB, 2006. 494p.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. – **Apresentação da aula ministrada na disciplina Resíduos Sólidos- Engenharia Sanitária e Ambiental**- Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

CHANG N.B.; LIN, Y.T. (1997). **Optimal siting of transfer station locations in a metropolitan solid waste management system**, Journal of Environmental Science and Health Part A-Environmental Science and Engineering & Toxic And Hazardous Substance Control 32 (8), pp. 2379/2401, 2008.

CHATZOURIDIS, C.; KOMILIS, D. **A methodology to optimally site and design municipal solid waste transfer stations using binary programming**, Resources, Conservation and Recycling, Vol 60, 2012.

COMPANHIA MELHORAMENTOS DA CAPITAL (a). **Relatório de Gestão**. Florianópolis, 2010.

COMPANHIA MELHORAMENTOS DA CAPITAL (b). **Segurança no Transporte de Garis- Infraestrutura das Bases Operacionais de Apoio à Coleta de Resíduos Sólidos**. Florianópolis, 2010.

COSTA, H.S. **Estação de transferência de resíduos sólidos domiciliares: Histórico e proposta de procedimentos para o seu planejamento e controle operacional**. HOLOS Environment, v.5, n.1, 2005.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. **Resíduos sólidos municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2.ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 370p.

DE ANGELO M.M. **Siting of waste-to-energy facilities in New York City using GIS technology**. Earth Resources Engineering Department of Earth and Environmental Engineering Fu Foundation of School of Engineering and Applied Science Columbia University, 2004.

DECRETO FEDERAL- 7.217. **Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências**. Brasília: Diário Oficial da União, 2010.

ESHET, T.; BARON, M.G.; SHECHTER, M.; AYALON, O. **Measuring externalities of waste transfer stations in Israel using hedonic pricing**, Waste Management, Vol 27, n 5, 2007.

GOOGLE EARTH, **Imagem de Satélite**, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2008**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pns_b2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 17 de out. de 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados do Censo, 2010**. Disponível em <http://censo2010.ibge.gov.br/>> Acesso em: 02 dez 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

Dados do IBGE Cidades, 2010. Disponível em:<
<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em: 02
dez 2011.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE
FLORIANÓPOLIS. **Mapa digital de Florianópolis, com delimitação
de bairros e distritos.** Florianópolis, 2010.

HALLIDAY, H.C. **Desafios logísticos da coleta e transporte de
resíduos: Um estudo de caso do município do Rio de Janeiro.** 2003.
124 f. Dissertação (Mestrado)- Instituto COPPEAD, Universidade
Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

KOMILIS, D.P. **Conceptual modeling to optimize the haul and
transfer of municipal solid waste,** Waste Management, Vol 28, 2008.

LI, C.; LI, G; LUO, Y; LI, Y; HUANG, J. **Environmental monitoring
and fuzzy synthetic evaluation of municipal solid waste transfer
stations in Beijing in 2001–2006,** Journal of Environmental Sciences
Vol 20, n 8, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos
Sólidos – Versão Preliminar.** 2011.

MONTEIRO, J. H. P. et. al. **Manual de Gerenciamento Integrado de
Resíduos Sólidos.** Instituto Brasileiro de Administração Municipal
(IBAM). Rio de Janeiro: 2001.

PEI, G.P; MANAF, L.A. **TSA: An expert system for solid waste
transfer station,** Journal of Sustainable Development, Vol 1, n 3, 2008.

POLONI, R.L (2011). **Proposta para Implantação de uma Estação de
Transferência de Resíduos Sólidos Urbanos para o Município de
Caxias do Sul - RS.** 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e
Ambiental, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS . **Plano
Municipal Integrado de Saneamento Básico.** Florianópolis, 2009.
Disponível em:

<http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/23_02_2011_14.10.48.ef4faff9080123c24722cf58ca7eb78.pdf> Acesso em: 17 out 2011.

RAHMAN, M.; KUBY, M. **A multiobjective model for locating solid waste transfer facilities using an empirical opposition function**, Infor, Vol 33, n 1, 1995.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Dados do Diagnóstico de Resíduos Sólidos, 2009**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>> Acesso em: 06 fev 2012.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Dados do Diagnóstico de Resíduos Sólidos, 2010**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>> Acesso em: 20 fev 2012.

TAVARES, G.; ZSIGRAIOVA, Z.; SEMIAO, V.; CARVALHO, M.G. **Optimisation of MSW collection routes for minimum fuel consumption using 3D GIS modeling**, Waste Management, Vol 29, n 3, 2009.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Solid Waste And Emergency Response. A Waste Transfer Station: Involved Citizens Make de Difference**. Washington, 2001.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Solid Waste And Emergency Response. A Waste Transfer Station: A Manual for Decision-Making**. Washington, 2002.

APÊNDICES

Apêndice A – Relação da PRS dos anos de 2003 a 2010 dos meses de dezembro, fevereiro e março com janeiro.

1- Relação de dezembro (ano anterior) com janeiro, anos de 2003 a 2010.

Região/ ano	LE	ND	NT	CN	CO	SL
2003	-	-	-	-	-	-
2004	0,80	0,89	0,63	1,10	1,07	0,93
2005	0,78	0,95	0,61	1,12	1,14	0,85
2006	0,74	0,95	0,57	0,97	0,97	0,82
2007	0,78	0,87	0,63	0,98	1,02	0,89
2008	0,77	0,84	0,67	0,97	1,01	0,81
2009	0,90	0,91	0,68	1,10	1,11	0,94
2010	0,87	1,00	0,68	0,99	1,03	0,91
Média	0,81	0,92	0,64	1,03	1,05	0,88
Desvio Padrão	0,06	0,05	0,04	0,07	0,06	0,05

2- Relação de fevereiro com janeiro, anos de 2003 a 2010.

Região/ ano	LE	ND	NT	CN	CO	SL
2003	0,73	0,77	0,69	0,87	0,92	0,75
2004	0,83	0,77	0,79	0,98	0,95	0,81
2005	0,81	0,85	0,71	0,92	0,89	0,82
2006	0,81	0,90	0,68	0,87	0,86	0,82
2007	0,80	0,84	0,72	0,84	0,88	0,82
2008	0,83	0,79	0,77	0,99	1,00	0,81
2009	0,86	0,74	0,77	0,93	0,92	0,84
2010	0,89	0,80	0,75	0,88	0,89	0,86
Média	0,82	0,81	0,73	0,91	0,91	0,82
Desvio Padrão	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03

3- Relação de março com janeiro, anos de 2003 a 2010.

Região/ ano	LE	ND	NT	CN	CO	SL
2003	0,71	0,87	0,59	0,93	0,96	0,81
2004	0,67	0,87	0,49	1,06	1,12	0,75
2005	0,60	1,00	0,51	1,03	1,03	0,79
2006	0,68	0,79	0,54	1,03	1,03	0,78
2007	0,69	1,01	0,53	0,99	0,99	0,84
2008	0,71	0,90	0,56	1,03	1,04	0,76
2009	0,73	0,79	0,57	1,03	1,08	0,77
2010	0,78	0,98	0,58	1,03	1,07	0,81
Média	0,70	0,90	0,55	1,02	1,04	0,79
Desvio Padrão	0,05	0,09	0,04	0,04	0,05	0,03

ANEXOS

Anexo A – PRS por roteiro de 2003 a 2010.

1- PRS por roteiro em 2003.

Roteiro	Massa (ton)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
B3V	0	0	0	69	0	0	0	0	0	0	0	0
B3N	153	164	167	101	157	161	166	151	150	157	166	174
B5N	192	193	194	191	189	189	197	177	179	184	193	202
BS2V	101	86	92	84	80	96	91	89	96	98	90	117
BS3V	89	84	88	88	99	85	98	87	93	97	92	103
C1DN	292	269	264	251	253	231	252	244	248	260	231	276
C2DN	441	405	426	408	414	398	402	388	390	419	381	411
C2N	221	194	209	196	195	201	193	193	189	207	174	207
C3DN	351	335	363	350	359	357	352	337	346	364	325	347
C4DN	392	340	374	371	377	385	377	360	372	376	335	375
C5DN	291	266	276	245	248	263	260	248	277	260	238	268
C6DN	315	285	309	305	296	293	300	285	268	310	260	307
C7DN	290	279	298	275	277	284	275	263	265	290	266	278
CECAR	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COEX	19	8	18	21	20	36	29	53	23	39	4	16
CS2M	123	102	113	111	104	108	97	114	105	115	99	130
CS3M	77	66	70	63	73	60	83	57	74	72	73	81
CS4M	131	114	126	114	115	122	114	112	117	128	114	142
CS5V	105	97	100	100	103	93	106	99	101	100	98	114
E1DV	184	197	201	187	173	181	197	172	182	201	179	216
K2N	220	197	216	195	202	201	193	189	197	223	179	214
K3N	194	185	197	194	185	189	196	179	176	174	171	186
K4N	240	211	231	214	208	212	203	202	213	213	182	227
K5N	189	181	188	188	180	183	194	173	179	181	176	208
K6N	228	204	219	199	206	215	199	198	202	220	180	206
K7N	185	174	188	182	172	177	181	169	166	169	165	184
K8N	222	198	211	195	197	201	194	189	195	213	179	218

N9M	128	102	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O2M	0	0	0	112	115	119	114	109	114	125	109	133
O2V	123	98	109	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O4N	0	0	0	92	139	142	136	132	136	146	135	162
O4V	221	173	184	52	0	0	0	0	0	0	0	0
O6N	221	200	204	199	202	200	190	186	194	218	179	226
O6V	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REGMF	0	0	0	5	0	0	0	6	0	0	0	0
REJA	8	8	6	0	5	6	6	0	5	4	5	9
REJC	9	7	8	14	10	6	7	8	8	10	7	8
REJH	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
REJN	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REJP	10	7	3	3	4	3	4	3	4	4	4	2
REJT	3	5	8	3	4	1	3	1	0	1	4	4
S1/4M	105	82	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S10V	110	88	108	15	0	0	0	0	0	0	0	0
S11N	125	111	116	109	105	111	111	108	109	106	103	120
S1359	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
S1M	138	109	108	108	108	97	110	95	99	101	93	130
S2/4MD	0	0	256	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2M	0	0	0	137	115	122	110	111	114	127	121	0
S2MD	190	132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	243
S3M	0	0	0	88	97	86	99	85	90	94	97	114
S3V	126	99	105	9	0	0	0	0	0	0	0	0
S4M	0	0	0	97	107	110	101	96	103	113	106	120
S4MD	194	146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
S5M	0	0	0	75	99	84	98	87	88	90	88	103
S5V	110	85	93	18	0	0	0	0	0	0	0	0
S6M	0	0	0	135	153	149	110	104	112	117	110	162
S6V	174	129	133	14	0	0	0	0	0	0	0	0
S7M	132	110	115	114	113	107	152	138	149	145	148	168
S9M	0	0	0	85	96	85	102	85	85	87	83	94
S9V	106	91	95	9	0	0	0	0	0	0	0	0

SS9M	104	92	93	95	96	85	97	88	92	90	95	107
-------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

2- PRS por roteiro em 2004.

Roteiro	Massa (ton)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
B3N	151	166	167	167	163	155	152	166	162	153	161	165
B5N	181	193	197	192	186	187	177	195	183	180	197	217
BS2V	108	109	110	102	103	106	99	101	101	101	126	137
BS3V	101	80	98	91	95	99	106	96	97	95	83	103
C1DN	249	222	258	226	211	216	247	282	278	282	298	315
C2DN	385	350	407	432	433	435	449	449	425	427	451	450
C2N	203	183	224	200	201	190	160	170	172	171	183	209
C3DN	310	297	374	387	411	411	398	426	423	418	437	427
C4DN	358	321	392	431	426	414	413	415	406	407	424	459
C5DN	267	259	286	290	304	292	306	335	319	329	355	371
C6DN	283	277	310	349	337	334	287	307	303	294	316	322
C7DN	257	263	301	34	0	0	0	0	0	0	0	0
CECAR	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COEX	25	19	14	8	20	39	31	8	14	5	13	29
CS2M	113	106	118	111	103	102	104	109	110	107	120	134
CS3M	77	69	77	75	72	79	76	75	76	76	81	86
CS4M	126	119	127	127	126	123	120	127	126	123	130	146
CS5V	117	104	111	109	105	117	112	108	107	104	119	117
E1DV	196	172	196	187	183	195	200	189	208	206	217	260
K2N	214	198	241	218	214	211	208	210	216	215	227	248
K3N	175	182	193	182	178	177	173	187	179	178	186	197
K4N	226	203	244	215	215	206	209	206	219	222	224	252
K5N	178	184	191	190	185	186	181	192	184	181	188	204
K6N	216	194	226	200	207	201	199	203	205	200	212	232
K7N	175	186	176	182	175	170	167	163	170	180	174	191
K8N	216	195	233	204	202	201	194	200	200	202	212	234
K9N	176	180	177	169	168	167	163	195	170	170	174	190

KS2V	124	115	129	115	115	100	109	113	114	108	103	131
L0/48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
L3M	88	63	0	165	135	132	145	130	142	139	167	115
L4M	0	0	0	154	172	163	159	163	169	177	217	24
L4MD	360	307	298	32	0	0	0	0	0	0	0	233
L5M	118	86	85	98	89	92	91	82	84	87	88	94
L6M	139	115	0	182	172	172	161	172	181	191	212	166
L7M	94	77	80	77	74	78	78	79	77	78	85	95
L8MD	356	281	350	0	0	0	0	0	0	0	0	204
N0/135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
N0/248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
N10MD	283	254	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N12M	129	102	143	142	128	128	122	124	132	130	149	152
N14MD	351	243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150
N16M	142	114	127	115	108	107	109	108	112	117	115	148
N18M	146	123	127	117	111	106	105	106	108	110	126	155
N1M	0	0	0	156	133	143	138	131	158	146	172	21
N1VD	420	275	158	0	0	0	0	0	0	0	0	208
N2M	0	0	0	253	180	173	172	176	196	206	257	35
N2MD	740	555	322	0	0	0	0	0	0	0	0	363
N3M	0	0	0	128	111	116	106	106	114	108	132	14
N3MD	301	276	242	0	0	0	0	0	0	0	0	251
N4M	0	0	0	193	137	134	129	135	145	157	191	23
N4MD	528	371	263	0	0	0	0	0	0	0	0	311
N5M	0	5	0	175	139	142	144	141	147	152	190	30
N5MD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191
N5VD	349	228	292	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N8M	0	0	0	188	155	147	147	153	172	173	215	39
N8MD	354	262	157	0	0	0	0	0	0	0	0	202
O2M	76	75	118	126	122	128	120	120	123	126	131	150
O4N	187	162	160	148	142	141	139	137	148	139	163	191
O6N	212	181	216	195	196	192	177	185	185	180	198	214
REJA	10	6	4	3	4	5	5	5	5	5	7	6

COEX	73	68	29	45	29	34	37	20	32	48	71	37
CS2M	119	109	119	114	115	110	108	117	92	116	123	122
CS3M	78	68	85	72	80	73	71	76	76	79	92	103
CS4M	130	114	134	143	147	140	134	151	143	138	133	143
CS5V	106	99	127	109	116	103	106	114	127	116	116	132
E1DV	221	197	223	203	202	196	198	221	202	229	224	244
K2N	220	195	216	220	237	223	205	230	208	211	205	219
K3N	177	166	199	170	190	178	169	177	174	185	175	180
K4N	231	203	225	219	225	212	206	227	219	224	210	236
K5N	181	164	202	170	198	182	173	181	182	188	196	192
K6N	208	183	195	198	192	189	183	205	185	214	208	226
K7N	180	163	189	157	186	169	165	162	167	177	169	172
K8N	212	191	210	208	216	208	197	222	197	194	187	195
K9N	175	158	187	157	186	165	153	162	166	171	168	175
KS2V	125	110	103	114	126	127	117	129	122	127	122	132
L3M	99	112	178	149	142	144	139	133	141	160	170	141
L4M	0	0	180	190	178	157	166	172	153	177	193	62
L4MD	341	320	34	0	0	0	0	0	0	0	0	186
L5M	100	84	113	92	92	83	82	83	102	85	98	105
L6M	177	199	203	197	192	176	162	200	174	188	206	176
L7M	106	89	94	84	92	84	84	89	68	90	101	106
L8MD	378	130	5	0	0	0	0	0	0	0	0	169
N10MD	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N12M	166	128	131	146	150	140	114	128	116	129	134	153
N14M	0	0	62	8	0	0	0	0	0	0	0	0
N14MD	388	238	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N16M	152	121	119	115	123	111	111	126	117	124	126	142
N18M	171	131	124	122	122	114	109	123	116	126	133	147
N19M	0	0	0	0	0	0	97	96	90	95	102	107
N1M	0	0	145	150	138	104	100	104	91	101	144	54
N1MD	0	0	62	0	0	0	0	0	0	0	0	5
N1VD	353	249	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191
N20M	0	0	0	0	0	0	113	124	107	122	135	42

N20MD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178
N2M	0	0	0	208	193	175	165	190	182	194	232	78
N2MD	799	539	395	7	0	0	0	0	0	0	0	301
N3M	0	0	164	139	141	163	106	115	110	119	148	51
N3MD	396	294	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N3VD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168
N4M	0	0	164	169	160	136	107	122	109	125	157	51
N4MD	724	483	70	0	0	0	0	0	0	0	0	231
N5M	0	0	173	160	156	153	97	98	95	103	134	53
N5MD	351	272	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N5VD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151
N6M	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
N8M	0	0	171	182	175	163	98	114	97	107	116	40
N8MD	296	217	28	0	0	0	0	0	0	0	0	126
O2M	140	119	117	124	132	128	115	130	119	125	124	139
O4N	192	147	156	149	152	145	0	0	0	0	0	0
O4V	0	0	0	0	0	0	144	161	141	155	159	166
O6N	200	166	183	177	183	182	179	196	175	180	178	194
REJA	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REJC	9	9	11	9	7	8	7	7	8	7	6	9
REJT	1	17	0	0	4	3	0	0	0	2	0	0
S11N	125	113	132	113	131	110	0	0	0	0	0	0
S11V	0	0	0	0	0	7	114	126	114	122	123	138
S1359	21	15	13	0	0	0	0	0	0	0	0	22
S1M	150	119	122	96	110	105	95	107	101	105	117	138
S2M	0	0	138	133	128	116	116	131	114	125	140	129
S2MD	337	239	12	0	0	0	0	0	0	0	0	69
S3M	145	113	121	107	111	103	101	108	101	103	111	126
S4M	150	116	120	134	126	125	111	128	122	131	125	140
S5M	106	98	111	98	104	100	97	105	100	105	111	125
S6M	188	142	145	144	129	125	125	138	122	135	141	141
S7M	189	160	181	161	169	156	161	163	151	157	166	184
S9M	116	99	121	110	114	103	102	112	107	108	117	119

SS9M	103	96	112	104	104	106	106	108	101	105	105	120
-------------	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

4- PRS por roteiro em 2006.

Roteiro	Massa (ton)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01LX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	58	72
02LX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	43	50
B3N	175	165	184	161	168	167	175	180	151	190	175	200
B5N	208	175	194	200	184	189	195	201	171	217	202	226
BS2V	141	138	144	130	137	129	140	126	135	152	146	174
BS3V	110	89	113	105	107	100	102	106	103	111	108	127
C1DN	323	274	334	264	309	281	289	306	290	320	323	369
C2DN	429	383	460	394	434	418	432	440	409	451	426	450
C2N	173	162	184	144	163	144	158	150	150	160	142	162
C3DN	395	364	455	391	430	418	424	430	402	456	431	436
C4DN	450	373	473	411	426	420	431	434	398	453	444	470
C5DN	327	302	367	315	334	332	342	339	320	361	343	371
C6DN	314	283	346	296	314	302	312	303	281	327	314	337
CECAR	0	38	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0
COEX	18	32	25	22	29	29	21	11	31	23	13	24
CS2M	117	111	123	101	127	119	131	122	123	135	122	142
CS3M	97	86	99	87	98	90	91	94	88	82	80	101
CS4M	142	132	144	121	134	123	137	137	135	141	132	160
CS5V	120	101	116	106	108	104	110	116	112	111	106	125
E1DV	225	203	256	235	249	217	260	260	244	244	243	266
K2N	218	219	255	208	241	227	231	217	216	235	226	237
K3N	194	159	188	180	183	177	187	185	159	188	179	193
K4N	227	198	229	181	215	203	209	197	196	216	207	231
K5N	197	171	190	182	178	178	186	185	158	191	158	204
K6N	224	186	213	176	213	204	205	196	194	209	198	220
K7N	183	153	172	161	158	156	165	164	147	185	169	169
K8N	192	197	225	178	207	199	208	193	192	210	204	237

N20M	0	0	126	186	135	143	127	131	140	172	176	110
N20MD	452	327	88	0	0	0	0	0	0	0	0	163
N22MD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
N25AJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
N26M	0	0	0	0	0	0	79	102	89	123	108	123
N28AJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
N2M	0	0	231	301	210	193	187	193	211	266	273	140
N2MD	912	660	212	0	0	0	0	0	0	0	0	304
N3M	0	0	121	147	151	124	121	116	135	146	144	84
N3MD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
N3VD	342	244	72	0	0	0	0	0	0	0	0	172
N4M	0	0	136	190	129	114	116	133	125	157	199	88
N4MD	710	480	117	0	0	0	0	0	0	0	0	211
N5M	0	0	123	138	128	107	111	93	114	128	103	74
N5VD	402	283	69	0	0	0	0	0	0	0	0	180
N6M	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
N8M	8	0	96	140	114	109	109	118	110	138	136	81
N8MD	281	213	58	0	0	0	0	0	0	0	0	130
O2M	154	124	143	150	140	128	144	139	141	164	152	174
O4V	189	146	177	185	165	158	154	159	157	189	174	168
O6N	224	171	195	190	179	175	168	178	173	201	181	186
RACMR	1	6	7	8	6	10	11	9	6	5	7	10
REJC	10	10	9	8	10	11	9	8	9	12	9	8
S11V	141	132	148	126	140	127	131	126	132	140	135	137
S1359	45	29	4	0	0	0	0	0	0	0	0	41
S13M	0	0	0	0	0	0	0	96	105	109	104	116
S15M	0	0	0	0	0	0	70	96	102	109	99	112
S1M	161	134	141	119	131	122	123	103	119	134	133	154
S2MV	0	0	113	160	125	119	112	107	104	128	121	174
S2M	335	255	69	0	0	0	0	0	0	0	0	5
S3M	174	132	144	122	132	119	121	109	134	131	121	136
S4M	185	136	147	149	133	137	115	103	109	128	129	176
S5M	130	109	120	97	117	102	104	107	103	115	110	117

S6M	217	177	170	163	149	146	112	99	97	120	110	125
S7M	222	205	227	200	219	191	191	97	108	113	132	115
S9M	139	121	139	112	135	116	118	110	126	131	127	128
SS9M	123	107	124	106	119	105	111	104	110	114	105	123

6- PRS por roteiro em 2008.

Roteiro	Massa (ton)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01LX	62	58	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02LX	98	81	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B3N	205	196	210	197	191	186	202	194	187	192	200	222
B5N	228	214	237	224	228	227	243	223	220	231	246	250
BS2V	141	138	155	164	153	151	148	147	143	137	115	144
BS3V	123	110	119	125	130	110	125	119	123	117	123	141
C1DN	313	299	324	321	311	295	320	316	310	350	342	393
C2DN	426	409	441	440	410	426	442	427	451	466	441	451
C2N	161	161	167	158	161	166	159	153	153	173	154	183
C3DN	396	401	441	431	420	439	442	429	437	474	444	459
C4DN	453	415	460	442	432	432	446	439	440	471	452	471
C5DN	358	357	395	369	352	359	373	363	350	365	358	391
C6DN	314	322	356	330	319	327	312	315	310	354	331	345
CECAR	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COEX	63	81	31	22	28	35	30	33	8	20	45	44
CS2M	143	144	151	153	169	159	164	156	143	112	104	130
CS3M	102	88	105	119	119	94	114	100	97	91	96	114
CS4M	130	131	140	162	152	148	152	153	143	112	99	126
CS5V	124	113	125	130	138	108	132	116	118	115	123	134
CS6M	0	0	0	0	0	0	0	0	35	110	109	134
CS7M	0	0	0	0	0	0	0	0	30	111	107	117
E1DV	207	199	215	206	218	220	224	219	228	230	228	243
K2N	209	212	231	225	234	242	232	238	258	262	244	265
K3N	185	172	198	185	177	183	193	172	171	181	186	192

N3M	0	0	174	163	159	124	155	122	158	135	158	75
N3MD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152
N3VD	345	261	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N4M	0	0	226	160	150	125	123	124	135	139	155	113
N4MD	474	345	10	0	0	0	0	0	0	0	0	168
N5M	0	0	193	152	129	103	125	107	127	119	153	90
N5MD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152
N5VD	393	286	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N7M	0	0	0	0	0	0	0	61	0	0	0	0
N8M	19	0	150	131	123	113	99	99	112	131	127	111
N8MD	272	208	6	0	0	0	0	0	0	0	0	103
N9M	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O2M	164	175	178	160	156	161	155	161	155	141	124	148
O2V	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0
O4V	178	153	186	161	168	167	180	153	171	181	163	223
O6N	198	192	206	193	189	189	188	186	190	205	194	216
RACMR	17	16	12	19	16	13	10	15	9	10	7	13
REJC	8	11	13	20	9	10	11	13	10	8	0	0
S11V	156	150	155	155	146	126	162	154	138	146	154	168
S1359	65	62	5	0	0	0	0	0	0	0	0	20
S13M	129	115	115	118	125	100	122	104	122	121	132	100
S13V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
S15M	123	104	109	111	112	98	107	105	108	110	121	58
S16V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
S1M	182	143	127	109	112	88	120	95	104	101	111	147
S2M	0	9	138	108	113	105	112	105	110	125	119	89
S2MV	127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2MD	133	187	6	0	0	0	0	0	0	0	0	124
S3M	191	148	132	119	119	98	117	106	109	108	121	149
S4/6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S4M	187	143	144	119	115	109	105	111	114	126	126	175
S4MD	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S5M	129	110	124	121	123	105	124	107	100	113	114	134

S6M	139	123	125	109	117	113	113	107	107	115	112	60
S6V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123
S7M	126	115	127	129	123	96	122	108	109	109	104	65
S7V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76
S9M	136	121	127	103	108	88	109	97	105	108	114	129
SS9M	114	94	97	98	110	94	120	105	103	97	104	112

7- PRS por roteiro em 2009.

Roteiro	Massa (ton)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
B3N	198	195	239	212	209	196	200	214	210	219	236	229
B5N	232	218	277	236	230	227	228	239	240	242	249	255
BS2V	127	118	128	123	120	124	132	127	127	126	136	145
BS3V	117	110	125	114	109	97	103	107	115	115	103	136
C1DN	344	303	383	334	318	314	338	335	337	365	392	409
C2DN	452	399	484	448	452	462	480	474	467	476	506	457
C2N	178	149	170	156	157	157	173	168	167	166	185	177
C3DN	411	397	490	469	470	459	487	494	497	483	510	485
C4DN	465	405	489	459	454	447	469	464	455	458	497	477
C5DN	362	336	405	373	361	342	367	370	367	372	401	395
C6DN	312	303	349	324	323	339	330	343	333	329	366	337
CECAR	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COEX	34	225	85	10	7	22	34	17	9	50	33	96
CS2M	103	93	110	97	94	99	106	105	98	104	121	124
CS3M	98	85	107	87	92	91	96	86	101	108	93	123
CS4M	103	106	113	105	99	101	109	107	102	103	114	115
CS5V	132	115	128	122	109	112	109	113	118	123	112	134
CS6M	133	112	115	112	99	106	102	112	110	112	132	140
CS7M	91	83	94	76	86	100	98	101	112	120	92	126
E1DV	227	209	219	200	208	224	218	208	217	222	228	230
K2N	252	220	239	220	227	229	244	241	228	226	257	257
K3N	175	164	200	171	167	171	166	162	169	163	179	178

K4N	219	190	208	192	193	192	202	196	190	192	218	227
K5N	171	166	203	174	179	166	170	172	174	170	187	189
K6N	212	197	210	200	195	195	212	203	199	192	214	205
K7N	159	149	185	154	156	146	148	157	154	156	169	177
K8N	211	182	206	187	189	193	202	202	195	192	211	210
K9N	173	163	195	172	171	160	165	164	175	178	195	196
KS2V	113	104	114	112	117	107	114	114	110	109	125	142
KS3M	98	74	109	88	94	75	81	88	95	109	90	114
KS4M	114	108	112	105	98	106	98	98	101	99	124	109
L3M	168	131	141	135	128	123	124	124	137	145	130	172
L4M	0	0	106	152	139	137	142	139	142	144	177	112
L4MD	401	303	109	0	0	0	0	0	0	0	0	136
L5M	146	110	109	93	106	103	104	105	102	113	116	148
L6M	175	168	179	143	138	140	147	150	146	137	162	168
L7M	133	96	112	113	98	103	94	104	115	116	99	138
L8MD	325	262	250	255	241	220	226	224	231	243	292	335
N12M	144	137	150	153	147	141	133	131	131	122	146	155
N16M	155	135	145	117	131	121	127	131	137	129	145	156
N18M	132	128	122	115	105	111	107	118	117	116	132	145
N19M	157	134	120	105	89	90	92	85	91	95	86	138
N1M	0	0	107	172	148	152	135	134	157	179	183	178
N1MD	335	314	117	0	0	0	0	0	0	0	0	160
N20M	9	11	99	155	136	134	132	135	148	141	191	119
N20MD	420	322	129	17	0	0	0	0	0	0	0	172
N22M	386	255	215	159	112	117	0	0	0	0	0	14
N22MD	32	60	5	0	8	0	230	231	259	288	329	360
N25AJ	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
N25MD	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N26M	145	120	116	117	112	120	112	121	123	121	132	146
N28AJ	280	217	25	0	0	0	0	0	0	0	0	78
N2M	68	0	62	27	0	0	154	155	161	145	193	117
N2MD	474	421	274	260	238	218	0	0	0	0	0	186
N3M	0	0	72	172	114	137	123	124	134	147	159	130

N3MD	356	277	122	0	13	0	0	0	0	0	0	127
N4M	0	0	139	180	153	126	134	130	141	157	196	147
N4MD	461	322	118	0	0	0	0	0	0	0	0	152
N5M	0	0	98	140	106	105	102	102	115	125	134	131
N5MD	406	298	101	0	0	0	0	0	0	0	0	119
N8M	0	0	85	140	124	119	128	122	127	127	160	107
N8MD	294	219	81	0	0	0	0	0	0	0	0	106
O2M	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O2V	65	109	122	113	112	113	118	115	108	114	117	135
O4V	228	186	190	166	176	162	176	176	169	170	199	214
O6N	212	188	216	197	192	189	210	209	203	205	229	236
RACMR	27	17	31	48	42	45	57	51	52	49	48	66
REJC	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0
S1/4M	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S11V	162	123	131	126	109	124	120	139	130	139	129	170
S1359	77	76	16	0	0	0	0	0	0	0	0	33
S13M	6	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
S13V	130	130	139	142	130	132	136	125	140	120	109	138
S16V	126	128	117	110	108	115	125	118	126	127	144	151
S1M	151	121	129	125	109	103	100	96	113	110	111	150
S2M	0	0	94	151	0	0	0	0	0	0	0	81
S2MD	305	218	64	0	120	114	117	117	118	124	149	107
S3M	159	130	120	101	110	109	116	115	124	126	119	172
S4M	151	107	124	120	103	114	121	120	115	107	154	153
S4MD	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S5M	77	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
S5V	67	112	121	111	121	110	112	108	110	127	121	164
S6M	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S6V	175	138	141	123	117	113	119	115	115	120	136	153
S7V	126	105	129	107	121	113	117	119	121	118	96	138
S9M	135	107	117	109	93	112	107	111	119	122	113	155
SS9M	101	88	103	91	99	95	95	98	105	116	109	135

8- PRS por roteiro em 2010.

Roteiro	Massa (ton)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
ON8M	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
B3N	238	205	244	219	227	210	205	224	206	212	214	168
B5N	268	234	262	241	252	241	229	253	232	231	249	197
B7N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153
BS2V	143	128	155	134	142	131	136	135	136	137	140	145
BS3V	124	110	123	114	116	115	123	112	110	112	118	125
C1DN	351	322	384	376	380	348	358	355	364	364	376	384
C2DN	467	413	511	463	483	447	450	458	451	450	449	440
C2N	173	159	201	163	175	165	166	163	163	164	171	174
C3DN	455	427	519	486	516	485	484	502	490	480	479	437
C4DN	497	429	511	429	476	448	466	476	456	467	480	407
C5DN	380	357	433	368	380	373	360	373	373	366	375	365
C6DN	331	322	390	360	361	343	326	339	331	322	333	349
CECAR	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COEX	96	76	77	56	33	39	25	85	111	81	80	72
CS2M	117	109	135	107	117	111	104	101	97	100	95	130
CS3M	108	97	110	97	100	103	103	96	87	87	104	109
CS4M	109	106	124	107	134	110	99	105	106	105	111	118
CS5V	133	115	129	110	124	124	124	118	115	116	121	130
CS6M	133	124	117	108	121	121	113	115	112	114	133	148
CS7M	115	95	116	111	111	107	118	102	94	103	118	116
E1DV	210	194	231	203	210	203	200	205	209	202	218	206
K1DN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	351
K2N	243	230	276	230	243	237	228	223	221	217	240	192
K3N	189	158	178	167	187	159	153	172	157	158	162	169
K4N	208	192	235	190	195	188	184	182	182	194	193	206
K5N	199	164	187	174	179	165	170	176	169	177	176	186
K6N	201	191	228	189	204	185	188	192	192	195	198	204
K6V	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0

K7N	181	155	169	158	165	151	156	164	150	158	155	167
K8N	203	187	223	186	192	179	186	180	184	192	184	190
K9N	212	184	194	184	193	181	187	194	180	175	183	161
KS2V	127	116	136	130	122	116	115	113	112	111	119	134
KS3M	104	87	109	98	85	82	89	79	83	84	95	86
KS4M	107	108	107	110	117	121	98	103	99	97	104	128
L3M	168	146	167	142	134	128	141	126	144	131	142	162
L4M	0	0	123	150	161	136	130	128	135	143	165	147
L4MD	395	315	107	0	0	0	0	0	0	0	0	92
L5M	145	119	123	89	91	90	85	86	84	91	97	120
L6M	159	151	176	147	148	144	140	143	135	152	161	195
L7M	133	112	92	90	86	87	85	78	88	78	92	105
L8MD	368	300	274	259	237	232	228	224	242	257	306	348
L9M	0	0	66	101	101	106	104	92	89	96	113	119
N12M	158	143	182	148	159	147	132	105	103	105	117	151
N13M	0	0	96	137	120	107	117	95	105	101	134	149
N16M	173	148	153	143	141	126	129	134	140	138	143	179
N18M	142	134	141	122	121	120	109	119	124	128	140	174
N19M	155	139	132	112	115	119	117	115	108	115	126	144
N1M	0	0	101	151	129	133	129	124	135	134	194	161
N1MD	397	334	92	0	0	0	0	0	0	0	0	148
N20M	0	0	102	137	138	124	125	140	142	147	156	138
N20MD	511	389	128	0	0	0	0	0	0	0	0	106
N22M	0	0	185	56	7	0	0	6	0	0	0	0
N22MD	464	354	193	231	243	241	224	236	261	290	343	401
N25AJ	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N26M	171	134	165	152	153	139	143	137	139	150	161	201
N28AJ	345	209	36	0	0	0	0	0	0	0	0	65
N2M	0	0	130	154	141	132	129	123	134	151	167	153
N2MD	508	407	122	0	0	0	0	0	0	0	0	119
N3M	0	0	89	130	113	108	105	106	110	114	138	122
N3MD	354	280	86	0	0	0	0	0	0	0	0	88
N4M	0	0	122	151	133	119	117	114	120	134	158	165

N4MD	436	327	90	0	0	0	0	0	0	0	0	102
N5M	0	0	98	135	110	113	114	99	111	118	152	141
N5MD	410	299	82	0	0	0	0	0	0	0	0	90
N8M	0	0	85	128	129	104	114	109	117	115	137	114
N8MD	312	219	80	0	0	0	0	0	0	0	0	84
O2V	145	131	139	117	132	127	121	116	124	124	130	160
O4V	240	215	186	147	133	129	122	130	130	134	148	155
O5V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
O6N	222	203	246	201	206	213	210	206	207	212	216	158
O6V	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
O8N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146
RACMR	69	53	74	69	73	74	75	71	82	77	64	94
S11V	155	133	167	126	162	143	145	135	139	138	144	163
S13M	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
S1359	97	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
S13V	136	114	129	117	135	118	125	110	117	118	123	139
S16V	167	148	163	141	134	141	148	119	124	140	148	192
S1M	146	121	129	109	107	110	111	106	109	105	127	144
S2M	0	0	103	118	125	124	116	116	122	121	146	110
S2MD	303	232	61	0	0	0	0	0	0	0	0	71
S3M	159	145	143	141	133	125	132	120	120	124	136	158
S3V	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
S4M	134	125	147	136	127	109	111	109	118	121	140	173
S4MD	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
S5V	158	134	144	148	139	137	143	132	129	135	141	167
S6V	191	161	152	118	133	119	117	115	120	119	137	183
S7V	131	117	125	116	116	123	124	135	118	115	119	127
S9M	156	123	132	121	120	119	121	105	103	113	120	133
SS9M	111	110	126	115	99	123	123	112	104	113	121	133