

Karina da Silva de Souza

**ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE A GERAÇÃO DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS DOMICILIARES E O CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA  
ELÉTRICA: ALTERNATIVAS DE TARIFAÇÃO DA COLETA DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Júnior

Florianópolis  
2012

Souza, Karina da Silva de

Estudo da Relação entre a Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares e o Consumo de Água e Energia Elétrica: Alternativas de Tarifação da Coleta de Resíduos Sólidos [dissertação] / Karina da Silva de Souza ; orientador, Armando Borges de Castilhos Júnior - Florianópolis, SC, 2012. 180 p.

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

Inclui referências

1. Engenharia Ambiental. 2. Resíduos sólidos domiciliares. 3. Taxa de geração. 4. Taxa de coleta de resíduos. . I. Castilhos Júnior, Armando Borges de . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. III.

Karina da Silva de Souza

**ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE A GERAÇÃO DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS DOMICILIARES E O CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA  
ELÉTRICA: ALTERNATIVAS DE TARIFAÇÃO DA COLETA DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia Ambiental”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental.

Florianópolis, 14 de setembro de 2012.

---

Prof. Flávio Rubens Lapolli, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Armando Borges de Castilhos Júnior, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Davide Franco, Dr.  
Universidade Federal de Santa  
Catarina

---

Prof. Sebastião Roberto Soares,  
Dr.  
Universidade Federal de Santa  
Catarina

---

Prof. Pedro Alberto Barbeta, Dr.  
Universidade Federal de Santa  
Catarina

---

Prof. Joácio de Araújo Morais  
Júnior, Dr.  
Universidade Federal da Paraíba

Este trabalho é dedicado aos meus pais que sempre me apoiaram, aos meus queridos irmãos pela nossa amizade, e ao meu namorado pelo companheirismo de sempre.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer todos que de alguma forma apoiaram para o desenvolvimento desta pesquisa:

Primeiramente aos meus familiares pelo carinho e pela educação que me foi passada e incentivos constantes em todos os meus projetos, em especial aos meus pais, Luiz e Zélia, meus irmãos Sabrina e Rodrigo, e ao meu lindo sobrinho Gabriel;

Ao meu namorado, Jtair, pelo carinho, companheirismo e compreensão pelos momentos de ausência;

Às minhas amigas Isabel e Valéria que me incentivaram a entrar no Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental;

Ao professor Armando Borges de Castilhos Júnior pelas orientações, auxílios e pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa;

Ao professor Davide Franco por toda orientação nas análises estatísticas deste trabalho. Sem sua orientação não conseguiríamos atingir nossos objetivos;

À Marystela, ex-estagiária da COMCAP, que embarcou nesta pesquisa comigo, tendo como foco os estudos regionais. Muito obrigada pelo seu apoio, companheirismo e amizade, pois foram essenciais na construção deste trabalho.

Ao Vitor, ex-estagiário da COMCAP que por diversas vezes me ajudou nos incansáveis levantamentos de dados nos condomínios;

Ao Walter, estagiário da COMCAP, que juntamente com o gerente do Departamento de Coleta de Resíduos Sólidos, Paulo Pinho, trabalharam no fornecimento dos dados de geração de resíduos sólidos regionais;

Ao Paulo Peressoni, da CASAN e ao Igor Gonçalves, da Celesc, que atenderam nossas demandas, dedicando horas de trabalho para resgatar dos sistemas de informação destas empresas os dados solicitados.

Aos moradores, síndicos, e principalmente aos funcionários dos dois condomínios objeto de estudo, em especial à Mariza, Rose, David e Sílvio do Condomínio A, e ao Douglas, Humberto, Sérgio, Simone e Carlos do Condomínio B. Muito obrigada pelo pronto-atendimento e pela ajuda oferecida durante este um ano de levantamento de dados.

À COMCAP pela aquisição das balanças necessárias à esta pesquisa e por todo apoio dedicado para a conclusão deste estudo.

Aos meus colegas de trabalho, em especial Flávia e Lúcia, obrigada pelos conhecimentos e desafios que me proporcionam diariamente. Aprendi muito com vocês.

Aos meus amigos, que sempre me apoiaram e estiveram presente durante a realização desta pesquisa;

A todos que durante as dificuldades encontradas ao longo desta caminhada, de alguma forma me apoiaram e não me deixaram desistir;

A todos vocês, Muito Obrigada !!

“Não há modo de mandar, ou ensinar mais forte, e suave, do que o exemplo: persuade sem retórica, impele sem violência, reduz sem porfia, convence sem debate, todas as dúvidas desata, e corta caladamente todas as desculpas. Pelo contrário, fazer uma coisa, e mandar, ou aconselhar outra, é querer endireitar a sombra da vara torcida.”

(Manuel Bernardes, in 'Luz e Calor')

## RESUMO

O município de Florianópolis, assim como vários municípios brasileiros, enfrenta dificuldades relacionadas ao financiamento dos custos decorrentes do gerenciamento dos resíduos sólidos, uma vez que a arrecadação através da taxa de coleta de lixo, cobrada junto ao IPTU, é insuficiente para financiar todas as despesas do sistema. Este trabalho tem como objetivo avaliar as relações existentes entre o consumo de água e o consumo de energia elétrica com a geração de resíduos sólidos domiciliares visando uma nova base de cálculo para a determinação do valor da "tarifa de resíduos sólidos domiciliares" para o município de Florianópolis. A metodologia utilizada consistiu na pesagem diária de RSD, leitura do consumo de água e de energia elétrica em dois edifícios residenciais multifamiliares, além da obtenção de dados mensais da geração de RSD e consumo de água e energia elétrica de duas regiões do município. Os resultados encontrados indicam uma taxa de geração per capita de RSD de 0,9 kg/habitante/dia para as regiões estudadas e de 0,6 kg/habitante/dia para os condomínios multifamiliares. Os resultados também mostraram fortes relações entre o consumo de água e o consumo de energia elétrica com a geração de RSD, quando os dados foram tratados de forma agrupada, por faixas de consumo, mostrando ser possível estimar a quantidade de RSD gerada por uma edificação a partir do seu consumo de água ou de energia elétrica.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos domiciliares. Taxa de geração. Taxa de coleta de resíduos.

## **ABSTRACT**

The municipality of Florianópolis, as well as many municipalities, is facing difficulties related to financing the costs of solid waste management, since the collection by the garbage collection fee, charged by the property tax, is insufficient to fund all expenses system. This study aims to evaluate the relationship between water and energy consumption with the production of municipal solid waste towards a new basis of calculation for determining the value of "solid waste fee" for the city of Florianópolis. The methodology consisted of daily weighing of RSW, reading of water consumption and electricity in two multifamily residential buildings, in addition to obtaining monthly data of MSW generation and consumption of water and electricity in two regions of the municipality. The results indicate a rate of RSW per capita generation of 0.9 kg / capita / day for the regions studied and 0.6 kg / capita / day for multifamily condominiums. The results also showed a strong relationship between water consumption and electricity consumption with the generation of solid waste, when data were pooled treated for consumption ranges, showing it is possible to estimate the amount of RSD generated by a building from their water or electricity.

**Keywords:** Residential solid waste. Generation rate. Waste collection tax.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistemas de pesagem de resíduos através de mecanismos acoplados aos contentores e caminhões de coleta.....	40
Figura 2 – Fluxograma apresentando a estrutura básica da pesquisa. ....	52
Figura 3 – Localização do município de Florianópolis. ....	53
Figura 4 – Localização das regiões abrangidas no estudo. ....	57
Figura 5 – Exemplo de gráfico de linhas. ....	70
Figura 6 – Exemplo de diagrama de caixas. ....	70
Figura 7 – Diagrama de dispersão do consumo per capita diário de energia elétrica por área ocupada por habitante ( $m^2/hab.$ ) (a) no Condomínio A e (b) no Condomínio B.....	80
Figura 8 – Variação do CPAg nos dias de coleta de dados. ....	83
Figura 9 – Variação do CPEE nos dias de coleta de dados. ....	84
Figura 10 – Variação da PPRS nos dias de coleta de.....	85
Figura 11 – Variação do CPAg nas estações do ano.....	89
Figura 12 – Variação do CPEE nas estações do ano.....	90
Figura 13 – Variação da PPRSD nas estações do ano.....	91
Figura 14 – Variação semanal do consumo de água no condomínio A. ....	94
Figura 15 – Variação semanal do consumo de energia elétrica nos condomínios..	96
Figura 16 – Variação semanal da geração de resíduos sólidos nos condomínios. ....	98
Figura 17 – Variação do Consumo de Água nas Regiões 1 e 2. ....	112
Figura 18 – Variação do Consumo de Energia Elétrica nas Regiões 1 e 2. ....	113
Figura 19 – Variação da produção de Resíduos Sólidos nas Regiões 1 e 2. ....	114
Figura 20 – Variação do Consumo de Água nas estações do ano. ....	117
Figura 21 – Variação do Consumo de Energia Elétrica nas estações do ano...	117
Figura 22 – Variação da Geração de Resíduos Sólidos nas estações do ano. ...	118

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição das Faixas de Taxação da Coleta de Lixo em União da Vitória. ....	44
Tabela 2 – Resumo das Formas de cobrança de resíduos sólidos em alguns municípios brasileiros.....	45
Tabela 3 – Resumo dos Estudos realizados para medição indireta de resíduos sólidos.....	49
Tabela 4 - Receitas e despesas arrecadadas entre os anos de 2003 e 2009. ....	56
Tabela 5 - População residente nos bairros integrantes da Região 1. ....	58
Tabela 6 - Número de domicílios nos bairros integrantes da Região 1.....	59
Tabela 7 - Renda per capita mensal da população da Região 1. ....	59
Tabela 8 - População residente nos bairros integrantes da Região 2. ....	61
Tabela 9 - Número de domicílios nos bairros integrantes da Região 2.....	61
Tabela 10 - Renda per capita mensal da população da Região 2. ....	61
Tabela 11 – População anual considerada para as análises dos dados per capita. ....	67
Tabela 12– Número de habitantes por apartamento.....	75
Tabela 13 – Área dos apartamentos.....	76
Tabela 14 – Faixa Etária da População residente. ....	76
Tabela 15 – Estado civil da População residente.....	77
Tabela 16 – Profissão dos moradores. ....	77
Tabela 17 – Renda familiar. ....	78
Tabela 18 – Valores Médios das variáveis estudadas nos Condomínios. ....	78
Tabela 19- Resultados das comparações múltiplas por Tukey dos diferentes dias da semana. ....	86
Tabela 20 – Resultados das Análises de Correlação não paramétricas.....	87
Tabela 21 – Resultados da Análise de Regressão. ....	88
Tabela 22- Resultados da análise de variância das estações no ano. ....	91
Tabela 23 – Resultados das Análises de Correlação não paramétricas.....	92
Tabela 24 – Resumo dos Resultados da Análise de Regressão. ....	93
Tabela 25 – Resultados das Análises de Correlação não paramétricas.....	99
Tabela 26 – Resumo dos Resultados da Análise de Regressão. ....	99
Tabela 27 – Resultados das Análises de Correlação não paramétricas.....	100
Tabela 28 – Resumo dos Resultados da Análise de Regressão. ....	101
Tabela 29 – Faixas de consumo de água.....	102
Tabela 30 – Valores obtidos pela soma dos dados das diferentes faixas de consumo de água. ....	103
Tabela 31 – Resultados das análises não paramétricas do somatório das faixas de consumo.....	103
Tabela 32 – Resultados das análises de regressão. ....	104
Tabela 33 – Faixas de consumo de energia elétrica.....	105
Tabela 34 – Valores obtidos pela soma dos dados das diferentes faixas de consumo de energia elétrica. ....	106
Tabela 35 – Resultados das correlações não paramétricas.....	106

Tabela 36 – Resultados das análises de regressão. ....	107
Tabela 37 – Estatísticas Descritivas das variáveis estudadas nas regiões 1 e 2. .....	109
Tabela 38– Tendência das variáveis .....	114
Tabela 39– Resultados das relações não paramétricas.....	115
Tabela 40– Resultados da Análise de Regressão. ....	115
Tabela 41- Resultados da análise de variância das estações no ano.....	119
Tabela 42 – Resultados das Análises de Correlações não paramétricas.....	119
Tabela 43 – Resultados das análises de regressão. ....	120
Tabela 44 – Tendência das variáveis .....	121
Tabela 45 – Resultados das Análises de Correlações não paramétricas.....	121
Tabela 46 – Resultados das análises de regressão. ....	122
Tabela 47 – Tendência das variáveis .....	123
Tabela 48 – Resultados das Análises de Correlações não paramétricas.....	123
Tabela 49 – Resultados das análises de regressão para os dados per capita das regiões 1 e 2.....	124
Tabela 50- Faixas de Consumo de Água. ....	125
Tabela 51- Faixas de Consumo de Água. ....	125
Tabela 52 – Resultados das Análises de Correlações não paramétricas.....	126
Tabela 53 – Resultados das análises de regressão. ....	126

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT - Associação brasileira de Normas Técnicas  
ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais  
ACMR - Associação de Coletores de Materiais Recicláveis  
ARESP - Associação de Recicladores Esperança  
CAg – Consumo de Água  
CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento  
CEE – Consumo de Energia Elétrica  
CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina  
COMCAP – Companhia Melhoramentos da Capital  
CPAg – Consumo per capita de Água  
CPEE – Consumo per capita de Energia Elétrica  
CTReS – Centro de Transferência de Resíduos Sólidos  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas  
IPTU - Imposto Predial Territorial Urbano  
GIRSU - Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos  
PNRS - Política Nacional dos Resíduos Sólidos  
PRSD – Produção de Resíduos Sólidos Domiciliares  
PPRSD – Produção per capita de Resíduos Sólidos Domiciliares  
PPRSR – Produção per capita de Resíduos Sólidos Recicláveis Secos  
RSD - Resíduo Sólido Domiciliar  
RSU - Resíduo Sólido Urbano  
SNIS – Serviço Nacional de Informações sobre o Saneamento

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>1.1. OBJETIVOS.....</b>	<b>21</b>
1.1.1. Objetivo Geral .....	21
1.1.2. Objetivos Específicos.....	21
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1. ASPECTOS GERAIS SOBRE OS RESÍDUOS .....</b>	<b>23</b>
2.1.1. Definições.....	23
2.1.2. Classificação .....	24
2.1.3. Características dos Resíduos Sólidos.....	25
<b>2.2. GERAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....</b>	<b>26</b>
<b>2.3. GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4. SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA .....</b>	<b>27</b>
2.4.1. Coleta de Resíduos Sólidos.....	29
2.4.2. Limpeza de Logradouros Públicos .....	30
2.4.3. Transbordo e Transporte de Resíduos Sólidos .....	30
2.4.4. Destinação Final dos Resíduos Sólidos .....	32
2.4.5. Disposição Final dos Resíduos Sólidos .....	32
2.4.6. Custos Envolvidos nos Serviços de Limpeza Urbana .....	33
<b>2.5. SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA E REMUNERAÇÃO DA PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....</b>	<b>35</b>
2.5.1. Modelos de Cobrança dos Serviços de Limpeza Urbana através de Taxas	38
2.5.2. Modelos de Cobrança dos Serviços de Limpeza Urbana através de Tarifas .....	39
2.5.3. Modelos de Cobrança dos Serviços de Limpeza Urbana em algumas Cidades Brasileiras .....	41
2.5.4. Modelos de Cobrança dos Serviços de Limpeza Urbana em outros Países .....	45
2.5.5. Métodos Indiretos de Medição da Geração de Resíduos Sólidos	46

2.5.6. Relações entre o Consumo de Água e/ou Energia Elétrica e s Geração de Resíduos Sólidos .....	49
--	----

### **3. METODOLOGIA DA PESQUISA .....51**

#### **3.1. O MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS .....52**

3.1.1. O Gerenciamento de Resíduos Sólidos no Município .....	54
---	----

#### **3.2. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO .....56**

3.2.1. Caracterização das Regiões .....	57
---	----

#### **3.3. AMOSTRAGEM .....61**

3.3.1. Caracterização dos Condomínios .....	62
---	----

#### **3.4. LEVANTAMENTO DE DADOS.....64**

3.4.1. Dados dos Condomínios .....	64
------------------------------------	----

3.4.2. Dados das regiões.....	65
-------------------------------	----

#### **3.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS.....68**

3.5.1. Estatística Descritiva.....	68
------------------------------------	----

3.5.2. Análises no tempo .....	69
--------------------------------	----

3.5.3. Análises de Variância .....	71
------------------------------------	----

3.5.4. Análise Exploratória dos dados .....	71
---	----

3.5.5. Análises das Correlações .....	72
---------------------------------------	----

3.5.6. Regressão Linear Múltipla .....	73
--	----

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....75**

#### **4.1. RESULTADOS DOS ESTUDOS NOS CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS ..75**

4.1.1. Perfil Socioeconômico da População dos Condomínios.....	75
--	----

4.1.2. Valores Médios.....	78
----------------------------	----

4.1.2.1. Consumo de Energia Elétrica nos Condomínios .....	79
--	----

4.1.3. Análises dos Dados .....	81
---------------------------------	----

4.1.3.1. Análise dos dados Diários .....	82
--	----

4.1.3.1.1. Considerando os dias de Coleta de dados .....	82
--	----

4.1.3.1.2. Considerando as Variações nas Estações do ano.....	88
---	----

4.1.3.2. Análise dos Dados Semanais.....	94
--	----

4.1.3.2.1. Considerando as Semanas Estudadas .....	94
--	----

4.1.3.2.2. Considerando as Estações do Ano .....	99
--	----

4.1.3.3.	Análise dos Dados Diários agrupados por Faixas de Consumo	101
4.1.3.3.1.	Análise entre o Consumo de Água e a Geração de Resíduos Sólidos	101
4.1.3.3.2.	Análise entre o Consumo de Energia Elétrica e a Geração de Resíduos Sólidos .....	105
<b>4.2.</b>	<b>RESULTADOS DOS ESTUDOS NAS REGIÕES ESTUDADAS .....</b>	<b>108</b>
4.2.1.	Análise de Consistência dos Dados .....	108
4.2.2.	Valores Médios.....	108
4.2.3.	Análise dos Dados .....	111
4.2.3.1.	Análise dos dados Brutos .....	111
4.2.3.1.1.	Considerando a Série Histórica.....	111
4.2.3.1.2.	Considerando as Estações do Ano .....	116
4.2.3.2.	Análises dos dados por domicílio .....	121
4.2.3.3.	Análises dos dados per capita .....	122
4.2.3.4.	Análises dos dados por faixa de consumo .....	124
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>129</b>
	REERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	133



## INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos quase sempre acompanhou a história do homem, já que sua produção é inevitável. A partir da Segunda Guerra Mundial, com a aceleração da industrialização e êxodo rural da população do campo, aliado ao processo de crescente urbanização, introdução de embalagens e plásticos no mercado consumidor, o estilo de vida da população e seus hábitos de consumo foram se transformando, ao longo dos anos. Sendo assim, apesar de o mundo moderno oferecer à sociedade “inúmeras facilidades, comodidades, praticidades, que tornam a vida mais ágil”, ganhando-se tempo com todas as inovações e melhorando a qualidade de vida, em uma análise mais objetiva, segundo Leite (2006) nota-se que outros aspectos estão sendo prejudicados, “pois como resultado destas melhorias, há a cobrança de um preço elevado, o “custo do lixo””.

“Com o crescimento das cidades, o desafio da limpeza urbana não consiste apenas em remover o lixo de logradouros e edificações, mas, principalmente, em dar um destino final adequado aos resíduos coletados.” (MONTEIRO et. al., 2001). Entretanto, em grande parte das municipalidades, em decorrência da escassez de recursos e um orçamento restrito, dá-se prioridade à coleta e limpeza pública, deixando a disposição final dos resíduos em segundo plano. Por este motivo, é comum observar nos municípios de menor porte, a presença de “lixões”, ou seja, locais onde os resíduos sólidos coletados são lançados diretamente sobre o solo, sem nenhum tipo de proteção e controle ambiental, poluindo tanto o solo, quanto o ar e as águas subterrâneas e superficiais das vizinhanças.

Com os novos marcos regulatórios na área de resíduos sólidos, iniciados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, o desafio é ainda maior uma vez que são impostas metas ousadas, a serem cumpridas em curto período, necessitando de grandes investimentos no setor.

Tendo em vista que o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos consome grande parte do orçamento municipal das cidades brasileiras, a busca de soluções alternativas que financiem a gestão dos resíduos sólidos deve ser encarada como prioridade para os gestores municipais. Em virtude de métodos diretos de medição da geração de resíduos sólidos apresentarem restrições, principalmente de ordem econômica, vários estudos vêm sendo desenvolvidos de forma a quantificar a geração de resíduos sólidos indiretamente, a partir do consumo de água ou de energia elétrica em unidades habitacionais.

Considerando, igualmente, que tanto o consumo de água e energia elétrica, quanto a geração de resíduos sólidos variam de acordo com os aspectos culturais, climáticos e socioeconômicos, os coeficientes de correlação entre os parâmetros de consumo de água ou de energia e a geração de resíduos sólidos, encontrados em estudos referentes a uma determinada cidade, podem não representar a realidade de outro município. Sendo assim, este estudo mostra-se de grande importância para avaliar estes parâmetros no município de Florianópolis, visando uma nova base de cálculo para arrecadação municipal com os serviços de coleta, transporte e destino final dos resíduos sólidos.

Neste trabalho, foram levantados dados de geração de resíduos sólidos domiciliares, consumo de água e consumo de energia elétrica em dois condomínios residenciais e em duas regiões do município de Florianópolis. A partir desta etapa, os dados foram trabalhados

estatisticamente a fim de se avaliar as relações entre estas variáveis, e o modelo de associação mais representativo.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

Avaliar as relações existentes entre o consumo de água e o consumo de energia elétrica com a geração de resíduos sólidos domiciliares visando uma nova base de cálculo para a determinação do valor da "tarifa de resíduos sólidos domiciliares".

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar a geração per capita de resíduos sólidos domiciliares dos locais estudados;
- Determinar o consumo per capita de energia elétrica, bem como o consumo per capita de água dos locais estudados;
- Avaliar a existência de sazonalidade nos padrões de consumo de água e de energia elétrica, bem como da geração de resíduos sólidos nos locais estudados;
- Determinar o coeficiente de correlação existente entre as variáveis consumo de água e de energia elétrica com a geração de resíduos sólidos domiciliares, bem como seu nível de significância estatística;
- Propor um modelo para determinação da quantidade de resíduos sólidos gerados a partir do consumo de água ou de energia elétrica.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. ASPECTOS GERAIS SOBRE OS RESÍDUOS

#### 2.1.1. Definições

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, através da NBR 10.004, define os resíduos sólidos como:

aqueles resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível. (NBR 10.004)

Já a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, traz em seu Art. 3º algumas definições, dentre as quais está a de resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede 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 (BRASIL, 2010). Segundo Fadini & Fadini (2001), podemos chamar de 'lixo' a uma grande diversidade de resíduos sólidos de diferentes procedências, dentre eles o resíduo sólido urbano gerado em nossas residências.

“O lixo faz parte da história do homem, já que a sua produção é inevitável”. Para Teixeira & Bidone (1999) *apud* Fadini & Fadini (2001), o lixo é definido de acordo com a conveniência e preferência de cada um.

Normalmente os autores de publicações sobre resíduos sólidos se utilizam indistintamente dois termos "lixo" e "resíduos sólidos".

Nesta dissertação será utilizada, preferencialmente, a expressão “resíduos sólidos” em virtude de a expressão “lixo” carregar consigo um aspecto negativo, relacionado a inexistência de uma nova utilização dos elementos descartados, desconsiderando assim, o reaproveitamento e a reciclagem. As variadas definições de resíduos sólidos ressaltam a diversidade e complexidade dos mesmos.

### **2.1.2. Classificação**

Segundo Monteiro et.al. (2001), são várias as formas de se classificar os resíduos sólidos, sendo que as mais comuns são quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente e à natureza ou origem. “A classificação é relevante para a escolha da estratégia de gerenciamento mais viável” (CASTILHOS JR, 2003). Quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente, os resíduos sólidos podem ser classificados segundo a NBR 10.004 como:

**Classe I ou Perigosos:** São aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, podem apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices, ou riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada;

**Classe II A ou Não- Inertes:** São os resíduos que podem apresentar propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos Classe I – Perigosos – ou Classe IIB – Inertes.

**Classe II B ou Inertes:** São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Já o critério de classificação quanto à natureza ou origem dos resíduos sólidos, considera cinco classes, a saber (MONTEIRO et. al, 2001):

**Resíduos Sólidos Domésticos ou Domiciliares:** os resíduos gerados nas atividades diárias em casas, apartamentos, condomínios e demais edificações residenciais;

**Resíduos Sólidos Comerciais:** os resíduos gerados em estabelecimentos comerciais, cujas características dependem da atividade ali desenvolvida;

**Resíduos Sólidos Públicos:** os resíduos de varrição, capina, raspagem, etc., provenientes dos logradouros públicos, em geral resultantes da natureza, tais como folhas, galhadas, poeira, terra e areia, e também aqueles descartados indevidamente pela população, como entulho, bens considerados inservíveis, papéis, restos de embalagens, de alimentos, etc.;

**Resíduos Sólidos Domiciliares Especiais:** este grupo compreende os entulhos de obras, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus;

**Resíduos Sólidos de Fontes Especiais:** São resíduos que, em função de suas características peculiares, passam a merecer cuidados especiais em seu manuseio, acondicionamento, estocagem, transporte ou disposição final. Dentro desta classe de resíduos destacam-se os resíduos sólidos industriais, radioativos, de portos, aeroportos e terminais rododiferroviários, agrícola e proveniente de serviços de saúde.

### 2.1.3. Características dos Resíduos Sólidos

As características dos resíduos sólidos podem variar em função de fatores sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, ou seja, os mesmos aspectos que também diferenciam as comunidades entre si e as próprias cidades (MONTEIRO et. al, 2001). Em uma pesquisa realizada em Salvador, fezes humanas também eram consideradas resíduos sólidos, pela população, devido à ausência de sanitário nos domicílios, levando as famílias a acondicionarem as fezes em jornais e sacos plásticos, depositando-as juntamente com o lixo doméstico (RÊGO et.al.,2002). Isso reflete uma variação da composição dos resíduos sólidos em relação aos aspectos citados anteriormente, pois o que é considerado como um constituinte do efluente doméstico por grande parte da população é considerado resíduo sólido por esta comunidade e por outras que vivem nas mesmas condições sanitárias.

## 2.2. GERAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A geração de resíduos sólidos sempre acompanhou a história do homem, pois sua geração é inevitável. “Na pré-história, o Homem já se preocupava com essa questão, depositando seus resíduos em locais pré-determinados, o que pode ser constatado hoje em dia pelos depósitos denominados de sambaquis”. (GUIZARD, 2006). A partir do processo de urbanização, que provocou o êxodo do homem do campo para as cidades, acompanhado de um vertiginoso crescimento populacional, favorecido também pelo avanço da medicina e conseqüente aumento da expectativa de vida, os impactos ambientais passaram a ter alto grau de magnitude, e os resíduos sólidos encarados como um problema, o qual deveria ser combatido e escondido da população (FADINI & FADINI, 2001).

Para Bidone (1999) *apud* Fadini & Fadini (2001), em um passado não muito distante a geração de resíduos sólidos era de algumas dezenas de quilos por habitante/ano. Entretanto, hoje, com a maioria das pessoas vivendo nas cidades e com o avanço mundial da indústria provocando mudanças nos hábitos de consumo da população, vem-se gerando resíduos sólidos diferentes em quantidade e diversidade.

A quantidade de resíduos produzida por uma população é bastante variável e depende de uma série de fatores, como renda, época do ano, modo de vida, movimento da população nos períodos de férias e fins de semana e novos métodos de acondicionamento de mercadorias, com a tendência mais recente de utilização de embalagens não retornáveis. (CUNHA & FILHO, 2002).

Países altamente industrializados como os Estados Unidos produzem mais de 700 kg/hab/ano de resíduos sólidos. No Brasil, o valor médio verificado nas cidades mais populosas é da ordem de 180 kg/hab/ano. (BIDONE, 1999).

## 2.3. GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O conceito de Gestão de Resíduos Sólidos é apresentado por Machado & Prata Filho (1999) como o conjunto de estratégias de níveis técnicos, políticos e administrativos para o gerenciamento dos resíduos sólidos, visando à preservação da saúde pública e a proteção da qualidade do ambiente urbano.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos traz o conceito de gestão integrada de resíduos sólidos definindo-o como o “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável”. (BRASIL, 2010).

O emprego da expressão “Gestão Integrada” de resíduos sólidos tornou-se globalizado, sendo adotado segundo conveniências do seu utilizador. O conceito de gestão integrada pode estar associado a todas as categorias de resíduos, incluindo os gerados por serviços de saúde e de construção e demolição, entre outros. Este conceito pode ainda ser interpretado pelo fortalecimento de cooperações intermunicipais, visando agregar maior poder de negociação, beneficiando economias ditas diferenciadas. Pode ainda significar forte participação da população tanto na definição das prioridades do modelo de gestão, quanto nos aspectos de inclusão social, acrescentando-se assim um novo conceito “gestão socialmente integrada”. (NUNESMAIA, 2002)

Para Zaneti & Sá (2002) o conceito de gestão integrada de resíduos sólidos deve trazer a incorporação da dimensão participativa nas políticas públicas para este setor, com a criação de redes relacionais de comunicação entre os diversos atores – catadores, poder público, serviços privados, os intermediários e as empresas que utilizam os resíduos como matéria prima, responsabilizando todos os atores envolvidos no processo de gestão. “A dimensão participativa deve ser considerada como pré-requisito” para a viabilidade dos processos de gerenciamento de resíduos sólidos.

O gerenciamento de resíduos sólidos compreende o conjunto de ações exercidas diretas ou indiretamente nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. (BRASIL, 2010).

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, é de responsabilidade dos municípios a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios, devendo ser obedecida a seguinte ordem de prioridade: “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.” (BRASIL, 2010).

#### *2.4. SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA*

Os sistemas de limpeza urbana são estabelecidos por uma necessidade e em decorrência das atividades desenvolvidas pelo homem

em sua comunidade (DEUS, et.al, 2004). “A limpeza pública ou urbana engloba um conjunto de atividades de competência das administrações municipais destinadas à preservação da saúde pública e bem estar comum da população” (PFEIFFER & CARVALHO, 2009).

A responsabilidade pela prestação dos serviços de limpeza urbana no Brasil, é do poder público municipal (MACHADO & PRATA FILHO, 1999; ANDRADE, 2011, BRASIL, 2010). O sistema de limpeza urbana de uma cidade pode ser administrado das seguintes formas (MONTEIRO *et. al.* , 2001):

- Diretamente pelo Município;
- Através de uma empresa pública específica;
- Através de empresa de economia mista criada especificamente para desempenhar a função.

Independentemente disso, os serviços podem ser ainda objeto de concessão ou terceirizados junto à iniciativa privada. As concessões e terceirizações podem ser globais ou parciais, envolvendo um ou mais segmentos das operações de limpeza urbana. Existe ainda a possibilidade de consórcio com outros municípios, especialmente nas soluções para a destinação final dos resíduos. (MONTEIRO *et. al.*, 2001).

Segundo a Lei Federal Nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos são definidos como o “conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas”. Este serviço é composto pelas seguintes atividades (BRASIL, 2007):

- Coleta, transbordo e transporte dos resíduos sólidos domiciliares;
- Triagem para fins de reúso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos;
- Varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

### 2.4.1. Coleta de Resíduos Sólidos

A coleta de resíduos sólidos considerada por Tenório (2004 *apud* por ANDRADE, 2011) como a primeira etapa física do gerenciamento de resíduos, para Deus et. al.(2004), constitui a principal atividade dos serviços de limpeza urbana, tendo como objetivo impedir o desenvolvimento de vetores transmissores de doenças, os quais encontram alimento e abrigo nos resíduos, propiciando sua proliferação. Dentro do sistema de limpeza urbana, a coleta de resíduos sólidos é o segmento que mais se desenvolveu, e também é o que apresenta maior abrangência de atendimento junto à população, ao mesmo tempo em que é a atividade do sistema que demanda maior percentual de recursos por parte da municipalidade. (MONTEIRO *et. al.*, 2001).

A coleta de resíduos sólidos é classificada em diferentes tipos de coleta, sendo que, para coletar os resíduos sólidos domiciliares, destacam-se a coleta convencional e a coleta seletiva. A coleta convencional consiste no recolhimento dos resíduos sólidos misturados, que é realizada, geralmente, no sistema porta a porta ou ainda, em áreas de difícil acesso, por meio de pontos de coleta onde são colocados contêineres basculantes ou intercambiáveis (CASTILHOS JR, 2003).

A coleta seletiva consiste no recolhimento de materiais segregados na fonte de geração, passíveis de serem reutilizados, reciclados ou recuperados, tais como: recicláveis secos, compreendendo papéis, plásticos, vidros e metais, e os recicláveis orgânicos, constituído por restos de frutas, verduras, podas de árvores, etc.. (CASTILHOS JR, 2003; BALDISSARELLI *et.al.*, 2009; FUNASA, 2006). O principal objetivo da coleta seletiva é reduzir a quantidade de resíduos a serem tratados, ou encaminhados a algum sistema de disposição final de resíduos, uma vez que esta permite o reaproveitamento e reuso de algumas matérias-primas (HYDROAID, 2010).

Para realizar os serviços de coleta de resíduos sólidos em uma cidade, esta é dividida em vários roteiros de coleta, de forma a compreender todo seu território. Para dimensionamento dos roteiros de coleta devem ser considerados: a capacidade de carga do caminhão coletor, o número de garis que compõe a guarnição, bem como o peso máximo coletado por gari, observando os limites estabelecidos pelos critérios de saúde ocupacional. (MONTEIRO *et. al.*, 2001). Sendo assim, para planejar um sistema de coleta de resíduos sólidos devem ser observadas algumas variáveis como:

- Forma de acondicionamento dos resíduos sólidos;
- Regularidade do Serviço;
- Frequência do serviço;
- Horário da prestação do serviço;
- Itinerário de Coleta;
- Frota a ser utilizada para a coleta de resíduos sólidos;
- Equipe de coleta

#### **2.4.2. Limpeza de Logradouros Públicos**

Os serviços de limpeza de logradouros públicos, segundo Deus et. al.(2004), é a segunda atividade de limpeza urbana mais importante para a população, tendo por objetivos manter a limpeza das cidades e áreas urbanas, prevenir enchentes e o assoreamento de rios e arroios e minimizar os riscos à saúde. Monteiro et. al. (2001) ainda ressalta a importância sanitária da limpeza de logradouros públicos, como a prevenção de doenças resultantes da proliferação de vetores em depósitos de resíduos nas ruas ou em terrenos baldios, e de danos à saúde resultantes de poeira em contato com os olhos, ouvidos, nariz e garganta.

Os serviços de limpeza dos logradouros costumam contemplar atividades como (MONTEIRO et. al., 2001):

- Varrição;
- Capina e raspagem;
- Roçagem;
- Limpeza de dispositivos de drenagem;
- Limpeza de feiras;
- Serviços de remoção;
- Limpeza de praias.

Os serviços de limpeza dos logradouros podem contemplar, ainda, atividades como desobstrução de ramais e galerias, desinfestação, poda de árvores, pintura de meio-fio e lavagem de logradouros públicos.

#### **2.4.3. Transbordo e Transporte de Resíduos Sólidos**

Nas cidades de médio e grande porte que sofrem forte expansão urbana, aumentam também as exigências ambientais e a resistência da população

em aceitar a implantação, próximo as suas residências, de qualquer empreendimento ligado à disposição final de resíduos sólidos. Além do mais, os terrenos urbanos ficam muito caros para localização de aterro, que demanda áreas de grandes extensões, e assim os aterros sanitários estão sendo implantados cada vez mais distantes dos centros da massa de geração de resíduos. (MONTEIRO et. al., 2001).

O aumento na distância entre a coleta dos resíduos e o aterro sanitário acarreta os seguintes problemas (MONTEIRO et. al., 2001):

- Atraso na execução dos serviços nos roteiros de coleta, alongando a exposição dos resíduos sólidos nas ruas;
- Aumento do tempo improdutivo da guarnição, enquanto esta aguarda o retorno do veículo que foi “vazar” sua carga no local de disposição final;
- Aumento do custo de transporte;
- Redução da produtividade dos caminhões de coleta, que são veículos especiais e caros.

Para solução desses problemas, algumas municipalidades vêm optando pela implantação de estações de transferência ou de transbordo. (MONTEIRO et. al., 2001). As estações de transferência ou transbordo são locais onde os caminhões coletores descarregam sua carga de resíduos sólidos em veículos com carrocerias de maior capacidade para que, posteriormente, sejam encaminhadas até o destino final. A utilização de estações de transbordo reduz o tempo gasto no transporte dos resíduos, e, por conseqüência, reduzem também os custos com o deslocamento do caminhão coletor desde o ponto final do roteiro até o local de disposição final dos resíduos sólidos. (CUNHA & FILHO, 2002; TENÓRIO, 2004 *apud* ANDRADE, 2011).

O transporte é uma atividade distinta da coleta quando as distâncias de remoção até os pontos de destinação final passam a ser longas (DEUS, et.al, 2004). “Para realizar o transporte podem ser utilizadas caixas do tipo roll-on/roll-off, intercambiáveis por meio de veículos dotados de guindastes ou carretas (com ou sem compactação)”. As carretas devem ser cobertas com tela ou lona plástica na parte superior da caixa de carga, evitando-se, assim, que caiam detritos nas vias públicas. (MONTEIRO et. al., 2001).

#### **2.4.4. Destinação Final dos Resíduos Sólidos**

A criação de políticas ambientais nos países desenvolvidos despertou o interesse da população pela questão dos resíduos sólidos. O aumento da geração per capita de lixo, fruto do modelo de alto consumo da sociedade capitalista, começou a preocupar ambientalistas e a população, tanto pelo seu potencial poluidor, quanto pela necessidade permanente de identificação de novos sítios para aterro dos resíduos. (MONTEIRO et. al., 2001).

Segundo a Lei 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, destinação final ambientalmente adequada: “inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes” do Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária - SNVS e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária - Suasa, “entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.” (BRASIL, 2010).

As alternativas para destinação final das grandes quantidades de resíduos sólidos geradas pelas regiões metropolitanas estão relacionadas ao incremento da reciclagem e da compostagem, como forma de reduzir os volumes de resíduos dispostos em aterros sanitários, aumentando a vida útil destes, e desta forma, poupando novas áreas de serem aterradas com resíduos. (MACHADO & PRATA FILHO, 1999).

#### **2.4.5. Disposição Final dos Resíduos Sólidos**

Segundo a Lei 12.305, a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos consiste na “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”. “Com o crescimento das cidades, o desafio da limpeza urbana não consiste apenas em remover o lixo de logradouros e edificações, mas, principalmente, em dar um

destino final adequado aos resíduos coletados.” (MONTEIRO et. al., 2001).

Entretanto, em grande parte das municipalidades, em decorrência da escassez de recursos e um orçamento restrito, dá-se prioridade à coleta e limpeza pública, deixando a disposição final dos resíduos em segundo plano. Por este motivo, é comum observar nos municípios de menor porte, a presença de “lixões”, ou seja, locais onde os resíduos sólidos coletados são lançados diretamente sobre o solo, sem nenhum tipo de proteção e controle ambiental, poluindo tanto o solo, quanto o ar e as águas subterrâneas e superficiais das vizinhanças. Além dos problemas sanitários, em função da proliferação de vetores de doenças, os “lixões” constituem-se de problemas sociais, uma vez que atraem os catadores de materiais passíveis de serem reciclados, que fazem da catação dos resíduos sólidos um meio de sobrevivência. (MONTEIRO et. al., 2001). Segundo pesquisa realizada pela ABRELPE em 2011, 41,94% dos resíduos coletados no país ainda são destinados de maneira inadequada, sendo dispostos em lixões ou aterros controlados, que pouco se diferenciam de lixões, “uma vez que ambos não possuem o conjunto de sistemas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações”. (ABRELPE, 2011).

#### 2.4.6. Custos Envolvidos nos Serviços de Limpeza Urbana

Definido pelo somatório dos insumos como mão de obra, energia, materiais, equipamentos, instalações, avaliados monetariamente, considerados necessários para realização de determinado serviço ou operação. (IBAM, 2010). Podem ser classificados em (IBAM, 2010):

- **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”. Pertencem a este grupo: depreciação dos veículos, remuneração do capital empregado nos veículos, seguros (inclusive seguro obrigatório), IPVA, licenciamento, salários, encargos adicionais e benefícios concedidos (refeições, assistência médica-odontológica, etc.), materiais de escritório, uniformes, consumo de água, energia elétrica, telefone, gás, etc.
- **Custos Variáveis:** “são proporcionais à utilização dos equipamentos, como, por exemplo, à quilometragem percorrida

pelos veículos.” Enquadram-se nesta categoria: combustíveis, peças de reposição dos caminhões, graxas, filtros, conjuntos de rodagem, etc.

“Há ainda a classificação dos itens de custos entre diretos e indiretos, em relação à atividade aos quais se relacionam.” (IBAM, 2010). A estrutura municipal que gerencia os serviços de limpeza urbana, “por se tratar de uma organização sem fins lucrativos, seu objetivo maior não está no lucro e, sim na excelência da prestação de um serviço essencial à saúde pública”. Sua atuação na limpeza pública e no manejo dos resíduos sólidos consiste de serviços indispensáveis à sobrevivência de uma comunidade saudável. (GONÇALVES, *et. al.*, 2001).

Sendo assim, é indispensável que num sistema de gerenciamento de resíduos sólidos sejam gerenciados também os custos, focando-se na racionalização dos recursos orçamentário-financeiros, humanos e materiais, “em busca da maximização dos serviços e minimização do déficit público pertinente aos serviços de limpeza urbana”. (GONÇALVES, *et. al.*, 2001). Segundo Oliveira (2006):

Em se tratando de gestão de resíduos sólidos municipais a determinação dos custos é extremamente relevante para a determinação da eficiência e do desempenho do serviço prestado. Se o serviço é terceirizado, o acesso a esses números auxilia a prefeitura na determinação do valor a ser pago pelo serviço.

Para D’ALMEIDA & VILHENA (2000, *apud* Oliveira 2006), o controle das despesas e o cálculo dos custos de produção permitem:

- Gerenciar adequadamente os recursos humanos e materiais;
- Planejar os serviços;
- Atualizar a taxa / tarifa de limpeza pública a ser cobrada do munícipe, em função dos custos do serviço;
- Elaborar gastos a partir do orçamento anual municipal;
- Negociar em condições de igualdade com empresas prestadoras de serviços (quando necessário);

GONÇALVES, *et. al.*, (2001) ressalta a importância da apropriação dos custos nos sistemas de limpeza urbana:

A apropriação de custos permite a identificação dos direcionadores e a eliminação de incidências que não agregam valor ao serviço prestado, além de fornecer subsídios concretos para replanejamentos, redimensionamentos dos fatores de produção, compras e/ou contratações de equipamentos e serviços, elimina desperdícios, e finalmente possibilita o estabelecimento de indicadores de desempenho, promovendo o contínuo aperfeiçoamento. Assim sendo, pode-se afirmar que, a apropriação de custos das atividades-fins potencializa a ação dos gestores, uma vez que dá suporte às decisões estratégicas da política de gestão, a partir de dados e informações sobre a necessidade de redirecionamento, e/ou aperfeiçoamento e sobre as oportunidades. (GONÇALVES, et.al., 2001).

### *2.5. SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA E REMUNERAÇÃO DA PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS*

A remuneração do sistema de limpeza urbana, realizada pela população em quase sua totalidade, não se dá de forma direta, nem os recursos advindos do pagamento de taxas de coleta de resíduos domiciliares podem ser condicionados exclusivamente ao sistema, devido à legislação fiscal. Da mesma forma, a prefeitura não pode cobrar dos moradores a varrição e a limpeza da respectiva rua por ser um serviço indivisível. É preciso, portanto, que a prefeitura garanta, por meios políticos, as dotações orçamentárias que sustentem adequadamente o custeio e os investimentos no sistema. (MONTEIRO, et. al., 2001). “Há uma tendência, no país, de as prefeituras remunerarem os serviços de limpeza urbana através de uma taxa, geralmente cobrada na mesma guia do Imposto Predial e Territorial Urbano – IPTU”, quase sempre utilizando a mesma base de cálculo, que é a área do imóvel, consistindo de uma prática inconstitucional, que vem sendo substituída por diversas outras formas de cobrança, sendo que, ainda não existe um consenso quanto à maneira mais adequada de fazê-la. (MONTEIRO, et. al., 2001).

Parte significativa das carências no sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, que impedem que este serviço atinja a universalização, ou que os resíduos sólidos recebam tratamento e disposição final ambientalmente adequada, pode ser atribuída à arrecadação insuficiente, fazendo com que os municípios convivam com a inadimplência, podendo ser encarada como uma das grandes deficiências da gestão de resíduos sólidos, uma vez que restringe os recursos disponíveis para a realização dos serviços. (MAGALHÃES, 2009; NAGASHIMA, 2011).

“A Lei de Saneamento oferece uma oportunidade imperdível aos serviços de manejo de resíduos sólidos ao implementar a cobrança pelos serviços”. (MAGALHÃES, 2009). O Art. 29 da lei 11.445/2007 trata da sustentabilidade econômico-financeira dos serviços públicos de saneamento básico, entre eles, o manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana, que deverá ser assegurada, sempre que possível, mediante remuneração por meio de taxas ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades, “incluindo recursos necessários para os investimentos, que deverão estar previstos no plano específico, além de permitir a recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço.”

Para Magalhães (2009) é criada, pela primeira vez na legislação brasileira, a base legal para a cobrança dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos. No art. 35, específico para a cobrança dos serviços de limpeza urbana, fica possibilitada ainda a consideração quanto ao nível de renda da população, as características específicas dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas, bem como a produção de resíduo por peso ou volume coletado por domicílio. A Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu Art. 7º, traz seus objetivos, e entre eles está:

regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei 11445, de 2007.

A cobrança dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos constituem-se em uma questão muito complexa, pois há

atividades “de natureza variada na prestação dos serviços que têm fontes de financiamento diversas e que precisam ser articuladas”. (MAGALHÃES, 2009). Os serviços de limpeza urbana, como, por exemplo, varrição, capina, poda, roçagem, raspagem de ruas, poda de árvores em vias e logradouros públicos, limpeza de feiras e mercados, de córregos e canais de drenagem, limpeza de praias, limpeza de meio fio, etc., não são divisíveis e devem ter seus custos, suportados pelo orçamento municipal, conforme é estabelecido na Constituição Federal. (CAMPANI & NETO, 2009; MAGALHÃES, 2009). Sendo assim, estes serviços devem ser “remunerados diretamente pelo orçamento municipal, pois são despesas indivisíveis, não podem ser atribuídas especificamente a um ou a outro cidadão”. (MAGALHÃES, 2009).

Magalhães reforça a inconstitucionalidade da cobrança dos serviços indivisíveis de limpeza pública em taxas ou tarifas: “É importante que os recursos destinados ao pagamento desses serviços sejam claramente identificados no Orçamento e não é aconselhável que sejam embutidos indevidamente na taxa ou tarifa de coleta, tratamento e disposição final, como já foi proposto por alguns.” (MAGALHÃES, 2009). Já os serviços de coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, são “potencialmente mensuráveis e divisíveis”, pois é possível quantificar o serviço prestado a cada usuário. Inclusive, a Lei 11.445/2007, estabelece que o peso e/ou o volume coletado por habitante podem ser considerados na fixação da cobrança dos serviços. Portanto, a quantidade de resíduos, objeto de coleta, transporte, tratamento e disposição final, “deve ser a base de diferenciação dos custos entre os diversos usuários”. (MAGALHÃES, 2009). Assim, as atividades supracitadas, relacionadas aos serviços de manejo de resíduos sólidos, “podem e devem ser remuneradas por meio da cobrança de taxa ou tarifa”. (MAGALHÃES, 2009).

Já os serviços especiais, como os de recebimento de resíduos de construção e demolição, de pequenos geradores, de resíduos volumosos, de resíduos de serviços de saúde, “devem ser cobrados de acordo com as características e quantidades, por meio de preços públicos”. (MAGALHÃES, 2009). Há ainda que destacar na Lei 12.305/2010, a instituição da Logística Reversa e dos Acordos Setoriais para implantação de um novo sistema de retorno dos produtos pós-consumo aos seus comerciantes, distribuidores, importadores e fabricantes. Com a logística reversa e com os acordos setoriais firmados, todos os atores do sistema deverão contribuir para o financiamento dos sistemas de gerenciamento dos resíduos sólidos que vão desde sua coleta até seu

destino ou disposição final. O poder público municipal poderá prestar estes serviços desde que devidamente remunerados. (BRASIL, 2010).

### **2.5.1. Modelos de Cobrança dos Serviços de Limpeza Urbana através de Taxas**

“O Estado tem o poder de efetuar o lançamento de taxas, como forma de ser reembolsado” pelos serviços públicos prestados aos contribuintes. O lançamento da taxa impõe a prestação de serviço público específico que beneficia o cidadão. (CAMPANI & NETO, 2009; ZANOTI & ZANOTI, 2011). A taxa emerge, obrigatoriamente, a uma atuação do Estado, mediante a “contraprestação do exercício do seu poder de polícia” ou à prestação de serviço público específico e indivisível. (ZANOTI & ZANOTI, 2011). Difere de outras modalidades de cobrança como o preço público ou a tarifa, na medida em que esses possuem natureza contratual, não obrigatória, de origem e caráter voluntário. (CAMPANI & NETO, 2009).

Segundo ZANOTI & ZANOTI (2011), “no momento em que o serviço público é colocado à disposição do contribuinte, nasce a obrigação tributária, independentemente da utilização ou não por parte daquele”. Sendo assim, consiste de um grande desafio a implementação da remuneração pela prestação desse serviço público, visto que a taxa deve ser cobrada de forma genérica, indistintamente, a todos os contribuintes. Entretanto, esta exigência, conceitual e legal, “esbarra em relevante questão” que é a efetiva universalização dos serviços, ou seja, deve-se conhecer se “o Estado está cobrando a Taxa Remuneratória da Prestação de Serviços de Manejo de Resíduos Sólidos, efetivamente disponibilizado”. (CAMPANI & NETO, 2009).

Campani & Neto (2009), ressaltam que o Estado pode cobrar: “pelo serviço utilizado ou potencialmente utilizado, tendo este o aspecto de estar à efetiva disposição do munícipe pelo prestador do serviço, ainda que não obrigatoriamente utilizado, mas tendo que ser disponibilizado o serviço”.

### 2.5.2. Modelos de Cobrança dos Serviços de Limpeza Urbana através de Tarifas

O sistema de cobrança dos serviços de manejo de resíduos sólidos por meio de tarifas, praticamente inexistente no Brasil, visto que implica na aferição do serviço utilizado. Neste tipo de cobrança, a divisão dos custos com os serviços de manejo de resíduos sólidos pode ser feita com base no peso dos resíduos sólidos dispostos à coleta pelo usuário, ou “seguir critérios de diferenciação na aplicação da tarifa unitária, de acordo com quantidades utilizadas do serviço e tipo de usuário, como se adota em quase todos os serviços de água e esgoto”. (MAGALHÃES, 2009). Magalhães retrata as possibilidades de precisar o valor cobrado por sistema de tarifa, através da medição dos serviços utilizados pelo usuário, e compara este sistema ao de medição de consumo de água:

É claro que a cobrança por meio de tarifa é muito mais apropriada para dar essa transparência, mas parece sempre difícil mesmo pra aqueles efetivamente empenhados em conquistar novos patamares de qualidade da gestão dos resíduos sólidos. Provavelmente, há alguns anos atrás parecia inimaginável para muitos, também, instalar um hidrômetro em cada ligação de água. A cobrança do serviço de abastecimento de água era feita, então, por meio de taxa, que tinha o inconveniente da fixação do valor por um período de um ano aprovada para o ano, a taxa era aplicada de forma automática ao usuário independentemente do uso do serviço. Por isso, a taxa não favorecia nenhuma atitude de controle do consumo por parte do usuário.” (MAGALHÃES, 2009).

Para alterar o sistema de cobrança de água de taxa para tarifa, implicou em instalar instrumentos de medição do consumo de água, que hoje são “evidentemente quase inseparáveis da ligação”. (MAGALHÃES, 2009). Para estabelecer este sistema de cobrança através de tarifas, é necessário realizar a medição da utilização do serviço, que implicará a instalação de instrumentos e mecanismos que permitam aferir o peso dos resíduos sólidos dispostos para a coleta.

Vicentini *et. al.* (2009) propuseram um sistema de medição da quantidade gerada de resíduos sólidos na cidade de Shangai, na China, a

partir de um recipiente sensorizados que poderia remotamente enviar informação sobre a quantidade de resíduo que é armazenada no interior do recipiente. Embora interessantes, os aspectos de custo não foram discutidos em seu trabalho.

Estes instrumentos já são utilizados em alguns países, através de sistemas acoplados aos contentores para coleta mecanizada, contendo os resíduos, e aos caminhões coletores, que reconhecem o gerador e o peso dos resíduos que estão sendo coletados, conforme ilustração da Figura 1, mostrando que é possível adotar mecanismos semelhantes no Brasil. Isto requer investimentos e um período de adaptação. (MAGALHÃES, 2009; MIDI, 2012).

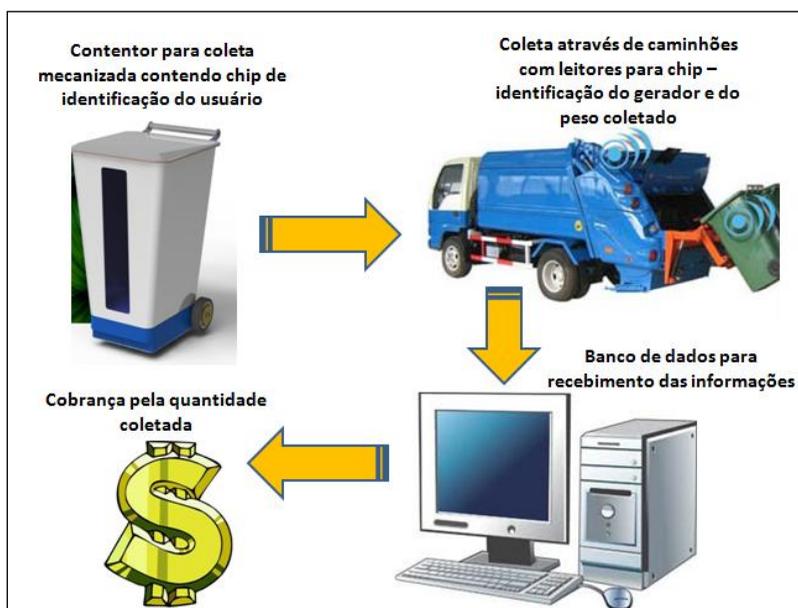


Figura 1 – Sistemas de pesagem de resíduos através de mecanismos acoplados aos contentores e caminhões de coleta.

Fonte: autora

Magalhães (2009) reforça a contribuição da cobrança dos serviços de manejo de resíduos sólidos, por meio de tarifa, na redução da geração de resíduos sólidos: “A cobrança por meio de tarifa permite induzir menor geração de resíduos, por meio da cobrança, progressivamente maior pelos volumes ou massas maiores, por valores diferenciados de acordo com o tipo de usuário, permitindo gerenciar a

demanda dos serviços pelo seu custo – cobra-se mais de quem utiliza mais, para quem utiliza serviços mais sofisticados, pela utilização em determinadas circunstâncias, como se faz, por exemplo, nos horários de pico na energia e na telefonia.

Isso permite que todo mês o usuário, em sua conta, possa conferir seu “consumo” do serviço e redirecionar seu comportamento (MAGALHÃES, 2009). Além disso, a cobrança através de tarifas induz o controle da geração de resíduos sólidos, por parte dos usuários, que, provavelmente, irão optar por “produtos que tenham menos embalagens, reutilizando materiais e segregando parte dos resíduos para reaproveitamento ou reciclagem.” (MAGALHÃES, 2009).

### **2.5.3. Modelos de Cobrança dos Serviços de Limpeza Urbana em algumas Cidades Brasileiras**

A seguir são apresentados alguns modelos de cobrança, mostrando como é realizado o cálculo da taxa/tarifa em algumas cidades brasileiras.

**Londrina:** as taxas relacionadas aos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos eram regulamentadas pelas seguintes leis: Lei Nº 2.857, de 1977, que previa a taxa de limpeza Urbana, cobrada de acordo com a metragem da testada do imóvel, e a Lei Nº 7.303, de 1997 que previa a Taxa de Coleta de Lixo, cobrada pela metragem quadrada edificada e pela frequência do serviço prestado, diferenciando-se, ainda, pelo tipo de utilização do mesmo (residencial, hospitalar, comercial, industrial e especial) e como fato gerador a coleta e a remoção dos resíduos. Com a alteração das leis extingue-se a cobrança da Taxa de Limpeza Pública, aumentando-se, entretanto, “a alíquota da Taxa de Coleta de lixo, mantendo-se os mesmos critérios de cobrança, porém, acrescenta-se no fato gerador a destinação final, inclusive, a incineração, para a qual se cria um valor específico. (CAMPANI & NETO, 2009).

**Cascavel:** a cobrança da Taxa de Lixo é realizada juntamente com a fatura da água. O munícipe que optar por esta forma de cobrança, recebe desconto de 2%, sendo que para que a mesma não seja realizada, o munícipe deve se manifestar junto à Prefeitura, “apresentando ainda a vantagem de custos quanto à emissão de boleto de cobrança”. O valor da tarifa é fixado conforme estimativa de geração de resíduos do imóvel, utilizando para tal, como parâmetro, a média de geração de resíduos sólidos de cada bairro, agrupados em 3 grupos (forma estabelecida para

o ano de 2008): os que geram menos de 250 quilos ao ano, somando-se 14 bairros e distritos administrativos; os que geram de 250 a 500 quilos por ano, somando-se 17 bairros, e os que geram mais de 500 quilos por ano, em número de 5 bairros. (CAMPANI & NETO, 2009).

**Campinas:** a taxa de coleta de lixo é fixada pela Lei Nº 6.355, de 1990, que tem como fato gerador as operações após a coleta até a destinação final, sem explicitar a questão do tratamento. Além disso, a lei fixa que a base de cálculo da taxa é o valor estimado da prestação do serviço, considerando: a frequência de prestação do serviço, a dimensão da edificação ou a testada do terreno, para os lotes não edificados, e a localização do imóvel. (CAMPANI & NETO, 2009).

**Porto Alegre:** possui um Código Municipal Tributário, consolidado na Lei Nº 07, de 1973, que cria a Taxa de Coleta de Lixo, e a Lei Nº 113, de 1984, dando como fato gerador a coleta, remoção, transporte e destinação final dos resíduos sólidos domiciliares. Para casos de coleta de resíduos sólidos não domiciliares, que necessitam de coletas diferenciadas, tem-se a cobrança de tarifa específica, conforme contrato, que é lançada em boleto de cobrança bancária. A base de cálculo para a Taxa de Lixo, segundo o artigo 4º é em função da destinação do imóvel (não edificado, edificado residencial, ou edificado não residencial), localização e da área do imóvel, para tal nos anexos da lei constam tabelas que fixam as alíquotas respectivas. Acrescenta-se que a última alteração da lei incluiu os itens transporte e tratamento, visto que a cidade passou a dispor de operações de transbordo e unidades de tratamento para o material seletivo e uma unidade de triagem e compostagem. (CAMPANI & NETO, 2009).

**Fortaleza:** O valor da tarifa é calculado considerando os seguintes fatores: o volume de resíduos domiciliares gerados em cada uma das 25 zonas (divisão da cidade), as faixas de consumo de energia e a área edificada do imóvel. O valor médio da tarifa residencial é de R\$ 15,24/mês (AZEVEDO, 2004;).

**Santo André:** A cobrança pelos serviços de coleta de resíduos sólidos domiciliares estabelecida em Lei Municipal, é feita através da taxa de coleta de resíduos, lançada anualmente junto ao com carnê de IPTU. “O valor de lançamento é função do tipo de imóvel e da metragem quadrada da área construída da unidade imobiliária de referência e é definido considerando os custos efetivos dos serviços prestados no ano anterior ao lançamento.” (GRIPP, et.al., 2001)

**Rio de Janeiro:** No ano de 2000 a Prefeitura do Rio de Janeiro criou a taxa de coleta de lixo, tendo como base de cálculo a produção de lixo per capita em cada bairro da cidade, e também o uso e a localização

do imóvel. Conseguiu-se, com a aplicação desses fatores, um diferencial de sete vezes entre a taxa mais baixa e a mais alta cobrada no Município. (MONTEIRO et. al., 2011)

**Florianópolis:** O sistema de cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos é regulamentado pelas Leis Complementares Nº 132, de 23 de dezembro de 2003 e Nº 136, de 26 de março de 2004, as quais preveem a forma de cobrança através da Taxa de Coleta de Resíduos Sólidos, além dos Decretos Nº 2215 de 2004, que dispõe também sobre a referida Taxa. (COMCAP, 2011). “A Taxa de Coleta de Resíduos Sólidos, incluída no carnê do IPTU, tem como fato gerador a utilização efetiva ou potencial do serviço público de coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos, prestados ao contribuinte ou postos à sua disposição.” A taxa é calculada de acordo com a frequência da prestação dos serviços, a natureza da ocupação e utilização dos imóveis, e o número de economias autônomas existentes. (FLORIANÓPOLIS, 2003).

**União da Vitória:** O sistema de cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos passou a ser realizado juntamente com a conta de água, após parceria firmada com a Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, como forma de diminuir a inadimplência, que era em torno de 50%, do pagamento da taxa de lixo que era cobrada juntamente com o IPTU. A base de cálculo para a cobrança passou a ser o consumo de água em m<sup>3</sup>, com a premissa de que quanto maior a população de uma residência, maior o consumo de água e também maior a geração de resíduos sólidos, e que estas duas variáveis sofrem interferências de uma série de outros fatores como poder aquisitivo, aspectos culturais, hábitos pessoais, etc. Para construção do modelo de cobrança, dividiu-se o consumo de água das economias por 23 faixas de consumo mensais, que variavam de 0 a 150m<sup>3</sup>/mês, sendo que, quanto maior a faixa de consumo, maior o valor pago pela geração de resíduos sólidos. (SLOMP,1999; BRUSADIN, 2003). A tabela 1 apresenta o resumo deste modelo.

Tabela 1 – Distribuição das Faixas de Taxação da Coleta de Lixo em União da Vitória.

Faixa de Consumo	Média Faixas	Nº de Economias	Valor Mensal	Valor Total
m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	un	por Economia	por Faixa
0 a 2	1	1065	0,67	713,84
2 a 5	3,5	2412	1,12	2.701,95
5 a 8	6,5	3061	2,08	6.367,51
8 a 11	9,5	2417	3,04	7.348,44
11 a 14	12,5	1313	4,00	5.253,82
14 a 17	15,5	678	4,96	3.361,02
17 a 20	18,5	409	5,92	2.421,53
20 a 25	22,5	331	7,20	2.382,72
25 a 30	27,5	156	8,80	1.374,71
30 a 35	32,5	73	10,40	755,32
35 a 40	37	38	11,84	446,18
40 a 50	45	38	14,40	542,65
50 a 60	55	21	17,60	373,82
60 a 70	65	16	20,80	327,78
70 a 80	75	12	24,00	279,55
80 a 90	85	7	27,20	186,36
90 a 100	95	7	30,40	208,29
100 a 110	105	6	33,60	207,19
110 a 120	115	2	36,80	75,64
120 a 130	125	4	40,00	164,44
130 a 140	135	3	43,20	147,99
140 a 150	145	1	46,40	31,79
Mais de 150	150	29	48,00	1.381,29
		12099		37.053,84
		12 meses		444.646,10
		TX/SANEPAR		50.816,96
		TOTAL COLETA/ ANO		393.829,144

Fonte: BRUSANDIM (2003).

A tabela 2 a seguir apresenta de forma resumida, os modelos de cobrança adotados pelos municípios brasileiros, apresentados no item 2.5.3.

Tabela 2 – Resumo das Formas de cobrança de resíduos sólidos em alguns municípios brasileiros.

<i>Município</i>	<i>Parâmetros para cobrança</i>							
	Área do imóvel (m <sup>2</sup> )	Testada do imóvel (m)	Frequência de coleta	Utilização do imóvel	Estimativa da PRSD	Localização	Consumo de <small>energia</small>	Consumo de água
<b>Londrina</b>	x	x	x	x				
<b>Cascavel</b>					x			
<b>Campinas</b>	x	x	x				x	
<b>Porto Alegre</b>	x			x		x		
<b>Fortaleza</b>	x				x			
<b>Santo André</b>	x			x				
<b>Rio de Janeiro</b>				x	x	x		
<b>Florianópolis</b>			x	x				
<b>União da Vitória</b>								x

Fonte: Autora.

#### 2.5.4. Modelos de Cobrança dos Serviços de Limpeza Urbana em outros Países

A cobrança pelos serviços de coleta e destinação de resíduos sólidos no exterior é bastante diversificada, sendo que a maioria dos sistemas cobra pela quantidade de resíduos sólidos gerada em cada unidade habitacional, tendo como base de cálculo o peso ou o volume dos resíduos. “Um benefício deste modelo é o efeito redutor” da quantidade de resíduos sólidos gerados, favorecendo ainda a reciclagem. (LEITE, 2006).

“Diversos fatores tornam este sistema difícil de ser implementado na coleta domiciliar, pois a operação é complexa e os custos de aquisição de equipamentos são elevados.” (LEITE, 2006). Segundo Leite (2006), a cobrança baseada no volume de resíduos

sólidos gerados é utilizada nos EUA e na Europa, apresentando-se de formas diversas, que em resumo podem ser classificadas em:

- **Cobrança Proporcional:** neste sistema o município adquire sacos de resíduos domiciliares (denominados “bags”) com tamanhos padronizados e específicos, junto ao administrador municipal ou pela empresa terceirizada, sendo que os custos relativos à operação do sistema já estão incorporados no valor do saco adquirido para acondicionamento dos resíduos sólidos domiciliares. Como forma de controlar o sistema, somente estes sacos padronizados são coletados;
- **Cobrança Variável:** nesta modalidade utilizam-se contêineres com pagamentos feitos de acordo com o volume do mesmo e da frequência de coleta;
- **Cobrança Mínima:** consiste do pagamento de um valor mínimo junto a outros impostos e taxas, que assegura ao município o serviço de coleta de resíduos sólidos.

Em Austin, capital do Texas, os moradores pagam uma taxa mensal, de acordo com o volume do recipiente que escolhem para acondicionar os resíduos sólidos gerados. (GIACOMETTI, et.al., 2007). Na Grã-Bretanha, é proibida a cobrança de taxa aos municípios para custear os serviços de coleta, tratamento e disposição final de resíduos. Entretanto, prestadores de serviços e geradores de resíduos comerciais precisam pagar pela disposição final dos mesmos. Além disso, os resíduos de embalagem já têm seus custos de coleta, tratamento e destino final, embutidos no preço quando o usuário compra o produto. (LEITE, 2006).

### 2.5.5. Métodos Indiretos de Medição da Geração de Resíduos Sólidos

Em virtude de métodos diretos de medição da geração de resíduos sólidos apresentarem restrições, principalmente de ordem econômica, vários estudos vêm sendo desenvolvidos de forma a quantificar a geração de resíduos sólidos indiretamente, a partir do consumo de água e de energia elétrica em unidades habitacionais, das áreas das edificações, do Produto Interno Bruto do município, entre outros.

D’Ella (2000), investigou a relação entre o consumo de água e a geração de resíduos sólidos na cidade de Mairinque, localizada na região sudeste do Brasil. No município o abastecimento de água da cidade e a coleta de resíduos sólidos domiciliares são gerenciados pela mesma empresa, o que viabilizou o estudo através da seleção de três setores de distribuição de água da cidade e criação de setores de coleta de resíduos sólidos para atender exclusivamente estes setores. Os resultados mostraram uma proporção de 2,18, 1,96 e 1,88 kg de resíduos / m<sup>3</sup> de água, em cada um dos três setores estudados, durante o período de julho a setembro de 1998, levando o autor a concluir que existe relação entre a geração de resíduos sólidos e o consumo de água, apesar de não terem sido realizadas análises de correlações.

LEITE (2006) ao realizar estudos no município de Taiacu, localizado na região norte do estado de São Paulo, através do levantamento de dados de consumo de água, consumo de energia elétrica, geração de resíduos sólidos e indicadores socioeconômicos, em 210 residências durante o período de fevereiro a março do ano de 2005, concluiu que há estreita relação entre o consumo de energia elétrica e o consumo de água com a geração de resíduos sólidos, sendo que, em seu trabalho, a correlação com a primeira variável mostrou-se mais significativa.

Estimando a geração de resíduos sólidos domiciliares a partir do consumo de água e de energia elétrica em quatro diferentes edifícios multifamiliares, localizados em diferentes bairros do município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, localizado na região nordeste do Brasil, Athayde Jr *et.al.* (2008) constataram, a partir dos resultados, que é possível correlacionar a geração de resíduos com o consumo de água.

Athayde Jr, *et.al.* (2008), justifica a relação entre consumo de água ou energia elétrica e a geração de resíduos sólidos domiciliares (RSD): como a geração de RSD está diretamente relacionada com os hábitos de consumo da população, a mesma pode se relacionar com alguns indicadores de consumo/utilização de uma edificação, como por exemplo, os consumos de água e energia elétrica da edificação, dentre outros, além da própria população.

Gripp *et.al* (2001), propuseram um modelo de cobrança para os serviços de coleta e disposição de resíduos sólidos domiciliares para o município de Santo André, localizado na Região Metropolitana de São Paulo, no qual obteve-se uma taxa para cada tipo de unidade geradora. Estas unidades geradoras foram divididas em 6 classes, considerando o porte do uso residencial, de acordo com o número de ligações de água, que constituíram 3 diferentes classes, e o uso não residencial, que foi

subdivido em 3 classes, de acordo com as classificações de uso de água da companhia de saneamento local – Semasa. A taxa de cada unidade geradora é formada por dois componentes: um de valor fixo e outro de valor variável, no qual o primeiro é função do tipo da unidade geradora e o segundo é função da quantidade de resíduo gerado pela unidade geradora. A quantidade gerada é quantificada, ou por meio direto através da containerização, ou por método indireto, através do rateio entre as unidades geradoras da quantidade de resíduos coletados em um determinado setor de coleta.

Afon & Okewole (2007) realizaram um estudo durante o período de um ano na cidade de Oyo, na Nigéria, com o objetivo de estimar a quantidade de resíduos sólidos gerados nas residências. Na metodologia foram aplicados questionários socioeconômicos para avaliação de indicadores da população amostrada, e os resíduos sólidos das famílias participantes foram pesados durante uma semana. A partir dos resultados estatisticamente significantes, trabalhados em um modelo matemático de regressão, concluíram que a renda familiar, o tamanho da família, status social, educação, ocupação da residência e a época do ano, explicaram 88,8% da geração de resíduos sólidos em Oyo.

Vijay *et. al.* (2008) propôs uma metodologia SIG para estimativa da geração de resíduos sólidos calculada utilizando a densidade de população local e a distribuição por faixa de renda. A aplicação prática foi avaliada por um estudo de caso na cidade de San Antonio, Texas, entretanto, não foi mencionado um modelo matemático em seu trabalho.

Karadimas & Loumos (2008), estudaram um modelo para estimativa da geração de resíduos sólidos urbanos coletados na cidade de Atenas, na Grécia, a partir de uma metodologia de SIG, considerando fatores como densidade populacional, atividades comerciais e ocupação residencial.

A Tabela 3 a seguir apresenta resumidamente os parâmetros utilizados nos estudos apresentados anteriormente, que objetivaram estimar a quantidade de resíduos sólidos produzida.

Tabela 3 – Resumo dos Estudos realizados para medição indireta de resíduos sólidos

<i>Autores</i>	<i>Parâmetros utilizados para estimar a PRSD</i>					
	<i>Local de estudo</i>	<i>Consumo de Água</i>	<i>Consumo de Energia Elétrica</i>	<i>Indicadores Socioeconômicos</i>	<i>Densidade Populacional</i>	<i>Ocupação Regional</i>
D’Ella (2000)	Mairinque (SP)	x				
Leite (2006)	Taiacu (SP)	x	x	x		
Athayde Jr et.al. (2008)	João Pessoa (Pb)	x	x			
Gripp et.al. (2001)	Santo André (SP)	x				
Afon & Okewole (2007)	Oyo (Nigéria)			x		
Vijay et. al. (2008)	San Antonio (Texas)				x	
Karadimas & Loumos (2008)	Atenas (Grécia)				x	x

Fonte: Autora.

### 2.5.6. Relações entre o Consumo de Água e/ou Energia Elétrica e a Geração de Resíduos Sólidos

A geração de resíduos sólidos bem como o consumo de água e de energia elétrica pode variar de acordo com alguns fatores:

- **Renda da população:** quanto maior o poder aquisitivo maior a geração de resíduos com maior incidência de materiais recicláveis e pouca presença de matéria orgânica. (MONTEIRO, *et. al.*, 2001). Quanto mais elevado o poder econômico e social da população maior a utilização de água resultante do emprego de máquinas de lavagem e outras

aplicações que visam trazer conforto e facilidades. (TSUTIYA, 2006). “O consumo de energia elétrica tem sido usado com frequência como indicador do bem-estar de uma sociedade moderna”, sendo que quanto maior o consumo de energia elétrica, maior o nível sócio-econômico da população. (TOLMASQUIM, et.al., 2008).

- **Condições climáticas:** No verão ocorre um aumento do teor de embalagens de bebidas (latas, vidros e plásticos rígidos) resultando num aumento da presença destes nos resíduos sólidos. (MONTEIRO, *et. al.*,2001). Nesta época também ocorre maior consumo de água para banhos e regas de jardins (TSUTIYA, 2006), bem como um aumento do consumo de energia elétrica ocasionado pelo uso de aparelhos de ar condicionados e refrigeradores.
- **Características culturais e hábitos:** aos costumes e hábitos da população estão relacionadas questões como desperdício de alimentos, descarte de resíduos e maior geração de determinadas frações de resíduos. Quanto ao consumo de água e energia elétrica, as características culturais associadas às climáticas determinam o número de banhos que uma pessoa toma por dia, por exemplo, interferido na quantidade de água e em alguns casos, de energia elétrica consumida.

Vários estudos já foram realizados no Brasil com o intuito de correlacionar o consumo de água e/ou de energia elétrica com a geração de resíduos sólidos. Athayde Jr, *et. al.* (2008) estudaram a taxa de geração per capita de resíduos sólidos domiciliares em edifícios residenciais localizados em bairros de classe média alta da cidade de João Pessoa, bem como o consumo de água e de energia elétrica. Os resultados mostraram que é possível a estimativa da quantidade de resíduos sólidos gerados a partir de indicadores de consumo, sendo que o consumo de água mostrou-se mais adequado.

Leite (2006) realizou levantamento de dados junto a domicílios, no município de Taiacu-SP, de informações referentes ao peso dos resíduos sólidos gerados por residência, consumo de água e de energia elétrica, afim de investigar possíveis relações entre estes três fatores. Os resultados obtidos nesta pesquisa apontaram estreita relação entre o consumo de água e de energia elétrica com a geração de resíduos sólidos, sendo que o consumo de energia elétrica obteve maior valor de significância estatística.

### 3. METODOLOGIA DA PESQUISA

A quantidade de resíduos produzida por uma população é bastante variável e dependem de uma série de fatores, como renda, época do ano, modo de vida, movimento da população nos períodos de férias e fins de semana e novos métodos de acondicionamento de mercadorias, com a tendência mais recente de utilização de embalagens não retornáveis (CUNHA & FILHO, 2002).

Sendo assim, para estudar a geração de resíduos sólidos e propor uma nova metodologia de cálculo de tarifa de coleta de resíduos sólidos domiciliares, foram estudados durante o período de 1 (um) ano os resíduos sólidos domiciliares gerados em dois condomínios residenciais multifamiliares localizados em duas regiões distintas do município de Florianópolis.

A escolha por edifícios residenciais multifamiliares se deve ao fato de retratar a realidade de um número maior de pessoas, além de ser possível manter a privacidade dos moradores, uma vez que o contato se deu praticamente com os funcionários do condomínio, visto que o período de levantamento de dados é consideravelmente elevado. A escolha de dois edifícios se deu em virtude de poder comparar uma realidade com a outra, e não se estendeu a um número maior, em virtude das dificuldades de levantamento de dados praticamente diários em diferentes locais, o que tomaria muito tempo.

O período de um ano para levantamento de dados foi adotado para que sejam abrangidas todas as estações do ano, períodos de férias e de festas, que contribuem para a variação da quantidade e composição dos resíduos sólidos. Nestes mesmos condomínios foram também verificados diariamente os consumos de água e energia elétrica. Também foram analisados os dados referentes à geração de resíduos sólidos, consumo de água e consumo de energia elétrica das regiões que compreendem estes “condomínios experimentais”.

Para desenvolvimento da pesquisa foi proposta a metodologia descrita através do fluxograma apresentado na Figura 2, a seguir, que, descreve, de maneira sucinta, os procedimentos adotados para planejamento e execução da presente pesquisa.

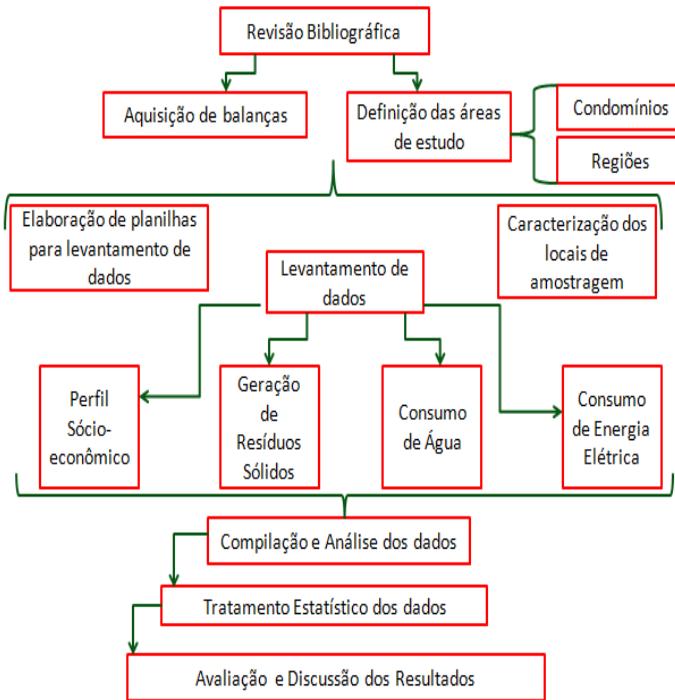


Figura 2 – Fluxograma apresentando a estrutura básica da pesquisa.

Fonte: A autora.

Para elaboração do estudo está prevista a adoção de pesquisa do tipo quali-quantitativa em que o caráter quantitativo é utilizado para evidenciar ou analisar as categorias emergentes da pesquisa qualitativa (racional e subjetiva), numa relação de complementaridade. (QUEIROZ, 2006).

### 3.1. O MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS

O Município de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, localizado na região geográfica Sul do Brasil, como pode ser observado na Figura 3, possui uma área superficial total de 436,5 km<sup>2</sup>, que se configura através de uma porção continental de 12,1 km<sup>2</sup> e de uma porção insular que compreende uma área de 424,4 km<sup>2</sup>, ligadas através de pontes situadas no trecho médio da ilha. (FLORIANÓPOLIS, 2009).

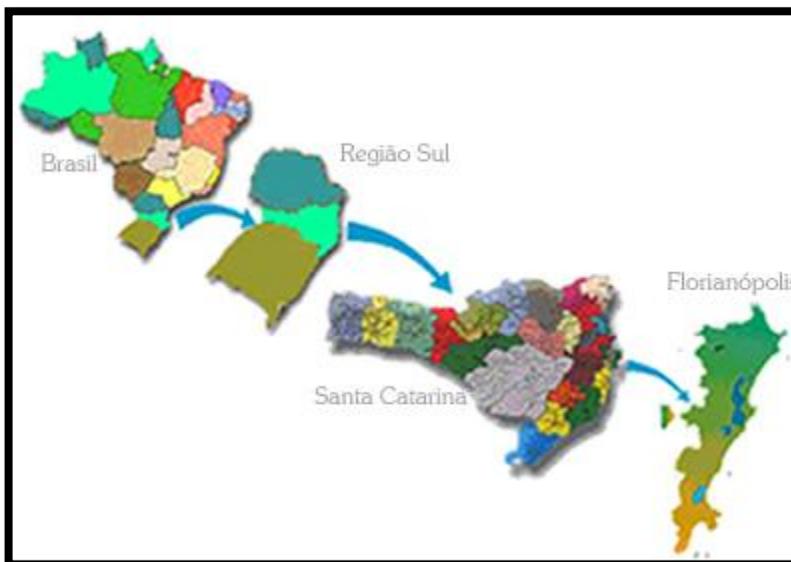


Figura 3 – Localização do município de Florianópolis.  
Fonte: [http://cartoriosilva.com.br/santo\\_antonio\\_lisboa.html](http://cartoriosilva.com.br/santo_antonio_lisboa.html).

Nos últimos anos, Florianópolis tem ocupado um lugar de destaque no cenário nacional como uma das capitais de melhor qualidade de vida, apresentando IDH de 0,881, segundo o IBGE 2000, tornando-se, assim, pólo atrativo de grande número de pessoas que vêm em busca da “cidade ideal” para viver. “Para muitos, esses fenômenos distribuíram mais desordem do que organização, exigindo múltiplos ajustes, ampliando a demanda por serviços urbanos tais como saneamento básico, educação, saúde, energia, etc.” (FLORIANÓPOLIS, 2009; FLORIANÓPOLIS, 2010).

A taxa de crescimento anual da população do município é, em média, duas vezes superior a do Brasil, sendo que, nos últimos 10 anos, a população da cidade cresceu 3,31% ao ano, enquanto que no país a taxa anual de crescimento populacional foi de 1,64% ao ano. (FLORIANÓPOLIS, 2010). A população de Florianópolis, segundo o censo 2010, é de 421.203 habitantes, apresentando um crescimento populacional de 23%, quando comparado aos dados do censo 2000, onde foram contabilizados 342.315 habitante. O crescimento populacional resultou também em um aumento da geração de resíduos sólidos, da ordem de 47%, passando de 106.162 toneladas, no ano de

2000, para 155.771 toneladas, no ano de 2010. A geração per capita anual de resíduos sólidos também teve aumento de 19% no mesmo período, passando de 310 kg./hab.ano, em 2000, para 370 kg./hab.ano, em 2010. (COMCAP, 2011).

### 3.1.1. O Gerenciamento de Resíduos Sólidos no Município

O gerenciamento do manejo de resíduos sólidos urbanos e limpeza urbana no município de Florianópolis é de competência da Secretaria Municipal de Habitação e Saneamento Ambiental – SMHSA. Já a detentora da concessão dos serviços de limpeza pública em Florianópolis é a Companhia Melhoramentos da Capital – COMCAP, uma empresa de economia mista cuja acionista majoritária é a Prefeitura Municipal de Florianópolis, criada através da Lei Municipal nº 1.022 de 22 de julho de 1971 (COMCAP, 2011). A Lei Ordinária Nº 5635, de 30 de dezembro de 1999, estabelece as competências da COMCAP: “executar os serviços públicos de coleta, transporte e tratamento de resíduos sólidos, e de limpeza dos logradouros e vias públicas, bem como outros que sejam com os mesmos conexos, consequentes, além de executar obras e serviços de competência municipal”. A COMCAP atende a população de Florianópolis com os seguintes serviços de limpeza urbana: (COMCAP, 2011).

- **Coleta convencional de resíduos sólidos domiciliares:** realizado através do sistema porta a porta e dividido em 65 roteiros (setores) de coleta (31 no período matutino, 19 no período vespertino e 15 no período noturno), onde cerca de 98% dos moradores da cidade beneficiam-se deste serviço. Os 2% restantes, por residirem em locais de difícil acesso aos caminhões coletores, depositam seus resíduos sólidos em lixeiras comunitárias instaladas pela COMCAP.
- **Coleta seletiva de recicláveis secos:** atendendo aproximadamente 92% da população, sendo que, aproximadamente, 70% da população é atendida pelo sistema porta a porta e 22% através de ruas gerais ou depósitos comunitários. Para realização do serviço a cidade foi dividida em 30 roteiros (setores) de coleta (19 matutinos, 10 vespertinos e 1 noturno, no centro da cidade).

- **Coleta de resíduos de serviços de saúde – RSS:** coleta dos resíduos sólidos infectantes, exceto os caracterizados como grupo C pela Resolução CONAMA nº 358/2005, gerados pela rede municipal de assistência à saúde.
- **Remoção de “lixo” pesado:** consiste no recolhimento de resíduos volumosos tais como móveis velhos, fogões, colchões, etc. Este serviço é realizado uma vez por ano em cada bairro, seguindo uma programação estabelecida por um calendário anual.
- **Varição:** realizada nas principais vias públicas de Florianópolis, como praças, ruas, avenidas, calçadões e terminais urbanos, removendo os resíduos sólidos de origem pública, a partir de 14 roteiros pré-determinados e organizados.
- **Limpeza de praias:** este serviço atende 43 balneários da cidade, principalmente na alta temporada de verão (dezembro a março) onde são realizadas as seguintes atividades: limpeza da orla, limpeza da restinga e varrição das ruas.
- **Outros:** remoção de entulho e de varrição com caixas brooks e caminhão caçamba; programa De Olho na Sujeira, que consiste na remoção de resíduos/entulhos em qualquer parte da cidade; capina mecanizada; capina manual; roçagem; limpeza de canais e valas a céu aberto; administração de estacionamentos e sanitários públicos; limpeza em eventos, como festas populares, religiosas e promovidos pela Prefeitura Municipal de Florianópolis; programas de mutirões desenvolvidos pela Prefeitura Municipal. (COMCAP, 2011).

Todos os resíduos sólidos coletados no município pela coleta convencional ou pelos sistemas de limpeza pública são encaminhados para o aterro sanitário, de propriedade privada, da empresa Proactiva Meio Ambiente LTDA, localizado a 40Km do Centro de Transferência de Resíduos Sólidos – CTReS, localizado no bairro Itacorubi, em Florianópolis, onde está localizada a única estação de transbordo do município, e, por onde passam todos os resíduos sólidos coletados no município. Já os resíduos recicláveis secos são encaminhados, às duas associações de catadores ou triadores de materiais recicláveis - Associação de Coletores de Materiais Recicláveis (ACMR) e Associação de Recicladores Esperança (AREsp) -, através de convênio celebrado entre as associações, COMCAP e Prefeitura Municipal de Florianópolis - PMF.

Os serviços de coleta, transporte e destino final dos resíduos sólidos, são cobrados da população através da Taxa de Coleta de Lixo, cobrada juntamente com o IPTU, conforme já mencionado no item 3.4.3. Entretanto, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, a receita arrecadada pelo município para custear os serviços de limpeza urbana não vem sendo suficiente para cobrir as despesas, como pode ser observado na Tabela 4 abaixo, que apresenta os valores das receitas arrecadadas e despesas totais dos anos de 2003 a 2009.

Tabela 4 - Receitas e despesas arrecadadas entre os anos de 2003 e 2009.

<i>Ano</i>	<i>Receitas arrecadadas (R\$)</i>	<i>Despesas Totais (R\$)</i>	<i>% de cobertura</i>
2003	18.605.206	37.000.000	50%
2006	21.181.357	20.990.567	100%
2007	23.328.849	69.823.246	33%
2008	26.041.037	53.050.008	49%
2009	29.476.574	92.699.325	32%
2010	38.193.922	83.643.967	45%
<b>Média de cobertura</b>			<b>52%</b>

Fonte: SNIS (2003, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010.)

Estes valores mostram a insustentabilidade econômica do sistema de gerenciamento dos serviços de limpeza urbana do município, visto que a média do percentual de cobertura das despesas foi de apenas 52%, o que acaba interferindo diretamente na capacidade de investimentos em novas tecnologias e equipamentos.

### 3.2. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

Para definição das regiões de estudo partiu-se do estudo das áreas de abrangência de cada um dos roteiros de coleta de resíduos, de forma a escolher duas regiões bem delimitadas pelos roteiros de coleta, e garantir dados mais uniformes. Esta logística foi estabelecida, em virtude de que o registro de informações sobre a quantidade coletada de resíduos sólidos no município de Florianópolis é obtido através da pesagem ao final de cada roteiro de coleta e registro destas informações em software. Cada roteiro abrange uma determinada região do município, sendo que há bairros divididos por dois roteiros, e há roteiros que contemplam mais de um bairro.

Desta forma foram consideradas duas regiões do município onde a demarcação dos roteiros de coleta fossem mais homogêneas, ou seja, praticamente exclusivos àquela região. Sendo assim foram escolhidas as seguintes regiões pertencentes ao Distrito sede de Florianópolis, apresentadas na Figura 4:

- **Região 1:** Bairros de Coqueiros, Itaguaçu, Abraão e Bom Abrigo;
- **Região 2:** Bairros de Estreito, Balneário, Coloninha, e Jardim Atlântico.

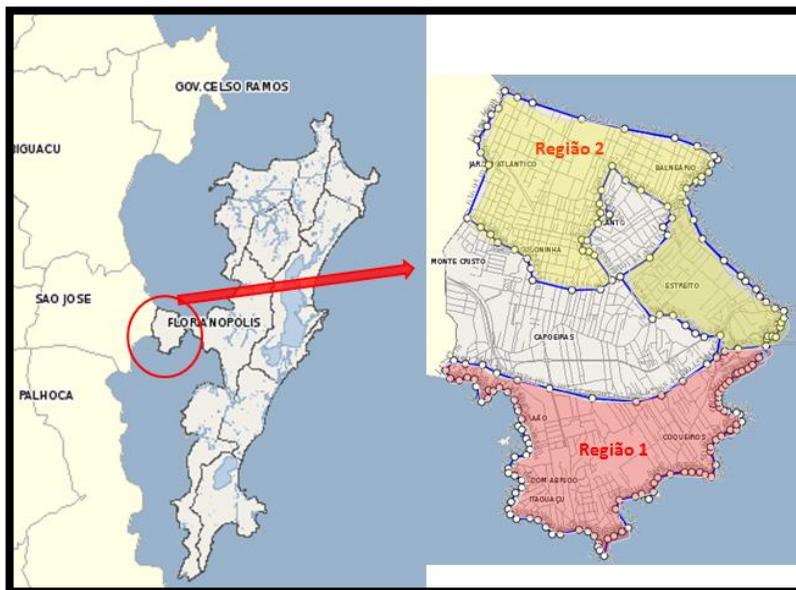


Figura 4 – Localização das regiões abrangidas no estudo.

Fonte: Adaptado de Geoprocessamento Corporativo (FLORIANÓPOLIS,2012).

### 3.2.1. Caracterização das Regiões

#### A. Região 1 - Coqueiros, Itaguaçu, Abraão e Bom Abrigo

A ocupação da região de Coqueiros deu-se a partir do bairro Estreito. O processo de urbanização se intensificou a partir de década de 1970, transformando as características originais dos bairros, e tornando

os bairros de Coqueiros e Itaguaçu, em áreas residenciais nobres, com a construção de condomínios unifamiliares e multifamiliares. (FLORIANÓPOLIS, 2009). Esta região possui pequenas praias urbanizadas, com condições de balneabilidade impróprias para banho devido às contaminações por esgotos domésticos. É bastante conhecida por seus bares e restaurante, através da Via Gastronômica, além de concentrar grandes áreas residenciais unifamiliares e multifamiliares.

Segundo o censo demográfico realizado pelo IBGE em 2010, a população desta região é de 22.770 habitantes. São apresentadas a seguir a Tabela 5, que apresenta um comparativo da população residente nos anos 2000 e 2010, demonstrando o crescimento da população em cada um dos bairros, e de toda a região 1 que foi de 2%, e a Tabela 6, que apresenta um comparativo do número de domicílios nos anos 2000 e 2010, demonstrando o crescimento do número de domicílios em cada um dos bairros, e de toda a região 1 que foi de 28%,.

Comparando-se os dois quadros é possível perceber que o crescimento populacional foi consideravelmente pequeno nesta região, entretanto, o número de domicílios aumentou significativamente. Isso pode estar associado à verticalização da região, e à diminuição do número de filhos por casais, contribuindo para um decréscimo do número de habitantes por domicílio, que era de 3,3 habitantes/domicílio em 2000 e passou a ser de 2,4 habitantes/domicílio em 2010.

Tabela 5 - População residente nos bairros integrantes da Região 1.

<i>Bairro</i>	<i>População residente (2000)</i>	<i>População residente (2010)</i>	<i>% de crescimento da população</i>
Abraão	5.210	5.883	13%
Bom Abrigo	1.262	1.510	20%
Coqueiros	13.592	13.263	-2%
Itaguaçu	2.229	2.114	-5%
<b>Total</b>	<b>22.293</b>	<b>22.770</b>	<b>2%</b>

Fonte: IBGE (2000, 2010).

Tabela 6 - Número de domicílios nos bairros integrantes da Região 1.

<i>Bairro</i>	<i>Número de domicílios (2000)</i>	<i>Número de domicílios (2010)</i>	<i>% de crescimento do número de domicílios</i>
Abraão	1.629	2.402	32%
Bom Abrigo	397	656	39%
Coqueiros	4.193	5.641	26%
Itaguaçu	649	819	21%
<b>Total</b>	<b>6.868</b>	<b>9.518</b>	<b>28%</b>

Fonte: IBGE (2000, 2010).

Tendo em vista que dados mais detalhados do Censo 2010 ainda não estão disponibilizados, utilizou-se para fins de caracterização socioeconômica da região informações do Censo 2000, segundo o qual a renda per capita na Região 1 era de R\$ 1.090,00. Tomando como base um salário mínimo (R\$151,00) tem-se 7,2 salários mínimos, valor acima da média do município, igual a 4,2 salários mínimos. A renda per capita mensal por bairro da região 1 são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Renda per capita mensal da população da Região 1.

<i>Bairro</i>	<i>Renda per capita mensal (R\$)</i>	<i>Nº equivalente de salários mínimos</i>
Abraão	751,27	5,0
Bom Abrigo	1.470,53	9,7
Coqueiros	846,91	5,6
Itaguaçu	1.290,93	8,5
<b>Total</b>	<b>1.090</b>	<b>7,2</b>

Fonte: IBGE (2000)

## **B. Região 2 - Bairros de Estreito, Balneário, Coloninha, Canto e Jardim Atlântico.**

A ocupação da área continental de Florianópolis deu-se a partir do bairro Estreito, após a construção da Ponte Hercílio Luz, quando o bairro Estreito estava sob jurisdição do município de São José. O Bairro do Estreito só foi anexado ao município de Florianópolis em 1943, período em que já se observava o desenvolvimento do setor imobiliário na área continental “concomitante ao aumento das atividades portuárias locais em função do surgimento de empresas de comércio e exportação de madeira.” (PELUSO JR & ANTÔNIO, 1991; SOUZA, 2010).

Com a abertura da avenida Mauro Ramos, na parte central/insular do município foram extintas ruelas e becos, transferindo os ocupantes destas áreas marginais para os morros ou para o Estreito, como parte de um processo de adaptação da população mais pobre. (PELUSO JR & ANTÔNIO, 1991). O notável aumento da população de Florianópolis ocorreu no período 1950-1960, época em que surgiram os primeiros loteamentos no bairro Estreito, onde se instalou parte da população menos favorecida economicamente. Já as praias do Balneário e de Coqueiros estavam sendo ocupadas por moradores de alta renda. (PELUSO JR & ANTÔNIO, 1991; SOUZA, 2010).

Até o final dos anos 90 e início do século XXI, os Bairros Estreito e Canto eram tradicionalmente residenciais, iniciando-se, a partir deste período, o processo de verticalização destes bairros. (FLORIANÓPOLIS, 2009). A região do Estreito possui área balneária, o Balneário do Estreito, com condições de balneabilidade impróprias para banho devido às contaminações por esgotos domésticos. É uma região caracterizada por forte comércio, por sediar algumas instituições públicas como Marinha, Exército e FUNASA, além de concentrar grandes áreas residenciais unifamiliares e multifamiliares.

Segundo o censo demográfico realizado pelo IBGE em 2010, a população desta região é de 30.571 habitantes. São apresentadas a seguir a Tabela 8, que apresenta um comparativo da população residente nos anos 2000 e 2010, demonstrando o crescimento da população em cada um dos bairros, e de toda a região 2 que foi de 35%, e a Tabela 9, que apresenta um comparativo do número de domicílios nos anos 2000 e 2010, demonstrando o crescimento do número de domicílios em cada um dos bairros, e de toda a região 2 que foi de 31%.

Comparando-se as duas tabelas é possível perceber que o crescimento do número de domicílios foi superior ao crescimento populacional, o que deve estar associado à verticalização da região, e à diminuição do número de filhos por casais, contribuindo para um decréscimo do número de habitantes por domicílio, que era de 3,3 habitantes/domicílio em 2000 e passou a ser de 2,6 habitantes/domicílio em 2010, semelhante ao que já foi apresentado para a Região 1.

Tabela 8 - População residente nos bairros integrantes da Região 2.

<i>Bairro</i>	<i>População residente (2000)</i>	<i>População residente (2010)</i>	<i>% de crescimento da população</i>
Balneário	6.110	5.826	-5%
Coloninha	4.432	4.709	6%
Estreito	7.007	7.878	12%
Jardim Atlântico	12.047	12.158	1%
<b>Total</b>	<b>29.596</b>	<b>30.571</b>	<b>3%</b>

Fonte: IBGE (2000, 2010)

Tabela 9 - Número de domicílios nos bairros integrantes da Região 2.

<i>Bairro</i>	<i>Número de domicílios (2000)</i>	<i>Número de domicílios (2010)</i>	<i>% de crescimento do número de domicílios</i>
Balneário	1.908	2.260	18%
Coloninha	1.230	1.657	35%
Estreito	2.319	3.460	49%
Jardim Atlântico	3.541	4.446	25%
<b>Total</b>	<b>8.998</b>	<b>11.823</b>	<b>31%</b>

Fonte: IBGE (2000, 2010).

Segundo o Censo 2000, a renda per capita na Região 2 era de R\$ 696,83, tendo como base um salário mínimo de R\$ 151,00 naquele ano, o que equivalia a 4,6 salários mínimos, estando bem próximo da média do município que era de 4,2 salários mínimos. Os valores de renda per capita mensal por bairro são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Renda per capita mensal da população da Região 2.

<i>Bairro</i>	<i>Renda per capita mensal (R\$)</i>	<i>Nº equivalente de salários mínimos</i>
Balneário	854,23	5,7
Coloninha	519,02	3,4
Estreito	731,39	4,8
Jardim Atlântico	530,34	3,5
<b>Média</b>	<b>658,75</b>	<b>4,3</b>

Fonte: IBGE (2000)

### 3.3. AMOSTRAGEM

A partir da definição das áreas de estudo, selecionou-se dois edifícios residenciais multifamiliares, um localizado em cada região,

para realizar uma pesquisa de campo, objetivando a obtenção de dados quantitativos que expressassem com fidelidade o consumo de energia elétrica, consumo de água e geração de resíduos sólidos, vinculados à estes edifícios.

Para escolha dos condomínios foram considerados os seguintes critérios: o condomínio deveria possuir hidrômetro para medição do consumo de água, medidores de consumo de energia elétrica e local adequado para armazenamento temporário dos resíduos sólidos gerados pela população da edificação. Para caracterização dos locais de amostragem foram realizadas entrevistas qualitativas semi-estruturadas para a busca de informações relevantes sobre as condições sociais e econômicas da população residente dos condomínios objetos deste estudo. Esta caracterização se mostra importante em função de a geração de resíduos sólidos, assim como o consumo de água e energia elétrica, estarem diretamente relacionados aos aspectos culturais e sociais.

Os questionários foram encaminhados à cada unidade habitacional destes condomínios, estipulando um prazo de devolução dos mesmos em uma caixa tipo urna localizada na portaria dos condomínios.

### **3.3.1. Caracterização dos Condomínios**

A pesquisa foi realizada em dois condomínios residenciais multifamiliares, de classes sociais média, aqui designados como condomínio “A” e “B”, com as seguintes características:

#### **A. Condomínio “A”**

Este condomínio localizado no bairro Bom Abrigo, parte Continental de Florianópolis, é constituído por 2 blocos de 4 pavimentos tipo, além de cobertura e pavimento térreo com garagem. Cada pavimento tipo possui 4 apartamentos, sendo que a cobertura de cada bloco possui apenas um apartamento, resultando um total de 34 apartamentos. O condomínio possui salão de festas e áreas ajardinadas internas ao condomínio. A população total do condomínio é de 83 habitantes, gerando uma taxa de ocupação de 2,4 pessoas/apartamento. Trabalham na manutenção do condomínio uma zeladora e uma responsável pela limpeza, no período diurno, e dois vigilantes no período noturno, que trabalham em noites alternadas, um em cada noite.

Em cada um dos blocos há um depósito temporário, localizado no pavimento térreo, para armazenamento dos resíduos sólidos, acondicionados nos contentores, onde os moradores depositam os resíduos sólidos por eles gerados, separando os resíduos sólidos misturados e os recicláveis secos.

Nos dias de coleta convencional, que atende o bairro às segundas, quartas e sextas-feiras no período noturno, a responsável pela limpeza do condomínio transporta os contentores de resíduos sólidos misturados até o alinhamento frontal do condomínio para apresentação destes à coleta.

Já os recicláveis secos são coletados do depósito temporário diariamente pela responsável pela limpeza, sendo armazenados em outra área até os dias da coleta seletiva do bairro, que ocorrem aos domingos e quintas-feiras no período noturno. Entretanto, por questões trabalhistas do próprio condomínio, os recicláveis secos são disponibilizados à coleta somente às quintas-feiras.

## **B. Condomínio “B”**

Este condomínio localizado no bairro Estreito, parte Continental de Florianópolis, é constituído por 1 único bloco de 14 pavimentos tipo, além de cobertura, pavimento térreo, dois pavimentos garagem e subsolo. Cada pavimento tipo possui 4 apartamentos, sendo que a cobertura possui 2 apartamentos, resultando um total de 58 apartamentos. O condomínio possui salão de festas e não possui áreas ajardinadas internas ao condomínio. O condomínio também possui três salas comerciais na parte térrea, que ficaram desocupadas durante todo o período de estudo.

A população total do condomínio é de 146 habitantes, gerando uma taxa de ocupação de 2,5 pessoas/apartamento. Trabalham na manutenção do condomínio um zelador, uma responsável pela limpeza, e dois vigilantes, no período diurno, e dois vigilantes no período noturno. Os vigilantes trabalham de forma alternada resultando em um vigilante por turno.

Há um depósito temporário, localizado no subsolo, para armazenamento dos resíduos sólidos, acondicionados nos contentores, onde os moradores depositam os resíduos sólidos por eles gerados, separando os resíduos sólidos misturados e os recicláveis secos. A medida que os contentores vão ficando cheios, o zelador os transfere para um segundo depósito, também localizado no pavimento subsolo,

que deveria atender às salas comerciais, e não o fazem porque estas estão desocupadas.

Nos dias de coleta convencional, que atende o bairro aos domingos, terças e quintas-feiras no período noturno, o zelador transporta os contentores de resíduos sólidos misturados até o alinhamento frontal do condomínio para apresentação destes à coleta. O mesmo ocorre para os recicláveis secos nos dias de coleta seletiva, que atende o bairro às segundas e sextas-feiras no período noturno.

### *3.4. LEVANTAMENTO DE DADOS*

Para Farias et.al (2003) a coleta de dados é a fase inicial de muitos estudos de áreas variadas, como tecnológica, social e econômica, constituindo-se de um processo de escolha das unidades de análise que serão consideradas no estudo, para determinação das características que serão medidas em cada unidade. Os dados da presente pesquisa foram coletados através de métodos de amostragem, que se constituem de um conjunto de dados efetivamente observados, para os quais serão posteriormente desenvolvidos os estudos.

#### **3.4.1. Dados dos Condomínios**

Para realização desta pesquisa foram levantados os seguintes dados dos condomínios residenciais multifamiliares, durante o período de um ano, compreendido de junho de 2011 a maio de 2012:

- **Dados do Consumo de Água ( $m^3$ /dia/condomínio):** obtidos a partir de leituras, nos dias de coleta pública dos resíduos sólidos, dos hidrômetros (aparelho que mede a variação do consumo de água em  $m^3$ ) dos condomínios;
- **Dados do Consumo de Energia Elétrica (kwh/dia/apartamento):** obtidos a partir de leituras, nos dias de coleta pública dos resíduos sólidos, dos relógios medidores de luz (aparelhos que medem o consumo acumulado em quilowatts-hora) de cada apartamento;
- **Dados da geração de Resíduos Sólidos (kg/dia/condomínio):** obtidos a partir da pesagem nos dias de coleta pública dos resíduos sólidos gerados pelo condomínio. Para isto foi utilizada balança digital do tipo plataforma, com graduação de 50 gramas, que comportasse os contentores de armazenagem de

resíduos especificados na Lei Municipal 113/2003. Os contentores vazios foram pesados para verificação da tara dos mesmos. Sendo assim, o peso computado foi o peso lido na balança descontando a tara do contentor.

A coleta dos dados foi realizada durante o período noturno, visto que as coletas convencional e seletiva que atendiam os dois condomínios, ocorria à noite, após a retirada dos resíduos sólidos do empreendimento para apresentação à coleta, no alinhamento frontal do condomínio.

Os dados dos resíduos sólidos recicláveis secos separados pelos moradores para a coleta seletiva foram utilizados apenas para quantificação dos valores médios gerados em cada condomínio. Para as análises de relações entre as variáveis, esta fração não será considerada, uma vez que a logística reversa instituída pela Lei 12.305/2010 contempla as embalagens, que constituem grande parte do que é recolhido pela coleta seletiva, como obrigatória de ser realizado Acordo Setorial para a operacionalização e custeio dos serviços desde a coleta até o destino final/reciclagem.

### **3.4.2. Dados das regiões**

Para realização desta pesquisa foram levantados os dados de consumo de água, consumo de energia elétrica e geração de resíduos sólidos, durante o período de quatro anos, compreendido entre maio de 2007 à junho de 2011.

#### **A. Dados do Consumo de Água**

Obtidos junto à Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN a partir dos dados mensais de volume faturados nas duas regiões delimitadas, baseados nas leituras dos hidrômetros de cada uma das edificações das regiões estudadas. O sistema de informações da CASAN divide a ilha em Distritos, e depois em setores. Os setores apropriados aos bairros de estudo foram escolhidos e trabalhados pela Divisão de Informática desta empresa, o que demandou bastante trabalho e tempo, visto que o sistema de informações utilizado pela CASAN não possibilitava a emissão de relatórios de consumo por setores, havendo a necessidade de reprogramar o sistema para emissão de relatórios mensais dos setores

escolhidos.

## **B. Dados do Consumo de Energia Elétrica**

Obtidos junto às Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. – CELESC a partir dos dados mensais de consumo de energia elétrica faturados, e do número de unidades consumidoras, nas duas regiões delimitadas, baseados nas leituras dos medidores de luz cada uma das edificações da região. O banco de dados da CELESC divide Florianópolis em etapas, e a escolha dos dados segue a mesma metodologia citada para os dados de consumo de água. O atual sistema de dados da CELESC entrou em vigor em maio do ano de 2007, por este motivo o período de análises deste trabalho iniciou em maio, e não em janeiro, como seria mais usual.

## **C. Dados da geração de Resíduos Sólidos**

Obtidos junto à Companhia Melhoramentos da Capital – COMCAP a partir dos dados mensais da quantidade de resíduos sólidos coletada nos roteiros de coleta que compreendem as duas regiões delimitadas. Estes dados são quantificados através da pesagem dos resíduos sólidos coletados em cada roteiro de coleta. A partir dos mapas dos roteiros pelos quais as coletas são divididas, foi possível a escolha dos roteiros que correspondem às regiões de estudo. Para obter os dados das regiões que são compostas por mais de um bairro, os roteiros foram somados até que fosse abrangida toda a região.

O sistema de informação da COMCAP distingue por roteiros, a quantidade coletada através do sistema de coleta convencional (resíduos orgânicos e rejeitos) e da coleta seletiva (recicláveis secos). A coleta seletiva representa uma pequena fração, em peso, do total coletado na região, uma vez que muitos moradores não têm hábito de separar seus resíduos, além de haver a presença de muitos catadores nas ruas, que recolhem os recicláveis secos antes da coleta da COMCAP, fazendo com que os dados de produção de resíduos sólidos recicláveis fiquem subestimados. Por este motivo, e pela obrigatoriedade de estabelecer um sistema de logística reversa para esta fração, já justificada anteriormente, serão trabalhados apenas os dados de resíduos sólidos recolhidos pela coleta convencional.

## D. Dados Populacionais

Os dados populacionais da região foram baseados no estudo de Campanário (2007), onde o mesmo apresenta a projeção populacional para o município de Florianópolis, por bairros, do período de 1990 a 2050. Este estudo também considera a população flutuante, que foi considerada durante os meses de alta temporada – dezembro (50%), janeiro (100%), fevereiro (50%) e março (25%), em função do turismo relacionado às praias. Para determinação da população mensal, foi realizada a interpolação dos dados ao longo dos meses. Os valores de população utilizados são apresentados na Tabela 11 abaixo.

Tabela 11 – População anual considerada para as análises dos dados per capita.

<i>Região</i>	<i>Bairros</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>
1	<i>Abraão</i>	5.852	5.878	5.904	5.930	5.978
	Bom Abrigo	1.362	1.366	1.370	1.374	1.380
	Coqueiros	5.585	5.592	5.600	5.607	5.645
	Itaguaçu	2.410	2.412	2.413	2.414	2.420
	Total de habitantes	15.209	15.248	15.287	15.325	15.423
	População Flutuante (janeiro)	461	470	479	487	498
2	Balneário	6.918	6.969	7.020	7.072	7.132
	Coloninha	4.922	4.931	4.950	4.950	4.988
	Estreito	8.321	8.372	8.476	8.476	8.595
	Jardim Atlântico	6.939	6.939	6.940	6.940	6.969
	Total de habitantes	27.100	27.211	27.386	27.438	27.684
	População Flutuante (janeiro)	825	840	855	871	890

Fonte: Campanário (2007).

O critério de escolha pelo estudo de Campanário (2007), em substituição do Censo (IBGE, 2010) se deu em virtude de que o primeiro apresenta projeções anuais da população, considera a população flutuante, que tem bastante influência no município de Florianópolis, além de fazer suas projeções em cima de várias fontes de dados, como o consumo de energia elétrica e a produção de resíduos

sólidos, enquanto que o Censo baseia-se apenas em uma contagem populacional, não conseguindo contabilizar toda a população por algumas particularidades, como casas fechadas, não atendimento dos recenseadores por parte da população, etc.

Comparando-se os valores populacionais do estudo de Campanário com os dados obtidos pelo IBGE (2000; 2007), observa-se que há uma divergência bastante grande na população dos bairros Jardim Atlântico e Coqueiros. O IBGE apresenta um número de habitantes quase duas vezes superior aos valores de Campanário (2007). Isto deve ocorrer em função de divergências quanto à delimitação geográfica adotada por cada estudo. Tendo em vista que o estudo de Campanário (2007) foi contratado pelo Instituto de Planejamento Urbano – IPUF de Florianópolis, acredita-se que este seja mais adequado aos limites geográficos adotados pelo município para cruzar com as informações levantadas das companhias de água, eletricidade e resíduos sólidos.

Os dados levantados têm periodicidade mensal, visto que os registros de consumo de água e de energia elétrica são realizados mensalmente, a partir da leitura dos medidores instalados nas unidades consumidoras para fins de faturamento e cobrança. Sendo assim, os dados referentes à geração de resíduos sólidos, serão referentes à geração total mensal nas duas regiões. Para comparação de um bairro com outro, e destes com os condomínios estudados, os dados foram divididos pelo número de habitantes da região, trabalhando-se, desta forma, com valores per capita.

### *3.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS*

Os dados coletados durante o período de amostragem, referentes ao consumo de água, consumo de energia elétrica e geração de resíduos sólidos nos dois condomínios residenciais, bem como das duas regiões do município de Florianópolis, foram tratados estatisticamente, utilizando o software Statística 8.0, conforme segue:

#### **3.5.1. Estatística Descritiva**

Segundo Ogliari & Pacheco (2004), “a análise de estatística descritiva é utilizada como uma descrição de um conjunto de valores”.

Como os únicos dados individuais por apartamento eram os referentes ao consumo de energia elétrica, visto que cada apartamento

possui medidor individual, trabalharam-se as estatísticas descritivas desta variável para avaliação das possíveis diferenças de consumo e hábitos da população de cada apartamento, para melhor entendimento das demais análises estatísticas. Além disso, para avaliação geral de todas as variáveis, e comparação entre condomínios e regiões, também foram utilizadas análises de estatística descritiva.

Para avaliação das estatísticas descritivas foram determinados os seguintes parâmetros, descritos a seguir segundo Ara et.al.(2003) e Ogliari & Pacheco (2004):

- **Média** - é o valor que aponta para onde mais se concentram os dados de distribuição uma determinada variável, dado pelo quociente da soma dos valores pelo número de valores de uma determinada variável;
- **Mediana** – é o valor da variável que ocupa a região central quando do ordenamento dos dados, ou seja, 50 % dos valores estão abaixo e 50% estão acima da mediana;
- **Desvio Padrão** – indica a variabilidade dos dados em torno da média;
- **Soma** – somatório dos valores encontrados para uma variável;
- **Valor mínimo** – menor valor encontrado para uma determinada variável;
- **Valor máximo** - maior valor encontrado para uma determinada variável;
- **Quartil inferior** - valor que deixa 25% dos dados abaixo dele e 75% acima;
- **Quartil superior** – valor que deixa 75% dos dados abaixo dele e 25% acima.

### 3.5.2. Análises no tempo

A partir do trabalho estatístico de manipulação dos dados foi avaliado o comportamento das variáveis consumo de água, consumo de energia elétrica e geração de resíduos sólidos no tempo através de gráficos de linhas (com ajuste de uma equação do primeiro grau aos dados) e do diagrama de caixas.

Nos gráficos de linha, representado na figura 5, os valores encontrados para cada variável são apresentados um a um, no decorrer do tempo, mostrando a variabilidade dos mesmos, bem como a

existência de uma tendência de crescimento em seus valores, apontada pela reta.

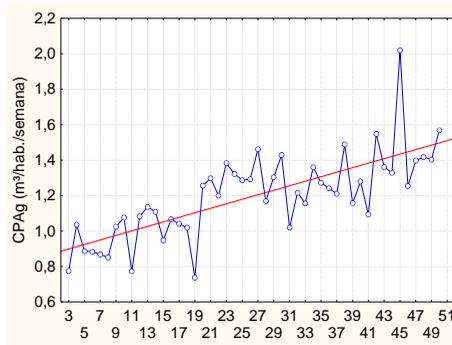


Figura 5 – Exemplo de gráfico de linhas.

Fonte: autora.

Nos diagramas de caixas, foram analisados os valores encontrados para cada variável categorizados nos diferentes dias de coleta de dados, bem como nas diferentes estações do ano. Dentro da caixa, estão representados, os valores medianos, representados pelo ponto, o quartil superior, acima da mediana, e o quartil inferior, abaixo da mediana. Os traços verticais acima e abaixo da caixa, representam respectivamente, os extremos superiores e inferiores. Acima ou abaixo destes valores estão os valores discrepantes da amostra. Um exemplo de diagrama de caixas é apresentado na figura 6.

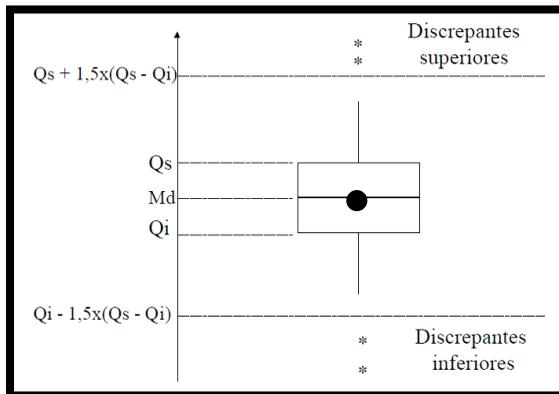


Figura 6 – Exemplo de diagrama de caixas.

Fonte: UFSC, 2012.

### 3.5.3. Análises de Variância

A variância representa a variabilidade de um conjunto de dados em torno da média (ARA et.al., 2003; FARIAS et.al.; 2003). As análises de variância, ANOVA, foram utilizadas para avaliação das possíveis diferenças entre os padrões de consumo de água e energia elétrica e de geração de resíduos sólidos ao longo dos diferentes dias de coleta de dados, coincidentes com os dias de coleta pública dos resíduos, e ao longo das diferentes estações do ano. Nestas análises foram realizados os seguintes testes através do software Statistica 8.0:

- Teste F de significância estatística das diferenças entre as médias;
- Teste de Tukey para comparação das médias, verificando se pertencem a um mesmo grupo Tukey (médias iguais) ou a grupos diferentes (médias diferentes);
- Teste de Contrastes, para comparação das diferenças entre médias não detectadas pelo Teste de Tukey;
- Análise Residual: onde foram verificadas as suposições de normalidade, independência e homogeneidade das variâncias, que constituem o pressuposto de funcionamento do modelo. (OGLIARI & PACHECO, 2004).

### 3.5.4. Análise Exploratória dos dados

Para Lira (2004) é essencial, antes de aplicar qualquer método estatístico paramétrico, realizar uma análise exploratória dos dados para verificar se as suposições do modelo estatístico estão sendo razoavelmente satisfeitas. As análises exploratórias realizadas são descritas nos itens apresentados a seguir.

#### A. Análise de distribuição das ocorrências

A análise de distribuição das ocorrências se fez necessária para verificar o comportamento da distribuição de frequência das três variáveis: consumo de água, consumo de energia elétrica e geração de resíduos sólidos. Como o número de dados para cada uma das variáveis é relativamente grande, é recomendado que estes sejam agrupados em determinado número de classes. (FARIAS *et. al.*, 2003). Entende-se por frequência o número de vezes que um valor aparece no domínio de uma

classe. Esta análise foi realizada a partir dos histogramas de cada variável, que são definidos por Farias *et. al.* (2003) como “um conjunto de retângulos com as bases sobre um eixo dividido de acordo com os tamanhos de classe, centros nos pontos médios das classes e áreas proporcionais às frequências”.

### **B. Análise gráfica “Normal Probability Plot”**

Baseada nos gráficos normais de probabilidade, ou “Normal Probability Plot”, que representam a probabilidade acumulada esperada caso a distribuição dos dados fosse normal, em função da probabilidade observada acumulada dos erros. Sendo assim, estes gráficos serviram para analisar a suposta ocorrência de normalidade na distribuição das variáveis, para utilização de um modelo paramétrico para correlação das variáveis.

### **C. Análise gráfica do tipo “Box Cox”:**

Os gráficos tipo “Box Cox” expressam o coeficiente lambda ( $\lambda$ ) de transformação da variável, seguindo a equação 1, na qual é possível avaliar o comportamento das variáveis – gaussiano ( $\lambda=1$ ), log-normal ( $\lambda=0$ ), etc.

$$y^\lambda = \frac{(y^\lambda - 1)}{\lambda} \quad \text{(Equação 1)}$$

A partir dos resultados apontados pelo gráfico do tipo “Box Cox” pôde-se avaliar a necessidade de realizar transformações das variáveis estudadas.

#### **3.5.5. Análises das Correlações**

Para conhecer o relacionamento entre as variáveis *consumo de água, consumo de energia elétrica e geração de resíduos sólidos* é necessário conhecer o coeficiente de correlação entre as variáveis. O coeficiente de correlação é conhecido como a “medida de associação, de interdependência, de intercorrelação ou de relação entre as variáveis”. (LIRA, 2004). A análise de correlação fornecerá um número, indicando como as duas variáveis variam conjuntamente, além de mostrar se a direção da relação entre as variáveis é linear ou não-linear. (LIRA, 2004).

Para distribuições conjuntas de X e Y normais bivariadas, o coeficiente de correlação de Pearson, método mais conhecido de análise, é igual a  $\rho$ , variando entre -1 e +1. Quanto mais próximo dos extremos for o valor do coeficiente, maior é o grau de associação entre as variáveis e quanto mais próximo de zero, mais fraca a associação. A suposição básica para a utilização do coeficiente de correlação linear de Pearson é “de que o relacionamento entre as duas variáveis seja linear, ou seja, é adequado para medir o relacionamento linear”.

Entretanto, quando a distribuição conjunta não é normal, o coeficiente de correlação é “simplesmente mais uma medida de associação e não há garantia de sua adequação ou qualidade”. (LIRA, 2004; FARIAS et.al.,2003). Quando as suposições do modelo estatístico paramétrico não forem atendidas para a Análise de Correlação, a partir da análise exploratória dos dados, são possíveis os seguintes procedimentos, segundo Lira (2004):

- utilizar os métodos não-paramétricos;
- adequar os dados às suposições através de uma transformação das variáveis envolvidas na análise.

Desta forma, caso a distribuição conjunta entre as variáveis *consumo de água x geração de resíduos sólidos e/ou consumo de energia elétrica x geração de resíduos sólidos*, fosse normal, o coeficiente de correlação seria obtido através do coeficiente de Pearson. Entretanto, verificada a hipótese de dados não-paramétricos, seriam utilizados os modelos de coeficiente de correlação que melhor se aplicarem às características da distribuição conjunta das variáveis, como o Spearman ( $\rho$ ), por Postos de Kendall ( $\tau$ ) e de Gamma, que não possuem sensibilidade à assimetrias na distribuição, não exigindo, portanto que os dados sejam “normais”. Para estes valores, foram apresentados além dos valores dos coeficientes, os valores de significância do coeficiente de correlação. (LIRA, 2004). Também serão realizadas as possíveis transformações das variáveis para torná-las gaussianas e aplicar um método paramétrico para análise das relações entre as variáveis.

### 3.5.6. Regressão Linear Múltipla

A regressão linear múltipla é uma técnica cuja finalidade

principal é obter uma relação matemática entre uma das variáveis (a variável dependente) e o restante das variáveis que descrevem o sistema (variáveis independentes). Sua principal aplicação, após encontrar a relação matemática é produzir valores para a variável dependente quando se têm as variáveis independentes. Ou seja, ela pode ser usada na predição de resultados. (SOARES, 1991). A análise de regressão é tratada através do modelo linear geral (LIRA, 2004):

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad \text{(Equação 2)}$$

onde:  $\mathbf{Y}$  é o vetor das observações (respostas) de dimensão  $n$ ;  
 $\mathbf{X}$  a matriz de dados de ordem  $n \times p$  ;  
 $\boldsymbol{\beta}$  vetor dos parâmetros de dimensão  $p$  ;  
 $\boldsymbol{\varepsilon}$  vetor dos erros de dimensão  $n$  .

Para utilização de um modelo de regressão linear é necessário atender três suposições. A primeira é que a variável dependente seja aleatória. Como segunda suposição, deve-se considerar que as relações entre as variáveis sejam lineares e, finalmente, a terceira, é que as variâncias sejam iguais (homocedasticidade) e as distribuições condicionais todas normais. (LIRA, 2004).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. RESULTADOS DOS ESTUDOS NOS CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS

#### 4.1.1. Perfil Socioeconômico da População dos Condomínios

As informações coletadas nos questionários socioeconômicos, apresentados no item de caracterização do local de amostragem, foram utilizadas para construção do perfil socioeconômico da população residente em cada um dos dois condomínios, constituindo-se pela utilização dos dados de forma descritiva.

Dos questionários aplicados, foram respondidos apenas 48% no Condomínio A e 22% no Condomínio B, que consistiram de uma amostragem da população residente de cada um dos condomínios. Desta forma, as informações construídas a partir dos questionários aplicados, retratam o perfil de uma parcela restrita dos moradores dos condomínios, não permitindo fazer afirmações precisas sobre as condições socioeconômicas da população total estudada.

As informações referentes à população residente de cada apartamento foram levantadas com a zeladoria de cada prédio, e a área dos prédios juntamente às construtoras.

No que tange ao número de habitantes residentes por apartamento, verificou-se que no Condomínio A a taxa média de ocupação é de 2,9 habitantes por apartamento, sendo superior à taxa de ocupação do condomínio B, que é de 2,60 habitantes/domicílio. Pode-se observar na Tabela 12, que o Condomínio B apresenta percentual de quase 60% de ocupação com até dois habitantes por apartamento enquanto que no Condomínio A, 57% dos apartamentos são ocupados por mais de três moradores. Estes valores estão um pouco acima do que foi levantado pelo IBGE no Censo de 2010, onde a média de ocupação destas regiões era de 2,4 habitantes/domicílio.

Tabela 12– Número de habitantes por apartamento.

<i>Nº de habitantes por apartamento</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Acima de 4</i>
Cond. A	7%	36%	47%	10%
Cond. B	16%	43%	17%	24%

Fonte: autora.

Quanto à área da residência, 94% dos apartamentos do Condomínio A possuem área de 100 a 150 m<sup>2</sup> e 6% possuem área acima de 200m<sup>2</sup>, conforme Tabela 13. Já o Condomínio B, apresenta apartamentos com maiores variações de área, sendo que 48% dos apartamentos possuem área de 100 a 150m<sup>2</sup>, 24% com área até 100m<sup>2</sup>, 24% com área de 150 a 200m<sup>2</sup> e 4% com área acima de 200m<sup>2</sup>. Pode-se concluir que a maior parte dos apartamentos estudados possui área variando de 100 a 200 m<sup>2</sup>.

Tabela 13 – Área dos apartamentos.

<i>Área do apartamento</i>	<i>Até 100m<sup>2</sup></i>	<i>100–150m<sup>2</sup></i>	<i>150-200m<sup>2</sup></i>	<i>Acima de 200m<sup>2</sup></i>
Cond. A	0	94%	0	6%
Cond. B	24%	48%	24%	4%

Fonte: autora.

Quanto à faixa etária da população residente, apresentada na Tabela 14, pode-se observar uma distribuição mais homogênea da população nas diferentes faixas etárias no Condomínio A, sendo que 73% da população tem idade inferior a 50 anos. No Condomínio B, observa-se uma população mais velha, onde 49% dos moradores possuem idade acima de 51 anos.

Tabela 14 – Faixa Etária da População residente.

<i>Faixa Etária</i>	<i>0-10</i>	<i>11-20</i>	<i>21-30</i>	<i>31-50</i>	<i>Acima de 51</i>
Cond. A	12%	5%	34%	22%	27%
Cond. B	14%	3%	17%	17%	49%

Fonte: autora.

No que tange ao estado civil dos moradores, 51% referiram serem solteiros, incluindo neste percentual as crianças, 34% casados, 12% divorciados e 3% viúvos, conforme Tabela 15. No condomínio B, 54% referiram serem casados, 37% solteiros, 6% divorciados e 3% viúvos.

Tabela 15 – Estado civil da População residente.

<i>Faixa Etária</i>	<i>Solteiros</i>	<i>Casados</i>	<i>Divorciados</i>	<i>Viúvos</i>
Cond. A	51%	34%	12%	3%
Cond. B	37%	54%	6%	3%

Fonte: autora.

Quanto à profissão dos moradores, apresentada na Tabela 16, 34% referiram serem estudantes, no Condomínio A, contra 7% no Condomínio B. Quanto às profissões que exigem formação em ensino superior, 47% referiram ter formação como administrador, veterinário, engenheiro, professor, entre outras, no Condomínio A e 64% no Condomínio B. Pode-se observar também que o percentual de aposentados no condomínio B é superior ao do Condomínio A, visto que o primeiro possui 49% da população acima de 51 anos.

Tabela 16 – Profissão dos moradores.

<i>Faixa Etária</i>	<i>Do lar</i>	<i>Estudante</i>	<i>Profissão de nível médio</i>	<i>Profissão de nível superior</i>	<i>Aposentado</i>
Cond. A	7%	34%	10%	47%	2%
Cond. B	3%	7%	17%	64%	7%

Fonte: autora.

Quanto à renda familiar, apresentada na Tabela 17, 38% dos que responderam, não referiram sua renda no Condomínio A, 31% referiram receber entre 4 e 10 salários mínimos, 15% de 10 a 20 salários mínimos, 8% até 4 salários mínimos e 8% acima de 20 salários mínimos. Já no Condomínio B, todos os questionários respondidos continham informações de renda familiar, sendo que 61% referiram receber entre 10 e 20 salários mínimos, 31% de 04 a 10 salários mínimos e 8% acima de 20 salários mínimos.

Tabela 17 – Renda familiar.

<b>Renda Familiar (n° de salários mínimos)</b>	<b>Até 4</b>	<b>4 - 10</b>	<b>10 - 20</b>	<b>Acima de 20</b>	<b>não informado</b>
Cond. A	8%	31%	15%	8%	38%
Cond. B	0	31%	61%	8%	0

Fonte: autora.

#### 4.1.2. Valores Médios

A Tabela 18 a seguir apresenta os valores médios, obtidos pela estatística descritiva das variáveis estudadas nos Condomínios A e B, ao nível de confiança de 95%. Pode-se observar que para todas as variáveis, os valores encontrados nos dois condomínios estão bem próximos entre si, sendo que a maior diferença foi entre os padrões de consumo de energia elétrica.

Tabela 18 – Valores Médios das variáveis estudadas nos Condomínios.

<b>Variáveis</b>	<b>C.P.E.E. (kwh/hab./dia)</b>	<b>C.P.A. (m³/hab./dia)</b>	<b>P.P.R.S.D. (kg/hab./dia)</b>	<b>P.P.R.S.R. (kg/hab./dia)</b>
Cond. A	3,27 ± 0,88	0,19 ± 0,07	0,43 ± 0,13	0,17 ± 0,05
Cond. B	3,05 ± 0,67	0,18 ± 0,04	0,43 ± 0,12	0,16 ± 0,07

Fonte: autora.

Os valores per capita aqui descritos estão em consonância com as informações encontradas na bibliografia. Para o consumo de água, a bibliografia apresenta valores de 200 l /hab./dia, para apartamentos (TSUTYA, 2006). Estudos realizados a partir de monitoramentos de consumo de água encontraram valores de 265,7 l /hab./dia, para apartamentos localizados em Belém/PA (PEREIRA & MACIEL, 2000) e de 129 l /hab./dia, para comunidades localizadas no interior de São Paulo. (MAGALHÃES *et. al.*, 2001). Os valores de geração per capita de resíduos sólidos estão um pouco abaixo dos resultados da caracterização física dos resíduos sólidos urbanos de Florianópolis, onde a geração per capita para a região continental foi de 0,69 kg/hab.dia e para todo o município de 0,77 kg/hab.dia. (COMCAP, 2002).

Machado & Prata Filho (1999), apontam o valor de 0,80 Kg/hab. dia, para a quantidade de resíduos sólidos produzida em regiões metropolitanas, considerando ainda que há uma tendência de crescimento deste valor, decorrente dos padrões atuais de consumo, com

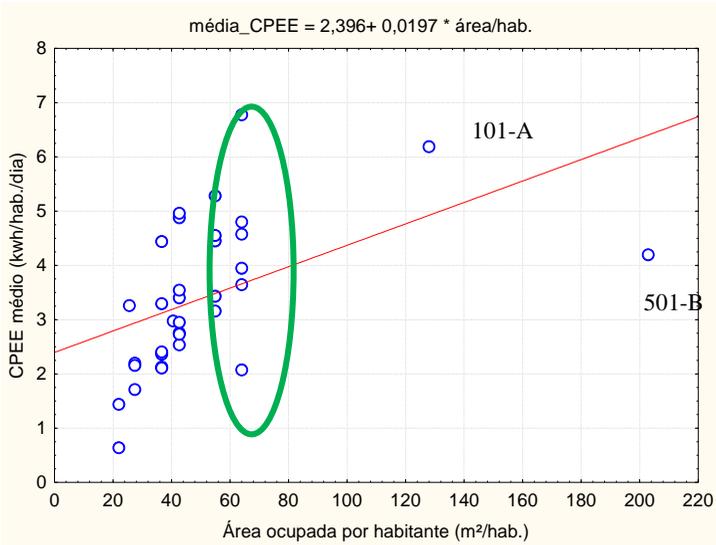
o descarte de materiais como embalagens cada vez mais acentuado. Nagashima *et. al.* (2011), ao estudarem um modelo de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos para o município de Paranavaí, localizado na região noroeste do estado do Paraná, encontraram o valor de 0,72 kg/hab./dia.

Em relação ao consumo de energia elétrica, não foi possível encontrar referências em bibliografia, ou trabalhos de monitoramento realizados em um conjunto de residências ou região. Entretanto, encontrou-se o valor de 100 kwh/pessoa/mês, em referências consultadas na rede mundial de computadores. Este valor é equivalente a 3,33 kwh/pessoa/dia, o que mostra que os valores encontrados nos condomínios estão dentro dos padrões esperados. Segundo a ABEN (2012), o Brasil apresenta um consumo anual por habitante de 2.081 kWh, o equivalente a 5,7 kwh/pessoa/dia, valor acima do encontrado nos dois edifícios.

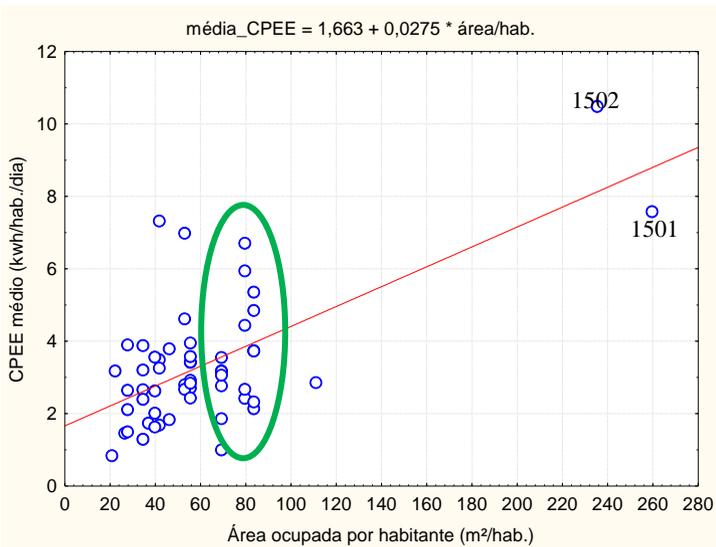
No próximo item são apresentados os resultados da análise estatística e gráfica do consumo per capita de energia elétrica por unidade consumidora, visto que esta é a única variável de consumo conhecida a nível de apartamento.

#### 4.1.2.1. Consumo de Energia Elétrica nos Condomínios

A partir da análise descritiva da variável consumo de energia elétrica para cada apartamento dos Condomínios A e B, foram construídos os diagramas de dispersão, apresentados nas Figuras 7a e 7b, com os valores médios de consumo per capita de energia elétrica.



(7a)



(7b)

Figura 7 – Diagrama de dispersão do consumo per capita diário de energia elétrica por área ocupada por habitante (m²/hab.) (a) no Condomínio A e (b) no Condomínio B.

Fonte: autora.

Pode-se observar que os padrões de consumo variam bastante

nos apartamentos, mostrando que existem basicamente três perfis de consumo de energia elétrica nos condomínios:

- Primeiro perfil: comportamento praticamente linear para taxa de ocupação de até aproximadamente 60m<sup>2</sup>/habitante, ou seja, o aumento no consumo de energia elétrica está relacionado ao aumento da área do imóvel. Esta relação foi confirmada pela análise de regressão linear, que apresentou resultados significativos para o condomínio A ( $R^2 = 0,43$ );
- Segundo Perfil: Para taxas de ocupação entre 60 e 80 m<sup>2</sup>/pessoa, observa-se grande dispersão dos valores de consumo per capita de energia elétrica;
- Terceiro Perfil: padrões de consumo bastante diferenciados dos demais, sendo considerados pontos discrepantes a amostra. Observa-se que estes pontos são referentes à apartamentos ocupados por apenas um habitante. Estes dados não foram excluídos das análises, visto que estes apartamentos contribuem para os demais dados, que não foram medidos de forma diferenciada, a nível de apartamento.

Os valores de consumo de energia elétrica variam de acordo com as condições socioeconômicas da população, pois uma casa popular, ao dispor de menor quantidade de equipamentos elétricos consumirá menos energia do que uma residência de classe média alta, por exemplo. Segundo ABEN (2012) ao relacionarmos o consumo per capita de energia elétrica com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), concluiremos que países com os IDHs mais altos como EUA, Japão, Noruega, Canadá e Austrália, têm os maiores consumos per capita de eletricidade.

#### **4.1.3. Análises dos Dados**

Em virtude das dificuldades de se encontrar o modelo mais adequado para tratamento dos dados, foram testados três modelos:

- Modelo 1 – Análise dos dados diários;
- Modelo 2 – Análise dos dados semanais;
- Modelo 3 - Análise dos dados por faixas de consumo.

#### 4.1.3.1. Análise dos dados Diários

O primeiro passo realizado para início das análises dos dados diários foi a verificação das possíveis tendências das variáveis ao longo do período de amostragem. Os resultados desta análise indicam que não são encontradas tendências significativas para os valores per capita diários.

A partir da conclusão desta primeira etapa, foram realizadas análises dos dados diários por dias de coleta e por estações do ano, considerando para esta última as definições utilizadas em nosso calendário para os períodos de cada estação.

##### 4.1.3.1.1. Considerando os dias de Coleta de dados

Para melhor interpretação dos demais diagramas de caixas apresentados a seguir, são feitas as seguintes explicações sobre as convenções adotadas:

- Para representar os dias de semana, foram considerados os seguintes números: domingo (1), segunda-feira (2), terça-feira (3), quarta-feira (4), quinta-feira (5) e sexta-feira (6).
- Os valores utilizados são referentes à média *per capita* do período entre coletas, ou seja, para a segunda-feira, por exemplo, o valor se refere à média de consumo do período entre sábado, domingo e segunda-feira.
- Para comparação dos dois condomínios, e dos dias correspondentes entre estes, pode-se comparar domingo com segunda-feira, onde se avaliam os valores acumulados de três dias, terça com quarta-feira e quinta com sexta-feira.

### **I. Variações no Consumo de Água**

Para avaliação quanto às variações do consumo de água nos condomínios ao longo dos dias da semana, foram construídos os desenhos esquemáticos tipo “Box Plot”, apresentados nas Figuras 8a e 8b, que apresentam a variação per capita diária nos dias de coleta de dados, nos Condomínios A e B, respectivamente.

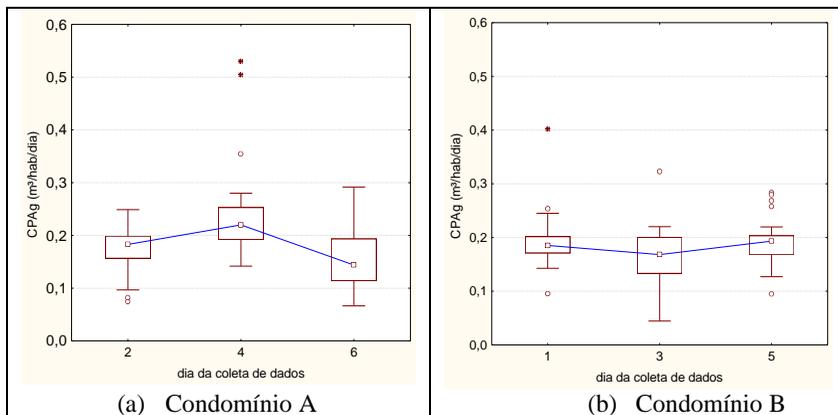


Figura 8 – Variação do CPAg nos dias de coleta de dados.

Fonte: autora.

Desta forma, a partir da análise dos diagramas de caixas apresentados para o consumo *per capita* de água, pode-se observar que o comportamento de consumo dos dois condomínios apresentam divergências entre si. Enquanto que para os dois condomínios o consumo de água durante os finais de semana são bastante próximos entre si, são encontradas diferenças durante os demais dias da semana. Para o Condomínio A há um aumento no consumo de água entre terça e quarta-feira, e uma diminuição às quintas e sextas-feiras. Já no Condomínio B às segundas e terças-feiras há um decréscimo no consumo de água, aumentando posteriormente de quarta à quinta-feira, onde são encontrados valores próximos aos dos finais de semana.

## II. Variações no Consumo de Energia Elétrica

Para avaliação quanto às variações no consumo *per capita* de energia elétrica nos condomínios, são apresentados nas figuras 9 a e 9 b, os diagramas de caixas.

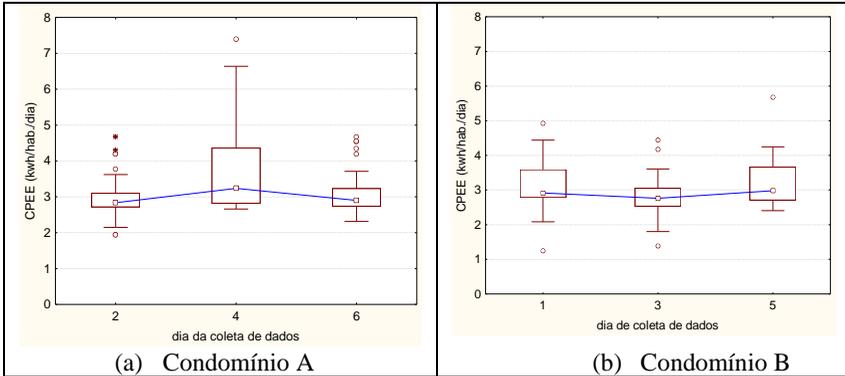


Figura 9 – Variação do CPEE nos dias de coleta de dados.

Fonte: autora.

A partir da análise da Figura 9 pode-se observar que o consumo *per capita* de energia elétrica varia em torno de 3 kWh/habitante/dia, e apresenta comportamento diferenciado ao longo dos dias da semana entre os dois condomínios. No condomínio A os maiores consumos são encontrados às terças e quartas-feiras, enquanto que os menores consumos ocorrem de quinta à segunda-feira. Já no condomínio B, de quarta-feira à domingo são encontrados comportamentos de consumo de energia elétrica bem próximos, e acima dos valores encontrados nas segundas e terças-feiras. Desta forma, o comportamento do consumo de energia elétrica coincidiu com o consumo de água para os mesmos períodos de consumo.

### III. Variações na Produção de Resíduos Sólidos

Para avaliação quanto às variações na produção *per capita* de resíduos sólidos nos condomínios, são apresentados nas figuras 10a e 10b, os diagramas de caixas.

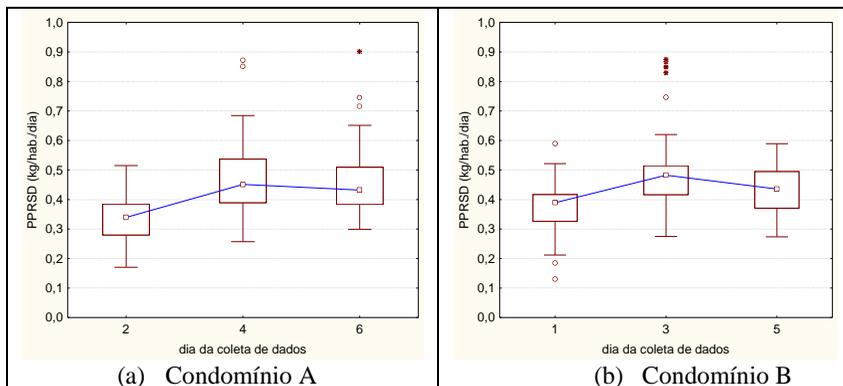


Figura 10 – Variação da PPRS nos dias de coleta de.

Fonte: autora.

Analisando as figuras 10a e 10b, observa-se que há uma semelhança no comportamento de geração de resíduos sólidos ao longo dos diferentes dias da semana, entre os Condomínios A e B, onde no período compreendido pelo final de semana, a produção média per capita diária é menor do que nos demais dias da semana. No Condomínio A as diferenças entre os valores medianos são em torno de 0,10 kg/hab/dia entre os finais de semana (sábado à segunda-feira), período de menor produção de resíduos, e os demais dias da semana (terça à sexta-feira).

No Condomínio B pode-se observar uma diferença em torno de 0,10 kg/hab/dia, entre os valores medianos do final de semana (sexta-feira à domingo) e os valores do período de segunda à terça-feira. De quarta à quinta-feira há um ligeiro decréscimo dos valores de produção de resíduos sólidos.

Para verificação das diferenças de comportamento das variáveis observadas nos diagramas de caixas foram realizadas análises de variância, para as quais, foram obtidos os resultados apresentados na tabela 19 abaixo, para o teste de Tukey, ao nível de confiança de 95%.

Tabela 19- Resultados das comparações múltiplas por Tukey dos diferentes dias da semana.

<i>Variáveis</i>	<i>Grupo Tukey</i>	<i>Cond. A</i>	<i>Cond. B</i>	
<i>C.P.E.E.</i> <i>(kwh/hab./dia)</i>	<b>1</b>	<b>Dias</b>	2, 6	3, 1.
		<b>Médias</b>	3,06±0,63	2,96±0,64
	<b>2</b>	<b>Dias</b>	4	1., 5
		<b>Médias</b>	3,66±1,15	3,16±0,69
<i>C.P.Ag.</i> <i>(m³/hab./dia)</i>	<b>1</b>	<b>Dias</b>	2, 6	3,5
		<b>Médias</b>	0,16±0,05	<b>0,18±0,05</b>
	<b>2</b>	<b>Dias</b>	4	1., 5
		<b>Médias</b>	0,24±0,08	0,19±0,04
<i>P.P.R.S.D.</i> <i>(kg/hab./dia)</i>	<b>1</b>	<b>Dias</b>	2	1
		<b>Médias</b>	0,35±0,08	0,37±0,09
	<b>2</b>	<b>Dias</b>	4, 6	3
		<b>Médias</b>	0,47±0,14	0,5±0,16
	<b>3</b>	<b>Dias</b>		5
		<b>Médias</b>		0,43±0,08

Fonte: autora.

Pode-se observar que há diferenças no consumo de água e de energia elétrica entre as segundas e sextas-feiras e as quartas-feiras no Condomínio A, enquanto que para o condomínio B, o teste de Tukey não consegue diferenciar as médias entre as duas variáveis nos diferentes dias da semana, visto que o mesmo dia encontra-se em mais de um grupo Tukey. Entretanto, através da análise de contraste pode-se observar que há diferenças entre as terças feiras e os demais dias da semana para o consumo de água e de energia elétrica. Já os comportamentos das quintas-feiras e domingos não apresentam diferenças significantes.

Já para resíduos sólidos no Condomínio A há diferenças entre as segundas-feiras, que apresenta média inferior, e as quartas e sextas-feiras, e no Condomínio B há diferença entre todos os dias.

A análise residual do teste mostrou que os valores não são normais. Desta forma a análise de homogeneidade de variância foi realizada pelo teste de Levene, conforme sugerido por Ogliari & Pacheco (2004).

Os resultados do teste de Levene foram significativos ao nível de significância de 0,05% para as variáveis CPEE no Condomínio A e de 3% para a PPRSD no Condomínio B, indicando que a hipótese de igualdade das variâncias pode ser descartada. Entretanto, a homogeneidade das variâncias não é tão crucial quanto outras hipóteses, segundo Statistica 8.0, podendo então ser considerados os resultados dos testes anteriores que mostraram as diferenças entre as variáveis nos diferentes dias da semana.

#### IV. Análise das Relações entre as Variáveis

Para verificação das possíveis relações entre as variáveis estudadas nos dois Condomínios foram realizadas análises das correlações não paramétricas, através do coeficiente de Spearman. Os resultados estão apresentados na tabela 20.

Tabela 20 – Resultados das Análises de Correlação não paramétricas.

<i>Condomínio</i>	<i>PPRSD x CPAg</i>		<i>PPRSD x CPEE</i>	
	<i>Spearman</i>	<i>p-level</i>	<i>Spearman</i>	<i>p-level</i>
A	0,19	0,05	<u>0,31</u>	<u>0,00</u>
B	-0,04	0,67	<u>-0,23</u>	<u>0,01</u>

Fonte: autora.

Pode-se observar que existem correlações estatisticamente significantes entre as variáveis PPRSD e PPEE nos Condomínios A e B, mas são muito baixas. Entretanto, os resultados indicam relações opostas nos dois condomínios, uma vez que para o condomínio A o coeficiente de Spearman foi igual a 0,31 enquanto que no Condomínio B foi de -0,23. Foi realizada ainda a análise de regressão para verificação de relações entre as variáveis. Os resultados estão apresentados na tabela 21.

Tabela 21 – Resultados da Análise de Regressão.

<i>Relação Avaliada</i>	<i>Condomínio</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>p-level</i>	<i>constante</i>	<i>coeficiente angular</i>
PPRSD x CPAg	A	0,12	0,13	-0,73	0,12
	B	0,00	0,20	0,49	-0,33
	A+B	0,00	0,91	0,41	0,02
PPRSD x CPEE	A	<u>0,06</u>	<u>0,00</u>	<u>0,30</u>	<u>0,04</u>
	B	<u>0,03</u>	<u>0,03</u>	<u>0,55</u>	<u>-0,04</u>
	A+B	0,00	0,51	0,39	0,01

Fonte: autora.

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que ao se trabalhar com os dados per capita diários pode-se montar um modelo para a relação da PPRSD com o CPEE. Entretanto este modelo tem baixa representação, uma vez que apresenta baixos valores de  $R^2$ , além de ser bastante diferente para os dois condomínios. Desta forma, foram analisadas outras formas de agrupamento dos dados, visando encontrar um modelo representativo, entre elas, o agrupamento dos dados per capita diários através das estações do ano, apresentado no item a seguir.

#### 4.1.3.1.2. Considerando as Variações nas Estações do ano

### I. Variações no Consumo de Água

Quanto às variações ao longo das estações do ano, representadas nas figuras 11a e 11b, é possível observar diferenças sazonais no consumo de água nos dois condomínios. No condomínio A o menor valor da mediana do consumo de água, aproximadamente  $0,15\text{m}^3/\text{habitante}/\text{dia}$ , foi encontrado durante o verão, enquanto que o maior valor foi encontrado durante o outono, e valores bem próximos na primavera e no inverno, como pode se observado na Figura 11a. Já no condomínio B o maior consumo mediano foi encontrado no outono, seguido pelo verão, enquanto que o menor valor mediano encontrado foi durante o inverno, como pode ser observado na Figura 11b.

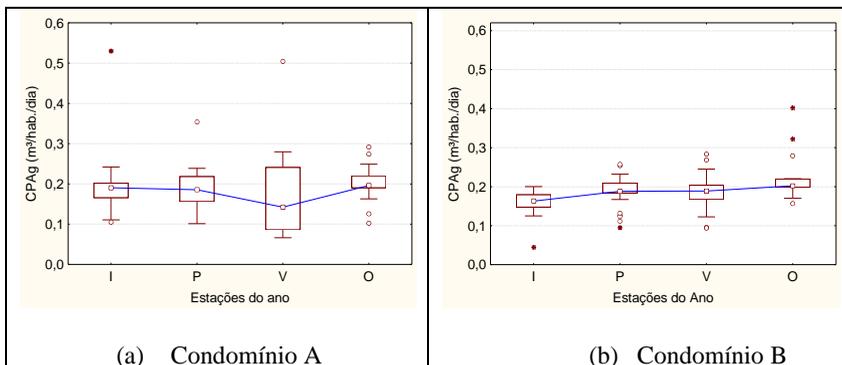


Figura 11 – Variação do CPAg nas estações do ano.

Fonte: autora.

Segundo Tsutiya (2006), durante o verão costumam ocorrer os maiores valores de consumo de água em função de banhos e regas de jardins. Pereira & Maciel (2000) relatam que há uma redução no consumo de água nos meses em que há um aumento nos índices de precipitação pluviométrica. Em Florianópolis, os meses com maior precipitação pluviométrica são dezembro, janeiro e fevereiro e os períodos com menor índice são de abril à julho. (EPAGRI, 2012). A relação *precipitação pluviométrica x consumo de água* se aplica bem aos valores encontrados para o condomínio A, onde ocorreram as maiores diferenças sazonais desta variável.

## II. Variações no Consumo de Energia Elétrica

Quanto às variações no consumo de energia elétrica ao longo das estações do ano, é possível observar diferenças sazonais nos dois condomínios, porém com o mesmo comportamento, onde o maior consumo ocorre durante o verão, conforme figuras 12a e 12b. No condomínio A o maior consumo de energia elétrica foi verificado no verão, atingindo um valor mediano em torno de 4,3 kwh/habitante/dia, enquanto nas demais estações do ano, primavera, outono e inverno foram encontrados valores medianos próximos a 3 kwh/habitante/dia, como pode ser observado na Figura 12a. Já no condomínio B, o maior valor mediano também foi encontrado durante o verão, estando em torno de 3,4 kwh/habitante/dia, sendo que a menor mediana foi encontrada durante a primavera, em torno de 2,6 kwh/habitante/dia, como pode ser observado na Figura 12b.

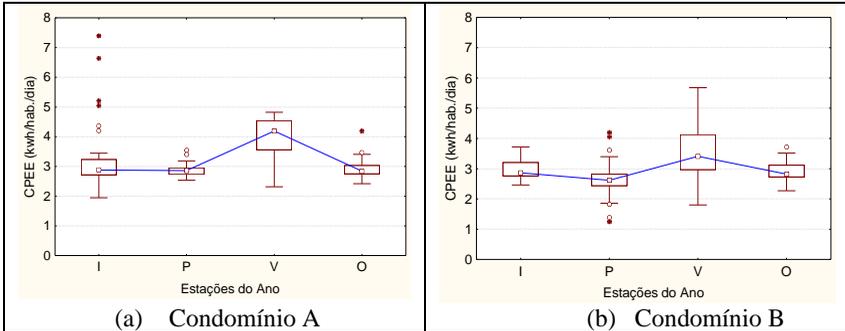


Figura 12 – Variação do CPEE nas estações do ano.

Fonte: autora.

O aumento do consumo de energia elétrica durante o verão costuma ser ocasionado por alguns fatores como (HOLANDA, 2010; COELBA, 2012):

- Período natalino: onde a população adquire novos eletrodomésticos e ainda utilizam decorações natalinas que utilizam energia elétrica para seu funcionamento;
- Elevação das temperaturas: faz com que os consumidores utilizem mais eletrodomésticos como ar-condicionado, ventilador, freezer, refrigerador em temperaturas muito baixas, dentre outros;
- Férias escolares: maior permanência dos filhos nas residências, com maior utilização de aparelhos eletroeletrônicos, iluminação, etc.

### III. Variações na Produção de Resíduos Sólidos

Quanto às variações na produção de resíduos sólidos nos dois condomínios, representada nas figuras 13a e 13b, é possível observar diferenças sazonais, sendo que há comportamentos semelhantes entre os dois condomínios durante o inverno e primavera, e divergentes durante o verão e outono. No condomínio A, o maior valor mediano encontrado foi durante o verão, em torno de 0,48 kg/hab./dia, enquanto que nas demais estações a produção mediana ficou em torno de 0,4 kg/hab./dia, conforme figura 13a. No condomínio B a maior mediana foi encontrada no outono, aproximadamente 0,48 kg/habitante/dia, seguida da primavera, em torno de 0,45 kg/habitante/dia. Durante o inverno e o verão foram encontrados valores bastante semelhantes em sua

distribuição, com valor mediano em torno de 0,40 kg/habitante/dia.

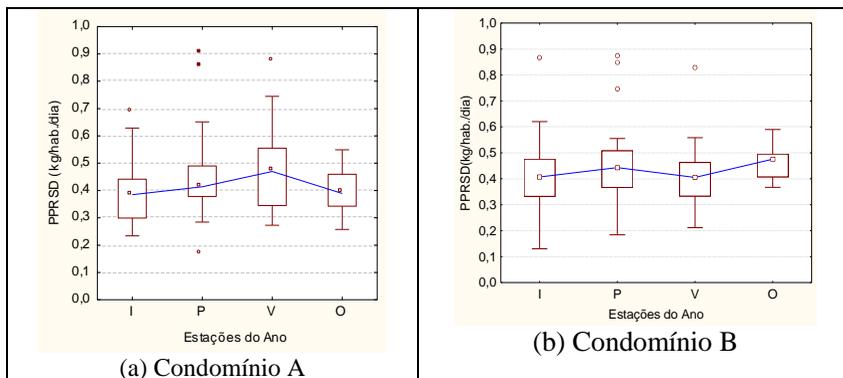


Figura 13 – Variação da PPRSD nas estações do ano.

Fonte: autora.

Para verificação das diferenças sazonais de comportamento das variáveis observadas nos desenhos esquemáticos tipo Box Plot foram realizadas análises de variância, para as quais, foram obtidos os resultados apresentados na tabela 22 abaixo, para o teste de Tukey.

Tabela 22- Resultados da análise de variância das estações no ano.

<i>Variáveis</i>	<i>Grupo Tukey</i>	<i>Cond. A</i>	<i>Cond. B</i>
<i>C.P.E.E.</i> ( <i>kwh/hab./dia</i> )	1	Estações P,O,I Médias 3,04±0,16	P,O,I 2,87±0,12
	2	Estações V Médias 3,95±0,16	V 3,51±0,11
<i>C.P.Ag.</i> ( <i>m³/hab./dia</i> )	1	Estações P,V,O,I Médias 0,19±0,07	I 0,16±0,01
	2	Estações - Médias -	V,P 0,19±0,01
	3	Estações - Médias -	O 0,22±0,01
<i>P.P.R.S.D.</i> ( <i>kg/hab./dia</i> )	1	Estações P,V,O,I Médias 0,43±0,13	P,V,O,I 0,43±0,12

Fonte: autora.

Pode-se observar que há diferenças no consumo de energia

elétrica entre o verão e as demais estações do ano, nos dois condomínios, através do teste de Tukey verificado pelo teste de Levene, que apresentou resultados significativos, ou seja, rejeitou a hipótese de igualdade das variâncias. Quanto ao consumo de água, no Condomínio A não há diferenças sazonais, entretanto, no condomínio B, são verificadas diferenças, sendo que no inverno ocorre o menor consumo médio, seguido pela primavera e verão, sendo que o maior consumo ocorreu no outono.

Os testes de Levene foram significativos para o condomínio A, mas não para o condomínio B. Para a produção de resíduos sólidos não foram encontradas diferenças sazonais, e os testes de Levene não foram significativos. Entretanto, como já foi comentado no item anterior, a homogeneidade das variâncias não é tão crucial quanto outras hipóteses, segundo Statistica 8.0, podendo então ser considerados os resultados dos testes anteriores que mostraram as diferenças entre as variáveis nos diferentes dias da semana.

## V. Análise das Relações entre as Variáveis

Para verificação das possíveis relações entre as variáveis agrupadas sazonalmente, dividiu-se as análises nas quatro estações do ano, considerando os resultados obtidos na análise de variância. Posteriormente foram realizadas análises das correlações não paramétricas das variáveis, através do coeficiente de Spearman. Os resultados estão apresentados na tabela 23.

Tabela 23 – Resultados das Análises de Correlação não paramétricas.

<i>Cond.</i>	<i>Estação</i>	<i>PPRSD x CPAg</i>		<i>PPRSD x CPEE</i>	
		<b>Spearman</b>	<b>p-level</b>	<b>Spearman</b>	<b>p-level</b>
A	Primavera	0,18	0,37	<u>0,44</u>	<u>0,02</u>
	Verão	0,24	0,26	0,18	0,40
	Outono	0,24	0,29	<u>0,58</u>	<u>0,00</u>
	Inverno	0,18	0,32	<u>0,50</u>	<u>0,00</u>
B	Primavera	-0,13	0,49	-0,03	0,86
	Verão	-0,06	0,73	-0,25	0,18
	Outono	-0,07	0,78	-0,38	0,11
	Inverno	-0,31	0,07	-0,15	0,40

Fonte: autora.

Pode-se observar que existem correlações estatisticamente

significantes entre as variáveis PPRSD e PPEE apenas no Condomínio A, em todas as estações, exceto no verão. Já no Condomínio B não foram verificadas correlações estatisticamente significantes. Para a relação CPAg x PPRSD não foram encontrados resultados significantes.

Foi realizada ainda a análise de regressão para verificação de relações entre as variáveis. Em virtude da grande quantidade de resultados, estes são apresentados aqui de forma resumida, apresentando apenas os parâmetros que representam a significância de cada modelo, conforme apresentado na tabela 24.

Tabela 24 – Resumo dos Resultados da Análise de Regressão.

<i>Cond.</i>	<i>Estação</i>	<i>PPRSD x CPAg</i>		<i>PPRSD x CPEE</i>	
		<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p-level</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p-level</b>
A	Primavera	0,00	0,42	<u>0,24</u>	<u>0,00</u>
	Verão	0,08	0,10	0,00	0,59
	Outono	0,00	0,39	<u>0,36</u>	<u>0,00</u>
	Inverno	0,00	0,53	<u>0,11</u>	<u>0,03</u>
B	Primavera	0,04	0,15	0,00	0,54
	Verão	0,00	0,43	0,02	0,20
	Outono	0,11	0,09	0,03	0,23
	Inverno	0,00	0,02	<u>0,03</u>	<u>0,03</u>

A partir dos resultados obtidos pode-se observar que foram obtidos resultados significantes apenas para a relação PPRSD x CPEE no Condomínio A, para todas as estações, exceto o verão, ainda que com baixa representação em função dos baixos valores de R<sup>2</sup>.

Desta forma, pode-se concluir que não é possível obter um modelo para representação das relações estudadas, a partir dos dados diários, visto que foram comprovadas as diferenças entre os dias da semana e por não terem sido encontradas relações entre as variáveis. Sendo assim, foram estudadas as relações entre as variáveis agrupadas semanalmente, conforme item a seguir.

### 4.1.3.2. Análise dos Dados Semanais

#### 4.1.3.2.1. Considerando as Semanas Estudadas

### I. Variações no Consumo de Água

A variação do consumo de água semanal, ao longo do período de levantamento de dados nos dois condomínios é representada pela Figura 14.

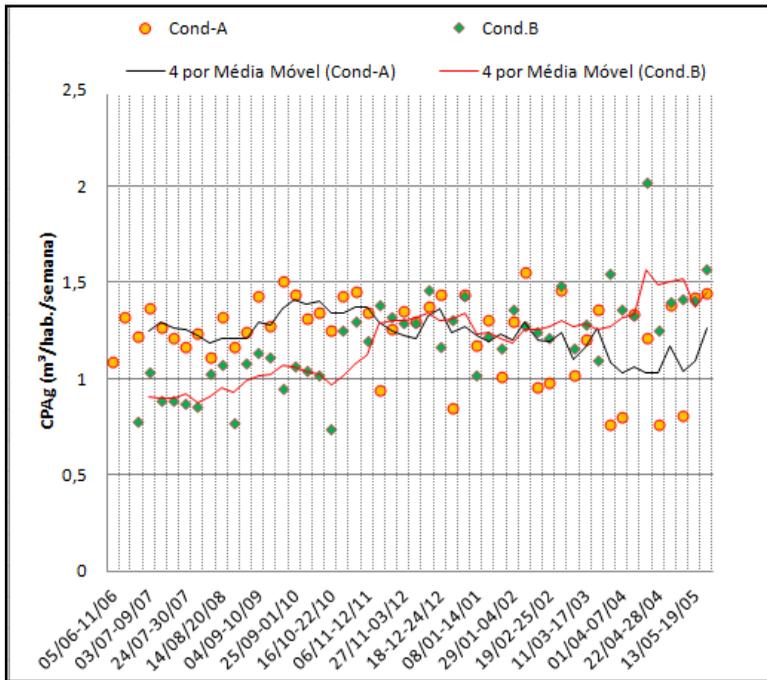


Figura 14 – Variação semanal do consumo de água no condomínio A.

Fonte: autora.

A partir da análise do gráfico pode-se observar que há uma grande variabilidade dos valores ao longo das semanas, sendo que os valores consumidos pelo Condomínio A inicialmente são maiores que no Condomínio B até aproximadamente metade da série, e que depois, esta relação se inverte. A média móvel, calculada com a média de quatro semanas, diminui ao longo da série para o condomínio A e aumenta para

o condomínio B.

No Condomínio A, diferentemente do Condomínio B, observou-se que nas semanas em que ocorreram feriados, foram encontrados valores de consumos de água mais baixos, o que mostra a evasão da população nestes períodos.

Quanto às tendências da série histórica foi verificado que há tendência estatisticamente significativa apenas para o consumo de água per capita semanal no condomínio B, sendo esta de  $0,01\text{m}^3/\text{hab}/\text{semana}$ . Em virtude de o estudo limitar-se a um ano, e sofrer influências sazonais, esta tendência não indica diretamente uma relação de crescimento nos valores consumidos. Entretanto, ela serve para mostrar que há necessidade de removê-la dos dados para realizar as análises estatísticas.

## **II. Variações no Consumo de Energia Elétrica**

A Figura 15 a seguir representa a variação do consumo de energia elétrica semanal, ao longo do período de levantamento de dados nos dois condomínios. Pode-se observar uma grande variabilidade dos valores de consumo per capita de energia elétrica, sendo que o comportamento dos dados para os dois condomínios seguem uma mesma tendência sazonal.

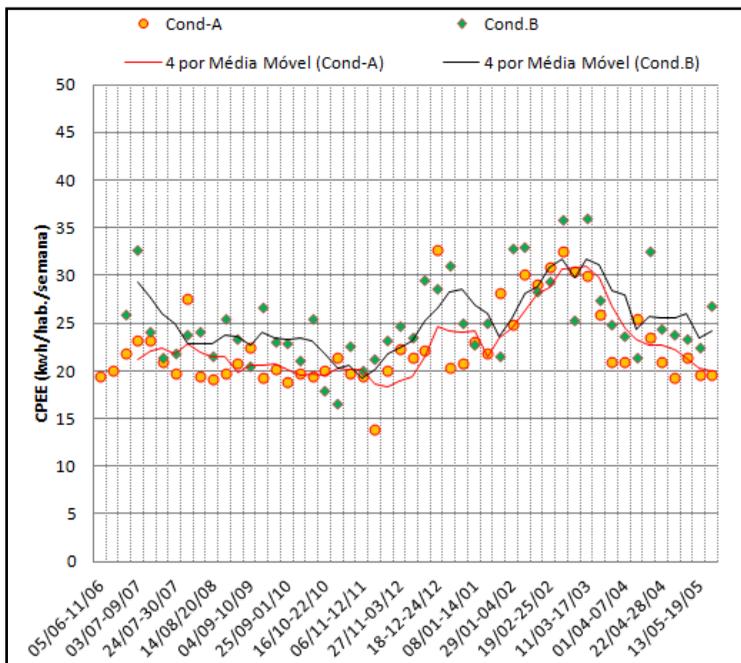


Figura 15 – Variação semanal do consumo de energia elétrica nos condomínios.  
Fonte: autora.

No Condomínio A, do início da série até a primeira quinzena de janeiro, são encontrados valores de consumo que variam entre 18 e 24 kwh/habitante/semana, excluindo-se a semana do natal, onde o consumo foi bem acima deste intervalo, a semana de 13 a 19 de novembro, que contemplou um feriado, onde foram encontrados valores de consumo inferiores à esta faixa.

A primeira semana do mês de agosto, onde ocorreram altos valores de consumo de energia elétrica, que se deve, provavelmente às baixas temperaturas desta semana, fazendo com que as pessoas usassem aquecedores elétricos. A partir da primeira semana de janeiro, observa-se um aumento dos valores per capita de energia elétrica consumidos, coincidentes aos meses onde ocorrem as maiores temperaturas.

Quanto aos dados do Condomínio B, pode-se observar que no período coincidente com o verão, são encontrados os maiores valores de consumo per capita de energia elétrica, e durante as semanas da primavera, foram encontrados os menores consumos per capita de energia elétrica.

Pode-se observar também que os Condomínios A e B apresentam mesma tendência para o crescimento do consumo de energia elétrica igual a 0,09 kwh/habitante/semana.

### **III. Variações na Produção de Resíduos Sólidos**

A Figura 16 a seguir representa a variação da geração de resíduos sólidos semanal, ao longo do período de levantamento de dados nos dois condomínios. A partir da análise do gráfico pode-se observar grande variabilidade dos valores encontrados, sendo mais acentuada no condomínio A.

No Condomínio A observou-se que nas semanas correspondentes à primavera e verão, foram encontrados maiores valores de geração per capita de resíduos sólidos, onde se observam alguns picos nos dados semanais e na média móvel, excluindo-se algumas semanas do mês de novembro, onde há ocorrência de dois feriados consecutivos, em que, provavelmente, houve evasão de parte da população do condomínio.

Quanto à variação semanal da geração per capita de resíduos sólidos no Condomínio B, é possível observar que os aumentos mais expressivos da média móvel ocorreram durante as semanas do verão e outono. Assim como verificado no Condomínio A, houve uma redução na geração de resíduos durante algumas semanas do mês de novembro, em que houve feriados. Não foram verificadas tendências significativas na produção semanal de resíduos sólidos domiciliares ao longo da série histórica.

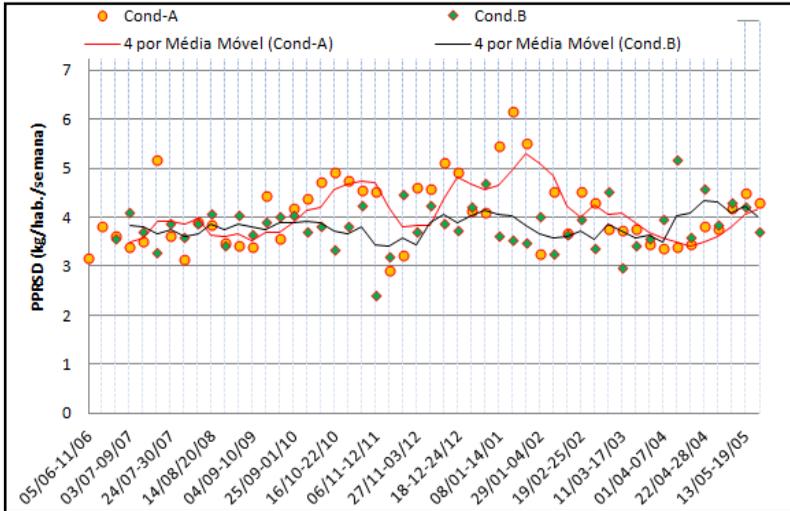


Figura 16 – Variação semanal da geração de resíduos sólidos nos condomínios.  
Fonte: autora.

#### IV. Análises das Relações das Variáveis

Antes de iniciar as análises de relações entre as variáveis, foi realizada a análise exploratória dos dados agrupados semanalmente. Para o Condomínio A, os resultados mostraram que as variáveis consumo de energia elétrica e geração de resíduos sólidos possuem um comportamento semelhante ao log-normal, enquanto que a variável consumo de água apresenta um comportamento praticamente normal. Já para o Condomínio B, a análise mostrou um comportamento semelhante ao normal para as variáveis: consumo de água, consumo de energia elétrica e geração de resíduos sólidos. Desta forma as variáveis foram transformadas quando de sua aplicação a um modelo linear.

Para verificação das possíveis relações entre as variáveis agrupadas semanalmente, foram realizadas análises das correlações não paramétricas das variáveis, através do coeficiente de Spearman. Os resultados estão apresentados na tabela 25.

Tabela 25 – Resultados das Análises de Correlação não paramétricas.

<i>Condomínio</i>	<i>PPRSD x CPAg</i>		<i>PPRSD x CPEE</i>	
	<i>Spearman</i>	<i>p-level</i>	<i>Spearman</i>	<i>p-level</i>
A	0,28	0,05	0,04	0,77
B	0,22	0,14	-0,05	0,73

Fonte: autora.

Pode-se observar que não foram encontradas correlações estatisticamente significantes entre as variáveis estudadas em nenhum dos condomínios.

Foi realizada ainda a análise de regressão para verificação de relações entre as variáveis. Os resultados da análise de regressão estão apresentados na tabela 26 abaixo.

Tabela 26 – Resumo dos Resultados da Análise de Regressão.

<i>Relação Avaliada</i>	<i>Condomínio</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>p-level</i>	<i>constante</i>	<i>coeficiente angular</i>
PPRSD x CPAg	A	0,03	0,13	3,16	0,75
	B	0,01	0,27	3,44	0,32
	A+B	<u>0,03</u>	<u>0,05</u>	<u>3,28</u>	<u>0,55</u>
PPRSD x CPEE	A	0,00	0,54	3,75	0,02
	B	0,00	0,50	4,09	-0,01
	A+B	0,00	0,75	4,06	0,00

A partir dos resultados obtidos pode-se observar que foram obtidos resultados significantes apenas para a relação PPRSD x CPAg quando da associação dos dados dos dois condomínios. Entretanto este modelo possui baixa representação em função dos baixos valores de R<sup>2</sup>. Considerando ainda que há influência da sazonalidade dos dados, foram ainda analisados os dados semanais agrupados por estações do ano, conforme apresentado no próximo item.

#### 4.1.3.2.2. Considerando as Estações do Ano

Tendo em vista que já foi realizada a análise da interferência das estações do ano no comportamento das variáveis, através dos desenhos esquemáticos tipo Box plot e da análise de variância, onde ficou comprovada a sazonalidade das variáveis, para o caso dos dados diários, estas análises não foram apresentadas novamente para os dados semanais. Desta forma, neste item são apresentados apenas os resultados

das relações entre as variáveis agrupadas por estações do ano. Na Tabela 27 são apresentados os resultados das análises das correlações não paramétricas das variáveis, através do coeficiente de Spearman.

Tabela 27 – Resultados das Análises de Correlação não paramétricas.

<i>Cond.</i>	<i>Estação</i>	<i>PPRSD x CPAg</i>		<i>PPRSD x CPEE</i>	
		<b>Spearman</b>	<b>p-level</b>	<b>Spearman</b>	<b>p-level</b>
A	Primavera	0,25	0,43	<u>0,72</u>	<u>0,01</u>
	Verão	0,18	0,55	-	-
	Outono	0,39	0,21	-0,46	0,13
	Inverno	-0,32	0,28	<u>-0,65</u>	<u>0,02</u>
B	Primavera	0,32	0,31	0,47	0,12
	Verão	0,05	0,87	-0,32	0,29
	Outono	-0,30	0,40	<u>-0,79</u>	<u>0,01</u>
	Inverno	<u>0,62</u>	<u>0,02</u>	0,03	0,93

Fonte: autora.

Pode-se observar que em algumas estações do ano foram encontradas correlações entre as variáveis PPRSD e PPEE, de forma diferenciada para os dois condomínios. As relações encontradas no Condomínio A indicam comportamentos opostos entre as estações primavera e inverno. Foi encontrada relação entre o CPAG e a PPRSD para o Condomínio B somente durante o inverno.

Foi realizada ainda a análise de regressão para verificação de relações entre as variáveis. Em virtude da grande quantidade de resultados, estes são apresentados aqui de forma resumida, apresentando apenas os parâmetros que representam a significância de cada modelo, conforme apresentado na tabela 28.

Tabela 28 – Resumo dos Resultados da Análise de Regressão.

<i>Cond.</i>	<i>Estação</i>	<i>PPRSD x CPAg</i>		<i>PPRSD x CPEE</i>	
		<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p-level</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p-level</b>
A	Primavera	<u>0,45</u>	<u>0,01</u>	<u>0,56</u>	<u>0,00</u>
	Verão	0,22	0,72	0,00	0,07
	Outono	0,00	0,33	0,22	0,13
	Inverno	0,00	0,60	0,09	0,16
B	Primavera	0,00	0,52	0,23	0,05
	Verão	0,00	0,71	0,05	0,22
	Outono	0,00	0,40	<u>0,38</u>	<u>0,03</u>
	Inverno	<u>0,33</u>	<u>0,02</u>	0,00	0,46
A+B	Primavera	<u>0,23</u>	<u>0,01</u>	0,00	0,37
	Verão	0,00	0,86	0,05	0,15
	Outono	0,00	0,46	0,08	0,11
	Inverno	0,00	0,45	0,12	0,13

A partir destes resultados verifica-se que não é possível encontrar um modelo significativo e representativo para as variáveis trabalhadas semanalmente e por estações do ano. A partir deste resultado, fizeram-se as análises das variáveis separadas por faixas de consumo per capita diário de água e de energia elétrica.

#### 4.1.3.3. Análise dos Dados Diários agrupados por Faixas de Consumo

##### 4.1.3.3.1. Análise entre o Consumo de Água e a Geração de Resíduos Sólidos

Para análise das relações por faixas de consumo foram estabelecidos os seguintes intervalos de consumo de água, a partir da construção e análise do histograma do CPAG, apresentadas na Tabela 29 a seguir:

Tabela 29 – Faixas de consumo de água.

<i>Nº</i>	<i>Valores de Consumo (m³/hab./dia)</i>	<i>Tamanho amostra</i>	
		<i>Cond. A</i>	<i>Cond. B</i>
1	Até 0,10	10	10
2	De 0,10 a 0,12	8	10
3	De 0,12 a 0,14	6	19
4	De 0,14 a 0,16	7	37
5	De 0,16 a 0,18	11	24
6	De 0,18 a 0,20	27	6
7	De 0,20 a 0,22	12	3
8	De 0,22 a 0,24	11	3
9	Acima de 0,24	13	2

Fonte: autora.

Foram realizadas análises das correlações não paramétricas, através do coeficiente de Spearman, e análise de regressão para os dados separados por faixas de consumo. Foram observadas correlações entre o consumo de água e a geração de resíduos sólidos, que são estatisticamente significantes ( $p\text{-level} < 0,05$ ) apenas para duas faixas de consumo, no Condomínio A. Entretanto, apresentam coeficientes de Spearman opostos, a faixa 2 indicando uma relação diretamente proporcional entre consumo de água e geração de resíduos sólidos, e a faixa 4 uma relação inversamente proporcional.

Para o Condomínio B não foram verificadas correlações não paramétricas entre as variáveis. As análises de regressão linear, não apresentaram resultados significativos. Estes resultados mostram que, se por um lado, os dados agrupados por faixas de consumo são mais homogêneos, por outro, perdem a consistência uma vez que são diminuídos o número de dados.

Ao avaliar a relação existente entre o consumo de água e a geração de resíduos sólidos em residências do município de Taiaçu/SP, Leite (2006) encontrou fracas relações entre as variáveis, quando os dados foram tratados em um único conjunto ( $R^2=0,06$ ), sendo que obteve ligeira melhora, sem ainda ser significativo ( $R^2$  em torno de 0,1), quando tratados separadamente por faixas de consumo. Ao trabalhar os dados de forma agrupada, somando os dados para diferentes faixas, obteve bons resultados.

Desta forma, seguindo as recomendações de Leite (2006), construiu-se a Tabela 30, abaixo, para tratamento dos dados agrupados, através da soma dos diferentes intervalos de consumo de água.

Tabela 30 – Valores obtidos pela soma dos dados das diferentes faixas de consumo de água.

<i>Nº da Faixa</i>	<i>Condomínio A</i>		<i>Condomínio B</i>	
	$\Sigma$ <i>CPAg</i>	$\Sigma$ <i>PPRSD</i>	$\Sigma$ <i>CPAg</i>	$\Sigma$ <i>PPRSD</i>
1	0,83	3,98	0,70	4,72
2	0,87	3,08	1,13	4,56
3	0,77	2,39	2,52	8,23
4	1,03	2,60	5,59	15,19
5	1,89	4,03	4,07	8,84
6	5,16	10,14	1,11	2,69
7	2,50	5,02	0,63	1,10
8	2,50	5,68	0,68	1,35
9	4,03	5,90	0,60	0,75

Fonte: autora.

A Tabela 31 abaixo mostra resumidamente os resultados das correlações não paramétricas para o somatório das faixas de consumo no condomínio A e B.

Tabela 31 – Resultados das análises não paramétricas do somatório das faixas de consumo.

<i>Condomínio</i>	<i>CPAg x PPRSD</i>	
	<i>Spearman</i>	<i>p-level</i>
A	<u>0,92</u>	<u>0,00</u>
B	<u>0,95</u>	<u>0,00</u>
A + B	0,63	0,07

Fonte: autora.

Pode-se observar que as correlações não paramétricas, entre as somas das variáveis agrupadas por faixas de consumo de água apresentaram resultados estatisticamente significantes apenas para o somatório das faixas de consumo, quando analisados os condomínios de forma separada. A Tabela 32 apresenta os resultados das análises de regressão entre as somas das variáveis consumo de água e geração de resíduos sólidos nos Condomínio A e B.

Tabela 32 – Resultados das análises de regressão.

<i>Relação estudada</i>	<i>Condomínio</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>p-level</i>	<i>constante</i>	<i>coeficiente angular</i>
$\sum \text{CPA}_{\text{g}}$ x $\sum \text{PPRS}_{\text{D}}$	A	<u>0,86</u>	<u>0,00</u>	<u>1,65</u>	<u>1,43</u>
	B	<u>0,89</u>	<u>0,00</u>	0,54	<u>2,50</u>
	A+B	<u>0,50</u>	<u>0,00</u>	3,74	<u>1,55</u>

Fonte: autora.

Os resultados mostram relações para os dados agrupados através do somatório dos valores encontrados para cada faixa de consumo. Entretanto, unindo-se os dados dos dois condomínios, o valor de  $R^2$  diminui significativamente, passando de aproximadamente 0,87, quando analisados separadamente, para 0,50. Além disso, apesar de serem encontrados valores de  $R^2$  próximos para os Condomínios A e B, o coeficiente angular e o termo constante diferenciaram bastante entre os dois modelos.

Leite (2006) verificou estreita relação entre a geração de resíduos sólidos domiciliares e o consumo de água ( $R^2=0,89$ ) em residências do município de Taiapu, somando-se os valores encontrados para cada faixa de consumo.

Testando-se as equações aos dados dos dois condomínios, verifica-se que a equação encontrada para o condomínio A, apresentava menor erro, quando aplicado aos dados do condomínio B. Além disso, o modelo proposto para A apresenta valores para o termo constante mais significativos. Desta forma, chega-se à seguinte equação (3) para determinação da quantidade gerada de resíduos sólidos a partir do somatório do consumo de água de determinada faixa de consumo de um condomínio:

$$\sum \text{PPRS} = 1,65 + 1,43 \times \sum \text{CPA}_{\text{g}} \quad (R^2 = 0,86) \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde:

PPRS = Produção per capita de Resíduos Sólidos Domiciliares (kg/hab./dia);

CPA<sub>g</sub> = Consumo per capita de Água (m<sup>3</sup>/hab./dia).

A análise residual do modelo mostrou que os resíduos possuem distribuição normal e aleatória e que a variância pode ser considerada constante.

#### 4.1.3.3.2. Análise entre o Consumo de Energia Elétrica e a Geração de Resíduos Sólidos

Para análise das relações por faixas de consumo foram estabelecidos os seguintes intervalos de consumo de energia elétrica, definidos a partir de construção e análise do histograma dos consumos de energia elétrica, apresentados na Tabela 33 a seguir:

Tabela 33 – Faixas de consumo de energia elétrica

<i>Nº</i>	<i>Valores de Consumo (kwh/hab./dia)</i>	<i>Tamanho amostra</i>	
		<i>Cond. A</i>	<i>Cond. B</i>
1	Até 2,0	2	7
2	De 2,0 a 2,4	4	15
3	De 2,4 a 2,8	44	43
4	De 2,8 a 3,2	23	20
5	De 3,2 a 3,6	9	13
6	De 3,6 a 4,0	3	11
7	Acima de 4,0	20	5

Fonte: autora.

Foram realizadas análises das correlações não paramétricas, através do coeficiente de Spearman, e análise de regressão para os dados separados por faixas de consumo. Foi observado apenas um valor de correlação não paramétrica estatisticamente significativa, entre o consumo de energia e a geração de resíduos sólidos, para a faixa 3, no Condomínio A, mas que apresenta um fraco valor de correlação. Na análise de regressão linear foi encontrado somente um resultado significativo, para a faixa 4, no Condomínio B, com baixo valor de  $R^2$ .

Desta forma, pode-se concluir que não foram encontradas relações estatisticamente significantes para os dados trabalhados em diferentes faixas de consumo, visto que apesar de homogeneizar a amostra quanto à seus valores, perde-se a significância das análises em virtude da diminuição de dados, como já foi discutido no item 4.1.5.1, quando da análise por faixas de consumo de água.

Ao avaliar a relação existente entre o consumo de energia elétrica e a geração de resíduos sólidos em residências do município de Taiapuá/SP, Leite (2006) encontrou fracas relações entre as variáveis, quando os dados foram tratados em um único conjunto ( $R^2 = 0,1$ ), sendo que obteve valores bastante diferenciados ( $R^2$  variando de 0,007 a 0,8)

quando os dados foram tratados separadamente por faixas de consumo. Ao trabalhar os dados de forma agrupada, somando os dados para diferentes faixas de consumo, obteve bons resultados.

Desta forma, assim como já realizado para as relações da geração de resíduos sólidos com o consumo de água, os dados foram tratados agrupados em sete faixas de consumo de energia elétrica, nas quais constam os somatórios encontrados para cada intervalo estipulado, como está apresentado na Tabela 34.

Tabela 34 – Valores obtidos pela soma dos dados das diferentes faixas de consumo de energia elétrica.

Nº da Faixa	Condomínio A		Condomínio B	
	$\Sigma CPEE$	$\Sigma PPRSD$	$\Sigma CPEE$	$\Sigma PPRSD$
1	3,85	0,56	11,04	3,36
2	8,91	1,34	34,17	6,40
3	116,64	16,82	112,01	19,15
4	68,47	9,54	59,68	7,74
5	30,57	4,00	44,40	4,87
6	11,10	1,18	42,00	4,13
7	93,42	9,39	22,45	1,76

Fonte: autora.

A Tabela 35 abaixo mostra resumidamente os resultados das correlações não paramétricas para o somatório das faixas de consumo nos condomínios A e B.

Tabela 35 – Resultados das correlações não paramétricas.

Condomínio	$\Sigma CPEE \times \Sigma PPRSD$	
	Spearman	p-level
A	<u>0,93</u>	<u>0,00</u>
B	<u>0,86</u>	<u>0,01</u>
A + B	<u>0,96</u>	<u>0,00</u>

Fonte: autora.

Pode-se observar que, agrupando-se os dados pelas faixas de consumo de energia elétrica, obteve-se bons resultados para as correlações não paramétricas entre as variáveis agrupadas através das somas de cada faixa.

Para avaliação do melhor modelo a representar a situação estudada, a soma dos dados agrupados por faixas de consumo de energia elétrica, foram analisadas através do método de regressão. A Tabela 36

apresenta os resultados destas análises, relacionando as variáveis consumo de energia elétrica e geração de resíduos sólidos nos Condomínio A e B.

Tabela 36 – Resultados das análises de regressão.

<i>Relação avaliada</i>	<i>Condomínio</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>p - level</i>	<i>constante</i>	<i>coeficiente angular</i>
$\sum$ CPEE x $\sum$ PPRSD	A	<u>0,94</u>	<u>0,00</u>	<u>-0,07</u>	<u>0,13</u>
	B	<u>0,88</u>	<u>0,00</u>	<u>-1,03</u>	<u>0,17</u>
	A+B	<u>0,92</u>	<u>0,00</u>	<u>-1,16</u>	<u>0,15</u>

Fonte: autora.

Os resultados apresentados mostram que, tanto no Condomínio A, quanto no B, há forte relação entre a geração de resíduos sólidos com o consumo de energia elétrica, a um bom nível de significância estatística. Ao trabalhar-se com um número maior nos pontos, juntando os dados dos dois condomínios, obteve-se uma boa correlação entre as variáveis agrupadas através de sua soma, a um nível de significância bastante expressivo, além de representar melhor o universo dos dados, uma vez que representa dois condomínios com populações diferentes.

Leite (2006), em sua pesquisa com diferentes residências no município de Taiacu/SP, verificou forte correlação entre o consumo de energia elétrica e a geração de resíduos sólidos domiciliares ( $R^2=0,91$ ), após agrupar os somatórios dos valores por faixas de consumo. Desta forma, chega-se à seguinte equação para determinação da quantidade gerada de resíduos sólidos a partir do somatório do consumo de energia elétrica de determinada faixa de consumo de um condomínio:

$$\sum \text{PPRS} = -1,16 + 0,15 \times \sum \text{CPEE} \quad (R^2 = 0,92) \quad \text{(Equação 4)}$$

Onde:

PPRS = Produção per capita de Resíduos Sólidos Domiciliares (kg/hab./dia);

CPEE = Consumo per capita de Energia Elétrica (kwh/hab.dia).

A análise residual do modelo mostrou que os resíduos não se afastam muito da reta normal, possuem distribuição aleatória e que a variância pode ser considerada constante.

## *4.2. RESULTADOS DOS ESTUDOS NAS REGIÕES ESTUDADAS*

### **4.2.1. Análise de Consistência dos Dados**

Realizando os estudos regionais, foram encontradas algumas dificuldades quanto ao levantamento de dados que merecem ser destacadas para melhor compreensão da complexidade do trabalho estatístico dos mesmos e da consistência dos dados utilizados.

Por se tratar de uma cidade dinâmica com grande especulação imobiliária, onde o crescimento populacional foi de 23% de 2000 a 2010, as unidades de planejamento dos diferentes serviços prestados à população, sofrem necessidades de reajustes frequentes em função de novas demandas. Esta necessidade nem sempre vem acompanhada de atualização dos mapas de planejamento, bem como de registros oficiais sobre as alterações das unidades de planejamento utilizadas em seus sistemas de informação. Desta forma, foram verificadas algumas dificuldades ao longo do levantamento e tratamento dos dados, tais como:

- Inexistência de mapas atualizados de todos os bairros que possibilitassem a sobreposição destes através de um programa de geoprocessamento, obtendo assim dados mais precisos. Desta forma foram utilizados os limites de bairros adotados por cada instituição.
- Ausência de registros oficiais sobre as alterações das unidades de planejamento dos dados de cada uma das instituições ao longo dos anos, estando registrada apenas na mente de poucos funcionários;
- Dificuldades de obtenção de dados oficiais de população flutuante, uma vez que o estudo de Campanário (2007) aponta valores que, quando aplicados aos dados de produção de resíduos e consumo de água e energia elétrica, observa-se claramente que estão superestimados. Também há divergências entre a população fixa contabilizada pelo IBGE e estimada pelo estudo de Campanário.

### **4.2.2. Valores Médios**

Para viabilizar a comparação de uma região com a outra, neste

item, os dados foram divididos pelo número de habitantes da região, trabalhando-se, desta forma, com valores per capita. Para as análises de relações entre as variáveis os dados foram trabalhados em diferentes hipóteses, visando encontrar o modelo mais apropriado.

A Tabela 37 a seguir apresenta os valores médios encontrados a partir das análises estatísticas descritivas sobre o consumo per capita diário de água e de energia elétrica e da geração de resíduos sólidos domiciliares, coletados pela coleta convencional, nas regiões 1 e 2. Realizou-se a análise dos valores *per capita* diários a fim de se tornar possível a comparação destes resultados com os obtidos para as análises dos condomínios residenciais.

Tabela 37 – Estatísticas Descritivas das variáveis estudadas nas regiões 1 e 2.

<i>Variáveis</i>	<i>C.E.E.</i> ( <i>kwh/hab./dia</i> )	<i>C.A.</i> ( <i>m<sup>3</sup>/hab./dia</i> )	<i>P.R.S.M.</i> ( <i>kg/hab./dia</i> )
Região 1	6,85 ± 0,72	0,23 ± 0,01	1,02 ± 0,06
Região 2	8,01 ± 0,92	0,15 ± 0,01	0,85 ± 0,04

Fonte: autora.

A partir dos valores médios apresentados pode-se observar que há diferenças no comportamento das variáveis ao compararmos as duas regiões. Comparando-se estes resultados com os encontrados para os condomínios estudados, pode-se observar que os valores de consumo e produção per capita aumentam consideravelmente, quando analisados regionalmente, visto que a análise pode sofrer interferências de fatores como diferentes usos de edificação e uma população bastante heterogênea, de diferentes hábitos, culturas e classes sociais.

No que tange o consumo de água pode-se observar que os valores encontrados para a Região 1 são superiores à Região 2. Quanto ao consumo de energia elétrica, a Região 2, apresenta maior consumo per capita de energia elétrica do que a Região 1. Entretanto, quando se trata de geração de resíduos sólidos, a Região 1 apresenta maiores valores de geração per capita do que a Região 2. Estas diferenças devem estar relacionadas às características de ocupação dos bairros, sendo que a Região 1, caracteriza-se pela ocupação residencial e a Região 2, por forte ocupação comercial, além da residencial.

O consumo de água em residências costuma ser superior do que em locais de comércio, sendo que no primeiro caso, os valores costumam estar em torno de 200 l /hab./dia, para apartamentos, 150 l/hab./dia, para residências e 120 l /hab./dia para casas populares,

enquanto que para o segundo caso, o consumo fica em torno de 50 l/hab./dia. (TSUTYA, 2006).

Pereira & Maciel (2000), encontraram o valor de 265,7 l/hab./dia ao realizarem um monitoramento do consumo de água em edifícios residenciais da Região Metropolitana de Belém – RMB. Magalhães *et. al.* (2001) encontrou o valor médio de consumo per capita de 129 l/hab.dia, ao avaliar os consumos médios “per capita” dos sistemas de abastecimentos de água das comunidades atendidas pela SABESP no interior do Estado de São Paulo. De acordo com Von Sperling (1995), para cidades com população acima de 250.000 habitantes o consumo per capita de água varia de 150 a 300 l/hab./dia.

Quanto à geração per capita de resíduos sólidos, comparando-se estes resultados aos valores encontrados por Comcap (2002), quando realizou a caracterização física dos resíduos sólidos urbanos de Florianópolis, encontrando o valor de geração per capita de resíduos sólidos de 0,69 kg/hab.dia para a região continental do município e de 0,77 kg/hab.dia para todo o município, pode-se observar que os valores encontrados estão bem acima dos avaliados naquela época. Estes resultados mostram que a geração de resíduos sólidos nas regiões estudadas acompanhou o crescimento ocorrido no município que foi de aproximadamente 19% do ano 2000 até 2010. (COMCAP, 2010).

Este crescimento na produção de resíduos sólidos está relacionado aos avanços da indústria mundial que vem provocando mudanças nos hábitos de consumo da população, e desta forma, gerando resíduos sólidos diferentes em quantidade e diversidade. (BIDONE, 1999 *apud* FADINI & FADINI, 2001). Veloso *et. al.* (2009) apontam valores bem maiores para a geração de resíduos sólidos no município de Macaé, localizado na região do Rio de Janeiro, quando da realização de estudos sobre o gerenciamento e disposição de resíduos sólidos dos municípios de Macaé, Nova Friburgo, Casimiro de Abreu e Rio das Ostras. Os valores de geração per capita de RSU encontrados são de 1,82kg/hab./dia. Entretanto, estes valores consideram todos os resíduos sólidos urbanos, e não somente os domiciliares.

Em relação ao consumo de energia elétrica, os valores para os consumos regionais, estão acima do padrão de consumo de energia elétrica nacional que é de 5,7 kwh/pessoa/dia (ABEN, 2012).

Vale salientar que os valores tratados regionalmente sofrem interferências externas como, por exemplo, a atuação de catadores de materiais recicláveis coletando esta fração dos resíduos sólidos informalmente nos bairros, a utilização de fontes alternativas de captação de água como o aproveitamento de água de chuva e captação

em poços artesianos, e grandes geradores de resíduos como centros comerciais, mercados, que também podem ser grandes consumidores de água e energia elétrica.

### **4.2.3. Análise dos Dados**

Em virtude das dificuldades de se encontrar o modelo mais adequado para tratamento dos dados, foram testados quatro modelos:

- Modelo 1 – Análise dos dados brutos;
- Modelo 2 – Análise dos dados per capita;
- Modelo 3 – Análise dos dados por domicílio;
- Modelo 4 - Análise dos dados por faixas de consumo.

#### 4.2.3.1. Análise dos dados Brutos

Em virtude das dificuldades de se encontrar o modelo mais adequado para tratamento dos dados, primeiramente são apresentados os dados brutos de consumo de água, consumo de energia elétrica e produção de resíduos sólidos para melhor compreensão da dinâmica dos dados ao longo do período de estudo.

##### 4.2.3.1.1. Considerando a Série Histórica

### **I. Variações no Consumo de Água**

A figura 17, apresenta os dados de consumo de água ao longo da série histórica, onde é possível observar que há variação nos padrões de consumo ao longo dos meses, que o volume total consumido pela região 1 é menor do que do que a região 2, sendo que a primeira região apresenta uma tendência de crescimento de consumo de água mais acentuada do que a segunda.

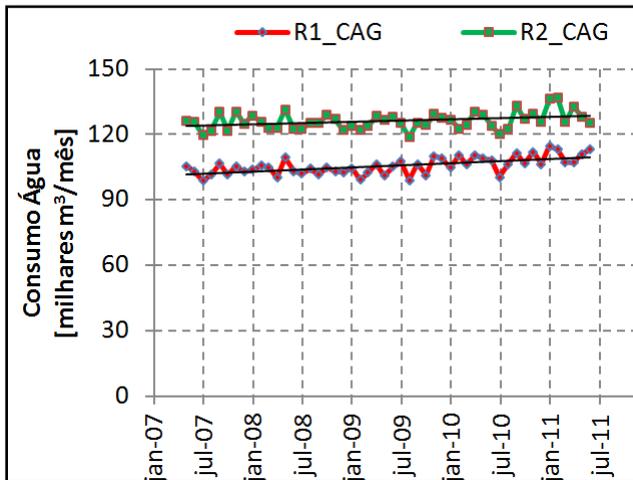


Figura 17 – Variação do Consumo de Água nas Regiões 1 e 2.

Fonte: autora.

## II. Variações no Consumo de Energia Elétrica

A figura 18, apresenta os dados de consumo de energia elétrica ao longo da série histórica, onde é possível observar que há sazonalidade dos dados, com altos valores de consumo de energia elétrica durante os meses mais quentes, principalmente na região 2, onde esta diferença é bastante expressiva devendo estar relacionado à intensa utilização de aparelhos de ar condicionado. Os valores totais consumidos pela região 2 são superiores aos da região 1, uma vez que esta região é mais populosa do que a primeira, além de apresentarem maior tendência de crescimento de consumo de energia elétrica.

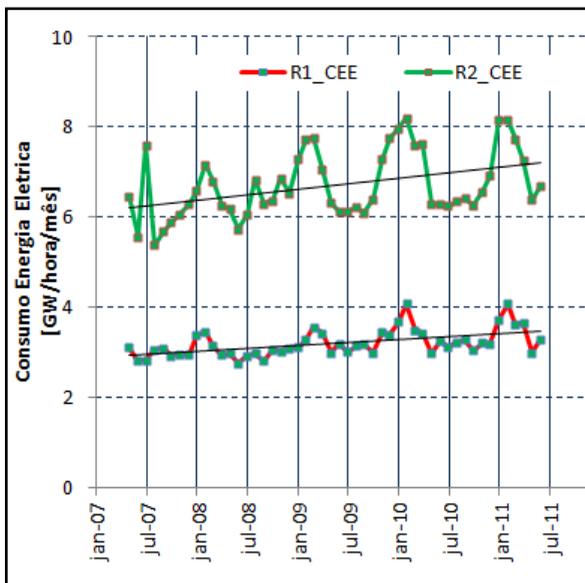


Figura 18 – Variação do Consumo de Energia Elétrica nas Regiões 1 e 2.

Fonte: autora.

### III. Variações na Produção de Resíduos Sólidos

A figura 19, apresenta os dados de produção de resíduos sólidos ao longo da série histórica, onde é possível observar que há variabilidade ao longo da série histórica, sendo mais expressivos na região 2. Os valores totais produzidos pela região 2 são superiores aos da região 1, mas apresentam menor tendência de crescimento de geração de resíduos sólidos do que a região 1.

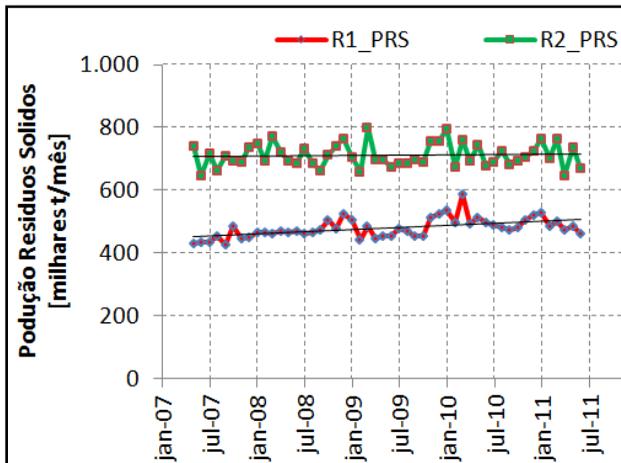


Figura 19 – Variação da produção de Resíduos Sólidos nas Regiões 1 e 2.

Fonte: autora.

#### IV. Análise das Relações entre as Variáveis

Antes de analisar as possíveis relações entre as variáveis, avaliou-se se existiam tendências ao longo da série histórica. Verificou-se a tendência das três variáveis, apresentadas na tabela 38, retirando-as dos dados para as análises de relações entre as variáveis.

Tabela 38– Tendência das variáveis

<i>Região</i>	<i>Variável</i>	<i>Tendência</i>
1	Consumo de água	230,05m <sup>3</sup> /mês
	Consumo de energia elétrica	11.716,84 kwh/mês
	Produção de resíduos sólidos	1.369 kg/mês
2	Consumo de água	96,91 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo de energia elétrica	17.860,19 kwh/mês
	Produção de resíduos sólidos	-11,82 kg/mês

Fonte: Autora.

Pode-se observar que a tendência na variável consumo de água para a região 1, onde os valores de consumo per capita são maiores, é mais que o dobro da região 2. Para o consumo de energia elétrica, a tendência na região 2 foi maior do que na região 1. Já para a produção de resíduos sólidos, a tendência na região 2 foi negativa, ou seja há um decréscimo da PRS ao longo dos anos, mas muito insignificante em seu

valor, comparando-a com o universo dos dados.

Esta tendência mostra que pode haver algum problema de inconsistência nos dados de resíduos sólidos da região 2, em virtude de roteiros de coleta que podem ter sido alterados ao longo do período de amostragem, sendo que as mudanças não ficaram registradas no banco de dados.

Os resultados das análises não paramétricas para as relações entre os dados brutos, representados por Spearman, estão na tabela 39.

Tabela 39– Resultados das relações não paramétricas.

<i>Região</i>	<i>CAG x PRSD</i>		<i>CEE x PRSD</i>	
	<i>Spearman</i>	<i>p-level</i>	<i>Spearman</i>	<i>p-level</i>
1	0,05	0,72	0,19	0,19
2	0,01	0,49	<u>0,41</u>	<u>0,00</u>
1+2	<u>0,47</u>	<u>0,00</u>	<u>0,55</u>	<u>0,00</u>

Fonte: Autora.

Pode-se observar que não foram encontradas correlações entre o CAG e a PRSD, quando as regiões foram analisadas separadamente. Entretanto ao juntar os dados das duas regiões, foram encontradas relações significantes entre as variáveis. A relação CEE x PRSD foi verificada quando a região 2 foi analisada de forma individual, melhorando o coeficiente de Spearman quando as duas regiões foram agrupadas.

Para aplicação da análise de regressão foi realizada a análise exploratória dos dados, que apresentaram histogramas bimodais. Desta forma, não foram realizadas transformações das variáveis. Os resultados da análise de regressão estão apresentados na tabela 40.

Tabela 40– Resultados da Análise de Regressão.

<i>Relação</i>	<i>Região</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>P - level</i>	<i>constante</i>	<i>coeficiente angular</i>
CAG x PRSD	1	0,00	0,77	413.369	0,0
	2	0,00	0,83	669.926	0,3
	1+2	<u>0,86</u>	<u>0,00</u>	<u>-606.950</u>	<u>11</u>
CEE x PRSD	1	0,12	0,21	394.465	0,0
	2	<u>0,14</u>	<u>0,00</u>	<u>569.511</u>	<u>0,0</u>
	1+2	<u>0,90</u>	<u>0,00</u>	<u>240.165</u>	<u>0,1</u>

Conforme resultados apresentados, pode-se observar novamente

que a análise conjunta das duas regiões melhoram significativamente os resultados das relações entre as variáveis estudadas. Os resultados apresentam dois modelos para os dados brutos, um relacionado ao consumo de água ( $R^2=0,86$ ) e outro ao consumo de energia elétrica ( $R^2=0,90$ ), com resultados bastante significativos. Entretanto, no item a seguir será verificada a existência de sazonalidade nos dados brutos, e a partir dos resultados, proposto um modelo sazonal.

#### 4.2.3.1.2. Considerando as Estações do Ano

A partir do trabalho estatístico de manipulação dos dados foram construídos os diagramas de caixas, para avaliação das possíveis interferências sazonais no comportamento das variáveis. Nestes gráficos são apresentados os valores medianos de cada variável, bem como as formas de distribuição e variabilidade dos dados nas quatro estações do ano. Os dados trabalhados neste item se referem aos dados brutos fornecidos por suas respectivas companhias.

Para estas análises, os dados foram agrupados da seguinte forma: Alta e Baixa Temporada, considerando como alta temporada, os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, onde a cidade mais sofre com a interferência da população flutuante e de altas temperaturas, e como baixa temporada os demais meses.

### **I. Variações no Consumo de Água**

A partir da análise da Figura 20a e 20b, em que são representados os consumos de água por temporada nas regiões 1 e 2, pode-se verificar que praticamente não há comportamento sazonal do consumo de água na região 1, mas que a região 2 apresenta uma redução do consumo de água durante a alta temporada.

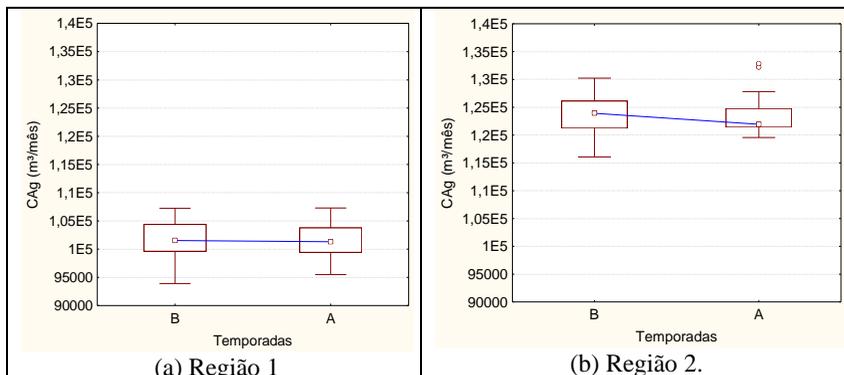


Figura 20 – Variação do Consumo de Água nas estações do ano.  
Fonte: Autora.

## II. Variações no Consumo de Energia Elétrica

Quanto às variações ao longo das temporadas nas regiões 1 e 2, apresentadas nas Figuras 21a e 21b, respectivamente, pode-se observar que o maior consumo de energia elétrica ocorre durante a alta temporada. Na região 2 a variabilidade dos valores de consumo de energia elétrica são maiores do que na região 1, e a interferência da sazonalidade é também mais expressiva. É possível observar também dois valores atípicos, superiores aos demais, na região 2, durante a baixa temporada. Comparando-se estes resultados com os encontrados para os condomínios estudados, pode-se observar que a variação sazonal do consumo de energia elétrica ocorreu para as duas situações.

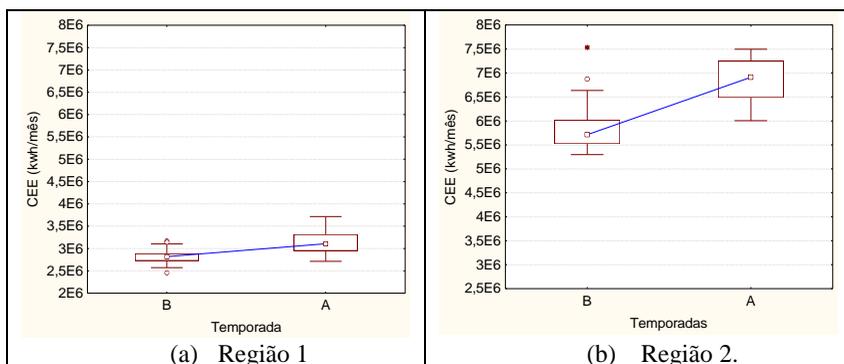


Figura 21 – Variação do Consumo de Energia Elétrica nas estações do ano  
Fonte: Autora.

### III. Variações na Geração de Resíduos Sólidos

As Figuras 22a e 22b, representam as variações na produção de resíduos sólidos nas duas temporadas. Pode-se observar que também há sazonalidade na geração de resíduos sólidos nas duas regiões.

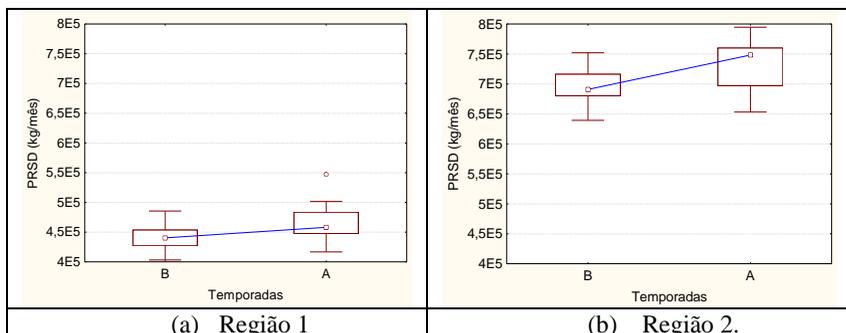


Figura 22 – Variação da Geração de Resíduos Sólidos nas estações do ano  
Fonte: Autora.

Na região 1, são encontrados maiores valores e as maiores variações nos dados durante a alta temporada. Para a região 2, a influência da sazonalidade é mais expressiva, sendo que durante a alta temporada ocorre maior variabilidade dos dados e maior mediana da geração de resíduos.

Através da análise de variância verificou-se se as diferenças sazonais apresentadas nos diagramas de caixas são mesmo significantes. Os resultados da análise de variância são apresentados na tabela 41.

Tabela 41- Resultados das comparações múltiplas por Tukey.

<i>Variáveis</i>	<i>Grupo Tukey</i>	<i>Região 1</i>	<i>Região 2</i>
<i>C. E.E.</i> <i>(kwh/mês)</i>	<b>1 Temporada</b>	Alta	Alta
	<b>Médias</b>	3.153.278±51.421	6.842.794±12.4123
	<b>2 Temporada</b>	Baixa	Baixa
	<b>Médias</b>	2.826.528±35.274	5.880.989±85.147
<i>C. Ag.</i> <i>(m<sup>3</sup>/mês)</i>	<b>1 Temporada</b>	Alta, Baixa	Alta, Baixa
	<b>Médias</b>	101.435±667	123.845±797
<i>P.R.S.D.</i> <i>(kg/mês)</i>	<b>1 Temporada</b>	Alta	Alta
	<b>Médias</b>	466.821±5.996	734.207±8.203
	<b>2 Temporada</b>	Baixa	Baixa
	<b>Médias</b>	441.470±4.113	694.821±5.627

Fonte: Autora.

Desta forma, pode-se concluir que há sazonalidade no consumo de energia elétrica e na produção de resíduos sólidos domiciliares, sendo mais indicada a utilização de um modelo sazonal para representação dos dados.

#### IV. Análise das Relações entre as Variáveis

Os resultados das relações não paramétricas das variáveis estudadas, agrupadas por alta e baixa temporada são apresentados na Tabela 42.

Tabela 42 – Resultados das Análises de Correlações não paramétricas.

<i>Região</i>	<i>Temporada</i>	<i>Cag x PRSD</i>		<i>CEE x PRSD</i>	
		<i>Spearman</i>	<i>p-level</i>	<i>Spearman</i>	<i>p-level</i>
1	Alta	-0,11	0,69	-0,08	0,77
2		0,03	0,91	-0,04	0,88
1 + 2		<u>0,74</u>	<u>0,00</u>	<u>0,74</u>	<u>0,00</u>
1	Baixa	0,06	0,72	-0,09	0,61
2		0,14	0,43	0,30	0,08
1 + 2		<u>0,78</u>	<u>0,00</u>	<u>0,78</u>	<u>0,00</u>

Fonte: Autora.

Pode-se observar que não existem correlações estatisticamente

significantes entre as variáveis agrupadas sazonalmente, quando tratadas separadamente por regiões. Entretanto, ao agrupar os dados das duas regiões, são encontradas correlações bastante significantes, e com valores praticamente iguais para as relações *consumo de água x produção de resíduos* e *consumo de energia elétrica x produção de resíduos*.

Na sequência, verificamos se há relações estatisticamente significantes entre as variáveis, através de análise de regressão, para proposição de um modelo. Como já foi verificado que não há relações estatisticamente significantes para os dados separados por regiões, descartou-se a hipótese de montar modelos regionais com os dados levantados neste trabalho. Desta forma, as demais análises apresentarão os dados das duas regiões de forma agrupada.

Os resultados da análise de regressão entre as variáveis estudadas, apresentados na Tabela 43, considerando a geração de resíduos sólidos como a variável dependente, e o consumo de água e o consumo de energia elétrica como as variáveis independentes.

Tabela 43 – Resultados das análises de regressão.

<i>Relação avaliada</i>	<i>Temporada</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>P - level</i>	<i>constante</i>	<i>coeficiente angular</i>
CAg x PRSD	Alta	<u>0,85</u>	<u>0,00</u>	<u>-637.336</u>	<u>11</u>
	Baixa	<u>0,89</u>	<u>0,00</u>	<u>-592.934</u>	<u>10</u>
CEE x PRSD	Alta	<u>0,87</u>	<u>0,00</u>	<u>255.974</u>	<u>0,1</u>
	Baixa	<u>0,93</u>	<u>0,00</u>	<u>224.038</u>	<u>0,1</u>

Fonte: autora.

Os modelos obtidos mostram que há relações estatisticamente significantes entre as variáveis estudadas, tanto para a alta como para a baixa temporada. Entretanto, por se tratar dos dados brutos, o termo constante apresenta um valor bastante elevado, impedindo que este modelo seja utilizado para estimar a quantidade de resíduos sólidos de uma determinada residência, por exemplo. Desta forma, será analisado no item a seguir um modelo considerando a produção de resíduos sólidos, bem como o consumo de água e o consumo de energia elétrica por domicílio.

#### 4.2.3.2. Análises dos dados por domicílio

Nas análises dos dados por domicílio, os valores brutos das variáveis foram divididos pelo número de domicílios fornecido pela Celesc, como número de economias consumidoras de energia elétrica. Este último indicador, foi utilizado por Campanário (2007) e COMCAP (2002) como fonte de dados para se estimar a população fixa e flutuante em seus estudos. Para análise dos dados por domicílio, foram verificados os seguintes valores de tendência das três variáveis, apresentados na Tabela 44, que foram retirados dos dados para as análises entre as variáveis.

Tabela 44 – Tendência das variáveis

<i>Região</i>	<i>Variável</i>	<i>Tendência</i>
1	Consumo de água	-0,02 m <sup>3</sup> /domicílio/mês
	Consumo de energia elétrica	0,12 kwh/ domicílio/mês
	Produção de resíduos sólidos	-0,03 kg/ domicílio/mês
2	Consumo de água	0,00 m <sup>3</sup> /domicílio/mês
	Consumo de energia elétrica	0,82 kwh/ domicílio/mês
	Produção de resíduos sólidos	-0,05 kg/ domicílio/mês

Fonte: Autora.

Pode-se observar que a tendência das variáveis tratadas por domicílio, apresentaram valores próximos e negativos para as duas regiões para o consumo de água e para a produção de resíduos sólidos. Já para o consumo de energia elétrica a tendência da região 2 foi bem maior do que a da região 1. Os resultados das relações não paramétricas das variáveis estudadas, agrupadas por estações do ano são apresentados na Tabela 45.

Tabela 45 – Resultados das Análises de Correlações não paramétricas.

<i>Região</i>	<i>Temporada</i>	<i>CAG x PRSD</i>		<i>CEE x PRSD</i>	
		<i>Spearman</i>	<i>p-level</i>	<i>Spearman</i>	<i>p-level</i>
1 + 2	Alta	0,16	0,37	-0,11	0,55
1 + 2	Baixa	<u>0,30</u>	<u>0,01</u>	-0,16	0,20

Fonte: Autora.

Pode-se observar que houve uma mudança nas relações entre as variáveis, quando tratadas por domicílios, sendo que foram encontradas relações estatisticamente significantes apenas para o consumo de água

durante a baixa temporada, ainda que com um baixo valor de coeficiente de Spearman. Na sequência, verifica-se se há relações estatisticamente significantes entre as variáveis, através de análise de regressão, para proposição de um modelo.

Os resultados da análise de regressão entre as três variáveis, são apresentados na Tabela 46, considerando a geração de resíduos sólidos por domicílio como a variável dependente, e o consumo de água e o consumo de energia elétrica por domicílio como as variáveis independentes.

Tabela 46 – Resultados das análises de regressão.

<i>Relação avaliada</i>	<i>Temporada</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>p - level</i>	<i>constante</i>	<i>coeficiente angular</i>
CAg x PRSD	Alta	0,00	0,31	45,61	0,45
	Baixa	<u>0,09</u>	<u>0,01</u>	<u>42,92</u>	<u>0,52</u>
CEE x PRSD	Alta	0,00	0,65	51,84	-0,005
	Baixa	0,01	0,16	50,45	-0,007

Fonte: autora

Os resultados mostram que, praticamente não existem relações estatisticamente significantes entre as variáveis quando estas são tratadas por domicílio. Desta forma, descarta-se a hipótese de construção de um modelo a partir dos dados por domicílio.

#### 4.2.3.3. Análises dos dados per capita

Nas análises dos dados per capita dividiram-se os dados brutos pela população de cada uma das regiões, utilizando como referência a projeção populacional proposta por Campanário (2007). Assim como foi realizado para os dados brutos, antes de iniciar as análises entre as variáveis, foram verificadas as tendências destas, quando tratadas em termos per capita. As tendências verificadas, apresentadas na Tabela 47, foram retiradas dos dados para as análises seguintes.

Tabela 47 – Tendência das variáveis

<i>Região</i>	<i>Variável</i>	<i>Tendência</i>
1	Consumo de água	0,01 m <sup>3</sup> / hab./mês
	Consumo de energia elétrica	0,63 kwh/hab./mês
	Produção de resíduos sólidos	0,06 kg/ hab./mês
2	Consumo de água	0,00 m <sup>3</sup> / hab./mês
	Consumo de energia elétrica	0,62 kwh/hab./mês
	Produção de resíduos sólidos	0,00 kg/ hab./mês

Fonte: Autora.

Pode-se observar que as tendências na variável consumo de água para as duas regiões, quando os dados são tratados de forma per capita, praticamente não existem. Para o consumo de energia elétrica, as tendências para as duas regiões ficam bem próximas, em torno de 0,62 kwh/hab./mês. Já para os resíduos sólidos, foi verificada tendência de 0,06 kg/hab./dia para a região 1, e não existe tendência na região 2. Os resultados das relações não paramétricas das variáveis estudadas de forma per capita, agrupadas por estações do ano são apresentados na Tabela 48.

Tabela 48 – Resultados das Análises de Correlações não paramétricas.

<i>Região</i>	<i>Temporada</i>	<i>CPAg x PPRSD</i>		<i>CPEE x PPRSD</i>	
		<i>Spearman</i>	<i>p-level</i>	<i>Spearman</i>	<i>p-level</i>
1 + 2	Alta	<u>0,71</u>	<u>0,00</u>	<u>-0,65</u>	<u>0,00</u>
1 + 2	Baixa	<u>0,76</u>	<u>0,00</u>	<u>-0,65</u>	<u>0,00</u>

Fonte: Autora.

Pode-se observar que ao se trabalhar com as variáveis estudadas em termos per capita ainda são encontradas correlações estatisticamente significantes entre as variáveis.

Para o consumo de água foram encontrados valores para o coeficiente de Spearman bastante próximos dos que foram encontrados para os dados brutos. Já para o consumo de energia elétrica, houve grande alteração deste coeficiente, visto que o mesmo passou a apresentar valores negativos para a alta e baixa temporada.

Na sequência, verificaremos se há relações estatisticamente significantes entre as variáveis, através de análise de regressão, para proposição de um modelo. Os resultados da análise de regressão entre as variáveis são apresentados na Tabela 49, considerando a geração per capita de resíduos sólidos como a variável dependente, e o consumo per capita de água e o de energia elétrica como as variáveis independentes.

Tabela 49 – Resultados das análises de regressão para os dados per capita das regiões 1 e 2.

<i>Relação avaliada</i>	<i>Temporada</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>p - level</i>	<i>constante</i>	<i>coeficiente angular</i>
CPAg x PPRSD	Alta	<u>0,45</u>	<u>0,00</u>	<u>13,04</u>	<u>2,60</u>
	Baixa	<u>0,66</u>	<u>0,00</u>	<u>12,46</u>	<u>2,48</u>
CPEE x PPRSD	Alta	<u>0,37</u>	<u>0,00</u>	<u>41,23</u>	<u>-0,06</u>
	Baixa	<u>0,30</u>	<u>0,00</u>	<u>38,03</u>	<u>-0,05</u>

Fonte: autora

Os resultados mostram que há relações estatisticamente significantes entre as variáveis estudadas, tanto para a alta como para a baixa temporada. Entretanto, verifica-se que os valores de  $R^2$  caíram significativamente, em relação aos valores encontrados para os dados brutos, passando de uma média de 0,87 para 0,56 para a relação *CPAg x PPRSD*, e de 0,93 para 0,34 para a relação *CPEE x PPRSD*. Observa-se ainda que os coeficientes angulares para a correlação com consumo de energia elétrica saíram negativos.

#### 4.2.3.4. Análises dos dados por faixa de consumo

Para as análises por faixas de consumo, as variáveis foram trabalhadas de forma per capita diária, para que fosse possível avaliar as duas regiões de forma conjunta, e comparar os resultados com os encontrados nos condomínios. As faixas de consumo diário de água utilizadas nestas análises são apresentadas na tabela 50.

Tabela 50- Faixas de Consumo de Água.

Nº	Valores de CPAg (m³/hab./dia)	Tamanho amostra		Σ CPAg	Σ PPRSD
		Reg. 1	Reg. 2		
1	Até 0,14	1	0	0,14	0,87
2	0,14 – 0,15	23	0	3,37	19,44
3	0,15 – 0,16	22	0	3,37	18,75
4	0,16 – 0,17	4	0	0,65	3,34
5	0,17 – 0,20	0	0	0	0
6	0,20 - 0,21	0	2	0,42	1,91
7	0,21 – 0,22	0	14	3,00	14,13
8	0,22 – 0,23	0	17	3,81	17,46
9	0,23 – 0,24	0	11	2,56	11,19
10	0,24 – 0,25	0	4	0,97	4,19
11	Acima de 0,25	0	2	0,51	2,24

Fonte: Autora.

Observa-se que cada região ficou limitada a faixas distintas, tendo em vista que os padrões de consumo de água são bastante diferenciados entre si. Na faixa 5, foi utilizado um intervalo de consumo maior, visto que não há valores de consumo entre 0,17 a 0,20 m³/hab./dia.

Para o consumo de energia elétrica foram delimitadas as seguintes faixas de consumo apresentadas na tabela 51.

Tabela 51- Faixas de Consumo de Água.

Nº	Valores de CPEE (kwh/hab./dia)	Tamanho amostra		Σ CPEE	Σ PPRSD
		Reg. 1	Reg. 2		
1	Até 6,0	1	0	5,97	0,927
2	De 6,0 a 7,0	32	5	240,86	36,18
3	De 7,0 a 8,0	15	25	298,57	36,89
4	De 8,0 a 9,0	0	12	102,79	10,30
5	De 9,0 a 10	2	6	74,22	7,49
6	Acima de 10	0	2	20,83	1,75

Fonte: Autora.

Através da análise das correlações não paramétricas, apresentadas na tabela 52, foi verificada correlação de Spearman entre o  $\sum\text{CPAg}$  e o  $\sum\text{PPRSD}$ . Entretanto, o modelo não conseguiu calcular a relação entre o  $\sum\text{CPEE}$  e o  $\sum\text{PPRSD}$ .

Tabela 52 – Resultados das Análises de Correlações não paramétricas.

Região	$\sum\text{CPAg} \times \sum\text{PPRSD}$		$\sum\text{CPEE} \times \sum\text{PPRSD}$	
	Spearman	p-level	Spearman	p-level
1 + 2	<u>0,95</u>	<u>0,00</u>	<u>1</u>	<u>=</u>

Fonte: Autora.

Na sequência, foi realizada a análise de regressão, cujos resultados são apresentados na tabela 53.

Tabela 53 – Resultados das análises de regressão.

Correlação	$R^2$	p-level	constante	coeficiente angular
$\sum\text{CPAg} \times \sum\text{PPRSD}$	<u>0,96</u>	<u>0,00</u>	<u>-0,28</u>	<u>5,12</u>
$\sum\text{CPEE} \times \sum\text{PPRSD}$	<u>0,97</u>	<u>0,00</u>	<u>-1,36</u>	<u>0,14</u>

Fonte: autora

Os resultados apontam a possibilidade de propor um modelo baseado no somatório das faixas de consumo, através das equações 5 e 6.

$$\sum\text{PPRSD} = -0,28 + 5,12 \times \sum\text{CPAg} \quad \text{(Equação 5)}$$

Onde:

PPRSD = Produção per capita de Resíduos Sólidos Domiciliares (kg/hab/dia);

CPAg = Consumo per capita de Água (m<sup>3</sup>/hab/dia).

$$\sum\text{PPRSD} = -1,36 + 0,14 \times \sum\text{CPEE} \quad \text{(Equação 6)}$$

Onde:

PPRSD = Produção per capita de Resíduos Sólidos Domiciliares (kg/hab/dia);

CPEE = Consumo per capita de energia elétrica (kwh/hab/dia).

Entretanto, a

A análise residual do modelo relacionado ao consumo de água mostrou que os resíduos apresentam distribuição normal, mas que, no entanto não possuem distribuição aleatória.

Já a análise residual do modelo relacionado ao consumo de energia elétrica mostrou que os resíduos apresentam distribuição próxima da normal, aleatória e a variância pode ser considerada constante.



## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados da pesquisa mostraram que a geração per capita de resíduos sólidos em apartamentos da região continental do município de Florianópolis encontra-se na faixa de 0,6 kg/habitante/dia. Já ao se analisar a geração per capita, tomando como unidade de referência as regiões estudadas, foram encontrados valores de 1,02 kg/habitante/dia para a Região 1 e de 0,85 kg/habitante/dia para a Região 2.

Foram verificadas diferenças nos padrões de consumo de água e de energia elétrica, bem como de geração de resíduos sólidos nos diferentes dias da semana, para as análises nos condomínios, além de sazonalidade no consumo de energia elétrica. Já para as análises regionais foram observadas diferenças sazonais relevantes somente no consumo de energia elétrica.

O estudo mostrou que existem relações das variáveis consumo de energia elétrica e consumo de água com e geração de resíduos sólidos domiciliares, tornando possível a utilização destas variáveis para estimativa da produção de resíduos sólidos, para fins de cobrança da tarifa de resíduos sólidos domiciliares.

Foram levantados dados de produção de resíduos sólidos, consumo de água e consumo de energia elétrica em dois condomínios residenciais multifamiliares e em duas regiões do município de Florianópolis, a fim de trabalhá-los estatisticamente, encontrando o modelo mais adequado para estimativa dos resíduos sólidos.

As análises dos dados condominiais mostraram que ao se analisar os dados de forma desagrupada, as relações são fracas e não são estatisticamente significantes. Ao agruparem-se os dados por faixas de consumo de água, e por faixas de consumo de energia elétrica, através de suas somas, pode-se observar que existem relações estatisticamente significantes entre as variáveis, sendo que a relação entre o  $\sum CPEE \times \sum PPRSD$  ( $R^2=0,92$ ) foi mais representativa do que a relação  $\sum CPAg \times \sum PPRSD$  ( $R^2=0,86$ ).

Para o estudo dos dados regionais, foram encontrados resultados significantes para as relações entre as variáveis, quando os dados foram tratados de forma bruta, per capita e pela soma dos valores para cada faixa de consumo de água e de energia elétrica. As análises das regiões estudadas separadamente não apresentaram bons resultados, indicando não ser interessante propor um modelo regional. Isto pode estar associado ao fato de cada uma das regiões apresentarem bairros bastante distintos, com condições socioeconômicas bem diferenciadas, onde em uma mesma região há diferenças drásticas entre a renda média

familiar da ordem de 100%. Além disso, alguns bairros das diferentes regiões apresentam similaridades entre si, como é o caso de Balneário com Coqueiros, e Estreito com Abraão, que apresentam valores médios de renda familiar bem próximos, segundo IBGE (2010).

Tendo em vista os resultados apresentados para os vários modelos testados, acredita-se que o modelo mais indicado para estimar a quantidade de resíduos sólidos a ser gerada, para fins de utilização para um método de cobrança da tarifa de resíduos sólidos, é o modelo que utiliza os dados por faixas de consumo, visto que apresentou resultados significativos e que pode abranger diferentes perfis de consumidores, enquadrando cada um em uma faixa específica, e cobrando desta forma, um valor diferenciado. Este modelo que utiliza valores diferenciados por faixas de consumo já é utilizado pelo município de União da Vitória (PR) (BRUNSAIDIM, 2003). Entretanto, em virtude dos problemas relacionados à consistência dos dados, torna-se necessária a avaliação do modelo proposto, realizando novas análises a partir de dados mais precisos e que contemplem mais regiões do município, de forma a abranger um maior número faixas de consumo, que represente bem a cidade, desde pequenos à grandes consumidores/geradores.

A partir dos resultados do trabalho, que mostram que há relação entre a geração de resíduos sólidos domiciliares com o consumo de água, bem como com o consumo de energia elétrica, torna-se possível propor uma forma de cobrança da tarifa de resíduos sólidos domiciliares acoplada à conta de água ou de energia elétrica para o município de Florianópolis.

Com a aplicação de um modelo de cobrança acoplado à conta de água ou de energia elétrica, o número de inadimplências da taxa ou tarifa de resíduos sólidos tende a cair, uma vez que, os efeitos adversos à inadimplência destas contas implicam legalmente em penalidades no fornecimento de água ou energia, compelindo o cidadão a manter a regularidade dos pagamentos. Já com a taxa vinculada ao IPTU, a inadimplência tende a ser maior, uma vez que o não pagamento pouco interfere na vida do cidadão. Observe-se igualmente, que os custos de água e energia estão estabelecidos por faixa de consumo, o que pode conferir um aspecto social na cobrança pela produção de resíduos sólidos.

Os sistemas de cobrança indireta podem não incentivar diretamente a redução de resíduos sólidos na fonte geradora, entretanto, contribuem para a economia do consumo de água ou de energia elétrica, e inibem o descarte irregular de resíduos sólidos em terrenos baldios, ou em outros lugares inadequados, que poderia acontecer caso o método de

medição fosse direto, com algum instrumento de verificação do peso dos resíduos sólidos destinados à coleta pública por determinado gerador.

É importante ressaltar que para garantir a sustentabilidade econômico-financeira de qualquer modelo de cobrança do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos do município, é imprescindível a apropriação dos custos mensais relacionados à coleta, transferência, transporte e destinação final de cada tonelada de resíduo sólido domiciliar gerada no município, para assim, poder atualizar o valor da tarifa a ser cobrada do cidadão a cada ano. Sem conhecimento do quanto se gasta para executar o serviço, é impossível saber quanto se deve cobrar do cidadão.

Neste estudo foram abordados modelos de cobrança para os resíduos sólidos domiciliares misturados, ou seja, aqueles coletados pela coleta convencional e que são, posteriormente encaminhados à disposição final em aterro sanitário. É importante destacar que a coleta seletiva de recicláveis também onera muito os serviços públicos, custando, geralmente, mais do que a coleta convencional. Entretanto, através da Política Nacional de Resíduos Sólidos e da criação da logística reversa, incluindo a de embalagens, o sistema de remuneração por estes serviços poderá ser custeado diretamente pelas indústrias, comércios e distribuidores de embalagens, que devem subsidiar o sistema de coleta seletiva municipal.

Desta forma seria cobrado diretamente do munícipe, através da prefeitura, somente o valor referente à coleta convencional. Esta seria uma forma bastante promissora para garantir a redução e separação na fonte geradora, uma vez que os custos cobrados do munícipe seriam apenas o referente aos rejeitos e resíduos encaminhados à coleta convencional; quanto menos resíduos fossem encaminhados à esta coleta, mais resíduos seriam reutilizados e reciclados, e, em consequência, menor seria o valor cobrado pela tarifa de resíduos sólidos.

Além disso, o município pode criar uma tabela de preços públicos para cobrança de grandes geradores, da coleta de resíduos volumosos, de construção civil, podas de árvores, entre outros, como forma de subsidiar o sistema de limpeza urbana, conforme prevê a Lei 11.445/2007.

Finalmente, para futuras pesquisas nesta área têm-se as seguintes recomendações:

- Realizar estudos em diferentes residências uni familiares e multi-familiares, como forma de avaliar,

através de diferentes faixas de consumo de água e/ou energia elétrica, os hábitos desse público, tendo dados diferenciados por unidade habitacional, considerando também a hipótese de cobrança de tarifa social, permitida pela Lei 12.305/2010, para as famílias de menor renda.

- Para os dados regionalizados, seria interessante adotar a metodologia utilizada no município de Mairinque, onde após a definição dos setores do município a serem estudados, foram criados setores específicos para planejamento dos dados de consumo de água e de geração de resíduos sólidos, para a obtenção de um modelo mais confiável. Esta alternativa surgirá a partir da vontade do poder público de adotar a mesma unidade de planejamento para seus sistemas de gestão da geração de resíduos sólidos, do consumo de água e do consumo de energia elétrica, entre outros, visto que hoje cada órgão adota a unidade de planejamento que melhor lhe convém.
- Estudar formas de composição de um modelo de tarifação dos resíduos sólidos que, além da distinção do peso coletado por domicílio, obtido indiretamente através do consumo de água ou de energia elétrica, considere também a frequência do serviço de coleta pública prestado e o tipo de edificação, por exemplo;
- Realizar estudos na área econômica e tributarista para aplicação de tarifa progressiva, como já ocorre nas contas de água e de energia elétrica. Desta forma quem consome mais água, por ser menos consciente, também deverá gerar mais resíduos sólidos, e, desta forma, deverá pagar mais pelo serviço. A distinção por faixas de consumo é prevista na Lei do Saneamento – Lei 11.445/2007, e apresentada na revisão elaborada por Brusadin (2003) em modelos de cobrança da taxa/tarifa de resíduos sólidos para vários municípios brasileiros, entre eles, União da Vitória (PR) e São Paulo (SP).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA NUCLEAR – ABEN. Eletronuclear **envia à Cnen reavaliação de segurança de Angra 1 e Angra 2**. FONTE NUCLEAR. 2012, N., 27 de Abril de 2012 Disponível no site: <http://www.aben.com.br/publicacoes/fonte-nuclear/00000000031/eletronuclear-envia-cnen-reavaliacao-de-segurana-de-angra-1-e-angra-2/00000000104>. Acesso em 27 de julho de 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10.004: Dispõe sobre a Classificação dos Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/arquivos/Panorama2011.pdf>>. Acesso em 16/10/2012.

AFON, A.O.; OKEWOLE, A. Estimating the quantity of solid waste generation in Oyo, Nigeria. **Waste Management & Research**, v. 25, p 371–379. 2007.

ANDRADE, T. R.; SILVA, C. E.. Análise de sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos na cidade: o caso de Paripiranga, Bahia, Brasil. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v.2, n.1, p.59 a84, 2011.

ARAÚJO JR, I.T. *et. al.* (Orgs) . Controle dos Custos Operacionais dos Serviços de Limpeza Pública da cidade de João Pessoa – PB. Um Estudo de caso para a Zona D. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais...** Porto Alegre: ABES 2000.

ATHAYDE JR, G.B.; DE SÁ BESERRA, L.B.; FAGUNDES, G.S. Estimando a geração de resíduos sólidos domiciliares a partir do consumo de água em edifícios multifamiliares. **Revista Tecnologia**. Fortaleza, v. 29, n. 2, p.125-133, dez. 2008.

AZEVEDO, G.O.D. Por menos lixo: **A minimização dos resíduos sólidos urbanos na cidade do Salvador/Bahia**. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana da Escola Politécnica, da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre. Salvador, 2004.

BALDISSARELLI, A. *et.al.* **Considerando mais o lixo** – 2º edição revisada e ampliada. Florianópolis, 2009.

BRASIL. **Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2007.

BRASIL. **Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010.

BRUSADIN, M.B. **Análise de Instrumentos Econômicos relativos aos serviços de resíduos sólidos urbanos.** Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, Área de Concentração em Engenharia Urbana. São Carlos, 2003.

CAMPANARIO, P; Instituto de Planejamento de Florianópolis - IPUF. **Florianópolis: dinâmica demográfica e projeção da população por sexo, grupos etários, distritos e bairros (1950-2050).** Florianópolis: PMF, 2007. 70 p. Disponível em: [http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/16\\_03\\_2010\\_19\\_27.56.16e482b18f2dfb83f5c396d202ae029a.pdf](http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/16_03_2010_19_27.56.16e482b18f2dfb83f5c396d202ae029a.pdf). Acesso em: 20 de outubro de 2011.

CAMPANI, D.B.; SCHEIDEMANDEL Neto, B. Remuneração da prestação dos serviços de manejo de resíduos sólidos. Prestação dos serviços públicos de saneamento básico. In: GONÇALVES, S.A. *et. al.* (Orgs) **Lei Nacional de Saneamento Básico: Perspectivas para as Políticas e a gestão dos serviços públicos.** Livro III. Brasília, 2009.

CASTILHOS JR, A. B. de *et. al.* **Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades.** Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: RiMa: ABES, 2003.

COELBA. Grupo Neoenergia. **Coelba alerta para aumento do consumo de energia no verão.** Release. Disponível no site: [http://www.coelba.com.br/aplicacoes/menu\\_secundario/sala\\_imprensa/prre\\_set.asp?cod=3026&c=138](http://www.coelba.com.br/aplicacoes/menu_secundario/sala_imprensa/prre_set.asp?cod=3026&c=138). Acesso em 27 de julho de 2012.

Companhia de melhoramentos da Capital - COMCAP. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Florianópolis, 2011

CUNHA, V.; FILHO, J.V.C. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: Estruturação e aplicação de Modelo não-linear de

Programação por metas. Artigo Técnico – **Revista Gestão & Produção**, v.9, n.2, p.143-161, ago. 2002.

D'ELLA, D.M.C. Relação entre utilização de água e geração de resíduos sólidos domiciliares. Artigo Técnico – **Revista Saneamento Ambiental**, v. 65, p 38-41. 2000.

DEUS, B.S.; DE LUCA, S.J.; CLARKE, R.T. Índice de impacto dos resíduos sólidos urbanos na saúde pública: metodologia e aplicação. Artigo Técnico – **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. Vol. 9 - Nº 4 - out/dez 2004, 329-334

EPAGRI. **Climatologia mensal da precipitação para o Estado de Santa Catarina com série de dados no período de 1960 a 2004**. Disponível em: <<http://ciram.epagri.sc.gov.br/portal/website/index.jsp?url=jsp/monitoramento/climatChuvas.jsp&tipo=monitoramento>>. Acesso em: 21/05/2012

FADINI, P. S.; FADINI, A. A. B. Lixo: desafios e compromissos. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. Edição especial – Maio 2001.

FARIAS, A. A. de; SOARES, J. F.; CÉSAR, C. C.. **Introdução à Estatística**. Editora LTC, 2a edição, Rio de Janeiro, 2003, 339 p.

FLORIANÓPOLIS. **Lei Complementar 132 de 23 de dezembro de 2003**. Altera dispositivos da lei complementar nº 007/97, relativamente à taxa de coleta de resíduos sólidos, e dá outras providências. Florianópolis, 2003.

FLORIANÓPOLIS. **Elaboração de estudo de regionalização e capacitação de agentes públicos e técnicos visando a gestão integrada e associada de resíduos sólidos urbanos no núcleo metropolitano da região metropolitana da grande Florianópolis**. Projeto de Captação de Recursos junto ao Ministério do Meio Ambiente. Florianópolis, 2010.

FLORIANÓPOLIS. **Geoprocessamento Corporativo**. Disponível em: <http://geo.pmf.sc.gov.br/index.php>. Acesso em 01/08/2012.

Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. **Manual de Saneamento**. 3º Edição Revisada. 1º Reimpressão. Brasília, 2006.

GIACOMETI, H.C.; TRISTÃO, J.A.M.; TRISTÃO, V.T.V. A tributação do lixo na cidade de São Paulo: uma Discussão dos Aspectos Fiscais e Ambientais. **Pesquisa em Debate**, edição 7, v. 4, n. 2, Jul/dez

2007.

GONÇALVES, M.M.; DINIZ, A.M.M.B.; CARVALHAL, R.M. Custos na limpeza urbana de Belo Horizonte – metodologia de apropriação e gerenciamento. In: 21º CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais...** João Pessoa: ABES, 2001.

GRIPP, W.G.; MARCON, H.; PASSARELLI, S.H. Modelo de Cobrança Setorizada para os Serviços de Coleta e Disposição de Resíduos Sólidos Domiciliares – Simulação para o Município de Santo André – SP. In: 21º CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais...** João Pessoa: ABES, 2001.

GUIZARD, J.B.R. *et. al* (Orgs) Aterro sanitário de Limeira: diagnóstico ambiental. **Revista Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 3, n. 1, p. 072-081, jan/jun 2006.

Technical Course On Urban Waste Recycling - HYDROAID. **Panorama Geral dos Sistemas de Coleta Seletiva**. Torino, dezembro, 2010. Apostila do Curso.

HOLANDA, R.R. Cosern alerta para aumento do consumo de energia no verão. **Fator RRH**. Novembro de 2010. Disponível no site: <http://www.fatorrrh.com.br/2010/11/cosern-alerta-para-aumento-do-consumo.html>. Acesso em 27 de julho de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL - IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2000**. Disponível no site: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default\\_censo\\_2000.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível no site: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>

KARADIMAS, N.V.; LOUMOS, V.G. GIS-based modelling for the estimation of municipal solid waste generation and collection. **Waste Management & Research**, v. 26, p 337-346. 2008.

LEITE, M. F. **A taxa de coleta de resíduos sólidos domiciliares: Uma análise crítica**. Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São

Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil. São Carlos, 2006.

LIRA, S. A. **Análise de correlação: abordagem teórica e de construção dos coeficientes com aplicações.** 2004. 196 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Setores de Ciências Exatas e de Tecnologia) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. Disponível em: [http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/dissertacao\\_sachiko.pdf](http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/dissertacao_sachiko.pdf). Acesso em: Junho de 2012.

MACHADO, A.V.; PRATA FILHO, D.A. Gestão De Resíduos Sólidos Urbanos Em Niterói. In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL – **Anais...** RIO DE JANEIRO: ABES, 1999.

MAGALHÃES, T. Manejo de resíduos sólidos: sustentabilidade e verdade orçamentária com participação popular. In: GONÇALVES, S.A. *et. al.* (Orgs) **Lei Nacional de Saneamento Básico: Perspectivas para as Políticas e a gestão dos serviços públicos.** Livro III. Brasília, 2009.

MAGALHÃES, C.A.C.; MORENO, J.; GALVÃO JR, A.C.. Estimativa do consumo per capita em comunidades atendidas pela unidade de negócio do médio Tietê. In: 21º CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais...** João Pessoa: ABES, 2001.

MERCEDES, S. S. P. Perfil de geração de resíduos sólidos domiciliares no município de Belo Horizonte no ano de 1995. In: 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, **Anais...** Foz do Iguaçu: ABES, 1997.

MELO, L.A.; SAUTTER, K.D.; JANISSEK, P.R. Estudo de cenários para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Curitiba. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental.** v.14 n.4 | out/dez 2009 | 551-558

MONTEIRO, J. H. P. *et. al.* (Orgs).Coordenação técnica Victor Zular Zveibil. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

NAGASHIMA, L. A. *et. al.* (Orgs). Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos - uma proposta para o município de Paranavaí, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Technology (Impresso),** v. 33, p. 39-47, 2011.

OGLIARI, P.J. PACHECO.J.A. **Análise Estatística usando o STATISTICA 6.0**. Florianópolis, abril de 2004. Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Informática e Estatística.

PEREIRA, J.A.R.; MACIEL, E.F.M. Determinação do consumo per capita de água em edifícios residenciais da Região Metropolitana de Belém para avaliar a tarifa de esgoto sanitário. In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES,1999.

PELUSO JR, A. V.. **Estudos de Geografia Urbana de Santa Catarina**. 1. ed.. Florianópolis: Ed. Da UFSC: Secretaria do Estado da Cultura e do Esporte, 1991. 400p. Disponível em: [http://www.arq.ufsc.br/urbanismoV/artigos/artigos\\_pj.pdf](http://www.arq.ufsc.br/urbanismoV/artigos/artigos_pj.pdf)

QUEIROZ, L.R.S. **Pesquisa quantitativa e pesquisa qualitativa: Perspectivas para o campo da etnomusicologia**. Claves n. 2 - Novembro de 2006. Disponível em: [http://www.cchla.ufpb.br/claves/pdf/claves02/claves\\_2\\_pesquisa\\_quantitativa.pdf](http://www.cchla.ufpb.br/claves/pdf/claves02/claves_2_pesquisa_quantitativa.pdf). Acesso em 02/03/2011

RÊGO, R. C. F.; BARRETO, M.L.; KILLINGER, C.L. O que é lixo afinal? Como pensam mulheres residentes na periferia de um grande centro urbano. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 18. Pág.1583-1592, nov-dez, 2002.

RIO DE JANEIRO. **Lei 2.687 de 27 de novembro de 1988**. Institui a taxa de coleta domiciliar do lixo, altera a lei n.º 691, de 24 de dezembro de 1984, a lei n.º 1.647, de 26 de dezembro de 1990, e dá outras providências. Rio de Janeiro, 1988.

SLOMP, M. N. Taxa de lixo junto à tarifa de água/esgoto - uma forma alternativa de cobrança. **Revista Limpeza Pública**, v. 50, p 11-16. 1999.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2003**. Brasília, 2003.

\_\_\_\_\_.**Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2006**. Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_.**Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2007**. Brasília, 2007.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2008.** Brasília, 2008.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2009.** Brasília, 2009.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2010.** Brasília, 2010.

SOARES, J. F.; FARIAS, A. A.; CESAR, C. C. **Introdução à estatística.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.a., 1991. 378 p.

TENÓRIO, J. A. S.; ESPINOSA, D. C. R.. Controle ambiental de resíduos. In: Philippi Jr, A.*et. al.* (Orgs). **Curso de gestão ambiental.** São Paulo: Manole, 2004, p.155-211.

TOLMASQUIM, M.T. O crescimento recente do Consumo Residencial de Energia Elétrica na Região Nordeste. **Nota Técnica DEN 04/08.** Rio e janeiro, 2008.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de Água.** 3º edição. – São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Notas de Aula.** Departamento de Estatística. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~marcelo/AED06.pdf>. Acesso em 01/09/2012.

VELOSO, A.C.O.G.; FAUSTINO, M.M.; DIAS, M.V.; CALDAS, L.A.D.; SILVA, R.M.; ROCHA, D.T.M.; TAVARES, J.H.S. Estudo dos procedimentos para o gerenciamento de resíduos sólidos nos municípios da Região Hidrográfica VIII do estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego,** Campos dos Goytacazes/RJ, v.3, n.2, p. 109-123, jul./dez. 2009.

VICENTINI, F. *et. al.* (Orgs). Sensorized waste collection container for content estimation and collection optimization. **Waste Management,** v. 29, p 1467-1471. 2009.

VIJAY, R.; *et. al.* (Orgs). Estimation and allocation of solid waste to bin through geographical information systems. **Waste Management & Research,** v. 23, p 479-484. 2008.

ZANOTI, L.A.R. & ZANOTI, A.L.D. **Responsabilidade tributária do sócio na empresa ltda.** Disponível em: <http://www.faesu.edu.br/horus/artigos/zanoti.pdf>. Acesso em: fevereiro

de 2011.

ZANETI, I. C. B. B.; SÁ, M. L. M. B.. A educação ambiental como forma de mudanças na concepção de gestão dos resíduos sólidos domiciliares e na preservação do meio ambiente. In: SEMINÁRIO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DE SOCIEDADE E AMBIENTE. **Anais...** Campinas: ANPPAS, 2002.

Secretaria Municipal de Saúde de Florianópolis - SMS. **População 2011**. Disponível no site: <[http://www.pmf.sc.gov.br/sistemas/saude/unidades\\_saude/populacao/uls\\_2011\\_index.php](http://www.pmf.sc.gov.br/sistemas/saude/unidades_saude/populacao/uls_2011_index.php)>. Acesso em 05/04/2012.

SOUZA, J.P., **O Plano Diretor de 1952-1955 e as repercussões na estruturação urbana de Florianópolis**. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade, PGAU-Cidade da UFSC, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade, Florianópolis, 2010.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento dos Esgotos**. Vol.1. Belo Horizonte, UFMG, 1995.