

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

**PADRÕES DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM DIFERENTES  
TIPOLOGIAS DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS, EM PORTO ALEGRE.**

**Alice Maria Dreher Hansen**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

**Orientador: Prof. Miguel Aloysio Sattler**

Porto Alegre

2000

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

**Prof. Miguel Aloysio Sattler** – PhD pela University of Sheffield, Inglaterra

Orientador

**Prof. Francisco de Paula Simões Gastal**

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Benamy Turkienicz

PhD pela Chalmers University of Technology – Gotemburgo, Suécia

Prof. Roberto Lamberts

PhD pela University of Leeds, Reino Unido

Prof. Roberto Knijnik

M. Eng. pela Engineering University of Aimes, Estados Unidos da América

Prof. José Wagner Maciel Kaehler

Dr pela École National Supérieure de Mines de Paris, França

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu esposo e filhos, que me incentivaram em todos os momentos da elaboração deste trabalho.

Ao meu orientador, que me incentivou a cursar o mestrado e me acompanhou durante a realização do trabalho, dando sua contribuição inestimável ao andamento do mesmo, meus agradecimentos.

Agradeço à professora Márcia Echeveste pelo seu incentivo, dedicação e auxílio no desenvolvimento da análise estatística do trabalho.

Agradeço, ainda, aos funcionários da Divisão Comercial da CEEE pelo seu auxílio na disponibilização de dados sobre o consumo de energia elétrica.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS .....	VIII
LISTA DE QUADROS.....	IX
RESUMO.....	X
ABSTRACT.....	XI
<b>CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUÇÃO.....	3
1.2 TEMA E JUSTIFICATIVA.....	7
1.3 OBJETIVOS.....	8
1.3.1 Objetivo Geral.....	8
1.3.2 Objetivos Específicos.....	8
1.4 METODOLOGIA.....	10
1.4.1 Levantamento de Campo.....	11
1.4.2 Base de Dados.....	11
1.4.3 Integração de Dados.....	11
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	12
<b>CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
2.1 O CONSUMO DE ENERGIA NAS EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS.....	17
2.2 TIPOLOGIAS DE EDIFICAÇÕES E O CONSUMO DE ENERGIA.....	25
2.3 MODELOS DE FORMA CONSTRUÍDA PARA ESTUDOS DE SIMULAÇÕES...	26
<b>CAPÍTULO 3 - ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>31</b>
3.1 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA PESQUISADA E JUSTIFICATIVA.....	33
3.2 DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA PESQUISADA.....	35
3.3 REGIME URBANÍSTICO DA ÁREA EM ESTUDO.....	36
3.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA ÁREA ESTUDADA.....	38
3.5 ESCOLHA DA AMOSTRA.....	38
3.5.1 Descrição das Tipologias Escolhidas.....	38
3.6 LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	47
3.6.1 Diagnóstico Energético.....	48
<b>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISES.....</b>	<b>51</b>
4.1 COMPORTAMENTO DO MERCADO DO SETOR RESIDENCIAL DE ENERGIA ELÉTRICA.....	53

4.2	DADOS GERAIS SOBRE AS TIPOLOGIAS E O CONSUMO.....	56
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	59
4.3.1	Resultados e Análise quanto ao Consumo Mensal Estimado e Consumo Real.....	59
4.3.2	Resultados e Análise quanto ao Consumo de Energia Elétrica Correspondente a cada Tipologia.....	60
4.3.3	Resultados e Análise quanto às Faixas de Consumo Correspondentes a cada Tipologia.....	63
4.3.4	Resultados e Análise quanto à Posse e Usos Finais de Energia Elétrica.....	67
4.3.5	Resultados e Análise quanto às Correlações entre a Área das Moradias, Área dos Terrenos, Número de Moradores e o Consumo de Energia .....	85
4.3.6	Resultados e Análise quanto às Correlações entre a Renda Familiar e o Consumo de Energia.....	89
4.3.7	Resultados e Análise quanto às Correlações entre o Número de Habitantes e o Consumo de Energia.....	92
4.3.8	Resultados e Análise quanto ao uso Racional de Energia.....	94
<b>CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES.....</b>		<b>97</b>
5.1	CONCLUSÕES GERAIS.....	99
5.1.1	Dados específicos adicionais sobre as Tipologias e sua Relação com o Consumo de Energia.....	103
5.1.2	Renda Familiar e Consumo de Energia Elétrica.....	104
5.1.3	Densidade habitacional e Consumo de Energia Elétrica.....	104
5.1.4	Uso Racional de Energia Elétrica.....	105
5.1.5	Comentários Específicos Relacionados ao Objetivo Geral e Específicos da Pesquisa.....	105
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	106
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>109</b>
ANEXO A	Localização da área de estudo na cidade de Porto Alegre.....	114
ANEXO B	Localização da área de estudo.....	115
ANEXO C	Fotos com visuais da área de estudo.....	116
ANEXO D	Tipologia 1 Localização das edificações questionadas.	117
ANEXO E	Tipologia 2 Localização das edificações questionadas.	118
ANEXO F	Tipologia 3 Localização das edificações questionadas.	119

ANEXO G	Tipologia 4	Localização das edificações questionadas.	120
ANEXO H	Tipologia 5	Localização das edificações questionadas.	121
ANEXO I	Tipologia 6	Localização das edificações questionadas.	122
ANEXO J	Tipologia 7	Localização das edificações questionadas.	123
ANEXO K	Tipologia 8	Localização das edificações questionadas.	124
ANEXO L	Tipologia 9	Localização das edificações questionadas.	125
ANEXO M	Tipologia 10	Localização das edificações questionadas.	126
ANEXO N	Modelo de questionário utilizado para diagnóstico residencial.....		127
ANEXO O	Modelo de planilha para tabulação de dados coletados em campo.....		130
ANEXO P	Consumo adotados para os eletrodomésticos.....		133
ANEXO Q	Testes de subconjuntos homogêneos de Tukey para as tipologias.....		134
ANEXO R	Classificação das categorias de usos finais de energia elétrica.....		135
ANEXO S	Testes de subconjuntos homogêneos de Tukey para as tipologias 1 a 7.....		137

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 3

1. Localização da área de estudo em Porto Alegre.....	34
2. Localização da área de estudo.....	35
3. Fotos da área de estudo.....	37

### CAPÍTULO 4

4. Energia faturada residencial de Porto Alegre - 1997/1998.....	54
5. Consumo médio bianual de energia elétrica das tipologias.....	56
6. Consumo médio mensal bianual estimado e real por tipologia.....	57
7. Consumo médio mensal estimado por tipologia para três períodos do ano.....	58
8. Distribuição das tipologias por faixas de consumo.....	66
9. Percentual dos usos finais de energia elétrica na tipologia 1.....	68
10. Percentual dos usos finais de energia elétrica na tipologia 2.....	69
11. Percentual dos usos finais de energia elétrica na tipologia 3.....	70
12. Percentual dos usos finais de energia elétrica na tipologia 4.....	72
13. Percentual dos usos finais de energia elétrica na tipologia 5.....	73
14. Percentual dos usos finais de energia elétrica na tipologia 6.....	75
15. Percentual dos usos finais de energia elétrica na tipologia 7.....	76
16. Percentual dos usos finais de energia elétrica na tipologia 8.....	78
17. Percentual dos usos finais de energia elétrica na tipologia 9.....	80
18. Percentual dos usos finais de energia elétrica na tipologia 10.....	81
19. Usos finais de energia elétrica por tipologia.....	83
20. Usos finais de energia elétrica por tipologia.....	84
21. Área das moradias e consumo médio por tipologia.....	87
22. Consumo por m <sup>2</sup> nas tipologias.....	88
23. Área residencial por número de moradores e o consumo.....	89
24. Renda familiar verificada nas tipologias.....	91
25. Consumo médio mensal estimado por habitante nas tipologias.....	94

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 4

1. Energia faturada residencial de Porto Alegre - 1997/1998.....	53
2. Valores de consumo médio mensal bianual real e estimado.....	57
3. Correlação de Pearson para cada tipologia.....	59
4. Análise de variância para as tipologias 1 a 7.....	61
5. Análise de variância para as tipologias 8 a 10.....	62
6. Distribuição das tipologias 1 a 7 por faixas de consumo.....	64
7. Distribuição das tipologias 8 a 10 por faixas de consumo.....	65
8. Posse de eletrodomésticos na tipologia 1.....	68
9. Posse de eletrodomésticos na tipologia 2.....	70
10. Posse de eletrodomésticos na tipologia 3.....	71
11. Posse de eletrodomésticos na tipologia 4.....	73
12. Posse de eletrodomésticos na tipologia 5.....	74
13. Posse de eletrodomésticos na tipologia 6.....	76
14. Posse de eletrodomésticos na tipologia 7.....	77
15. Posse de eletrodomésticos na tipologia 8.....	79
16. Posse de eletrodomésticos na tipologia 9.....	80
17. Posse de eletrodomésticos na tipologia 10.....	82
18. Dados sobre a média da área das moradias, área dos terrenos, idade das moradias e número de moradores das tipologias.....	86
19. Renda familiar verificada nas tipologias 1 a 5.....	90
20. Renda familiar verificada nas tipologias 6 a 10.....	90
21. Consumo mensal estimado por habitante para as tipologias 1 a 7.	92
22. Consumo mensal estimado por habitante para as tipologias 8 a 10.....	93

## LISTA DE QUADROS

### CAPÍTULO 3

1. Resumo da tipologia 1, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.....	40
2. Resumo da tipologia 2, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.....	41
3. Resumo da tipologia 3, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.....	42
4. Resumo da tipologia 4, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.....	42
5. Resumo da tipologia 5, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.....	43
6. Resumo da tipologia 6, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.....	44
7. Resumo da tipologia 7, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.....	44
8. Resumo da tipologia 8, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.....	45
9. Resumo da tipologia 9, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.....	46
10. Resumo da tipologia 10, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.....	47

## RESUMO

O setor residencial no Brasil consome cerca de 24% do total da energia elétrica consumida no país, e a maior parcela desta demanda se concentra nos grandes centros urbanos. Os fatores atrelados à demanda de energia elétrica deste setor são extremamente complexos e variados. A atualização de dados, o seu conhecimento, entendimento e verificação de suas relações são de extrema importância para a programação de ações, tanto visando o suprimento deste mercado, como para aquelas que busquem a otimização do uso de energia elétrica.

O presente trabalho de pesquisa envolve a análise e o estudo do consumo de energia elétrica do setor residencial, onde são analisados os múltiplos aspectos relacionados ao consumo de energia elétrica de dez diferentes tipologias de edificação de uso residencial, escolhidas em uma área de 1.500 ha, situada na zona sul da cidade de Porto Alegre. Procurou-se também estabelecer relações entre as tipologias de edificação escolhidas para análise e os respectivos consumos de energia elétrica. Buscou-se ainda verificar qual o peso desta relação frente aos demais aspectos relacionados com o consumo de energia elétrica, tais como renda familiar, densidade habitacional e hábitos de uso entre outros.

Concluiu-se que a correlação, entre as variáveis relacionadas com as tipologias e o consumo de energia elétrica se apresentou muito baixa. No entanto a correlação entre os valores médios das diversas variáveis estudadas e o consumo de energia elétrica se apresentou bastante alto.

## **ABSTRACT**

Electrical energy consumption in Brazil, in the residential sector represents 24% of the total electric energy consumption in the country, being the great cities the major responsible for it. The factors that contribute towards that are extremely complex and varied. Considering the situation, updated data, knowledge, comprehension and analysis of the various variables related to electrical energy consumption are of great importance, in order to allow strategic planning, considering both energy demand market supply and the optimization of electrical energy final use.

This research makes an analysis of electrical energy consumption in the residential sector. It analyses various factors related to the electrical energy consumption of ten different types of residential buildings, located in a southern area of the city of Porto Alegre, having an area of 1.500 ha. This research investigates relationships between the different types of residential buildings elected in the study and the respective electrical energy consumption. The study also attempts to identify the significance of this relationship compared to the other relevant aspects concerning the residential electrical energy consumption such as: family income, number of inhabitants per residence, energy usage habits, household appliances owned and other factors.

As a conclusion of the study, it was found that the relation between the different types of buildings and the respective electrical energy consumption was very low or insignificant. Instead of this, the relation between the average values of the studied variables and the electrical energy consumption, achieved a high value.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS



## **1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

### **1.1 INTRODUÇÃO**

O setor residencial no Brasil representa cerca de 24% do total da energia elétrica consumida no país (Lamberts,1996), e a maior parcela deste mercado se concentra nos grandes centros urbanos. Depois do setor industrial, o residencial é o segmento mais influente na estrutura de consumo de energia elétrica no país (Rahde, 1998).

A pressão sobre os recursos energéticos, à medida do irreversível aumento da população mundial, concomitante ao deslocamento das populações no sentido dos centros urbanos, indica aumentos de consumo energético bastante desafiadores, especialmente quando levamos em conta que a intensidade de uso de energia requerida por habitante torna-se cada vez maior. Além disso, o investimento necessário por unidade de energia instalada, tende a aumentar no futuro em função do crescente esgotamento das alternativas de menor custo, e da pressão exercida pelo controle do meio ambiente (Knijnik et al, 1994).

Os fatores atrelados ao crescimento da demanda de energia elétrica no setor residencial são extremamente complexos e variados, pois envolvem variáveis que englobam desde o tipo de usuário, sua classe social, o tipo de equipamento utilizado, até as horas de uso e os hábitos de consumo, condicionantes muitas vezes de difícil definição. O conhecimento, entendimento e verificação de suas relações são de extrema importância para a programação de ações, tanto visando o

---

suprimento deste mercado, como para aquelas que visem a otimização do uso de energia elétrica.

Em função do grande dinamismo presente no mercado de energia elétrica residencial, as pesquisas realizadas para conhecimento do mesmo devem ser sempre atualizadas, e direcionadas para cada região de interesse, pois dependem dos costumes, clima, economia, entre outros fatores típicos de cada local. Assim, as pesquisas realizadas na região central ou norte do país, por exemplo, podem não ser adequadas para o Rio Grande do Sul. A maior parte das bibliografias que tratam do assunto, se concentram entre os anos de 1985 a 1988, quando houve um grande incentivo, por parte do governo, para programas de conservação de energia. As pesquisas mais atualizadas se concentram principalmente na região sudeste do Brasil (Lamberts, 1996), onde o mercado possui características próprias e diferenciadas daquelas do restante do país.

Outro aspecto relevante é o grau de crescimento do consumo de energia elétrica do setor residencial, explicado em parte pelo crescimento da população e o aumento dramático em número de eletrodomésticos. De 1970 a 1992 o acréscimo no consumo de cada residência em Porto Alegre foi de 2,69% ao ano, evidenciando considerável inserção de equipamentos eletrodomésticos, dos mais diferentes tipos no setor (Knijnik et al, 1994). A queda de preços, originada tanto pelo avanço tecnológico quanto pela abertura de mercado, promovida a partir de 1995, tem proporcionado o aumento da incidência de alguns eletrodomésticos que antes eram privilégio apenas da classe alta como computadores, forno de microondas, freezer, etc. (Lamberts, 1996).

Faz-se necessário e urgente, portanto, segundo o autor, a realização de uma pesquisa regional, para atualização de dados sobre todos os aspectos que envolvem o uso final de energia elétrica residencial. Desta forma, será possível quantificar e verificar as relações existentes,

---

---

entendimento dos fenômenos e características pertinentes, para o posterior planejamento das ações necessárias.

Tendo em vista os aspectos acima levantados, faz-se necessário a adoção de uma política de pesquisa relacionada à infra-estrutura elétrica, capaz de trazer subsídios para tomadas de decisão quanto ao planejamento urbano e uso do energético.

Preocupados com as questões sobre conforto e racionalização do uso de energia nas edificações, vários autores, tanto no Brasil como no exterior, publicaram edições sobre seus estudos e pesquisas nestas áreas. Alguns dos primeiros trabalhos realizados e que tratam da relação térmica entre homem e meio ambiente, mostram maior preocupação com a edificação e seu desempenho frente ao clima local (Olgyay, 1963; Givoni 1976). No entanto, os princípios analisados podem servir para a análise e o tratamento em nível urbano, pois o bom desempenho das edificações está diretamente relacionado ao traçado das ruas, à presença ou não de vegetação, ao tamanho, forma e disposição dos edifícios vizinhos, entre outros aspectos.

Outros trabalhos procuraram resgatar princípios da arquitetura vernacular, em que eram utilizados conhecimentos empíricos transmitidos por várias gerações, apresentando ótimas soluções tanto em nível arquitetônico como urbanístico que satisfazem as condições de conforto (Fitch, 1971; Fathy, 1973).

Durante a chamada "crise do petróleo" (1973), vários autores realizaram trabalhos onde reuniram a preocupação com a economia de energia e a incorporação dos fatores ambientais ao projeto das edificações (Stein, 1978; Steadman, 1978). Nestes estudos são analisados os fatores determinantes no uso e consumo de energia, sendo apresentadas soluções quanto ao aproveitamento de energia proveniente de fontes não renováveis para espaços construídos e para

---

funções urbanas (atividades residenciais, comerciais, industriais, de transporte e de serviços). Também durante a mesma década, surgiram vários estudos voltados à utilização de meios passivos para climatização dos ambientes edificados (Fitch, 1971; Anderson, 1976; Koenigsberger et al, 1977; Crowter, 1977; Vale e Vale, 1978; Wright, 1978; Mazria, 1979). Nestes estudos, são igualmente propostas soluções e novas alternativas, tanto para a arquitetura como para o urbanismo, com preocupações voltadas para a inter-relação entre os fatores ambientais e os espaços construídos, de forma a proporcionar conforto ao homem com menor dispêndio de energia. Na década de 80 podemos destacar também inúmeros trabalhos que seguem a mesma linha (Izard & Guyot, 1980; Mascaró et al., 1983; Mascaró, 1985; Rivero, 1986; Frota & Schiffer, 1988; Romero, 1988).

Além das publicações citadas acima, vemos como importante destacar os estudos e pesquisas realizadas por Steadman (1994), e que procuram dar continuidade aos trabalhos desenvolvidos por Martin & March (1972). As pesquisas desenvolvidas por Steadman, utilizam uma metodologia para a obtenção de modelos compostos por tipos e formas de edificações e que, a partir de sua classificação e organização, farão parte de uma base de dados para ser utilizada em estudos de controle de emissões de gás e conservação de energia, entre outros.

Quanto ao aproveitamento da iluminação natural, como forma de reduzir o consumo de energia elétrica neste uso final, vários autores tem destacado a sua importância como um dos principais condicionantes do projeto arquitetônico (Markus & Faulkes, 1969; Lam, 1986; Robbins, 1986). Recentemente, dois aspectos tem causado preocupações: a constatação de que a energia utilizada na produção de luz artificial tem assumido um custo significativo no custo total de operação da edificação e, a de que tem contribuído para a poluição global do ambiente natural, além dos efeitos negativos (fisiológicos e psicológicos) causados no homem pela privação da luz natural (Dogniaux, 1987; Bryan, 1990).

---

---

Destacam-se no Brasil as pesquisas realizadas por Pereira (1990, 1992) e, mais precisamente, seu estudo sobre classificação dos componentes e elementos de iluminação natural (Pereira, 1995) agrupados em forma de modelos organizados para base de dados, com objetivo de permitir a avaliação e a quantificação sobre níveis de iluminação natural proporcionados por cada um dos elementos classificados.

## 1.2 TEMA E JUSTIFICATIVA

Pretende-se através da presente dissertação de mestrado, realizar uma pesquisa buscando verificar os aspectos ligados ao consumo de energia elétrica do setor residencial e sua relação com as correspondentes tipologias de edificações.

A análise do consumo de energia elétrica no setor residencial e sua relação com tipologias de edificações pertencentes a este mesmo segmento, deverá abordar basicamente os seguintes aspectos:

- A relação do consumo de energia com tipologias de edificações de uso residencial associadas às diversas classes sócio-econômicas.
- Identificar os usos finais de energia elétrica em cada uma das tipologias escolhidas e quais os que tem relação com o tipo de edificação.

Considera-se que o tema da dissertação é de grande importância e interesse no sentido de atualizar os dados sobre a forma como o setor residencial utiliza a energia elétrica nos vários segmentos sociais. Um aspecto relevante a ser estudado, diz respeito a influência do clima sobre o consumo de energia elétrica. Sabe-se que na região sul do Brasil, e mais especificamente na cidade de Porto Alegre, são registradas condições bastante adversas de temperatura, associadas à umidade e temperaturas

---

igualmente altas no verão e baixas no inverno. Outro aspecto de suma importância para a área de edificações é o estudo e a quantificação dos usos finais de energia elétrica destinado a melhorar as condições de conforto, tanto no inverno como no verão. E, finalmente, é necessário verificar se as diferentes tipologias de edificação de uso residencial podem ter alguma relação direta sobre o consumo de energia elétrica.

Acreditamos que todas estas investigações enunciadas acima podem ser de grande valia, tanto para a área de planejamento do setor elétrico assim como para o planejamento do desenvolvimento urbano.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

O trabalho tem por objetivo geral analisar diversos aspectos relacionados ao consumo de energia elétrica apresentados por diferentes tipologias de edificações de uso residencial. Além da análise dos consumos e usos finais verificados em cada tipologia, pretende-se verificar se existe uma relação entre as tipologias de edificação escolhidas para estudo e o consumo de energia e qual o peso desta relação, frente aos demais aspectos relacionados com o consumo de energia elétrica, tais como renda familiar, densidade, hábitos de uso, etc.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Como objetivos específicos, o trabalho pretende:

- Verificar a possibilidade de associar diferentes tipologias de edificações residenciais, correspondentes à diferentes classes sociais, com consumos de energia elétrica.
-

- 
- Verificar a possibilidade de associar as áreas edificadas, correspondente às diferentes tipologias de edificações residenciais, com categorias de consumo de energia elétrica;
  - Verificar a possibilidade de associar o número de moradores (densidade), correspondente às diferentes tipologias de edificações residenciais, com classes de consumo de energia elétrica;
  - Verificar a possibilidade de associar a renda familiar, correspondente às diferentes tipologias de edificações residenciais, com classes de consumo de energia elétrica;
  - Criar subsídios para a tomada de decisões quanto ao planejamento do suprimento de energia elétrica para o setor residencial;
  - Fornecer subsídios para a proposição da otimização dos usos finais da energia elétrica no setor residencial;
  - Criar subsídios para a tomada de decisões quanto ao planejamento urbano, em termos de previsão de infra-estrutura necessária;
  - Verificar se algumas alternativas de uso do solo para edificações residenciais podem eventualmente manter uma relação com o consumo de energia elétrica. Caso esta alternativa seja verdadeira, poderá ser possível, eventualmente, propor um modelo para previsão do potencial de consumo de energia elétrica sobre diferentes formas de adensamento de áreas urbanas.
-

## 1.4 METODOLOGIA

Na presente pesquisa de dissertação de mestrado foram utilizadas as seguintes etapas de desenvolvimento:

1-Escolha da área para estudo.

2-Identificação das diferentes tipologias de uso residencial na área de estudo, e sua classificação de modo a comporem uma representação bastante consistente da realidade.

3-Identificação das tipologias de edificações de uso residencial, associadas a classes sócio-econômicas.

4-Levantamento dos dados de consumo da energia elétrica de tipologias residenciais identificadas, selecionadas e classificadas previamente.

5-Criação de um banco de dados contendo o cruzamento dos dados entre tipologias de edificações associadas a classes sócio-econômicas e as tipologias de edificações associadas às classes de consumo.

6-Diagnóstico dos usos finais de energia elétrica de cada segmento, de forma a ser possível identificar aqueles que possuem relação direta com a edificação, quais sejam, condicionamento ambiental, iluminação e aquecimento d'água.

7-Verificação das correlações existentes entre as diversas variáveis que envolvem o consumo de energia e as diversas tipologias de edificações de uso residencial analisadas.

Para a efetivação da metodologia acima relacionada, foram seguidas as seguintes etapas de trabalho:

---

### **1.4.1 Levantamento de Campo**

- Identificação da área a ser pesquisada para o levantamento de campo.
- Análise e estudo das morfologias existentes na área a ser pesquisada.
- Levantamento de dados e classificação das diferentes tipologias de edificações residenciais identificando aquelas que apresentam maior representatividade na área de estudo.
- Levantamento de dados sobre o consumo de energia elétrica correspondente às tipologias identificadas e classificadas.
- Levantamento de dados sobre o uso final de energia (diagnósticos) dos diversos consumidores representativos de cada tipologia residencial.

### **1.4.2 Base de Dados**

- Criação de um banco de dados contendo diferentes tipologias de uso residencial, relacionados à diferentes faixas de renda.
- Formação de um banco de dados com valores de faixas de consumo de energia relacionados ao banco de tipologias escolhidas para estudo.

### **1.4.3 Integração de Dados**

Integração entre as diversas informações para a criação de uma metodologia destinada a reunir os diferentes tipos de dados e buscar verificar a relação existente, ou não, entre formas e tipos de edificações de uso residencial e o consumo de energia elétrica.

---

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do trabalho é apresentada a seguir.

O capítulo 2, que segue, contém a REVISÃO BIBLIOGRÁFICA que apresenta as principais idéias e resultados de autores que pesquisaram tópicos associados ao tema da dissertação, sendo subdividida em três tópicos como: O consumo de energia nas edificações residenciais, tipologias de edificações e o consumo de energia e modelos de forma construída para estudos de simulação.

O terceiro capítulo trata do ESTUDO DE CASO, que inicia com a identificação da área a ser pesquisada e justificativa, onde é descrita a área de Porto Alegre escolhida para a pesquisa de campo, seguindo-se a descrição e características da área pesquisada, o seu regime urbanístico, as características morfológicas, e a escolha da amostra, que por sua vez contém a descrição das tipologias escolhidas na área de estudo. Segue-se o levantamento de dados sobre o consumo de energia elétrica, descrevendo-se os passos percorridos para obter os dados sobre o consumo das edificações escolhidas para estudo, assim como a confecção de um diagnóstico energético para ser utilizado na pesquisa de campo, destinado a verificar o uso final da energia elétrica junto aos consumidores.

O capítulo quatro trata dos RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE, onde primeiramente é analisado o comportamento do mercado do setor residencial de energia elétrica de Porto Alegre e, a seguir, é realizada a análise estatística contendo vários tópicos abordados a partir da coleta de dados e comentários associados aos mesmos.

O quinto capítulo, contém as CONCLUSÕES, onde são abordadas as conclusões referentes aos diversos resultados obtidos no

---

---

desenvolvimento da pesquisa. Além disso, são dadas sugestões para trabalhos futuros.

No final do trabalho constam os ANEXOS e finalizando, as REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

---

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA





## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A revisão bibliográfica sobre trabalhos já realizados e que possuem relação com o tema da dissertação é constituída pelos seguintes temas:

- Revisão bibliográfica sobre consumo, hábitos de consumo e projeções de crescimento do consumo de energia elétrica, relativas ao setor residencial.
- Revisão bibliográfica específica sobre criação de modelos baseados em tipologias de edificações para uso residencial.
- Revisão bibliográfica sobre trabalhos já realizados com aplicação de modelagem de tipologias de edificações residenciais.

### **2.1 O CONSUMO DE ENERGIA NAS EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

O estudo do consumo residencial de energia é particularmente interessante porque nele são refletidas as enormes disparidades econômicas e sociais do país e, qualquer política de mudança efetiva desta realidade repercutirá sobre a estrutura do consumo referente a este setor.

O consumo residencial de energia elétrica pode ser definido como aquele realizado em edificações de caráter residencial assim como no terreno onde a mesma esteja localizada. Deve ser entendido neste caso que a energia elétrica seja utilizada somente para fins residenciais, ou seja para funcionamento dos eletrodomésticos e de todos os equipamentos que venham a fazer parte do funcionamento da edificação em si.

---

Caso seja exercida uma atividade comercial na edificação residencial, esta deve ser desconsiderada no presente estudo.

Quanto às qualidades relacionadas à energia elétrica e as conseqüências da expansão de seu fornecimento no setor residencial, podemos transcrever o seguinte:

"Grande parte do crescimento econômico verificado no Brasil se deve à energia elétrica. A melhoria da qualidade de vida, o aumento dos níveis de conforto das populações decorrentes do avanço tecnológico e do barateamento dos eletrodomésticos. Porém, este fato tem provocado o aumento do consumo de energia elétrica, que não acompanha o crescimento da disponibilidade de carga do Sistema de Geração e Distribuição" (Espírito Santo, 1989).

Quanto ao uso racional de energia no setor residencial no Brasil, o mesmo autor faz os seguintes comentários:

"Não se pode também ignorar que o uso racional de energia no uso de eletrodomésticos no setor residencial no Brasil não é levado a sério. Por este motivo é facilmente percebido, o desperdício de energia elétrica, promovido pelos hábitos de consumo e comprometido sobretudo pelo baixo preço das tarifas de energia elétrica praticados no país. Apesar do segmento residencial possuir as maiores tarifas em relação aos outros segmentos consumidores, elas não são suficientes para inibir, ou mesmo incentivar a prática do uso racional" (Espírito Santo, 1989).

No Brasil, a maior parte dos estudos realizados no campo do setor residencial datam da década de 80 em diante, sendo que a maior parte das bibliografias se concentram entre os anos de 1985 a 1988, quando houve um grande incentivo por parte do governo em programas de conservação de energia que demandaram a necessidade de pesquisas e conhecimento sobre o uso final de energia elétrica neste mesmo setor.

---

Na pesquisa realizada por Arouca et al (1982), é utilizada uma metodologia para verificar os usos finais de energia no setor residencial no Brasil, onde é apresentada a relação entre os diversos níveis de renda familiar e o consumo de energia. Segundo os autores, o consumo de energia elétrica residencial pode ser dividido basicamente nos seguintes usos finais:

- "Lazer: TV, rádio, vídeo cassete.
- Aquecimento d'água: chuveiro elétrico, boiler elétrico.
- Iluminação Externa e Interna: lâmpadas fluorescentes, incandescentes.
- Condicionamento ambiental: estufa, ventilador/circulador, ar condicionado.
- Serviços domésticos:
  - Conservação de alimentos: geladeira, freezer.
  - Gerais: outros eletrodomésticos"(Arouca et al, 1982).

É mencionada também a questão da diferenciação de regiões climáticas brasileiras como determinantes de consumos de energia diferenciados. Além destes aspectos são apresentadas diversas fórmulas para auxiliar no cálculo de alguns usos finais de energia, como por exemplo a geladeira, chuveiro elétrico, entre outros.

Graça et al (1988), desenvolveram uma metodologia que permite investigar o uso final de energia em função dos hábitos de uso dos eletrodomésticos e também caracterizar a curva de carga e principais características da demanda elétrica no setor Residencial da cidade de São Paulo. Neste estudo é apresentada a distribuição percentual da população por extrato de consumo elétrico ou seja, "75,34% da população pesquisada apresentou um consumo médio mensal de 113 kWh/mês" (Graça et al, 1988).

Da mesma forma, são verificados consumos diferenciados de alguns usos finais, "maior para o inverno (aquecimento d'água) e maior no verão (refrigeração)" (Graça et al, 1988).

---

Concluiu-se também que:

"40% da população encontrava-se na faixa de consumo entre 100 e 160 kWh/mês, consumo médio de 140 kWh/mês, correspondendo a um tamanho médio de família de 3,6 pessoas, faixa de renda de 6,6 salários mínimos mensais e tamanho médio das residências de 70 m<sup>2</sup>"(Graça et al, 1988).

Nestes dois estudos citados acima devem ser considerados com muita cautela os dados apresentados, em função da época em que foram realizados (18 e 12 anos atrás, respectivamente).

O trabalho de Lins, M. (1986), apresenta um modelo exploratório, capaz de gerar, a partir de hipóteses demográficas e sócio-econômicas simples e bem definidas, padrões de consumo energético residencial a médio prazo.

São apresentadas as seguintes variáveis relevantes relacionados com o consumo residencial:

- "Distribuição demográfica;
- Região geográfica (clima, recursos);
- Situação do domicílio (urbano ou rural);
- Finalidade no uso da energia (necessidades)" (Lins, 1986).

As finalidades do uso de energia (excluindo a cocção de alimentos, pois esta compreende o uso de gás), são divididos da seguinte forma:

- "Conservação de alimentos;
  - Aquecimento d'água;
  - Condicionamento ambiental – iluminação;
  - Condicionamento ambiental térmico – ar condicionado / ventilador;
  - Serviços:
    - Limpeza: Aspirador / Enceradeira;
    - Vestuário: Ferro elétrico / Máq. de costura / Máq. De lavar;
    - Cozinha: Liquidificador / Batedeira;
    - Lazer: TV / Ap. som"(Lins, 1986).
-

---

Esta listagem mostra o quanto esta pesquisa está defasada da realidade atual. pois certamente uma pesquisa mais atualizada apresentaria um número de eletrodomésticos bem maior.

Além disso, são apresentados três cenários para projeção de crescimento do consumo de 1985 a 2005, para todas as regiões do país.

O trabalho realizado por Knijnik et al, (1994) é composto por um diagnóstico bastante completo sobre o uso das diversas formas de energia e seus reflexos sobre o meio ambiente, para a cidade de Porto Alegre. Neste trabalho é particularmente interessante, a questão do consumo de energia elétrica no setor residencial, onde são apresentados os seguintes aspectos:

- O comportamento do consumo total de energia do setor de 1970 a 1992, onde é concluído que "o acréscimo no consumo de cada residência foi de 2,69% ao ano, evidenciando considerável inserção de equipamentos elétricos, dos mais diversos tipos no setor"(Knijnik et al, 1994).
  - O consumo de energia elétrica do setor em P. Alegre, no ano de 1992, divide-se em três faixas, sendo a mais representativa a de "100 a 200 kWh/mês de consumo, representando 37,19% dos consumidores, com uma média de 145 kWh/mês de consumo". Já o consumo médio total residencial ficou em "189 kWh/mês, valor bem superior à média nacional que, segundo o Balanço Energético Nacional (1992), foi de aproximadamente 115 kWh/mês" (Knijnik et al, 1994).
  - Também é constatado que "cerca de 29% das residências não atingem o consumo de 100 kWh/mês, mínimo indispensável para a satisfação das necessidades básicas de seus membros" sendo que, "11% apresentaram consumos inferiores a 50 kWh/mês – gasto
-

aproximado de duas lâmpadas de 60 W durante 4 h/dia, e de um chuveiro elétrico de 2.500 W , com quatro banhos de sete minutos por dia – perfazendo 1,5 % do consumo total de Porto Alegre" (Knijnik et al, 1994).<sup>1</sup>

- Ainda segundo o mesmo estudo, " no Município, somente pouco mais de 4% das residências consomem mais de 500 kWh/mês, usufruindo o conforto e bem estar que a energia elétrica pode proporcionar"(Knijnik et al, 1994).

O trabalho de Lamberts et al (1996) apresenta de forma sintética uma revisão bibliográfica de todas as principais pesquisas realizadas no Brasil e no exterior em eficiência energética de edificações.

Quanto ao setor residencial, são apresentadas tabelas contendo os resultados de pesquisas de posse e uso de eletrodomésticos realizadas em diversos locais do país. Após análise de alguns destes trabalhos, concluem os autores que "o projeto de arquitetura é responsável por 40 a 60 % do consumo residencial, mas tende a crescer com o desempenho térmico precário das edificações e o aumento do poder aquisitivo" (Lamberts et al, 1996). Neste caso os autores se referem à soma dos consumos referentes à iluminação, aquecimento d'água e ar condicionado.

São interessantes também, no trabalho citado, a apresentação do grau de difusão (saturação) de eletrodomésticos (PROCEL, 1989) em nível nacional, os consumos médios mensais para os principais eletrodomésticos (LIGHT, 1995), para o Rio de Janeiro e a distribuição percentual de consumo em uma residência (CESP, 1995) em São Paulo.

---

<sup>1</sup> No caso do chuveiro elétrico não é possível mais encontrar modelos com esta potência no mercado tão baixa, a não ser acima de 3.500 W.

---

Se enfocarmos para análise, o Setor Residencial no Brasil, podemos verificar um crescente aumento de consumo de energia elétrica, gerado pelos seguintes fenômenos:

- "Ampliação do atendimento ao mercado (de 1960 a 1990, o percentual de residências atendidas por energia elétrica cresceu de 38% para 85% do total);
- Grande concentração urbana;
- Grande intensidade do uso de energia elétrica devida ao aumento de aquisição de eletrodomésticos;
- Aumento do número de eletrodomésticos ineficientes"(Lamberts et al, 1996).

Além destes aspectos, existe uma forte tendência ao crescimento do consumo de energia elétrica em edificações nos próximos anos, em função dos seguintes fatores:

- "Aumento do número de edificações motivado pelo crescente aumento da densidade populacional;
- Alto índice de desperdício, decorrentes do mau desempenho térmico do envelope da edificação e uso inadequado de equipamentos elétricos;
- Planejamento urbano inadequado e sem levar em conta os aspectos climáticos, dificultando a possibilidade para o projeto de uma arquitetura bioclimática e nem mesmo a utilização segura de formas alternativas de energia (como painéis solares, por ex.);
- Continuidade do uso de modelos importados de arquitetura, dissociados da preocupação com os aspectos climáticos locais;
- Aumento da aquisição de eletrodomésticos devido ao surgimento de novos modelos no mercado somados aos modelos importados, proporcionados pela abertura do mercado, gerando um acréscimo de consumo;
- Crescente terceirização da economia, forçando o crescimento de uma nova relação de trabalho, com o surgimento de "máquinas de morar e trabalhar", sem o controle correto das concessionárias e muito menos do governo. Estes aspectos são bastante importantes por seus reflexos sobre o crescimento da demanda de energia,

principalmente nos grandes centros urbanos" (Lamberts et al, 1996).

A pesquisa de dissertação de mestrado de Rahde (1998) apresenta uma visão estratificada do uso da energia elétrica no segmento residencial da nova área de concessão da CEEE (Região Sul – Sudeste do R.S., englobando a cidade de Porto Alegre) e propõe alternativas de implantação de um Programa de Gerenciamento pelo Lado da Demanda – GLD<sup>2</sup>, voltado para aquele segmento, através de um programa de administração de carga residencial.

Além de analisar os diversos aspectos referentes ao comportamento do setor residencial de energia elétrica da região, o trabalho analisa as curvas de carga por faixas de consumo do segmento. Para tanto, foi verificada a posse de eletrodomésticos e dos hábitos de consumo, sendo que os resultados permitem fazer algumas suposições quanto ao uso de energia elétrica em uma habitação, baseados em relatos dos entrevistados.

Além disso, houve a preocupação de adaptar a pesquisa ao mercado consumidor de energia elétrica de baixa tensão residencial, "que se caracteriza por uma grande heterogeneidade em termos de classes sócio-econômicas"(Rahde, 1998). Também são identificadas as características que envolvem hábitos de uso, assim como horários de utilização da energia elétrica e os costumes de uso nas diversas estações climáticas ao longo do ano.

Houve também a preocupação em determinar uma amostra representativa do mercado residencial da área de trabalho e os resultados mostram de forma bastante clara o comportamento das curvas de carga representativas de cada faixa de consumo, ao longo das horas de um dia típico.

---

<sup>2</sup> Consiste em qualquer atividade que produza mudanças na curva de carga do sistema e auxilia os usuários a controlar seus custos com energia, promovendo qualidade de vida e produtividade.

---

---

Um aspecto relevante na mesma pesquisa é a constatação de que "o uso racional de energia não é uma situação presente no setor residencial, apesar das tarifas elevadas". E isto se deve a uma série de fatores tais como, "ausência de uma política séria por parte do governo com investimento, educação e incentivo" (Rahde, 1998).

## 2.2 TIPOLOGIAS DE EDIFICAÇÕES E O CONSUMO DE ENERGIA

Na década de 70 iniciaram-se no Centro de Estudos sobre Formas Construídas e Uso do Solo, na Inglaterra, várias pesquisas com o objetivo de classificar tipos e formas de edificações encontradas em diversas cidades inglesas (Martin & March, 1972). Dando prosseguimento às mesmas, Steadman (1994) utilizou uma metodologia para a obtenção de modelos compostos por tipos e formas de edificações para, a partir de sua classificação e organização, montar uma base de dados para ser utilizada em estudos sobre o uso de energia para aquecimento, controle de emissões de gás e conservação de energia

O autor (Steadman, 1994) procurou classificar e organizar os dados levantados, adotando uma metodologia que descreve as propriedades do espaço através de representações nas quais, as plantas nada mais são do que referências geométricas. Devido à grande dificuldade para analisar e classificar propriedades, fez-se necessário trabalhar com modelos analógicos. Mais especificamente, para verificação das características tipológicas das edificações, foi realizado estudo sobre o modo como as peças são agrupadas dentro do envelope predial e os planos de acesso formados entre um espaço e outro. A tipologia interna da moradia, segundo a pesquisa, é intimamente associada com a função e a propriedade geométrica de tamanho e forma.

Características de acessos e adjacências dentro do envelope, através da representação gráfica, constituem-se na ferramenta básica da

---

qual a classificação de formas de planos serão derivados e assim uma variedade de propriedades podem ser examinadas. Numa segunda etapa podem ser criados gráficos que representam através de suas conexões e estratificações em níveis, as relações entre os arranjos internos de espaços.

Nestes estudos realizados por Martin e March (1972) e Steadman (1994), na Inglaterra, o objetivo principal centrou-se na análise dos aspectos ligados ao consumo de energia para aquecimento e por isso parece-nos lógico que o autor tenha embasado a sua metodologia através da classificação de tipos e formas de prédios ou seja, volumes e relações de volumes entre si, pois estes aspectos tem relação direta com o condicionamento ambiental. Neste caso o consumo de energia para o aquecimento é uma variável fixa em função do clima local.

### **2.3 MODELOS DE FORMA CONSTRUÍDA PARA ESTUDOS DE SIMULAÇÕES**

Em 1994 o Núcleo de Tecnologia Urbana, juntamente com outras equipes da UFRGS, desenvolveu um trabalho visando "estruturar uma metodologia para a aferição do potencial de adensamento de áreas urbanas, a partir de critérios ambientais e de infra-estrutura, tendo em vista a regulamentação da lei do solo criado"(Turkienicz et al, 1994). É particularmente interessante no início deste trabalho a definição sobre modelos de forma construída. Segundo o autor estes modelos nada mais são do que "representações simplificadas da realidade" e são basicamente destinadas ao planejamento e análise de alternativas, visando a tomada de decisões e a normalização de procedimentos, pois permitem estudos, avaliações e simulações das condições verificadas no meio urbano. Desta forma, Planos Diretores ou Códigos de Edificações, são representações simplificadas e interrelacionadas da realidade, que buscam uma visão geral e homogênea do espaço urbano e suas formas

---

construídas. São destinadas sobretudo a subsidiar, delimitar e prevenir decisões.

"A metodologia utilizada na construção de modelos de formas construídas é, em geral, hipotético-dedutiva. A adequação da linguagem matemática ao estudo das propriedades das edificações faz-se a partir do lançamento de hipóteses que tem por finalidade tornar a problemática a ser analisada manipulável sob o ponto de vista desta linguagem simbólica, tanto pela maneira como se definem as variáveis de estudo como pelo estabelecimento de relações entre estas. A partir destas hipóteses iniciais, são derivadas outras premissas com a finalidade de se chegar a uma ou mais conclusões, sejam estas aparentemente plausíveis ou não" (Turkienicz et al, 1994).

Para se construir modelos de formas construídas são necessários os seguintes pré-requisitos:

"...é necessário não só ter uma intenção explicativa da realidade a ser modelada, como também considerá-los como representações da teoria ou teorias que descrevem e explicam um sistema de relações. Neste contexto, teoria deve ser entendida como o conjunto de princípios que inter-relacionam uma série de fatos sobre edifícios e cidade, com o propósito de tornar o aparentemente inexplicável em previsível" (Turkienicz et al, 1994).

Planos Diretores ou Códigos de Edificação, "são tentativas de comprimir através de linguagem matemática as medidas necessárias ao preenchimento de finalidades previamente estabelecidas" (Turkienicz et al, 1994). Assim, estes modelos "trazem embutidos, explicita ou implicitamente, um conjunto de idéias sobre o desempenho das edificações que são geradas a partir das regras originadas no modelo de formas construídas adotado" (Turkienicz et al, 1994).

Os autores do referido trabalho decidiram que o estudo sobre as configurações possíveis de crescimento urbano de Porto Alegre, seriam da seguinte forma:

"...dever-se-iam processar em ambiente que integrasse diferentes áreas de pesquisa. Este ambiente envolveu a utilização de uma base de dados formatada para possibilitar a interação entre diferentes sistemas urbanos (neste caso específico, Arquitetura, Controle da Obstrução Solar e Abóbada Celeste<sup>3</sup>, Cartografia Geotécnica e Tráfego e Transporte) e ferramentas como modelos matemáticos de planejamento, Sistemas de Informações Geográficas e técnicas de computação gráfica" (Turkienicz et al, 1994).

Na primeira parte do trabalho foi utilizada uma metodologia para aferir a capacidade de adensamento e sobre esta, foram realizados os estudos específicos descritos acima, que fazem parte da segunda etapa do trabalho.

Outro estudo que segue uma sistemática semelhante (Turkienicz, 1998), tem por objetivo analisar as principais características espaciais da área de abrangência do Shopping Cristal a ser implantado na zona sul de Porto Alegre, e verificação dos principais impactos ambientais a serem causados pela implantação do empreendimento.

Neste trabalho são analisadas em primeiro lugar as principais características espaciais da área de abrangência do shopping e a seguir os principais componentes do sistema urbano, como sistema viário, estrutura de acessibilidade, características de circulação de veículos e pedestres, incidência de vazios urbanos e principais equipamentos e áreas de valor cultural, paisagístico e recreativo. A seguir são realizadas considerações sobre o processo de urbanização recente (últimos 10 anos) além da descrição dos instrumentos de planejamento contidos no PDDU (Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de P. Alegre, 1994). A partir de dados e análises sobre o crescimento físico, demográfico e econômico são agregados todos os dados com o auxílio de técnicas e de um

---

<sup>3</sup> Abóboda celeste-Método p/ verificação da disponibilidade de luz solar nas edificações e entorno.

---

---

programa computacional específico, de forma a modelar o crescimento urbano desta região da cidade.

Na continuidade dos estudos de Turkienicz (1998), sobre o crescimento espacial da área de estudo, são analisados vários aspectos ligados ao crescimento da população (renda, número de domicílios, número de pessoas por domicílio), além do incremento de área construída e pedidos de licenciamento e vistoria de prédios.

Para auxiliar na espacialização e visualização dos dados coletados o autor utiliza bases configuracionais métricas e modulares, ou seja, grids. Para auxiliar na visualização espacial, é utilizado o programa Citybuilder<sup>4</sup> que transfere as informações para o espaço urbano.

Segundo levantamento realizado por Turkienicz (1998) a área é composta por 19 zonas morfológicas.

Zonas morfológicas são definidas pelo autor da seguinte forma:

"...são setores urbanos que apresentam características de configuração homogêneas quanto ao parcelamento (dimensões) e tipologias de edificação. Estas características quando são relacionadas com dados censitários como padrão de renda e densidade habitacional, podem fornecer um quadro de como se comportam as diversas áreas do tecido urbano quanto à estes aspectos agregados. A análise destas características permitem observar diferenças de potencial de crescimento e a qualidade da evolução urbana da área em estudo" (Turkienicz, 1998).

As áreas morfológicas possuem os seguintes atributos, segundo o autor:

- "Tipo de parcelamento de solo;
- Tipologia de edificação e estado de conservação;
- Intensidade de Uso do Solo / Alturas;

---

<sup>4</sup> Citybuilder-Software capaz de simular cenários de diferentes configurações urbanas.

---

- Tipo de Uso do Solo / Tendências de Transformação no Uso do Solo / Potencial Construtivo / Análise do Plano Diretor quanto aos índices construtivos e os graus de aproveitamento destes índices" (Turkienicz, 1998).
-

ESTUDO DE CASO





### 3. ESTUDO DE CASO

O trabalho de pesquisa compreendeu várias etapas de desenvolvimento entre as quais a escolha de uma área na cidade de Porto Alegre, onde fosse possível realizar a pesquisa de campo. Abaixo são descritas as etapas de desenvolvimento da pesquisa:

#### 3.1 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA PESQUISADA E JUSTIFICATIVA

A área escolhida para a pesquisa está localizada na zona sul de Porto Alegre e é constituída por um polígono compreendido pelos Bairros Cristal, Vila Assunção, Vila Conceição, Tristeza, Santa Tereza, Cavalhada, Camaquã e Nonoai. (ver Figura 1 e Anexo A)

Segundo estudo realizado por Turkienikz (1998), a área acima mencionada soma um total de aproximadamente 1.500 ha, contendo uma população de aproximadamente 155.000 habitantes.

A área é limitada ao norte pela rua Miguel Couto, N. Senhora do Brasil, Av. Tronco e rua Prof. Clemente Pinto; a leste pelas Av. Nonoai, Cavalhada e Vicente Monteggia; ao sul pela rua Juvenal de Souza, rua do Sínodo, Morro do Osso (Área de Preservação), rua Prof. Xavier Simões, rua Prof. Emílio Meyer; à oeste margeando a costa do rio Guaíba, desde a Vila Conceição, Bairro Tristeza, Av. Guaíba, Av. Diário de Notícias, Av. Pinheiro Borba e Av. Pe. Cacique.

A escolha da área em questão foi motivada principalmente por suas características acentuadamente residenciais, e, por apresentar diferentes tipologias ocupadas por classes sociais bastante diferenciadas e representativas, ou seja, desde vilas clandestinas ocupadas por uma

população de baixa renda até áreas de mansões ocupadas por uma população de grande poder aquisitivo. Além disso as tipologias presentes também apresentam diferentes formas e alturas. Portanto estas características nos pareceram, numa primeira análise servir para a coleta de uma amostra bastante representativa para análise e estudo visando os propósitos da dissertação de mestrado.

É importante salientar que um dos motivos levados em conta também para a escolha da área em questão, foi o fato de que a mesma serviu recentemente para uma pesquisa desenvolvida pelo Núcleo de Tecnologia Urbana da Faculdade de Arquitetura da UFRGS, denominada “Análise de Impacto Ambiental – Implantação do Shopping Cristal” (Turkienicz, 1998), já mencionado no capítulo anterior (Pesquisa Bibliográfica). O trabalho mencionado contém dados e análises sobre os mais diversos aspectos referentes ao local de estudo, e que foram aproveitados para enriquecer esta dissertação de mestrado.



 - Delimitação da área de estudo.

Figura 1 - Localização da área de estudo em Porto Alegre.



Esta diferenciação é determinada principalmente pela topografia ou seja, nas áreas onde a topografia é mais acidentada e elevada e, que permite melhores visuais do rio Guaíba, predominam residências unifamiliares ocupadas por moradores de médio e alto poder aquisitivo. Nas áreas urbanizadas menos acidentadas predominam residências ocupadas por moradores com padrão aquisitivo médio e baixo. As áreas extremamente acidentadas, muitas vezes de risco (áreas alagáveis, ao longo de córregos e riachos que cruzam a área), são ocupadas por moradores de baixa renda que invadiram e se instalaram nestas localidades (ver Figura 3 e Anexo C).

Em função de algumas características próprias, em grande parte devidas à presença de algumas áreas de comércio local sem muita agitação nem aglomeração de trânsito além da baixa densidade populacional, a região apresenta alguns aspectos que se assemelham à pequenas cidades do interior.

### **3.3 REGIME URBANÍSTICO DA ÁREA EM ESTUDO**

O Plano Diretor (PMPA, 1994), sempre restringiu bastante a altura das edificações em toda a área de estudo. Alguns edifícios com até 12 ou 16 pavimentos já existentes somente são construídos em terrenos de grandes dimensões, onde é feito um acordo entre os proprietários e a PMPA (Prefeitura Municipal de Porto Alegre), para a aprovação destes índices de altura.

Quanto às Taxas de Ocupação, o regime vigente até março de 2000 (PMPA, 1994) sempre estimulou a ocupação dos terrenos com grandes recuos, tanto laterais como frontais. Dado o fato de que a maioria dos lotes possui frente estreita (de aproximadamente 12,00 m), fica bastante restrita a construção de edifícios, a não ser que sejam lembrados dois ou mais lotes. Em muitos casos deste tipo foram

---

construídos condomínios residenciais que se encontram bastante proliferados tanto na região norte (St<sup>a</sup>. Tereza) como na sul (Tristeza) da região analisada.

De uma forma geral, o PDDU (PMPA, 1994) sempre incentivou a uniformização volumétrica caracterizada por edificações com mais de um pavimento, recuadas dos limites do terreno, sendo que a altura máxima permitida acabava sendo o principal regulador das construções.

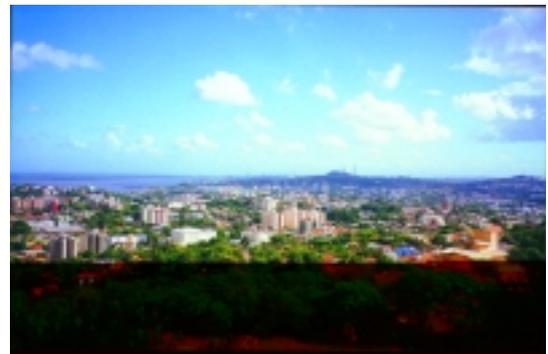


Figura 3 - Fotos da área de estudo.

### **3.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA ÁREA ESTUDADA**

Entre as 19 (dezenove) zonas morfológicas identificadas por Turkienicz (1998), na área em estudo procurou-se identificar e estudar as áreas morfológicas com características predominantemente residenciais, já que as mesmas seriam de maior interesse para a presente pesquisa. Posteriormente foram identificadas nestas zonas, as tipologias residenciais mais freqüentes e características destas mesmas áreas.

Quanto às normas estabelecidas pelo Plano Diretor (1994), ou seja, índices de altura e afastamentos em Unidades Territoriais Residenciais da área em estudo (descritas no item 3.3), foram feitas análises gerais, constatações e relações iniciais entre as normas existentes e a realidade local, pois as mesmas tem relação com as tipologias residenciais predominantes na área.

### **3.5 ESCOLHA DA AMOSTRA**

Na área escolhida para estudo, (descrita nos itens 3.1 e 3.2), foram identificadas e classificadas 10 (dez) diferentes tipologias de uso residencial, sendo 7 (sete) das mesmas, representadas por tipologias residenciais unifamiliares e as outras 3 (três) constituídas por tipologias residenciais multifamiliares.

#### **3.5.1 Descrição das tipologias escolhidas**

Entende-se por tipologias, dentro do contexto deste trabalho, como a associação de atributos das edificações que compreendem basicamente os seguintes aspectos:

- Área da edificação;
  - Ocupação da edificação no terreno (se apresenta recuos frontal e laterais);
  - Número de pavimentos;
-

- 
- Acabamento da construção (madeira, alvenaria, qualidade do acabamento, etc.);
  - Tempo de uso ou idade da edificação;
  - Estado de conservação.

A classificação dos prédios mais representativos de cada tipologia da amostra, foram obtidos através da análise externa, levando-se em conta os aspectos acima citados e que caracterizam o que entendemos por tipologia.

Levando em conta estes aspectos, foram escolhidas as dez tipologias, as quais apresentamos e descrevemos de forma sumária nos Quadros 1 a 10 a seguir:

#### **Tipologia 1:**

Pretendia-se incluir e classificar como tipologia 1 as edificações de baixa renda localizadas, na sua maior parte, na Vila Cruzeiro do Sul, mas esta tarefa tornou-se impraticável em função de uma série de fatores tais como a falta de endereço dos consumidores, incompatibilidade com os endereços registrados no banco de dados da CEEE (Companhia Estadual de Energia Elétrica), dificuldade de acesso, falta de segurança para o posterior levantamento de campo, presença de muitas ligações clandestinas, mais de uma edificação ligada a um único medidor ou falta de medidores. Sendo assim, foram adotadas como representantes da tipologia 1 algumas edificações construídas pela PMPA (Prefeitura Municipal de Porto Alegre), no Loteamento Cavalhada, e outras residências pertencentes à Cidade de Deus, situadas no bairro Cavalhada. As residências do loteamento Cavalhada estão sendo ocupadas por famílias de baixa renda removidas de vilas clandestinas, localizadas em áreas impróprias ou de risco.

---

**Quadro 1 - Resumo da tipologia 1 localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.**

Tipologia	Localização	Descrição
		<p><b>Tipologia 1</b></p> <p>Casas de alvenaria com um pavimento e acabamento simples. Sempre anexadas a outras moradias, formando conjuntos habitacionais.</p>

As edificações escolhidas como representantes da tipologia 1 compreendem casas de alvenaria simples de pequenas dimensões, com um pavimento. Possuem pequenos recuos de frente e um pequeno pátio nos fundos, sendo sempre anexadas pelas laterais a outras moradias, formando conjuntos habitacionais (ver Anexo D).

#### **Tipologia 2:**

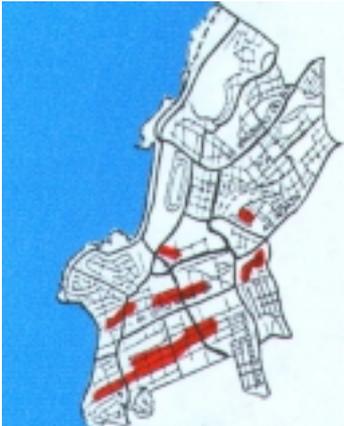
Compreendem casas de madeira de pequenas dimensões, apresentando 1 pavimento, geralmente com planta retangular, com frente mais estreita que os fundos (aproximadamente 6 a 7m de largura).

Normalmente, a fachada frontal possui uma pequena varanda junto à porta de entrada. Possuem recuos de frente, fundos e laterais.

As dimensões de fundos podem variar um pouco, sendo que a maioria destas casas possui um pequeno aumento nos fundos, que se sobressai do corpo do prédio original, com acabamento em alvenaria ou madeira. Algumas destas casas possuem também uma cobertura nos fundos do terreno, que serve como garagem. Os terrenos onde estas tipologias estão implantadas são normalmente planos com dimensões regulares de 10 a 12 m de frente por 30 m de profundidade. A maior parte

destas casas aparenta bastante idade, mas grande parte das mesmas apresenta bom estado de conservação externa, com pintura recente (ver Anexo E).

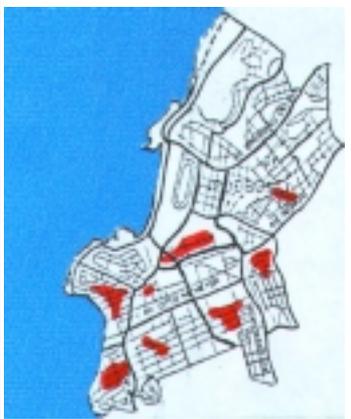
**Quadro 2 - Resumo da tipologia 2, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.**

Tipologia	Localização	Descrição
		<p><b>Tipologia 2</b></p> <p>Pequenas casas de madeira com um pavimento. Apresentam a planta baixa retangular, e varanda frontal. Geralmente aparentam bastante idade.</p>

### **Tipologia 3:**

Compreendem casas de alvenaria com 1 pavimento, e pouca área construída, apresentando geralmente planta retangular. A fachada frontal normalmente apresenta uma varanda junto à porta de entrada. Todas as residências apresentam recuos de frente, fundos e laterais. Da mesma forma como na tipologia 2, as residências pertencentes a esta tipologia, apresentam geralmente planta retangular com a frente mais estreita que os fundos. Apresentam também muitas vezes um pequeno aumento nos fundos, junto ao corpo principal da casa. Em alguns casos, apresentam uma garagem nos fundos, junto à divisa. Os terrenos onde estas tipologias estão implantadas são normalmente planos, com dimensões regulares, que variam de 10 a 20 m de frente por 30 m de fundos. A maior parte destas residências aparenta bastante idade e estado de conservação variável (ver Anexo F).

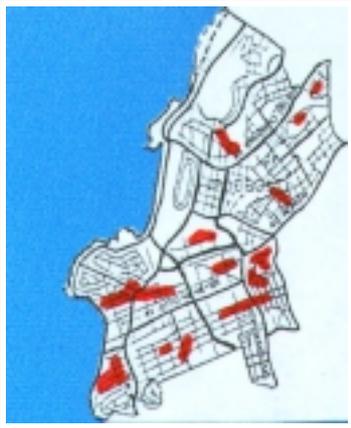
**Quadro 3 - Resumo da tipologia 3, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.**

Tipologia	Localização	Descrição
		<p><b>Tipologia 3</b></p> <p>Residências de alvenaria com um pavimento e planta baixa retangular. Apresentam varanda frontal e aparentam normalmente bastante idade.</p>

**Tipologia 4:**

Esta tipologia é composta por unidades residenciais com 1 pavimento, apresentando acabamento externo em alvenaria.

**Quadro 4 - Resumo da tipologia 4, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.**

Tipologia	Localização	Descrição
		<p><b>Tipologia 4</b></p> <p>Residências com um pavimento em alvenaria e ocupando toda a largura do terreno, com 10 a 12 m de frente e profundidade variável.</p>

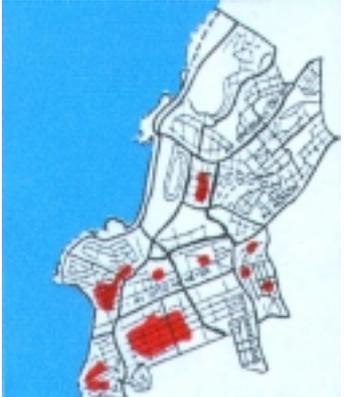
Estas residências ocupam na parte frontal, toda a largura do terreno, com aproximadamente 10 a 12 m de frente, sendo que a profundidade destas residências é variável. Normalmente apresentam

bom estado de conservação e possuem uma entrada lateral para automóvel, que pode servir de corredor para uma garagem nos fundos. Em muitos casos a garagem fica localizada junto ao corpo principal da edificação, na parte lateral. (ver Anexo G).

### **Tipologia 5:**

A grande característica desta tipologia é a sua forma compacta, mais conhecida como "sobrado", com 2 pavimentos e ocupando toda a frente do terreno, que normalmente não ultrapassa 12 m de largura. O acabamento é sempre em alvenaria e estas residências não aparentam muita idade (ver Anexo H).

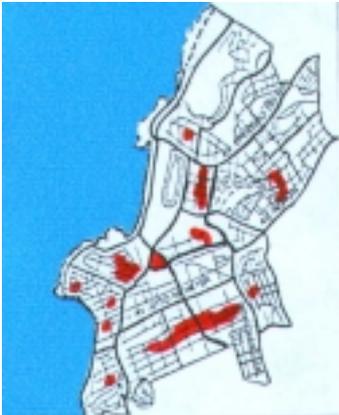
### **Quadro 5 - Resumo da tipologia 5, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.**

Tipologia	Localização	Descrição
		<p><b>Tipologia 5</b></p> <p>Residências de alvenaria com dois pavimentos e forma compacta, ocupando toda a frente do terreno.</p>

### **Tipologia 6:**

Esta tipologia é composta por residências de dois pavimentos com acabamento externo em alvenaria, apresentando uma forma irregular principalmente no 2º pavimento. Normalmente esta tipologia está implantada em terrenos com largura em torno de 10 m e apresenta recuo lateral pelo menos numa das divisas do lote. Estas residências apresentam na um bom acabamento e aparentam pouco tempo de uso (ver Anexo I).

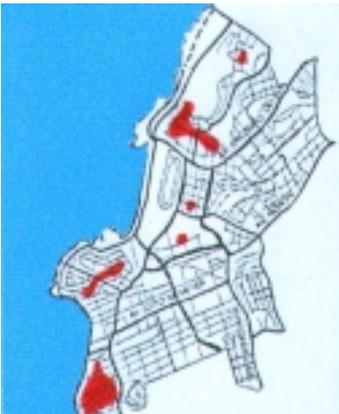
**Quadro 6 - Resumo da tipologia 6, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.**

Tipologia	Localização	Descrição
		<p><b>Tipologia 6</b></p> <p>Casas de alvenaria com dois pavimentos e forma irregular, aparentando pouca idade.</p>

**Tipologia 7:**

Compreendem as mansões, que podem apresentar 1 ou 2 pavimentos.

**Quadro 7 - Resumo da tipologia 7, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.**

Tipologia	Localização	Descrição
		<p><b>Tipologia 7</b></p> <p>Mansões com um ou dois pavimentos e ótimo acabamento, implantadas em terrenos de grandes dimensões.</p>

Estas residências apresentam sempre uma grande área construída e ocupam igualmente uma grande área de terreno. São construídas em alvenaria e possuem uma boa qualidade dos materiais de acabamento

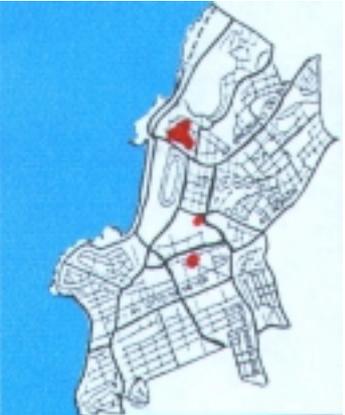
externo. Estão normalmente implantadas em terrenos de grandes dimensões, compostos por 2 ou 3 lotes

Algumas residências pertencentes a esta tipologia aparentam pouco tempo de uso, sendo que outras aparentam bastante idade (ver Anexo J).

### **Tipologia 8:**

Esta tipologia é composta por blocos residenciais com 4 pavimentos sem pilotis, podendo conter de 8 a 10 apartamentos por andar. Apresentam uma planta-baixa com forma retangular e estão implantados normalmente em grandes lotes, formando condomínios residenciais.

**Quadro 8 - Resumo da Tipologia 8, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.**

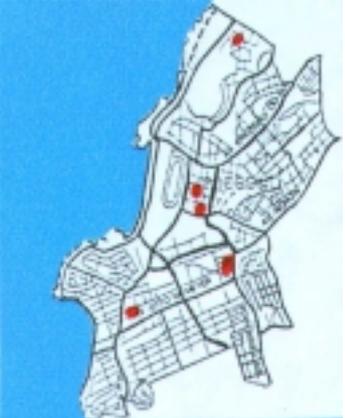
Tipologia	Localização	Descrição
		<p><b>Tipologia 8</b></p> <p>Blocos residenciais de 4 pavimentos sem pilotis e forma retangular apresentando bastante idade e acabamento modesto.</p>

A maior parte dos prédios pertencentes a esta tipologia aparenta uma idade superior a 20 anos. O acabamento externo é sempre modesto e simples sendo que alguns prédios apresentam bom estado de conservação (ver Anexo K).

**Tipologia 9:**

Os prédios que fazem parte desta tipologia são compostos por edifícios residenciais com pilotis, 3, 4 ou 5 pavimentos e cobertura. Possuem um bom padrão de acabamento. A planta baixa possui uma forma retangular e apresentam recuos laterais, de frente e fundos. As fachadas sempre possuem sacadas. O terreno onde estão implantados normalmente é formado por dois lotes (ver Anexo L).

**Quadro 9 - Resumo da Tipologia 9, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.**

Tipologia	Localização	Descrição
		<p><b>Tipologia 9</b></p> <p>Edifícios residenciais com pilotis, 3, 4 ou 5 pavimentos e cobertura, apresentando ótimo padrão de acabamento.</p>

**Tipologia 10:**

Esta tipologia é composta por edifícios residenciais com pilotis, 10 a 16 pavimentos e cobertura, apresentando a forma de torres que se destacam na paisagem dominante da área de estudo. A maior parte destes prédios se encontra implantada em grupos de dois ou mais prédios, formando condomínios residenciais. A maior parte dos mesmos aparenta entre 15 e 20 anos de uso.

A grande maioria destes prédios apresenta bom estado de conservação. O acabamento externo é variado, alguns mais modestos e outros mais luxuosos (ver Anexo M).

**Quadro 10 - Resumo da tipologia 10, localização das amostras levantadas na área e descrição sumária.**

Tipologia	Localização	Descrição
		<p><b>Tipologia 10</b></p> <p>Edifícios residenciais com 10 a 16 pavimentos e cobertura, formando torres que se destacam da paisagem.</p>

### 3.6 LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Como primeira etapa, antes de verificar-se o consumo individual dos consumidores da amostra, procurou-se analisar o comportamento do mercado de energia residencial da cidade de Porto Alegre durante os dois anos correspondentes ao levantamento de dados para a pesquisa de campo, ou seja, 1997 e 1998 (CEEE, 1999).

Após a escolha dos representantes de cada tipologia, foram identificados e coletados os endereços de vários representantes das mesmas, totalizando aproximadamente 1.880 endereços, correspondendo a uma média de 188 endereços para cada tipologia. Para tanto, foram percorridas várias vezes todas as ruas da área de estudo.

Com estes endereços em mãos, foi providenciado o levantamento dos dados de consumo de energia elétrica correspondente a cada um

dos domicílios escolhidos, junto à CEEE - Companhia Estadual de Energia Elétrica, Concessionária responsável pela distribuição de energia elétrica na região Sul-Sudeste do Estado, englobando a cidade de Porto Alegre (CEEE, 1998 a).

De todos os endereços levantados, foram obtidas as informações de consumo disponibilizadas na forma de consumos mensal por domicílio referentes a dois anos (1997 e 1998). Foram desprezados aqueles consumidores (prédios ou apartamentos), cujo histórico de consumo não completava todos os 24 meses.

Os dados sobre consumo de energia, contidos nos históricos de consumo, fornecidos pela CEEE, foram somados mês a mês completando vinte e quatro meses. O consumo médio mensal de cada ano foi obtido dividindo o total de cada ano por 12 e o consumo médio mensal bianual foi calculado pela média mensal equivalente a dois anos (CEEE, 1998 a).

Nas tipologias 8, 9 e 10 (que correspondem aos edifícios de apartamentos), foram escolhidos apenas os apartamentos que apresentavam consumo de energia correspondente a dois anos e o cálculo seguiu o mesmo método que nas demais tipologias.

### **3.6.1 Diagnóstico Energético**

A fim de verificar os usos finais de energia elétrica correspondentes a cada tipologia, foi elaborado um questionário para ser utilizado na pesquisa de campo, este formado por três partes. A primeira delas contendo perguntas gerais sobre a área construída, área do terreno, número de moradores, renda familiar, etc. A segunda parte foi constituída por perguntas sobre o número e uso de eletrodomésticos, e a última parte, contendo perguntas sobre o número, tipo e uso de iluminação artificial (ver Anexo N).

---

---

Foram diagnosticados cerca de 35 (trinta e cinco) unidades residenciais de cada tipologia, totalizando mais de 1% da população local, ou seja, aproximadamente 1.500 (um mil e quinhentas) pessoas.

O levantamento de dados para o diagnóstico foi iniciado em dezembro de 1998 através de uma pesquisa piloto (com o objetivo de testar o questionário). Em janeiro de 1999 reiniciou-se o levantamento definitivo de dados, que foi finalizado em maio do mesmo ano. Este trabalho foi realizado por dois pesquisadores e um supervisor.

Os dados coletados foram tabulados no software Excel for Windows com o objetivo de verificar não só os usos finais de energia elétrica, como também confrontar os dados declarados pelos consumidores sobre o uso de energia elétrica, com os dados reais de consumo (CEEE, 1998 a).

Como alguns eletrodomésticos são utilizados de forma diferenciada no verão, inverno ou primavera/outono, foi necessário diferenciar no software, a estimativa de consumo referente aos usos destes eletrodomésticos para as três diferentes épocas do ano, visando obter um valor médio total de consumo calculado mais próximo da realidade (ver Anexo O).

Na elaboração das planilhas de cálculos do software para a apropriação dos dados coletados em campo, foi consultada a CEEE (1998 b), além de uma consulta prévia quanto aos principais eletrodomésticos vendidos no mercado, verificada a sua potência média entre as várias marcas existentes e o consumo médio por hora dos mesmos. Em muitos casos foi necessário entrar em contato com fabricantes para verificar qual o consumo de alguns eletrodomésticos que trabalham por ciclo de uso (ex.: máquina de lavar roupas e louça). Já no caso dos aparelhos de ar condicionado de janela, foi consultada a empresa Springer Carrier S.A., além da Faculdade de Eng. Mecânica da UFRGS (ver Anexo P).

---

Por ocasião da tabulação dos dados coletados na pesquisa de campo, foram desprezados cerca de 20 consumidores por vários motivos, tais como questionários mal preenchidos ou incompletos, verificação quanto a ocorrência de mais de uma residência ligada num único medidor e não declarado pelo consumidor, verificação de consumidores exercendo atividade comercial na residência, igualmente não declarada pelo consumidor nem tampouco registrada na concessionária.

---

## RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISES



## 4. RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISES

### 4.1 COMPORTAMENTO DO MERCADO DO SETOR RESIDENCIAL DE ENERGIA ELÉTRICA.

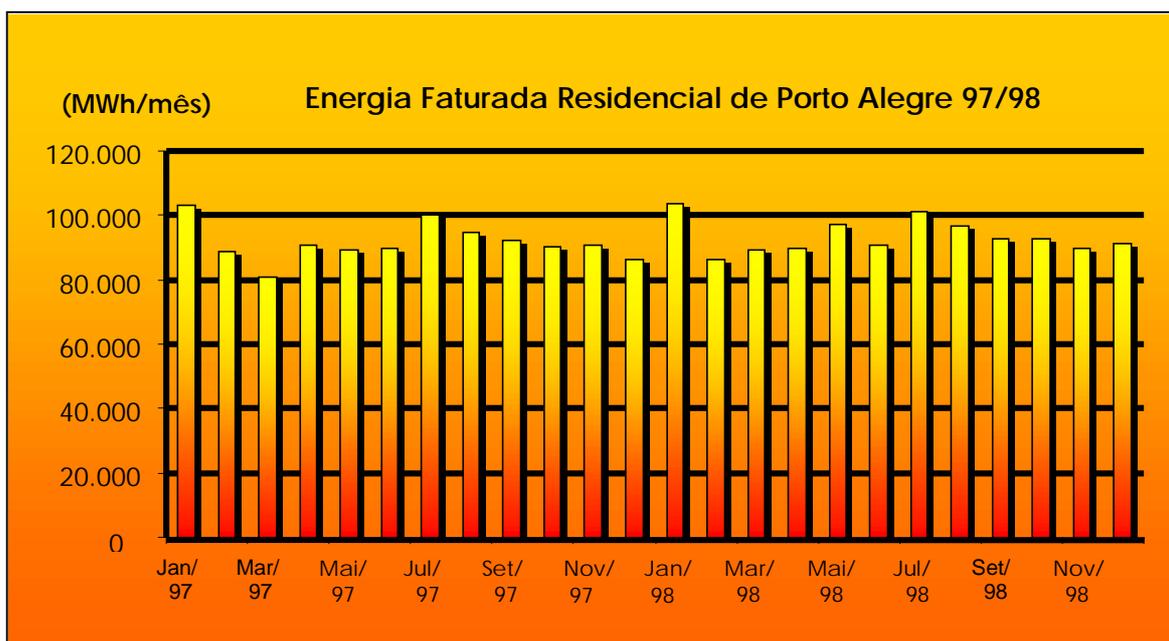
Como primeira etapa, antes de verificar o comportamento individual do consumo de energia elétrica dos consumidores da amostra, procurou-se analisar o comportamento do mercado de energia elétrica residencial da cidade de Porto Alegre durante os dois anos correspondentes ao levantamento de dados para a pesquisa de campo, ou seja, 1997 e 1998 obtendo-se os seguintes dados:

**Tabela 1 – Energia Faturada Residencial de Porto Alegre- 1997 / 1998.**

Meses do ano	1997 (kWh)	1998 (kWh)
Janeiro	103.271.984	103.651.545
Fevereiro	88.937.145	86.413.977
Março	80.660.637	89.151.316
Abril	90.977.930	89.791.883
Maiο	89.170.036	97.118.403
Junho	89.618.485	90.793.267
Julho	100.143.565	100.980.513
Agosto	94.734.632	96.771.414
Setembro	92.014.919	92.836.375
Outubro	90.212.296	92.497.599
Novembro	90.525.264	89.753.155
Dezembro	86.421.211	91.453.475
<b>Total</b>	<b>1.096.688.104</b>	<b>1.121.212.922</b>

Fonte – CEEE, 1999

Tendo em vista que os dados apresentados na Tabela 1 e na Figura 4, correspondem à energia faturada, e, portanto estão relacionados sempre à energia consumida no mês anterior, pode-se concluir que na realidade os períodos de maior consumo correspondem aos meses de **dezembro** (1996 e 1997) e **junho**, (1997 e 1998). Estes representam, respectivamente, os meses onde há uma grande incidência de calor e frio, e denotam um consumo maior em condicionamento ambiental, tanto para aquecimento como para resfriamento. Além deste fato, alguns eletrodomésticos são utilizados de forma mais intensa no inverno, como é o caso das secadoras de roupa, chuveiro elétrico na posição inverno, aquecedores de água, por exemplo, podendo estes contribuir para o aumento de consumo neste período.



Fonte – CEEE, 1999

**Figura 4– Energia Faturada Residencial de Porto Alegre- 1997 / 1998.**

Os picos de temperatura que ocorrem tanto no verão como no inverno, segundo Rahde (1998), "induzem a população ao uso mais intenso de determinados eletrodomésticos que proporcionem a melhoria

das condições de conforto das edificações, tais como condicionadores de ar, ventiladores e estufas.” Também são utilizadas com maior intensidade no inverno as secadoras de roupa, aquecedores d’água (boilers elétricos), chuveiros elétricos na posição de inverno, etc.

No entanto, sabe-se que nos meses de janeiro e fevereiro há também uma incidência muito grande de temperaturas altas, porém, ocorre nestes meses um deslocamento significativo da população de Porto Alegre para o litoral. Por tal razão julgou-se importante questionar os consumidores quanto à sua ausência ou não das residências durante o período de férias. Constatou-se, através da leitura dos questionários que 45,9% dos moradores saem de férias no verão.

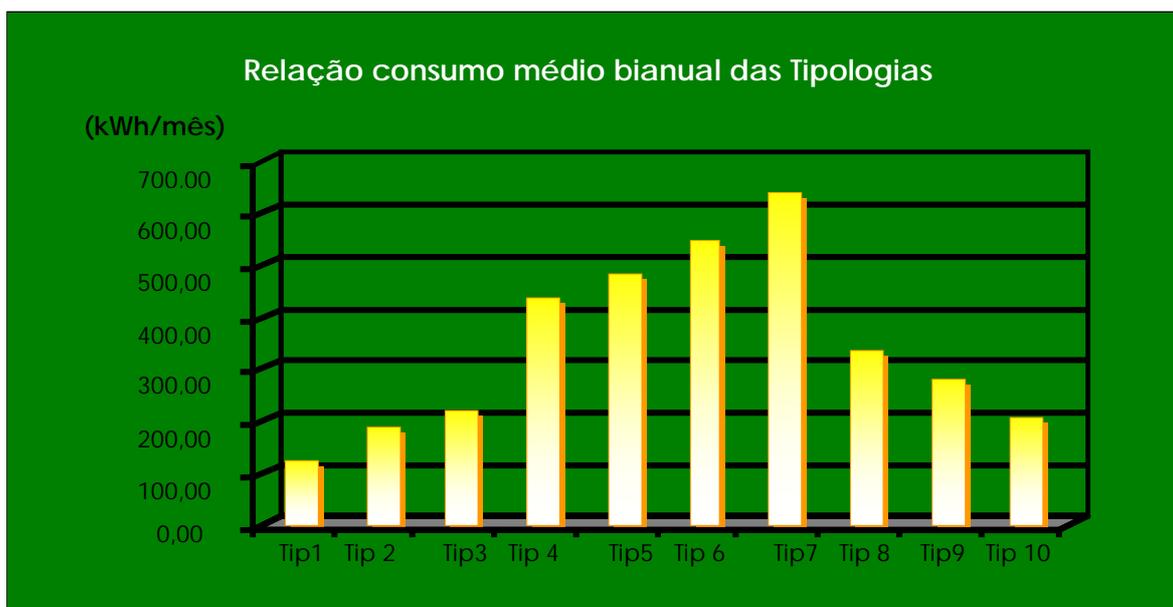
Segundo os dados contidos na Tabela 1, no período de 1997 a 1998, o consumo residencial de Porto Alegre cresceu 2,23%. Pode-se constatar que neste período houve um crescimento menor de consumo em relação ao que ocorreu de 1970 a 1992, que foi igual a 2,69% (Knijnik et al, 1994). Provavelmente a taxa de crescimento neste último período ocorreu em função de uma grande expansão de distribuição de energia elétrica no setor residencial.

Já o consumo médio por residência no período de 1997 a 1998 (CEEE, 1999), para a cidade de Porto Alegre foi de 225 kWh/mês. Este valor se apresenta superior ao apresentado por Knijnik et al (1994), que verificou um consumo de 189 kWh/mês por residência no ano de 1992, para Porto Alegre. Provavelmente este crescimento do consumo médio mensal por domicílio se deve aos fatores descritos por Lamberts et al (1996) e Knijnik et al (1994), ou seja, aumento do número de equipamentos elétricos no setor residencial, ausência de uma política de racionalização do uso de energia elétrica, entre outros.

---

## 4.2 DADOS GERAIS SOBRE AS TIPOLOGIAS E O CONSUMO

Quanto ao consumo médio bianual de energia elétrica (CEEE, 1998 a) de cada uma das Tipologias escolhidas e analisadas, obteve-se o gráfico apresentado na Figura 5 (ver Tabela 2 – consumo real CEEE).



Fonte: CEEE, 1998 a

**Figura 5- Consumo médio bianual de energia elétrica das tipologias.**

Percebe-se que entre as tipologias 1 a 7 existe um escalonamento crescente em termos de consumo e, entre as tipologias 8 a 10 o escalonamento é decrescente.

Os dados quanto ao consumo estimado foram obtidos através das informações fornecidas pelos consumidores questionados e tabulados no software Excel for Windows, a fim de verificar tanto os usos finais de energia elétrica e confrontar os dados declarados pelos consumidores com os dados reais de consumo (CEEE, 1998 a).

Os valores de consumo médio mensal bianual estimado e de consumo real (CEEE, 1998 a), para cada uma das tipologias são apresentados na Tabela 2, e Figura 6, a seguir.

Tabela 2 - Valores de consumo médio mensal bianual real e estimado.

Consumo médio mensal bianual real e estimado (kWh/mês)		
Tipologias	Real (CEEE)	Estimado
1	124,8	151,7
2	190,6	190,0
3	220,9	193,1
4	436,4	422,7
5	484,7	417,1
6	548,2	481,8
7	641,5	555,9
8	338,5	330,7
9	282,8	269,9
10	206,4	204,9

Fonte: CEEE, 1998 a

Pode-se verificar através da Figura 6 e da Tabela 2, que o consumo médio mensal estimado segue muito próximo aos dados relativos ao consumo médio mensal real, para cada uma das tipologias estudadas.

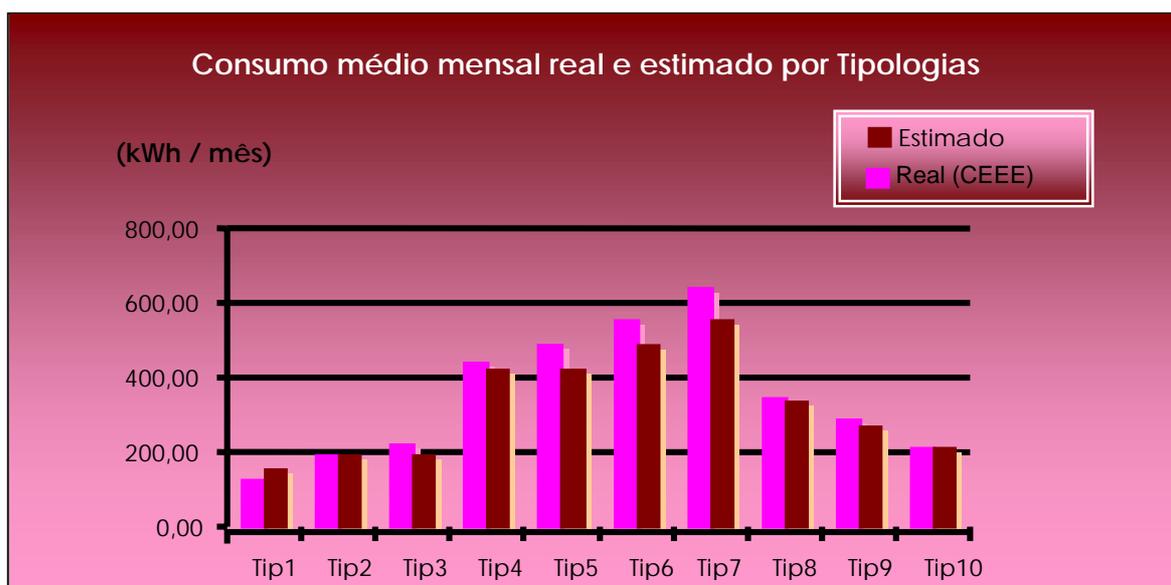


Figura 6 - Consumo médio mensal bianual estimado e real por tipologia.

O consumo médio mensal bianual estimado foi calculado para as três diferentes épocas do ano, ou seja, primavera/outono, verão e inverno, sendo apresentado na Figura 7.

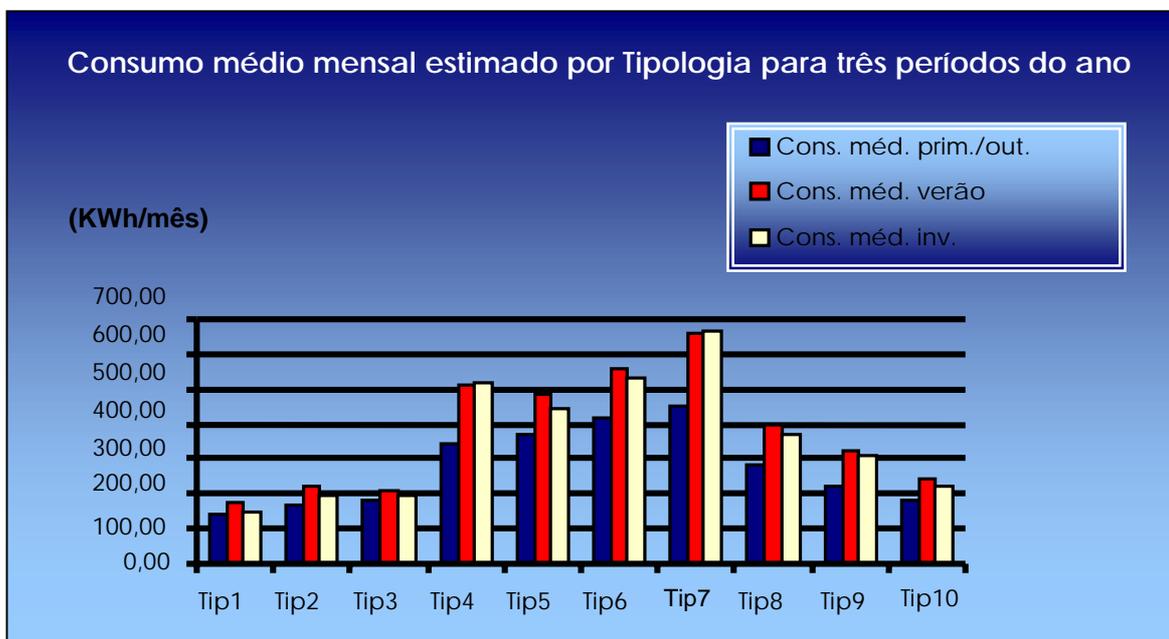


Figura 7 – Consumo médio mensal estimado para três períodos do ano.

Os dados da Figura 7, mostram claramente que nas tipologias 4, 5, 6, 8, 9 e principalmente, na 7, é evidente um aumento do consumo nos meses de inverno e verão em relação ao consumo referente aos meses de primavera e outono devido, em grande parte, aos equipamentos destinados ao conforto térmico tais como, aparelhos de ar condicionado, estufas, ventiladores e aquecimento d'água através do uso de boiler elétrico ou chuveiros elétricos ligados na posição de inverno.

Além do exposto, este comportamento se mostra presente na Tabela 1 e Figura 4, apresentados, que mostram os picos de consumo de energia residencial de Porto Alegre correspondente aos meses de dezembro e junho, ou seja, nos períodos de verão e inverno.

### 4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos dados coletados foi constituída das seguintes etapas:

#### 4.3.1 Resultados e análise quanto ao consumo mensal estimado e o consumo real.

A primeira análise compreendeu a verificação quanto à ocorrência de resultados diferenciados entre o consumo médio mensal estimado e o consumo real medido, médio bianual (CEEE, 1998 a), apresentados na Tabela 2.

Para verificar a ocorrência ou não de resultados diferenciados, utilizou-se gráficos do tipo Box-plot para cada tipologia. Desta forma, foram eliminados 14 (quatorze) consumidores que apresentaram diferenças significativas entre o consumo médio mensal bianual estimado e o real.

Após esta etapa, foi feito uso da Correlação de Pearson para verificar o grau de relacionamento entre o consumo real e o estimado, onde obteve-se os resultados apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Correlação de Pearson para cada Tipologia.**

Correlação de Pearson									
Tip. 1	Tip. 2	Tip. 3	Tip. 4	Tip. 5	Tip. 6	Tip. 7	Tip. 8	Tip. 9	Tip. 10
0,798	0,849	0,677	0,857	0,769	0,847	0,848	0,988	0,978	0,966
Posit.	Posit.	Posit.	Posit.	Posit.	Posit.	Posit.	Posit.	Posit.	Posit.
Forte	Forte	Média	Forte	Méd./For.	Forte	Forte	Fortissimo	Fortissimo	Fortissimo

De uma forma geral a correlação entre os valores de consumo médio mensal estimado e o real se apresentaram bem fortes, tendo em vista que o valor médio geral entre todas as tipologias foi igual a **0,918**.

Tendo em vista que esta correlação apresentou um valor bastante alto, ou seja, próximo de 1,0, é possível concluir que o modelo de verificação do consumo médio mensal, assim como o consumo relativo aos usos finais, com a utilização dos valores levantados na pesquisa e lançados no software Excel for Windows é satisfatório, pois conseguiu estimar os valores de consumo de energia de forma bastante fiel. Este resultado demonstra que o uso do software, juntamente com os dados de consumo utilizados no mesmo, assim como o questionário aplicado aos consumidores, foram adequados para este tipo de pesquisa.

Tendo em vista que a correlação entre os valores de consumo real (CEEE,1998 a) e os valores encontrados de consumo estimado apresentou um valor muito alto, passou-se a adotar para as análises a seguir, os valores **estimados** de consumo médio mensal. Estes foram obtidos através do software Excel for Windows, a partir do levantamento de campo com o uso dos questionários (Anexo O). Com a utilização dos dados de consumo estimado é possível analisar os múltiplos aspectos que envolvem os usos finais de energia elétrica e que não são possíveis de serem estudados diretamente sobre o consumo real de energia elétrica.

#### **4.3.2 Resultados e análise quanto ao consumo de energia elétrica estimado correspondente a cada tipologia.**

Para comparar os valores referentes ao consumo médio mensal estimado para cada tipologia, decidiu-se fazer um estudo separado, por tratarem-se de unidades residenciais com características diferenciadas, agrupando-se as tipologias 1 a 7, correspondente aos prédios unifamiliares

---

e as tipologias 8 a 10, correspondentes aos prédios multifamiliares, ou seja, apartamentos (ver Tabelas 4 e 5).

**Tabela 4 - Análise de variância para as Tipologias 1 a 7.**

Tip.	Número de domicílios	Consumo médio estimado (kWh/mês)	Consumo médio/mês mínimo (kWh/mês)	Consumo médio/mês máximo (kWh/mês)	Desvio padrão	Erro padrão
1	32	151,7 (b)	47,5	309,9	56,4	10,0
2	33	190,0 (b)	96,6	340,7	62,7	10,9
3	32	193,1 (b)	66,2	463,9	81,5	14,4
4	32	422,7 (a)	101,7	823,6	183,4	32,4
5	32	417,1 (a)	110,3	859,3	190,0	33,6
6	33	481,8 (a)	106,8	1456,7	238,7	41,6
7	32	555,9 (a)	111,7	1018,0	242,8	42,9
<b>Total</b>	<b>225</b>	<b>344,5</b>	<b>47,5</b>	<b>1456,7</b>	<b>224,8</b>	<b>15,0</b>

Os valores correspondentes às médias de consumos mensais estimados, seguidos de letras distintas, diferem entre si ao nível de significância de 5% pela análise de variância, complementado pelo teste de comparações múltiplas de Tukey.

Pode-se dizer através da análise da Tabela 4, que existem duas categorias bem diferenciadas em termos de consumo em prédios unifamiliares: o grupo formado pelas tipologias 1, 2 e 3 (categoria b), que apresentam menor consumo de energia e o grupo das tipologias 4, 5, 6 e 7 (categoria a), com maior consumo.

Tabela 5 - Análise de variância para as Tipologias 8 a 10.

Tip.	Número de domicílios	Consumo médio (kWh/mês)	Consumo médio/mês mínimo (kWh/mês)	Consumo médio/mês máximo (kWh/mês)	Desvio padrão	Erro padrão
8	30	330,7 (a)	118,8	926,6	188,2	34,4
9	30	269,9 (ab)	81,4	601,6	126,4	23,1
10	32	204,9 (b)	45,6	585,6	101,3	17,9
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>267,1</b>	<b>45,6</b>	<b>926,6</b>	<b>150,3</b>	<b>15,7</b>

Já em prédios multifamiliares (Tabela 5), a tipologia 8 apresenta um consumo médio maior do que as tipologias 9 e 10. O fato contrariou as expectativas, já que a tipologia 8 apresenta um acabamento externo de seus prédios bastante simples e é caracterizada por blocos residenciais, destinados à classe média. Por outra, os prédios correspondentes à tipologia 9, que possuem uma aparência externa com bom acabamento e melhor qualidade construtiva, apresentam consumo médio menor que os prédios da tipologia 8.

Já no caso da tipologia 10 é compreensível que os apartamentos apresentem consumo mais baixo pois, apesar de fazerem parte de prédios muito grandes, do tipo espigões, os apartamentos em geral possuem área muito pequena.

Constata-se também que a média total de consumo dos apartamentos é menor do que a das residências unifamiliares.

Para comparar a média dos consumos mensais estimados para cada uma das tipologias, foi necessário fazer uma transformação dos valores em base logarítmica, utilizando-se para tal, o teste de comparações múltiplas de Tukey (ver Anexo P), onde percebe-se que existem quatro subconjuntos bem distintos, sendo dois formados pelas

tipologias residenciais unifamiliares e dois subconjuntos formados pelas tipologias residenciais multifamiliares.

Através da análise de variância, complementado pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%, constatamos que as tipologias 1, 2 e 3 não diferem entre si quanto à média de consumo mensal, mas são significativamente menores que nas tipologias 4, 5, 6 e 7. Estas últimas não diferem entre si quanto à média de consumo mensal.

Constatamos também que, entre as tipologias 8 e 9 e entre as tipologias 9 e 10, não se verificam diferenças significativas entre si, quanto à média de consumo mensal, mas a média de consumo mensal verificada na tipologia 8 é significativamente maior que na tipologia 10.

#### **4.3.3 Resultados e análise quanto às faixas de consumo correspondentes a cada tipologia.**

Procurou-se, após esta etapa da análise estatística, verificar em que faixas de consumo se enquadram as diversas tipologias estudadas. Para tanto, foi escolhida a estrutura de faixas de consumo adotada pela metodologia do CODI<sup>5</sup> (1982), que divide o consumo residencial em cinco diferentes categorias, obtendo-se os dados contidos nas Tabelas 6 e 7.

---

<sup>5</sup>CODI – Comitê de Distribuição – Estabelece as normas e recomendações para a distribuição de energia elétrica no Brasil.

---

Tabela 6 - Distribuição das tipologias 1 a 7 por faixas de consumo.

Tip.		Categoria consumo médio mensal estimado (kWh/mês)					Total
		< 50	51 a 150	151 a 300	301 a 500	>500	
1	Quant	1	17	13	1	0	32
	%	3,1	53,1	40,6	3,1	0	100
2	Quant	0	11	19	3	0	33
	%	0	33,3	57,6	9,1	0	100
3	Quant	0	10	18	4	0	32
	%	0	31,3	56,3	12,5	0	100
4	Quant	0	2	6	14	10	32
	%	0	6,3	18,8	43,8	31,3	100
5	Quant	0	1	9	12	10	32
	%	0	3,1	28,1	37,5	31,3	100
6	Quant	0	1	5	15	12	33
	%	0	3,0	15,2	45,5	36,4	100
7	Quant	0	1	4	9	18	32
	%	0	3,1	12,5	28,1	56,3	100
Total	Quant	1	43	74	58	50	226
	%	4	19,0	32,7	25,7	32,1	100

Analisando a Tabela 6, que apresenta a distribuição das tipologias 1 a 7, por faixas de consumo, constatamos que as tipologias 1, 2 e 3 estão associadas às faixas de consumo menores que 500 kWh/mês, sendo que o maior percentual se concentra na faixa de consumo entre 151 e 300 kWh/mês. As tipologias 4, 5, 6 e 7 estão associadas às faixas de consumo acima de 50 kWh/mês, sendo que os maiores percentuais se concentram na faixa entre 301 e 500 kWh/mês nas tipologias 4, 5 e 6, e na faixa acima de 500 kWh/mês na tipologia 7.

Tabela 7 - Distribuição das tipologias 8, 9 e 10 por faixas de consumo.

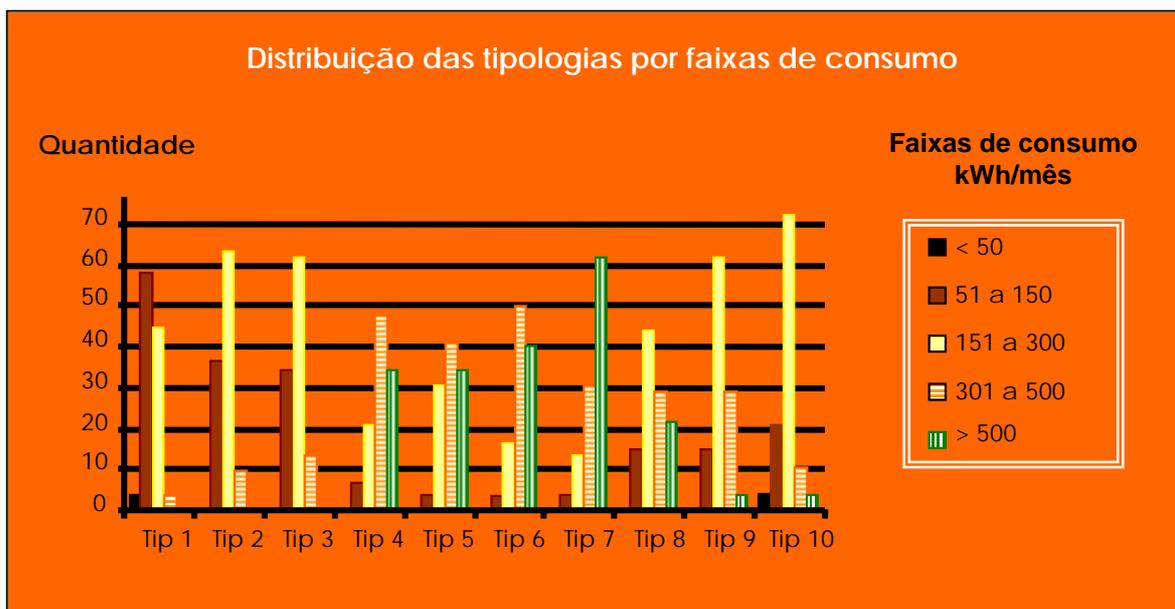
Tip.		Categoria consumo médio mensal estimado (kWh/mês)					Total
		< 50	51 a 150	151 a 300	301 a 500	>500	
8	Quant	0	4	12	8	6	30
	%	0	13,3	40,0	26,7	20,0	100
9	Quant	0	4	17	8	1	30
	%	0	13,3	56,7	26,7	3,3	100
10	Quant	1	6	21	3	1	32
	%	3,1	18,8	65,6	9,4	3,1	100
Total	Quant	1	14	50	19	8	92
	%	1,1	15,2	54,3	20,7	8,7	100

Analisando a Tabela 7, constatamos que a tipologia 8, 9 e 10 estão associadas a uma ampla faixa de consumo, ou seja, entre menos de 50 e acima de 500 kWh/mês, com a maior concentração de consumidores na faixa entre 151 e 300 kWh/mês nas tipologias 8, 9 e 10.

A faixa de consumo abaixo de 50 kWh/mês, se mostrou representada por apenas uma edificação da tipologia 1 e um domicílio da tipologia 10.

A Figura 8, a seguir, apresenta a distribuição das tipologias em relação às faixas de consumo.

Pode-se verificar nesta mesma figura uma seqüência crescente de faixas de consumo das tipologias 1 a 7 e decrescente das tipologias 8 a 10, ou seja, as faixas de menor consumo (51 a 150 e 151 a 300 kWh/mês) aparecem com maior intensidade nas tipologias 1, 2 e 3 e vão decrescendo até a tipologia 7, crescendo novamente das tipologias 8 a 10. Já a faixa de maior consumo (acima de 500 kWh/mês), cresce da tipologia 4 a 7 e decresce da tipologia 8 a 10.



**Figura 8 – Distribuição das tipologias por faixas de consumo.**

A faixa de consumo mais representativa da amostra situou-se entre 151 a 300 kWh/mês, totalizando 39,1% dos consumidores, ou seja, um valor superior à faixa média representativa de Porto Alegre que, segundo Knijnik et al (1994), se encontra entre 100 e 200 kWh/mês, representando 37,19% dos consumidores. Além disso, a faixa de consumo inferior a 50 kWh/mês, representada na pesquisa por apenas dois consumidores, se distancia consideravelmente dos 11% de consumidores residenciais de Porto Alegre que estão incluídos nesta faixa de consumo (Knijnik et al, 1994). Segundo o mesmo autor (Knijnik et al, 1994), na cidade de Porto Alegre somente 4% dos domicílios apresentam um consumo acima de 500 kWh/mês e na amostra esta faixa é representada por 18,3% das residências.

Já o consumo médio por unidade consumidora residencial da amostra foi de 350 kWh/mês, considerando o consumo real (CEEE, 1998 a), ou seja, bastante superior ao consumo por unidade residencial de Porto Alegre, nos anos de 1997 e 1998, que foi de 225 kWh/mês (CEEE, 1998 a), e igualmente superior ao valor de 189 kWh/mês correspondente ao consumo por unidade residencial de 1970 a 1992, para a cidade de Porto Alegre, conforme Knijnik et al (1994).

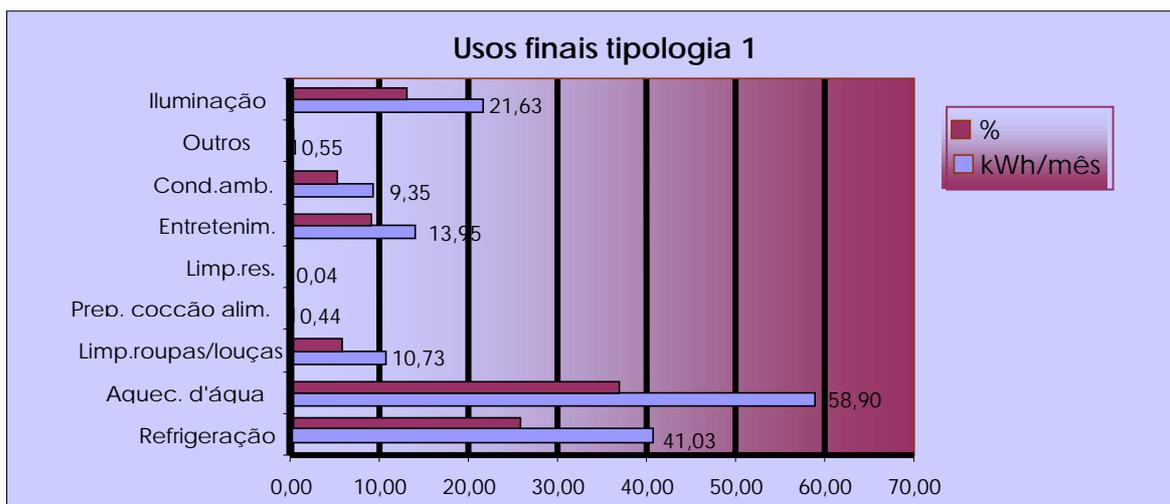
Os comentários acima demonstram que os dados colhidos quanto ao consumo de energia elétrica residencial da amostra, não podem ser considerados como representativos da cidade de Porto Alegre.

#### **4.3.4 Resultados e análise quanto à posse de eletrodomésticos e usos finais de energia elétrica**

Para analisar os usos finais de consumo de energia referentes a cada tipologia, foram criadas nove categorias, correspondendo cada uma delas ao uso de determinados eletrodomésticos (ver Anexo R).

A partir da análise dos usos finais correspondentes a cada tipologia, foi possível construir gráficos que mostram os percentuais e o consumo correspondente a cada uso final em relação ao consumo médio mensal estimado, que são apresentados a seguir:

A pesquisa de posse e hábitos de consumo indicou que na **tipologia 1** os usos finais mais utilizados por ordem são o aquecimento d'água (chuveiro elétrico), representando 37,6% do consumo (58,9 kWh/mês), a seguir temos a refrigeração (geladeira de uma porta), com 26,2% do consumo (41,0kWh/mês), em terceiro lugar temos a iluminação, com 13,8% do consumo (21,6 kWh/mês) e em quarto lugar temos o entretenimento (rádio e televisão), com 8,9% do consumo (9,3kWh/mês) (ver Figura 9).



**Figura 9 – Percentual dos usos finais de energia elétrica na tipologia 1.**

A posse de eletrodomésticos na tipologia 1 pode ser verificada na Tabela 8, a seguir:

**Tabela 8 – Posse de eletrodomésticos – Tipologia 1.**

Posse de eletrodomésticos – Tipologia 1					
Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)
Geladeira 1 porta	100	Lavad. roupas fria	34	Televisor até 20''	91
Freezer	6	Secadora roupas	3,1	Video cassete	22
Forno microondas	9	Ferro de passar	69	Aparelho som	78
Liquidificador	72	Aspirador pó	3	Video game	6,3
Batedeira	22	Chuveiro elétrico	100	Rádio relógio	13
Esprem. de frutas	9	Secador cabelos	13	Ventilador / Circ. de ar	78

A tipologia 1 apresenta um reduzido número de eletrodomésticos, se comparada às demais tipologias, sendo que a maioria dos mesmos pode ser considerado como essencial, ou seja, geladeira de uma porta, chuveiro elétrico, televisor e aparelho de som, que apresentam os maiores percentuais de posse. Apesar do baixo percentual apresentado pelo condicionamento ambiental (6% do consumo ou 9,4 kWh/mês),

representado pelo ventilador, é importante frisar que 78% das residências pertencentes a esta tipologia possuem este equipamento (ver Tabela 8).

Na **tipologia 2** o consumo de energia elétrica é distribuído por usos finais pela seguinte ordem de utilização: a refrigeração, com 33,6% do consumo (65,8kWh/mês) (geladeira de uma e duas portas e freezer), o aquecimento d' água, com 23,2% (45,4 kWh/mês) (chuveiro elétrico), e em terceiro lugar a iluminação com 12,9% do consumo (25,2 kWh/mês). Em seguida temos a limpeza de louças e roupas e o entretenimento, representando respectivamente 9,2% (18,1 kWh/mês) e 9,0% (17,7 kWh/mês) do consumo (ver Figura 10).

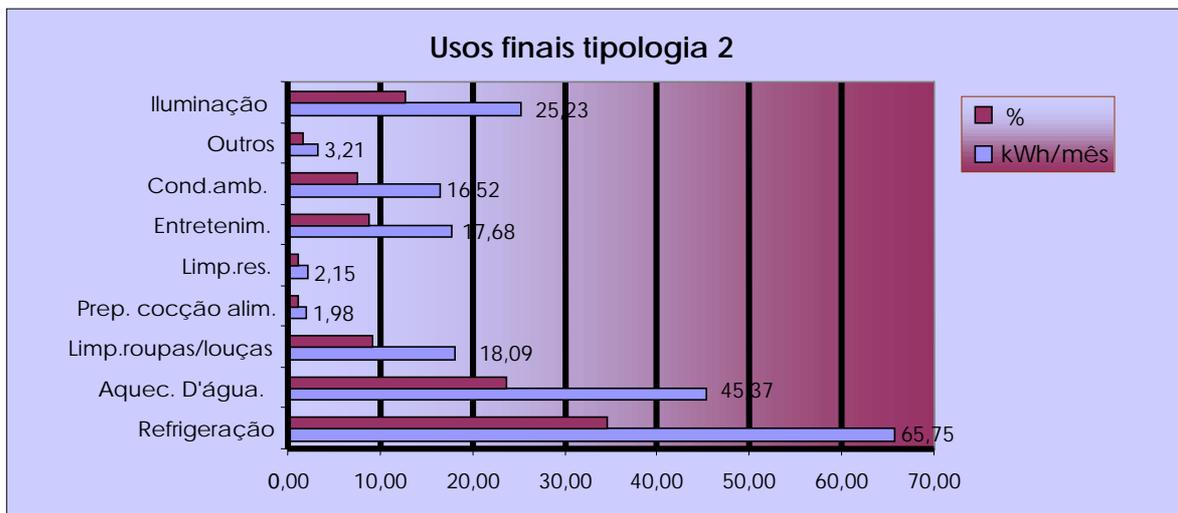


Figura 10 – Percentual dos usos finais de energia elétrica na tipologia 2.

O condicionamento ambiental responde por 8,4% do consumo (16,5 kWh/mês), representado pelo ventilador, ar de condicionado e estufa, sendo que 94% das residências possuem ventilador e 13% estufa (ver Tabela 9).

A tipologia 2, apresenta uma diversidade bem maior de eletrodomésticos do que a tipologia 1, como é mostrado na Tabela 9.

Tabela 9 – Posse de eletrodomésticos – Tipologia 2.

Posse e uso de eletrodomésticos – Tipologia 2					
Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)
Geladeira 1 porta	81	Torradeira elétrica	13	Televisor até 20''	94
Geladeira 2 portas	19	Cafeteira elétrica	34	Televisor acima 20''	19
Freezer	47	Lavador a roupas fria	75	Vídeo cassete	59
Torneira Elétrica	6,3	Lavad. roupasquent.	9,4	Aparelho som	78,1
Lavad. pratos peq.	3,1	Secadora roupas	22	Vídeo game	16
Exaustor	6,3	Centrifuga roupas	9,4	Rádio relógio	31,3
Depurador	3,1	Ferro de passar	97	Ventilador / Circ. de ar	94
Forno microondas	47	Aspirador pó	47	Ar cond. médio	3,1
Forno elétrico	6,3	Vaporizador	3,1	Estufa	13
Fritadeira Elétrica	6,3	Enceradeira	13	Computador	6,3
Liquidificador	100	Chuveiro elétrico	94	Telefone s/ fio	16
Batedeira	63	Secador cabelos	63	Cortador grama	6,3
Esprem. de frutas	28	Barbeador elétrico	9,4	Outros	0

Na **tipologia 3** o consumo de energia elétrica é distribuído pelos usos finais, conforme a Figura 11

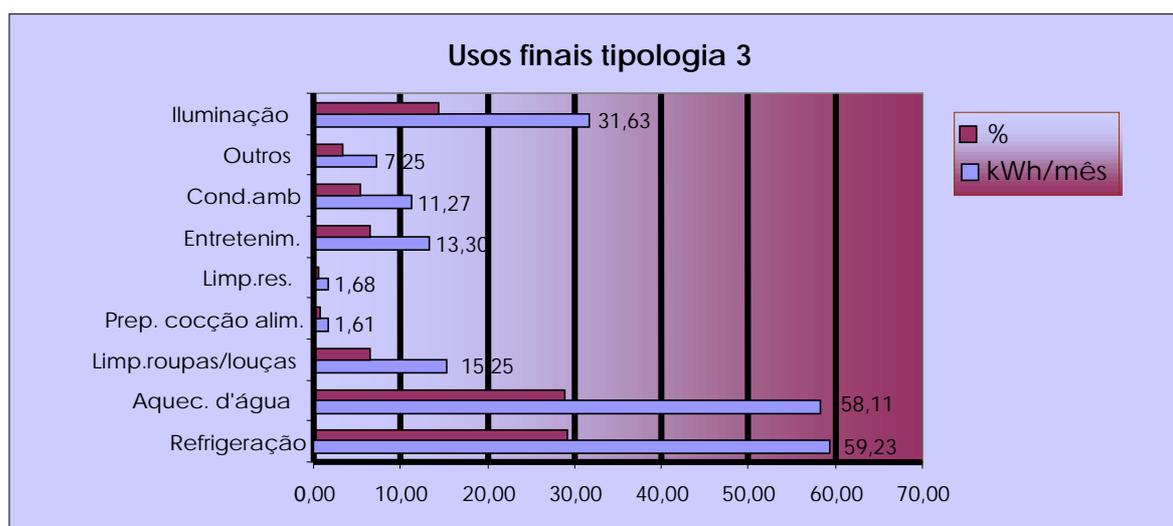


Figura 11 – Percentual dos usos finais de energia elétrica na Tipologia 3.

Na tipologia 3 os usos finais mais empregados por ordem são a refrigeração, com 29,7% do consumo (59,2 kWh/mês), correspondendo à geladeira de uma e duas portas e freezer, o aquecimento d'água, com 29,2% (58,1 kWh/mês) correspondendo ao chuveiro elétrico, e, em terceiro lugar a iluminação, com 15,9% do consumo (31,6 kWh/mês). A seguir temos a limpeza de roupas/louças, com 7,7% do consumo (ver Figura 11).

A tipologia 3 apresenta uma variedade bem maior de eletrodomésticos do que as tipologias 1 e 2, como pode se visto na Tabela 10.

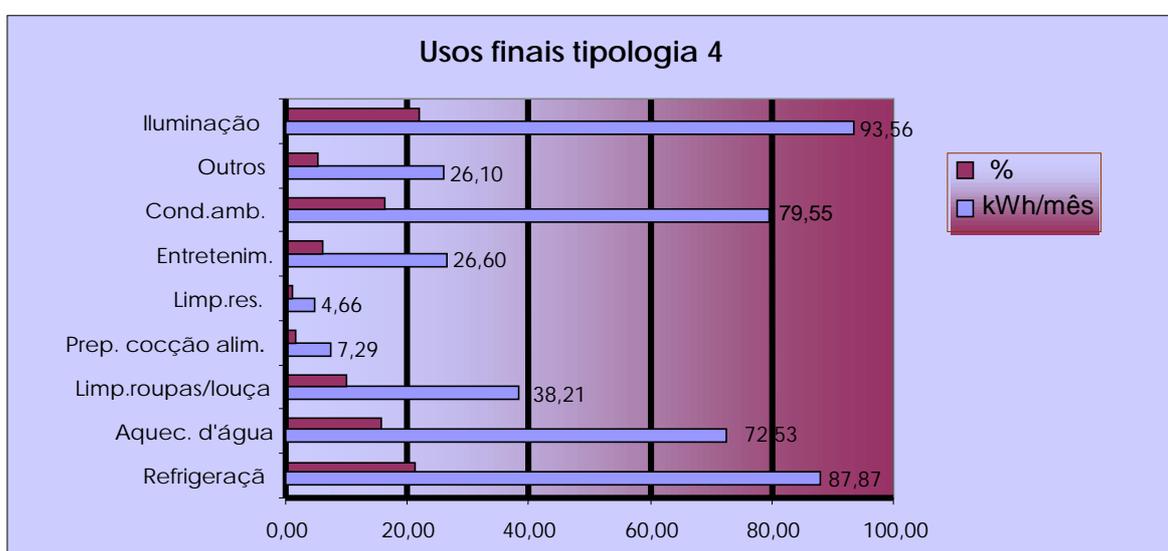
**Tabela 10 – Posse de eletrodomésticos – Tipologia 3.**

Posse e uso de eletrodomésticos – Tipologia 3					
Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)
Geladeira 1 porta	88	Torradeira elétrica	19	Televisor até 20''	94
Geladeira 2 portas	13	Cafeteira elétrica	19	Televisor acima 20''	9,4
Freezer	38	Lavad. roupas fria	66	Vídeo cassete	44
Torneira Elétrica	6	Lavad. roupas quen	6,3	Aparelho som	78
Lavad. pratos peq.	13	Secadora roupas	25	Vídeo game	13
Lavad. pratos gr.	6	Centrifuga roupas	3,1	Rádio relógio	47
Exaustor / Depur.	19	Ferro de passar	94	Ventilador / Circ. ar	88
Forno microondas	28	Aspirador pó	34	Ar cond. peq.	13
Fritadeira Elétrica	6,3	Vaporizador	3,1	Ar cond. médio	3,1
Liquidificador	94	Enceradeira	19	Estufa	13
Batedeira	63	Chuveiro elétrico	94	Computador	13
Esprem. de frutas	44	Secador cabelos	41	Telefone s/ fio	6,3

Na tipologia 3, o percentual de residências com equipamentos de condicionamento ambiental se mostra bem maior do que na tipologia 1 e 2, ou seja, 88% dos domicílios possuem ventilador/circulador de ar, 16,1% ar condicionado e 13% estufa.

Além disso, esta tipologia apresenta uma média de 1,9 televisores por domicílio (ver Tabela 10).

Na **tipologia 4** o consumo de energia elétrica é distribuído principalmente pelos seguintes usos finais: a iluminação, com 21,4% do consumo (93,6 kWh/mês), a refrigeração, com 20,1% do consumo (87,9 kWh/mês)(geladeiras de uma e duas portas e freezer), o condicionamento ambiental, com 18,2% do consumo (79,6 kWh/mês), e em quarto lugar o aquecimento d'água com 16,2% do consumo (72,5 kWh/mês)(chuveiro e torneira elétrica e boiler) (ver Figura 12).



**Figura 12 – Percentual dos usos finais de energia elétrica na Tipologia 4.**

Na tipologia 4, 15,6% das residências utilizam gás para o aquecimento d'água. Quanto ao condicionamento ambiental, 91% das residências possuem ventiladores/ circuladores de ar, havendo cerca de 3,7 destes aparelhos por residência. Já os televisores são em número de 2,9 aparelhos por residência (ver Tabela 11).

Tabela 11 – Posse de eletrodomésticos – Tipologia 4.

Posse e uso de eletrodomésticos – Tipologia 4					
Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)
Geladeira 1 porta	75	Lavad. roupas fria	88	Video cassete	72
Geladeira 2 portas	38	Lavad. roupas quen	13	Aparelho som	88
Freezer	72	Secadora roupas	53,1	Vídeo game	16
Torneira Elétrica	28	Centrifuga roupas	3,13	Rádio relógio	65,6
Lavad. pratos peq.	44	Ferro de passar	100	Ventilador / Circ.	91
Lavad. pratos gran.	13	Aspirador pó	81	Ar cond. peq.	50
Exaustor	44	Vaporizador	13	Ar cond. médio	28
Forno microondas	78	Enceradeira	44	Estufa	47
Forno elétrico	19	Chuveiro elétrico	75	Computador	66
Liquidificador	91	Boiler elétrico	9,4	Fax	13
Batedeira	78	Secador cabelos	87,5	Telefone s/ fio	66
Esprem. de frutas	56	Barbeador elétrico	13	Motor piscina	31
Torradeira elétrica	53	Televisor até 20''	94	Cortador grama	31,3
Cafeteira elétrica	34	Televisor acima 20''	34	Outros	0

Na **tipologia 5** o consumo de energia elétrica é distribuído pelos usos finais, conforme a Figura 13

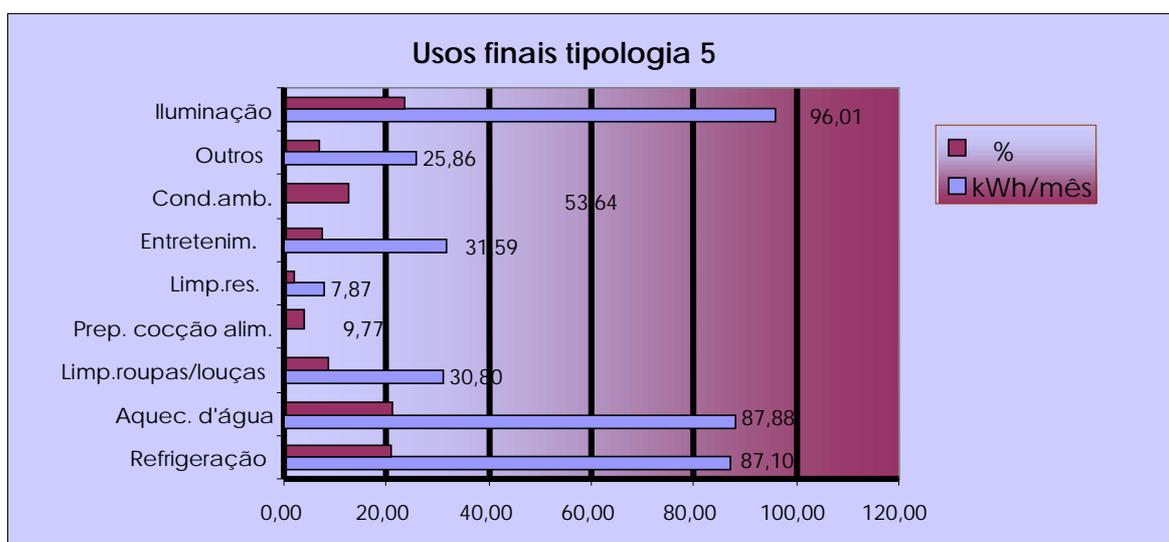


Figura 13 – Percentual dos usos finais de energia elétrica na Tipologia 5.

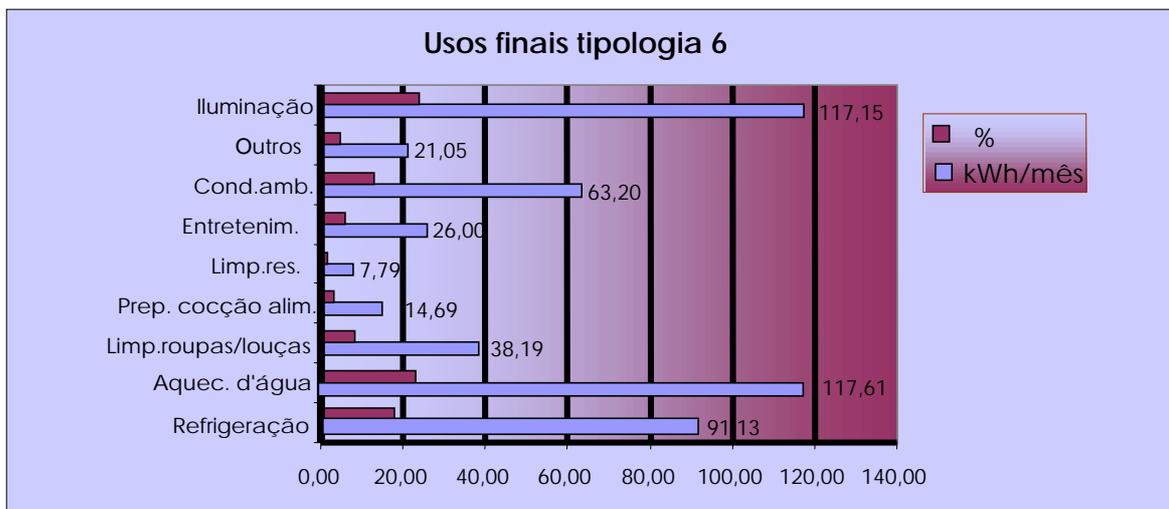
Na tipologia 5 temos a iluminação, com 22,3% do consumo (96 kWh/mês), o aquecimento d'água, com 20,4% (87,9 kWh/mês) representada pelo chuveiro e torneira elétrica e boiler, a refrigeração, com 20,2% (87,1 kWh/mês), representada pela geladeira de uma ou duas portas e freezer e, em quarto lugar temos o condicionamento ambiental, com 12,5% do consumo (53,6 kWh/mês) (ver Figura 13).

Quanto ao condicionamento ambiental, 90,6% das residências da Tipologia 5 possuem ventiladores/ circuladores de ar somando-se cerca de 2,5 destes aparelhos por residência; 62,5% das residências possuem aparelhos de ar condicionado e 21,9% possuem estufa. Já os televisores são em número de 3,2 aparelhos por residência. Oito residências utilizam aquecimento a gás em lugar de chuveiros elétricos e 5 residências possuem boiler elétrico (ver Tabela 12).

**Tabela 12 – Posse de eletrodomésticos – Tipologia 5.**

Posse e uso de eletrodomésticos – Tipologia 5					
Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)
Geladeira 1 porta	84,4	Cafeteira elétrica	56,3	Televisor acima 20''	75
Geladeira 2 portas	15,6	Lavad. roupas fria	87,5	Video cassete	78,1
Freezer	81,3	Lavad. roupas peq.	15,6	Aparelho som	90,6
Torneira Elétrica	6,3	Secadora roupas	31,3	Video game	28,1
Lavad. pratos peq.	18,8	Centrif. roupas	3,1	Rádio relógio	59,4
Lavad. pratos gr.	15,6	Ferro de passar	100	Ventilador / Circ. ar	90,6
Exaustor	46,9	Aspirador pó	90,6	Ar cond. peq.	46,9
Forno microondas	78,1	Vaporizador	6,3	Ar cond. médio	15,6
Forno elétrico	3,1	Enceradeira	25	Estufa	21,9
Fritadeira Elétrica	3,1	Chuveiro elétrico	59,4	Computador	75
Liquidificador	100	Boiler elétrico	15,6	Fax	18,8
Batedeira	78,1	Secador cabelos	75	Telefone s/ fio	81,3
Esprem. de frutas	59,4	Barbeador elétrico	18,8	Motor piscina	25
Torradeira elétrica	31,3	Televisor até 20''	93,8	Cortador gramah	28,1

A **tipologia 6** apresenta um consumo de energia elétrica distribuído principalmente, entre seguintes usos finais: aquecimento d'água, com 23,7% (117,7 kWh/mês) representado pelo chuveiro elétrico e torneira elétrica e boiler, a seguir a iluminação, com 20,6% (117,2 kWh/mês), em terceiro lugar a refrigeração, com 18,3% (91,1 kWh/mês) representada pela geladeira de uma ou duas portas e freezer, e em quarto lugar, o condicionamento ambiental, com 12,7% (63,2 kWh/mês) (ver Figura 14).



**Figura 14 – Percentual dos usos finais de energia elétrica na Tipologia 6.**

Quanto ao condicionamento ambiental, 97% das residências da tipologia 6 possuem ventiladores/ circuladores de ar, sendo que há cerca de 2,7 destes aparelhos por residência; 72,7% das residências possuem aparelhos de ar condicionado e 36,4% possuem estufa. Já os televisores são em número de 2,7 aparelhos por residência, sendo que algumas residências usam aquecimento d'água à gás e 5 utilizam boiler elétrico, apresentando um grande consumo energético (ver Tabela 13).

Tabela 13 – Posse de eletrodomésticos – Tipologia 6.

Posse e uso de eletrodomésticos – Tipologia 6					
Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)
Geladeira 1 porta	75,8	Torradeira elétrica	57,6	Televisor acima 20''	57,6
Geladeira 2 portas	33,3	Cafeteira elétrica	36,4	Video cassete	90,9
Freezer	81,8	Lavad. roupas fria	93,9	Aparelho som	97
Torneira Elétrica	15,2	Lav. roupas quen	3	Vídeo game	27,3
Lavad. pratos peq.	60,6	Secadora roupas	69,7	Rádio relógio	69,7
Lavad. pratos gr.	15,2	Ferro de passar	100	Ventilador / circ. ar	97
Exaustor	39,4	Aspirador pó	87,9	Ar cond. peq.	51,5
Depurador	3	Vaporizador	6,1	Ar cond. médio	21,2
Forno microondas	97	Enceradeira	30,3	Estufa	36,4
Forno elétrico	9,1	Chuveiro elétrico	75,8	Computador	78,8
Fritadeira Elétrica	6,1	Boiler elétrico	15,2	Fax	24,2
Liquidificador	90,9	Secador cabelos	75,8	Telefone s/ fio	72,7
Batedeira	81,8	Barbeador elétrico	27,3	Motor piscina	18,2
Esprem. de frutas	63,6	Televisor até 20''	87,9	Cortador grama	27,3

Na **tipologia 7** o consumo de energia elétrica é distribuído pelos usos finais, conforme a Figura 15.

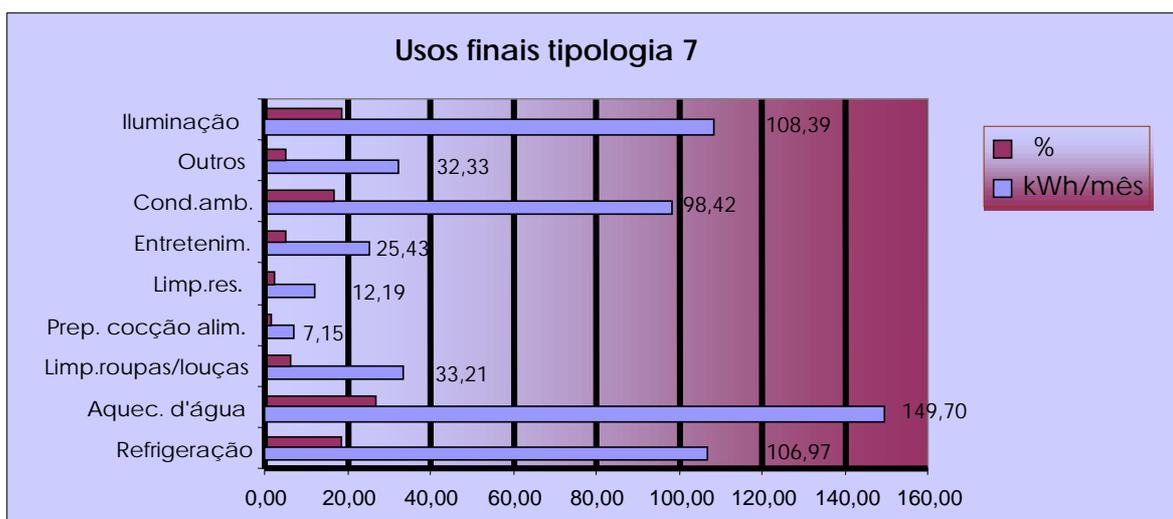


Figura 15 – Percentual dos usos finais de energia elétrica na Tipologia 7

Na tipologia 7 temos o aquecimento d'água, com 26,1% do consumo (149,7 kWh/mês) (chuveiro e torneira elétrica e boiler) a seguir, a iluminação, com 18,9% do consumo (108,39 kWh/mês) e em terceiro lugar, a refrigeração, com 18,6% (107 kWh/mês)(geladeira de uma ou duas portas e freezer). Em quarto lugar temos o condicionamento ambiental, com 17,2% do consumo (98,4 kWh/mês), representado pelos ventiladores, ar condicionado tipo de janela, ar condicionado central e estufa (ver Figura 15).

A tipologia 7, apresenta uma grande variedade muito grande de eletrodomésticos como pode ser verificado na Tabela 14.

**Tabela 14 – Posse de eletrodomésticos – Tipologia 7.**

Posse e uso de eletrodomésticos – Tipologia 7					
Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)
Geladeira 1 porta	75	Cafeteira elétrica	44	Vídeo cassete	78
Geladeira 2 portas	31	Lavad. roupas fria	81	Aparelho som	94
Freezer	78	Lavad. roupas quen	13	Vídeo game	25
Torneira Elétrica	22	Secadora roupas	59	Rádio relógio	53
Lavad. pratos peq.	38	Centrifuga roupas	13	Ventilador / circ. ar	78
Lavad. pratos gr.	13	Ferro de passar	97	Ar cond. peq.	41
Exaustor	41	Aspirador pó	84	Ar cond. médio	25
Depurador	9,4	Vaporizador	19	Ar cond. central	6,3
Forno microondas	88	Enceradeira	38	Estufa	25
Forno elétrico	19	Chuveiro elétrico	47	Computador	72
Fritadeira Elétrica	13	Boiler elétrico	28	Fax	44
Liquidificador	96,9	Secador cabelos	78	Telefone s/ fio	78
Batedeira	66	Barbeador elétrico	31	Motor piscina	34
Esprem. de frutas	59	Televisor até 20''	88	Cortador grama	34
Torradeira elétrica	53	Televisor acima 20''	72	Outros	0

Quanto ao condicionamento ambiental 78% dos domicílios da tipologia 7 possuem ventiladores/circ. de ar, 66% possuem aparelhos de ar condicionado e 6,3% possuem ar condicionado central, sendo que 25% dos domicílios possuem estufa. Além disso, a tipologia 7 apresenta uma média de 2,9 televisores por domicílios, mas o aspecto que chama mais a atenção é que 28% dos domicílios possuem boiler elétrico para aquecimento d'água conforme pode ser observado na Tabela 14.

A **tipologia 8** apresenta um consumo de energia elétrica distribuído principalmente pelos seguintes usos finais: a refrigeração, com 22,9% do consumo (78,3 kWh/mês), representado pela geladeira de uma ou duas portas e freezer; a seguir temos a iluminação, com 19,6% do consumo (67,1 kWh/mês); em terceiro lugar temos o condicionamento ambiental, com 15,3% do consumo (52,5 kWh/mês) e em quarto lugar temos o aquecimento d'água, com 15,2% (52 kWh/mês)(chuveiro e torneira elétrica) (ver Figura 16).

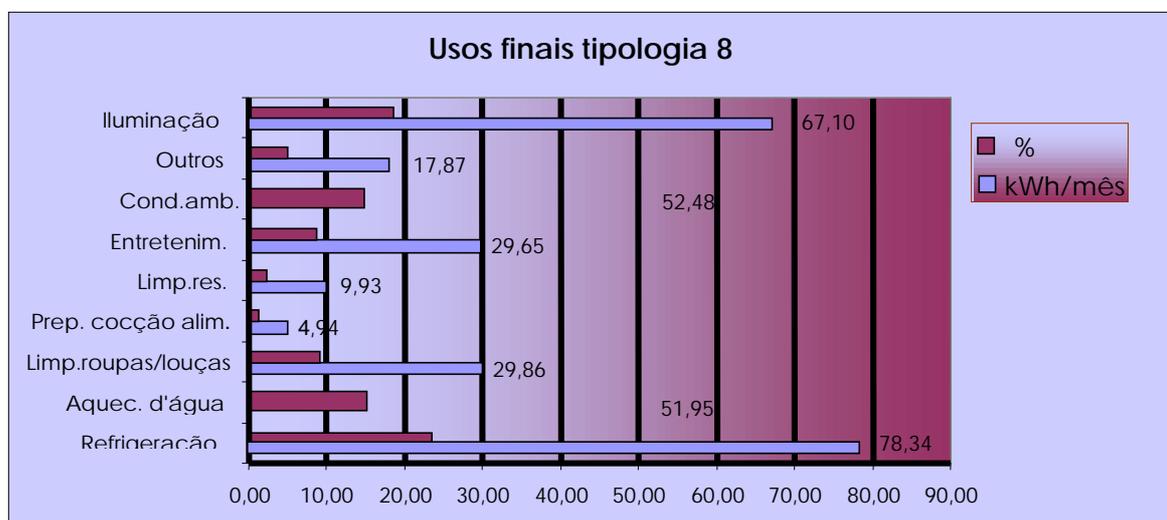


Figura 16 – Percentual dos usos finais de energia elétrica na Tipologia 8.

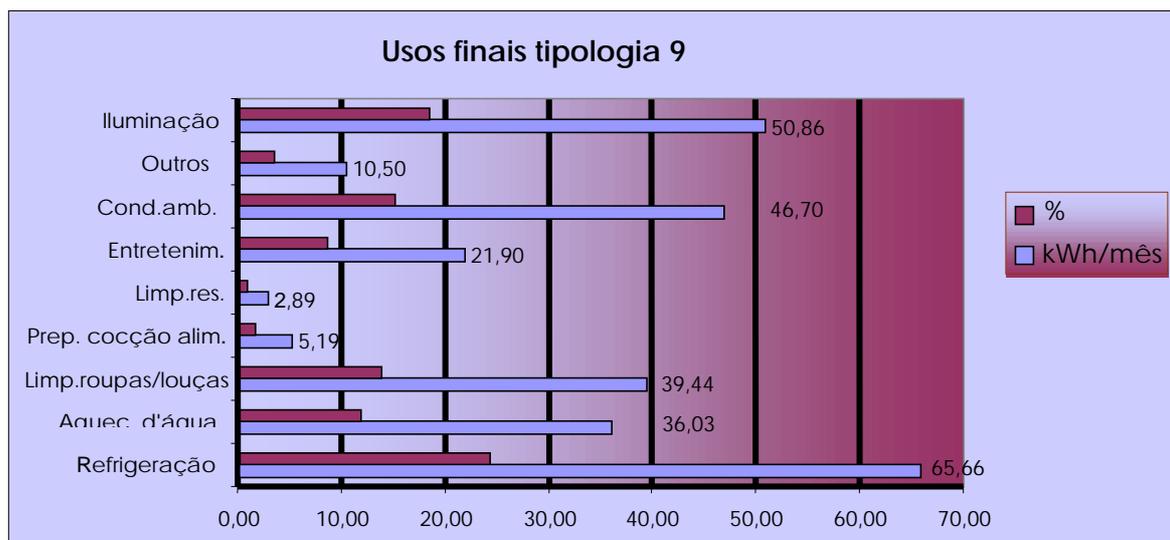
Quanto ao condicionamento ambiental, 100% dos domicílios da tipologia 8 possuem ventiladores/circuladores de ar, apresentando uma média de 2,4 destes aparelhos por domicílio; 40% dos apartamentos

possuem aparelhos de ar condicionado pequenos (7.500 a 12.000 BTU) (ver Tabela 15).

**Tabela 15 – Posse de eletrodomésticos – Tipologia 8.**

Posse e uso de eletrodomésticos – Tipologia 8					
Eletrrodomésticos	(%)	Eletrrodomésticos	(%)	Eletrrodomésticos	(%)
Geladeira 1 porta	56,7	Torradeira elétrica	50	Televisor até 20''	100
Geladeira 2 portas	50	Cafeteira elétrica	20	Televisor acima 20''	50
Freezer	63,3	Lavad. roupas fria	93	Vídeo cassete	57
Torneira Elétrica	6,7	Secadora roupas	40	Aparelho som	90
Lavad. pratos peq.	40	Centrifuga roupas	3,3	Vídeo game	17
Exaustor	26,7	Ferro de passar	87	Rádio relógio	70
Depurador	10	Aspirador pó	60	Ventilador / circ. ar	100
Forno microondas	57	Enceradeira	20	Ar cond. peq.	40
Fritadeira Elétrica	3,3	Chuveiro elétrico	40	Computador	50
Liquidificador	83	Boiler elétrico	3	Fax	10
Batedeira	50	Secador cabelos	57	Telefone s/ fio	50
Esprem. de frutas	40	Barbeador elétrico	30	Outros	0

Na **tipologia 9** o consumo de energia elétrica é distribuído da seguinte forma quanto aos usos finais: a refrigeração, representando 23,5% do consumo (65,7 kWh/mês) (geladeira de uma ou duas portas e freezer), a iluminação, com 18,2% do consumo (50,9kWh/mês), o condicionamento ambiental, com 16,7% do consumo (46,7 kWh/mês), a limpeza de louças e roupas, com 14,1% do consumo (39,4 kWh/mês), e o aquecimento d' água, ocupando o quinto lugar, com 12,9% do consumo (36 kWh/mês) (chuveiro elétrico). (ver figura 17).



**Figura 17 – Percentual dos usos finais de energia elétrica na Tipologia 9.**

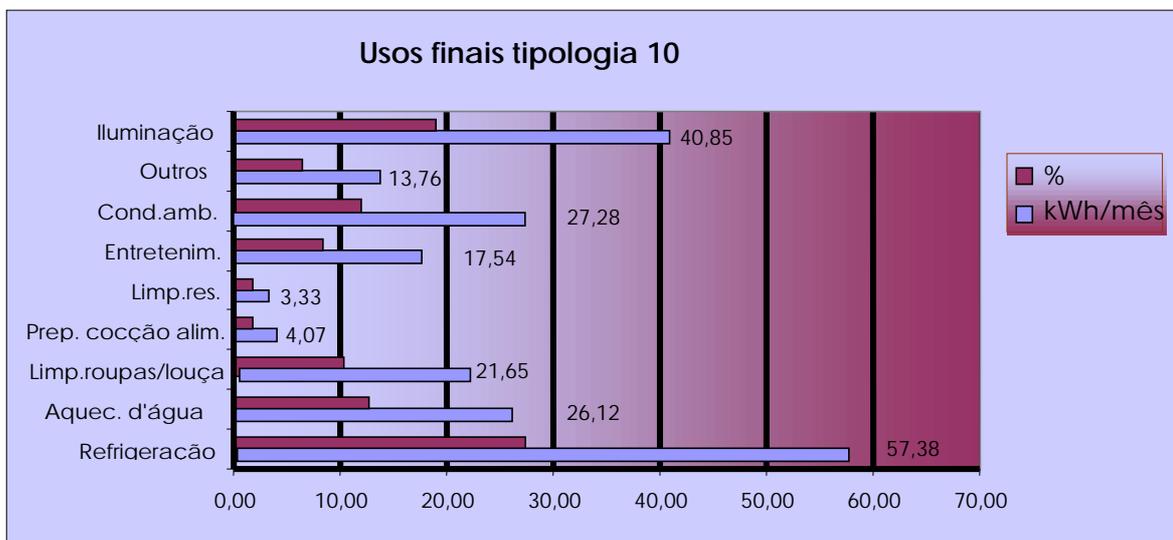
A posse de eletrodomésticos na tipologia 9 é apresentada na Tabela 16.

**Tabela 16 – Posse de eletrodomésticos – Tipologia 9.**

Posse e uso de eletrodomésticos – Tipologia 9					
Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)
Geladeira 1 porta	80	Esprem. de frutas	50	Televisor acima 20''	37
Geladeira 2 portas	23	Torradeira elétrica	43	Vídeo cassete	63
Freezer	46,7	Cafeteira elétrica	27	Aparelho som	90
Torneira Elétrica	10	Lavad. roupas fria	80	Vídeo game	30
Lavad. pratos peq.	53	Lavad. roupas quen	13,3	Rádio relógio	63
Lavad. pratos gr.	13	Secadora roupas	60	Ventilador / circ. ar	97
Exaustor	27	Ferro de passar	100	Ar cond. peq.	50
Depurador	6,7	Aspirador pó	57	Ar cond. médio	3,3
Forno microondas	73,3	Enceradeira	13	Estufa	27
Forno elétrico	13	Chuveiro elétrico	56,7	Computador	53
Fritadeira Elétrica	3,3	Secador cabelos	87	Fax	6,7
Liquidificador	83,3	Barbeador elétrico	20	Telefone s/ fio	50
Batedeira	53,3	Televisor até 20''	93	Outros	0

Quanto ao condicionamento ambiental, 97% dos domicílios da tipologia 9 possuem ventiladores/circuladores de ar, apresentando uma média de 2,2 destes aparelhos por domicílio; 53% dos apartamentos possuem aparelhos de ar condicionado e 27% possuem estufa. Já os televisores são em média de 2 aparelhos por domicílio (ver Tabela 16).

A **tipologia 10** apresenta um consumo de energia elétrica distribuído pelos usos finais, conforme a Figura 18.



**Figura 18 – Percentual dos usos finais de energia elétrica na Tipologia 10.**

Na tipologia 10 a refrigeração representa 27,1% do consumo (57,38 kWh/mês)(geladeira de uma ou duas portas e freezer), a iluminação, 19,3% do consumo (40,9 kWh/mês), o condicionamento ambiental, 12,9% do consumo (27,3 kWh/mês) e em quarto lugar, o aquecimento d'água, representando 12,3% do consumo (26,1 kWh/mês) (chuveiro e torneira elétrica) (ver Figura 18).

Quanto ao condicionamento ambiental, 88% dos domicílios da tipologia 10 possuem ventiladores/circuladores de ar, sendo que há cerca de 1,47 destes aparelhos por domicílio; 47,1% dos apartamentos possuem aparelhos de ar condicionado e 19% possuem estufa. Quanto aos

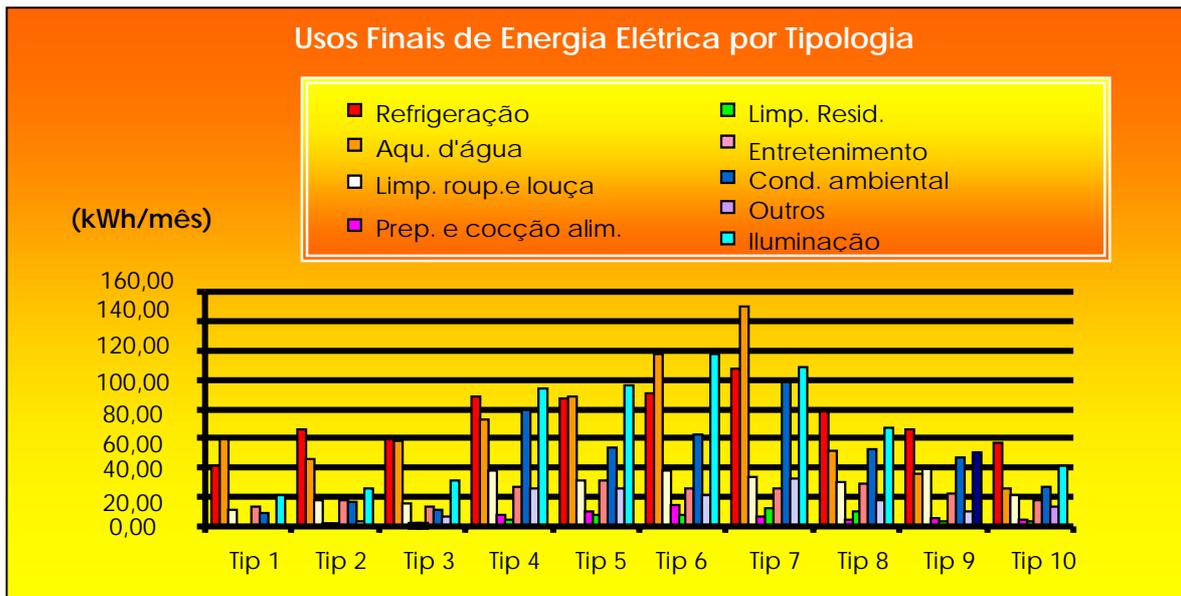
televisores, estes são em número de 1,8 aparelhos por residência (ver Tabela 17).

**Tabela 17 – Posse de eletrodomésticos – Tipologia 10.**

Posse e uso de eletrodomésticos – Tipologia 10					
Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)	Eletrodomésticos	(%)
Geladeira 1 porta	66	Torradeira elétrica	31	Televisor acima 20''	28
Geladeira 2 portas	34	Cafeteira elétrica	22	Vídeo cassete	78
Freezer	31	Lavad. roupas fria	78	Aparelho som	84
Torneira Elétrica	12,5	Lavad. roupas quen	3,1	Vídeo game	25
Lavad. pratos peq.	22	Secadora roupas	34	Rádio relógio	72
Lavad. pratos gr.	13	Centrifug. roupas	3,1	Ventilador / circ. ar	88
Exaustor	22	Ferro de passar	97	Ar cond. peq.	44
Depurador	9,4	Aspirador pó	75	Ar cond. médio	3,1
Forno microondas	47	Vaporizador	3,1	Estufa	19
Forno elétrico	3,1	Chuveiro elétrico	63	Computador	53
Liquidificador	94	Secador cabelos	91	Fax	19
Batedeira	47	Barbeador elétrico	13	Telefone s/ fio	53
Esprem. de frutas	56	Televisor até 20''	94	Outros	0

De uma forma geral, comparando-se todas as tabelas onde são apresentadas a posse de eletrodomésticos, percebe-se um aumento muito grande no número e na diversidade de eletrodomésticos, das tipologias 1 a 7 e reduzindo-se das tipologias 8 a 10. E o número de eletrodomésticos repercute diretamente sobre o consumo de energia elétrica correspondente a cada tipologia.

Pode-se observar através da Figura 19, que apresenta um gráfico com os dados resumidos de uso final de energia elétrica por tipologia, que existe um consumo crescente em determinados usos finais das tipologias 1 a 7 e decrescente das tipologias 8 a 10.



**Figura 19 – Usos finais de energia elétrica por tipologia.**

Os usos finais que apresentam maior percentual de consumo se concentram na refrigeração, aquecimento d'água, iluminação e condicionamento ambiental, variando a ordem dos mesmos de uma tipologia para outra.

A única tipologia que apresenta um outro uso final, além dos já citados é a tipologia 9, com um percentual significativo de seu consumo em limpeza de louças e roupas.

Se reduzirmos o número de categorias de usos finais e incluirmos as categorias correspondentes ao preparo e cocção de alimentos, assim como a limpeza residencial, para a categoria outros, poderemos obter uma outra configuração na distribuição de usos finais como pode ser observado na Figura 20.

Pode-se perceber de forma mais intensa o aumento do consumo de energia elétrica principalmente em iluminação, aquecimento d'água e refrigeração, das tipologias 1 a 7 e um consumo decrescente principalmente nestes usos finais, das tipologias 8 a 10. A partir da tipologia 4 até a 10, aparece também o condicionamento ambiental com grande intensidade de uso.

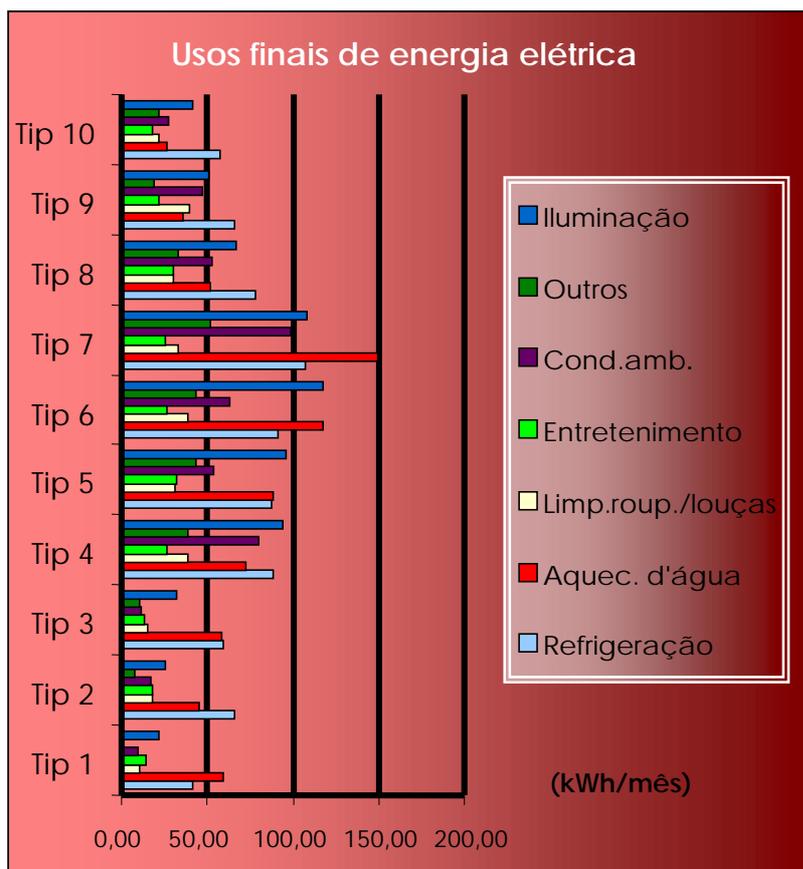


Figura 20 – Usos finais de energia elétrica por tipologia.

Nos estudos realizados por Martin e March (1972) e Steadman (1994) na Inglaterra, o objetivo principal de suas pesquisas centrou-se na análise dos aspectos ligados ao consumo de energia destinada ao aquecimento das habitações residenciais e por isso parece-nos lógico que os autores tenham embasado sua metodologia através da classificação de tipos e formas de prédios, ou seja, volumes e relações de volumes entre si, pois estes aspectos possuem relação direta com o condicionamento ambiental. Neste caso o consumo de energia para o aquecimento é uma variável fixa, em função do clima local.

Já no caso da cidade de Porto Alegre é possível prescindir do condicionamento artificial de ambientes, mesmo em situações extremas. Portanto a energia consumida em condicionamento ambiental, não pode ser considerada como uma variável fixa, pois nem todos os

---

estabelecimentos utilizam resfriamento ou aquecimento ambiental artificial em Porto Alegre.

Embora na região sul do Brasil, sejam bem caracterizadas as quatro estações climáticas, ocorrem alterações muitas vezes diárias ou horárias de condições climáticas, e, portanto, não se verifica um comportamento homogêneo da população em relação ao uso de equipamentos elétricos, direcionados para o conforto térmico das residências. Neste caso, ao estudarmos consumo energético voltado para o condicionamento ambiental das edificações residenciais, precisamos analisar variáveis muito imprecisas, como: hábitos de consumo, que dependem da cultura ou das necessidades de cada residência. Além deste aspecto, o uso de condicionamento ambiental parece estar mais vinculado à renda familiar, como pode ser constatado pelas tipologias que apresentam maior consumo e maior posse de eletrodomésticos relacionados a este uso final.

#### **4.3.5 Resultados e análise quanto às correlações entre a área das moradias, área dos terrenos, número de moradores e o consumo de energia.**

A fim de analisar os dados referentes à área das moradias, área dos terrenos, idade das moradias e número de moradores de cada uma das tipologias podemos observar os dados referentes às médias obtidas na Tabela 18.

---

**Tabela 18 - Dados sobre a média da área das moradias, área dos terrenos, idade das moradias e número de moradores das tipologias.**

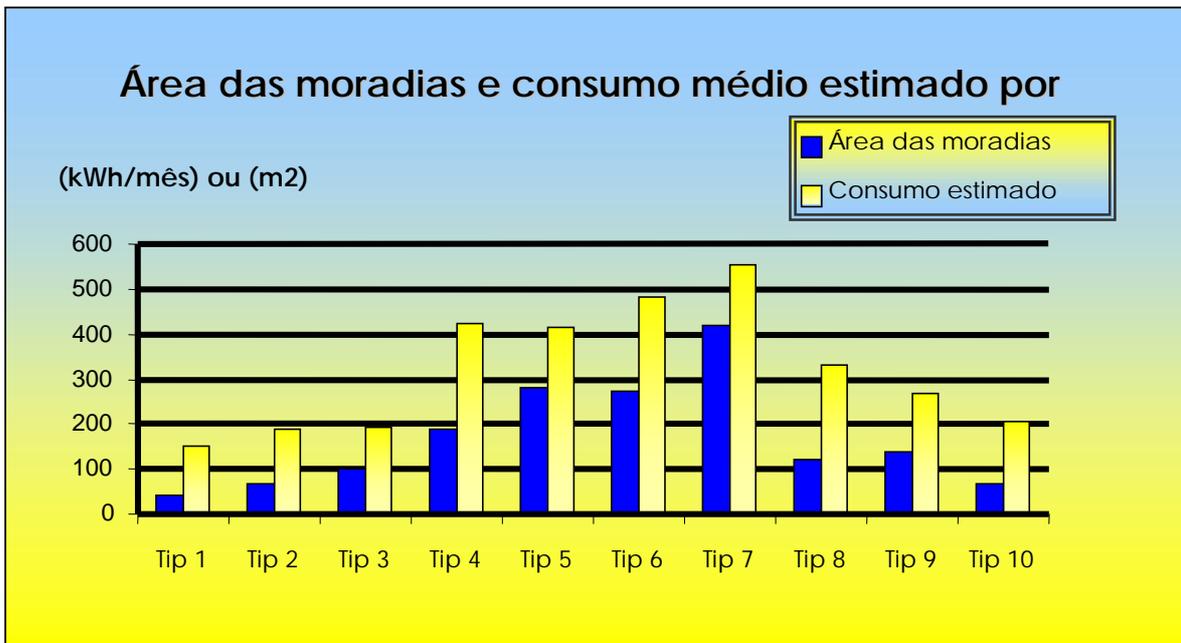
Tipologias	Área moradia	Área terreno	Idade moradia	Nº de moradores
1	39,9	69,7	11,9	4,3
2	68,5	412,6	37,0	3,3
3	99,74	505,1	36,1	3,5
4	186,9	461,8	22,8	3,6
5	280,1	454,9	15,3	4,2
6	274,1	509,6	12,5	4,5
7	417,8	942,2	32,1	4,2
8	121,7		20,3	3,5
9	140,0	796,7	13,6	3,0
10	68,0		17,7	2,6

Obs.: As áreas de terrenos das tipologias 8 e 10 não constam da tabela acima, por tratar-se de tipologias de edifícios formados por conjuntos residenciais localizados em terrenos com áreas muito extensas e, em alguns casos, não foi possível obter os dados das mesmas.

Na análise dos dados referentes à **área das moradias** das tipologias 1 a 7 e sua correlação com o consumo médio mensal de energia, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson e obteve-se um valor igual a **0,632**. Este valor é considerado de baixa significância estatística (o valor mínimo para alcançar seria igual a 0,700), indicando baixa correlação entre estas variáveis. Para efetuar esta correlação foram comparados todos os valores referentes a áreas e consumo médio mensal bianual estimado, para cada unidade habitacional.

No entanto, na correlação entre os valores médios gerais de área das moradias referentes às tipologias 1 a 10 e os valores médios de consumo de energia elétrica obteve-se um valor igual a **0,94**. Através da Figura 21 percebe-se que os dados sobre a área média residencial das

tipologias 1 a 7 (residências unifamiliares) seguem uma seqüência crescente juntamente com os valores de consumo médio mensal bianual estimado.



**Figura 21 – Área das moradias e consumo médio por tipologia.**

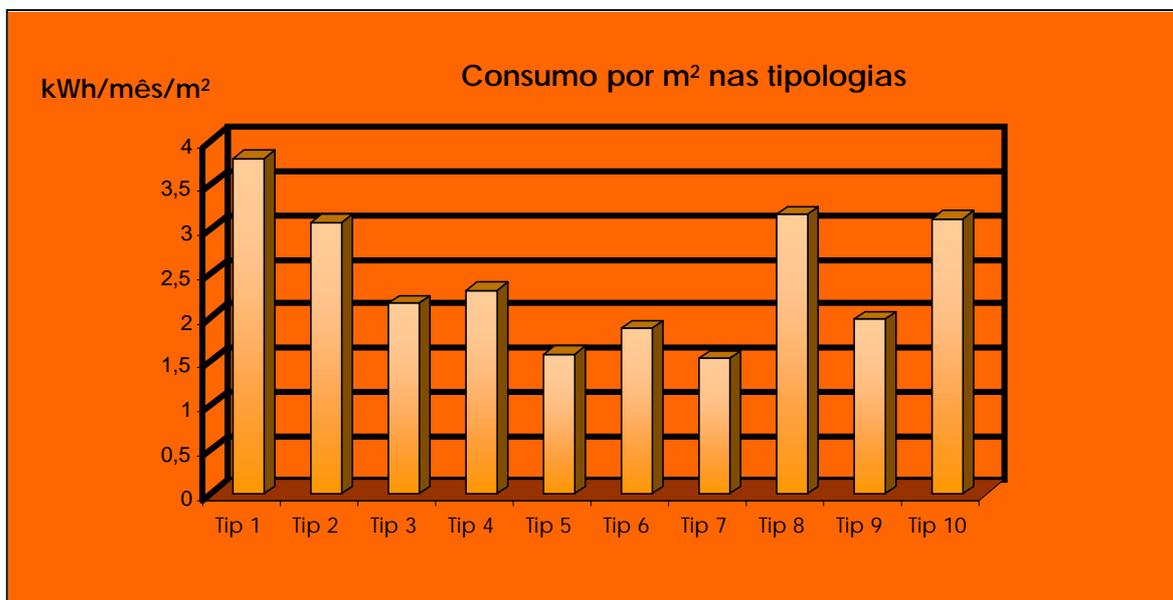
Na Figura 21 é possível observar também, que a área das moradias referentes às tipologias 8 a 10 (apartamentos - residências multifamiliares), decresce, mas não segue a mesma ordenação correspondente aos valores de consumo médio mensal bianual estimado.

Os valores médios relativos à **área dos terrenos** e à **idade das moradias** correspondentes a cada uma das tipologias, não apresentaram relação com o consumo energia elétrica.

O **número de moradores** variou numa média geral entre 2,6 (na tipologia 10) a 4,5 (na tipologia 6) moradores por domicílio, obtendo-se um valor médio geral de **3,7** habitantes por domicílio.

A relação entre o **consumo por m<sup>2</sup>** de edificação, para cada uma das tipologias, apresentada na Figura 22, mostra que existe uma relação inversa entre o consumo por m<sup>2</sup> e a área média edificada. Analisando a

mesma figura, pode-se afirmar também que existe uma relação inversa entre o consumo por  $m^2$  e o consumo médio em quase todas as tipologias.



**Figura 22 – Consumo por  $m^2$  nas tipologias**

Pode ser verificado na Figura 22 que, quanto menor a área e o consumo médio da moradia, para cada tipologia, maior é o consumo por  $m^2$  verificado nas mesmas. Isto se deve provavelmente ao fato de que nas residências de menor área construída, os equipamentos elétricos possuídos se concentram todos num espaço menor do que nas moradias de maior área. Por outro lado, as residências com maior área construída, apresentam uma posse muito maior de eletrodomésticos, disseminados numa área construída maior. Mas ambos apresentam o maior percentual de consumo de energia concentrados nos mesmos usos finais (refrigeração, aquecimento d'água e iluminação). Da mesma forma, como a taxa de ocupação não se apresentou muito variada de uma tipologia para outra, para as tipologias de menor área média construída, temos proporcionalmente um número maior de consumidores por  $m^2$  do que nas tipologias com maior área média.

A relação entre a área média das moradias pelo número de moradores, e o consumo médio de energia elétrica correspondente a cada tipologia é apresentado na Figura 23.

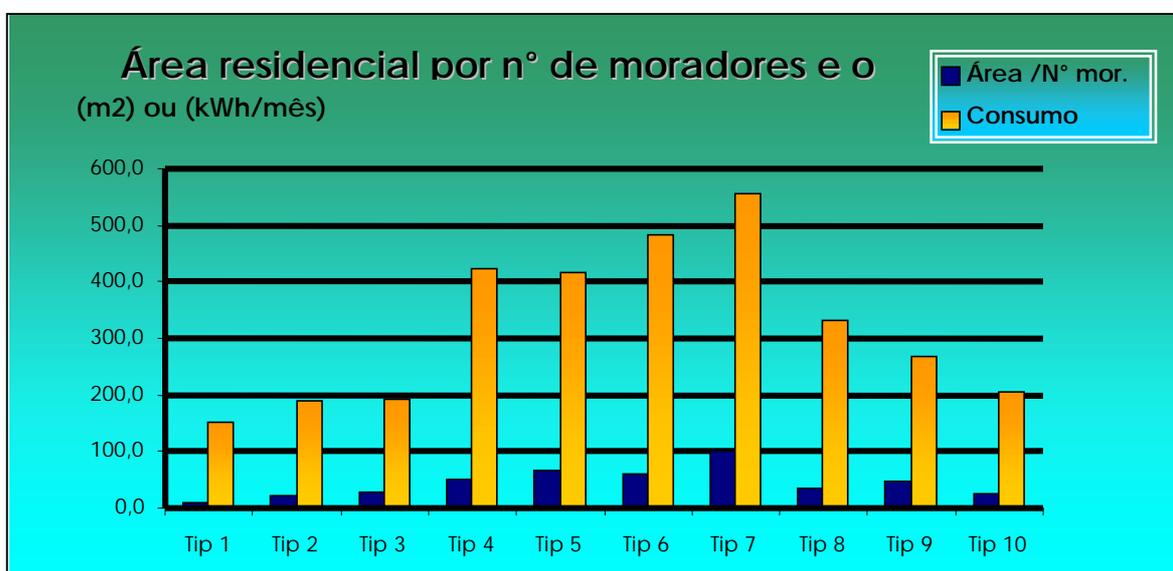


Figura 23 – Área residencial por número de moradores e o consumo

A correlação entre os valores médios da relação apresentada na Figura 23, foi igual a **0,93**.

Os dados desta relação denotam de uma forma geral que, quanto menor a relação entre a área da moradia por habitante, menor será o consumo médio das mesmas, e vice versa.

#### 4.3.6 Resultados e análise quanto às correlações entre a renda familiar e o consumo de energia

Através da pesquisa obteve-se os dados referentes à renda familiar em cada uma das tipologias, informadas nos questionários apresentados durante a pesquisa, que constam das Tabelas 19 e 20.

Tabela 19 - Renda familiar verificada nas tipologias 1 a 5.

Valores em salários mínimos	Tipologias									
	1		2		3		4		5	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Até 1 sm	6	18,8	3	9,1						
Entre 1 a 3 sm	20	62,4	6	18,2	7	21,9	1	3,1		
Entre 3 a 5 sm	6	18,8	8	24,2	12	37,5	1	3,1	3	9,3
Entre 5 a 10 sm			10	30,3	10	31,2	7	21,9	8	25,0
Entre 10 a 30 sm			6	18,2	3	9,4	18	56,3	12	37,5
Entre 30 a 60 sm							4	12,5	5	15,6
Entre 60 a 100 sm							1	3,1	2	6,3
Acima de 100 sm									2	6,3
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>32</b>	<b>100</b>

Tabela 20 - Renda familiar verificada nas tipologias 6 a 10.

Valores em salários mínimos	Tipologias									
	6		7		8		9		10	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Até 1 sm										
Entre 1 a 3 sm							1	3,3	1	3,1
Entre 3 a 5 sm					4	13,3			2	6,3
Entre 5 a 10 sm	3	9,4	2	6,2	9	30,0	15	50,0	13	40,6
Entre 10 a 30 sm	15	46,9	13	40,6	14	46,7	12	40,0	9	28,1
Entre 30 a 60 sm	13	40,6	14	43,8	3	10,0	2	6,7	6	18,8
Entre 60 a 100 sm	1	3,1	3	9,4					1	3,1
Acima de 100 sm										
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>32</b>	<b>100</b>

Na análise dos dados referentes à **renda familiar** das tipologias 1 a 10, e verificação de sua correlação com o consumo de energia, utilizou-se também o coeficiente de correlação de Spearman (pois a renda familiar foi organizada em faixas ou seja, em forma de categoria ordinal) e obteve-se um valor igual a **0,710**. Este valor apresenta significância estatística, pois está dentro do valor considerado como mínimo para uma correlação entre dois elementos de uma análise estatística. Conclui-se que este constitui um fator significativo em termos de consumo de energia elétrica residencial.

A Figura 24, a seguir, apresenta os dados médios sobre a renda familiar verificada nas tipologias.

Pode ser verificado que as faixas de renda mais baixas coincidem com a tipologia 1. A seguir surgem outras faixas de renda mais altas que vão se alternando e crescendo até a tipologia 7, decrescendo a seguir as faixas de renda, da tipologia 8 a 10.

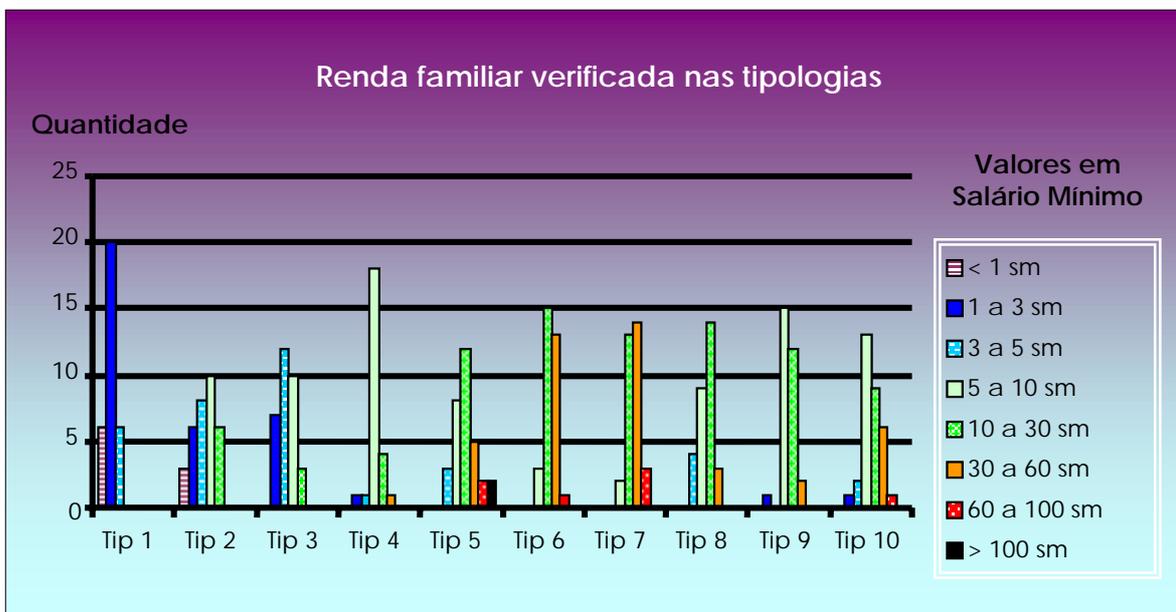


Figura 24 – Renda familiar verificada nas tipologias.

### 4.3.7 Resultados e análise quanto às correlações entre o número de habitantes por moradia e o consumo de energia

Para verificar os dados relativos ao consumo médio mensal estimado de energia e sua relação com o **número de habitantes** por moradia, dividiu-se as tipologias em dois grupos, sendo o primeiro referente às tipologias 1 a 7 (casas) e o segundo correspondente às tipologias 8 a 10 (habitações coletivas). Na análise do primeiro grupo, obteve-se os dados constantes na Tabela 21, a seguir.

Para comparar a média dos consumos mensais calculados por habitante, foi necessário fazer uma transformação dos valores originais em escala logarítmica, utilizando o teste de comparações múltiplas de Tukey, apresentado no Anexo S, onde pode-se registrar a formação de três subconjuntos.

**Tabela 21 - Consumo mensal estimado por habitante para as tipologias 1 a 7.**

Consumo estimado por habitante						
Tip.	Número de domicílios	Consumo médio/mês (kWh/mês)	Consumo médio/mês mínimo (kWh/mês)	Consumo médio/mês máximo (kWh/mês)	Desvio padrão	Erro padrão
1	32	40,3 (c)	15,2	161,3	25,0	4,4
2	33	65,5 (b)	23,9	158,1	29,8	5,2
3	32	62,5 (b)	28,7	152,7	28,2	5,0
4	32	121,7 (a)	50,8	285,4	54,7	9,7
5	32	111,1 (a)	27,6	281,4	63,7	11,3
6	33	116,2 (a)	26,9	264,4	57,7	10,0
7	32	143,6 (a)	37,2	509,0	83,7	14,8
<b>Total</b>	<b>226</b>	<b>94,4</b>	<b>15,2</b>	<b>509,0</b>	<b>63,1</b>	<b>4,2</b>

A média de consumo calculada por pessoa entre as tipologias 1 a 7 foi de 94 kWh/mês/pessoa.

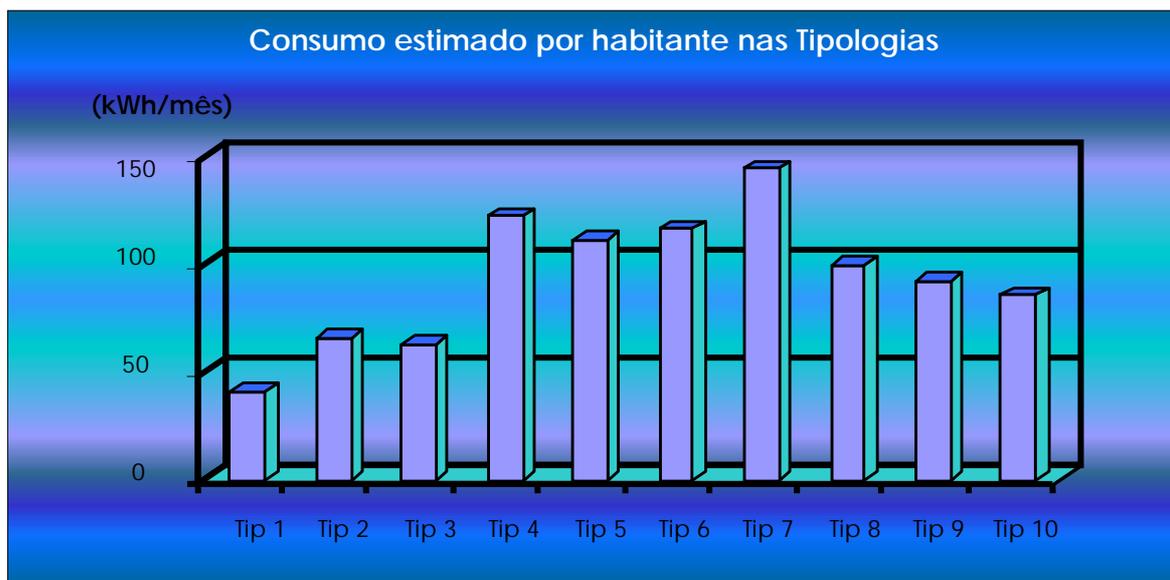
Já na análise dos dados quanto ao consumo de energia por habitante, referente às tipologias 8 a 10 obteve-se os dados constantes na Tabela 22, a seguir. Pode-se concluir através da mesma que as médias de consumo médio estimado por habitante nas tipologias 8, 9 e 10 não diferem entre si ao nível de significância de 5%, pela análise de variância.

O consumo médio por pessoa encontrado entre as tipologias 8 a 10 foi de 91,7 kWh/mês/pessoa (ver Tabela 22), e o valor médio geral entre todas as tipologias (1 a 10) foi de **93,6** kWh/mês/pessoa.

**Tabela 22 - Consumo mensal estimado por habitante para as tipologias 8 a 10.**

Consumo estimado por pessoa						
Tip.	Número de domicílios	Consumo médio/mês (kWh/mês)	Consumo médio/mês mínimo (kWh/mês)	Consumo médio/mês máximo (kWh/mês)	Desvio padrão	Erro padrão
8	30	99,0	26,8	231,6	48,5	8,9
9	30	91,5	43,7	158,7	34,0	6,2
10	32	85,06	31,7	156,8	31,3	5,5
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>91,7</b>	<b>26,8</b>	<b>231,6</b>	<b>38,6</b>	<b>4,0</b>

Os valores de **consumo médio** mensal estimado **por habitante**, seguem uma seqüência crescente em relação às tipologias 1 a 7 e decrescente em relação às tipologias 8 a 10 (ver Figura 25).



**Figura 25 – Consumo médio mensal estimado por habitante nas tipologias**

Percebe-se na Figura 25, que o escalonamento de consumo médio por habitante, não ocorre de uma forma contínua e sim, em patamares: o primeiro formado pela tipologia 1 (com ~40 kWh/mês), o segundo pelas tipologias 2 e 3 (com ~65 kWh/mês), o terceiro pelas tipologias 4 a 6 (com ~115 kWh/mês), o quarto formado pela tipologias 7 (com ~140 kWh/mês) e o quinto formado pelas tipologias 8 a 10 (com ~90 kWh/mês).

#### **4.3.8 Resultados e análise quanto ao uso racional de energia**

No que tange ao uso racional de energia não foi possível perceber uma preocupação muito grande por parte dos consumidores analisados na pesquisa, a não ser em alguns detalhes. Nas tipologias 1, 2 e 3 a maior parte dos domicílios costuma colocar o chuveiro na posição verão durante o período mais quente do ano.

No tocante à iluminação, o uso de iluminação fluorescente nos domicílios é crescente, iniciando com 15,6% das residências da tipologia 1, usando algum tipo de lâmpada fluorescente, aumentando para 81,2% de seu uso nas tipologias 6 e 7 e reduzindo-se nos apartamentos, para 33% , 43,7% e 46,7% nas tipologias 8, 10 e 9, respectivamente. O uso de lâmpadas fluorescentes compactas é extremamente reduzido, presente

---

apenas nas tipologias 4, 5, 6 e 7, somando no total apenas 8,5% de domicílios (27) que utilizam este tipo de lâmpada em uma ou mais dependências.

Foi constatado um percentual de 3,4% de domicílios (11) com boilers elétricos para aquecimento d'água para banho, nas tipologias 4, 5, 6 e 7 e 1,5% de residências (5), que usam este tipo de equipamento para aquecimento d'água para banho e cozinha, sendo que nenhum deles está associado a timer (temporizador), o que ocasiona um consumo de energia elétrica muito alto nestas residências. Constatou-se que 0,9% das residências pesquisadas (3) possuem painéis solares, nas tipologias 6 e 7, usando a água quente para banho e cozinha, sendo constatado igualmente um alto consumo energético nas mesmas.

Os resultados obtidos quanto ao uso racional de energia confirmam o que foi afirmado por Espírito Santo (1989) e por Rahde (1998) que constataram que o uso racional de energia é extremamente discreto, motivado pelas baixas tarifas, por falta de divulgação, associado à falta de incentivo governamental.

---

## CONCLUSÕES





## 5. CONCLUSÕES

Tendo em vista a grande quantidade de assuntos abordados e comentados neste trabalho de dissertação, decidiu-se por dividir as conclusões em itens para assim abordar melhor os assuntos.

### 5.1 CONCLUSÕES GERAIS

Foi verificado através da pesquisa que houve um crescimento anual 2,23% do consumo do setor residencial de energia elétrica da cidade de Porto Alegre, entre os anos de 1997 e 1998 (CEEE,1999) e que se deve basicamente ao aumento do número de consumidores, aumento do número de equipamentos elétricos, ausência de uma política de racionalização do uso de energia elétrica, entre outros.

Os picos de consumo de energia elétrica verificados no setor residencial de Porto Alegre, correspondentes aos meses de dezembro e junho nos anos de 1997 e 1998, coincidem com a ocorrência de temperaturas altas e baixas registradas em cada período respectivamente. Estes picos de consumo estão associados ao uso mais intenso de equipamentos que propiciem melhores condições de conforto, tanto para o frio, quanto para o calor, tais como condicionadores de ar, ventiladores, estufas, aquecedores d'água, chuveiros na posição inverno, entre outros.

Foi possível constatar através da pesquisa que o consumo de energia elétrica residencial é mais alto nos meses de verão e inverno, se comparados aos de primavera e outono. Outra constatação que aparece de forma bastante clara é que quanto mais sofisticada a edificação, maior é o consumo de energia elétrica no verão e inverno,

---

principalmente a partir da tipologia 3, crescendo gradativamente até a tipologia 7. Já nas tipologias prediais multifamiliares ( 8, 9 e 10), esta diferenciação de consumo decresce novamente. Talvez este fato tenha uma relação com a renda familiar e a área edificada, ou seja, quanto maior a renda, maior é o consumo, voltado principalmente para o conforto térmico. E quanto maior a área da edificação, maior deverá ser a área a ser condicionada e, conseqüentemente, maior poderá ser o consumo.

O modelo utilizado na pesquisa para verificação, tanto do consumo médio mensal, como dos usos finais de energia elétrica, com a utilização do software Excel for Windows (ver Anexo O) se mostrou bastante eficaz, pois permitiu estimar os valores de consumo de forma bastante próxima dos valores reais de consumo de energia elétrica, (CEEE, 1998 a). Os dados de consumo dos eletrodomésticos, utilizados no software (Anexo P), para verificação dos usos finais de energia elétrica declarados pelos consumidores, também se mostraram igualmente adequados e úteis. Estes resultados demonstram que a utilização do software, alimentado pelos dados de consumo de eletrodomésticos, se mostrou de grande valia para a presente pesquisa.

Quanto ao consumo médio mensal bianual real (CEEE, 1998 a) e estimado de energia elétrica, referente às dez tipologias estudadas, foi possível verificar um escalonamento crescente de consumo das tipologias 1 a 7 e levemente decrescente das tipologias 8 a 10. Não foi possível determinar nas edificações multifamiliares, qual o consumo real ou estimado correspondente a todo o prédio, mas somente de alguns apartamentos que, na realidade, correspondem apenas a uma parte da tipologia. Se tivesse sido possível verificar o consumo de todos os apartamentos, assim como o consumo correspondente ao condomínio, seria possível determinar corretamente o consumo das tipologias multifamiliares.

---

No enquadramento das tipologias, segundo as categorias de consumo estabelecidas pelo CODI (1986), podemos perceber na pesquisa realizada, que existe um escalonamento, onde obtivemos como resultado cinco grupos: o primeiro formado pelas tipologias 1, 2 e 3, com o maior percentual de consumidores concentrados na faixa entre 151 e 300 kWh/mês, o segundo formado pelas tipologias 4, 5 e 6 com o maior percentual de consumidores concentrados na faixa entre 301 e 500 kWh/mês, o terceiro formado pela tipologia 7 com a maior concentração de consumidores na faixa acima de 500 kWh/mês e o quarto e último grupo, formado pelas tipologias 8, 9 e 10, com a maior concentração de consumidores concentrados na faixa entre 151 e 300 kWh/mês.

A faixa mais representativa da amostra situou-se entre **151 a 300 kWh/mês**, totalizando **39,1 %** dos consumidores.

A faixa de consumo inferior a **50 kWh/mês**, ficou representada na pesquisa por apenas dois consumidores. Quanto à faixa de consumo acima de **500 kWh/mês**, esta ficou representada na amostra por **18,3%** das residências.

Quanto ao consumo médio geral por unidade consumidora, na amostra, igual a **349,85 kWh/mês** (CEEE, 1998 a), se mostrou bastante superior à média geral dos consumidores residenciais de Porto Alegre no período entre 1997 e 1998, com consumo de 225,28 kWh/mês (CEEE, 1999).

Além dos resultados acima descritos, temos os seguintes comentários a fazer:

- Entre as tipologias 1 a 7 (residências unifamiliares), o consumo médio mensal bianual se apresentou crescente, sendo levemente decrescente, entre as tipologias 8 a 10 (apartamentos residenciais).

- As tipologias escolhidas se apresentaram agrupadas por faixas de consumo crescente, das tipologias 1 a 7, e decrescente, das tipologias 8 a 10.
- Tendo em vista que a faixa de consumo abaixo de 50 kWh/mês só ficou representada por uma residência e um apartamento, mostra necessidade de uma pesquisa na área da Vila Cruzeiro do Sul, que não foi pesquisada, pelos motivos já mencionados ao longo do trabalho.

Quanto aos usos finais de energia elétrica correspondentes a cada uma das tipologias, temos os seguintes resultados a comentar:

- Os usos finais de energia elétrica se apresentaram concentrados no aquecimento d'água, refrigeração e iluminação, nas tipologias 1, 2 e 3.
  - Nas tipologias 4, 5, 6, 7, 8 e 10 temos, além dos mesmos usos finais das tipologias citadas acima, o condicionamento ambiental, que aparece com bastante intensidade de uso.
  - Na tipologia 9 temos, além dos usos finais citados nas tipologias acima, uma intensidade de consumo elevada em limpeza de louças e roupas, devidas, principalmente, ao uso de máquinas de lavar louças de pequeno e grande porte, presentes em 66% das residências, máquinas de lavar roupas fria e quente presentes em 93,3% dos domicílios, assim como secadoras de roupa, presentes em 60% das residências.
  - É possível observar um consumo crescente principalmente em iluminação, refrigeração e aquecimento d'água, nas tipologias 1 a 7 e decrescente nas tipologias 8 a 10.
-

### 5.1.1 Dados específicos adicionais sobre as tipologias e sua relação com o consumo de energia

Os aspectos ligados à área das edificações, área dos terrenos e idade das edificações podem ter uma relação direta com o que definimos inicialmente como tipologia. Verificou-se que, considerando-se valores individuais, a área das edificações unifamiliares pesquisadas (1 a 7) apresenta uma correlação muito baixa com o consumo de energia, pois o valor encontrado foi igual a 0,632. Este valor está abaixo do índice mínimo de significância estatística que é igual a 0,7. Porém, ao relacionarmos os valores médios gerais de área e o consumo, correspondentes a cada uma das dez tipologias, foi obtido um valor de correlação bastante alto, ou seja, 0,94.

Quanto à área dos terrenos e idade das moradias, não foi possível obter uma relação com os valores correspondentes de consumo de energia para as tipologias analisadas.

A relação entre os valores de consumo de energia elétrica por m<sup>2</sup> de edificação residencial, para cada uma das tipologias, apresentou uma seqüência de valores inversos aos valores correspondentes à área média para cada uma das tipologias. Verificou-se também que existe igualmente uma relação inversa entre o consumo por m<sup>2</sup> e ao consumo médio bianual, em quase todas as tipologias. É possível portanto concluir, através da pesquisa, que, quanto menor a área média residencial e o respectivo consumo médio bianual, numa determinada tipologia, maior será o consumo por m<sup>2</sup> verificado na mesma. Isto se deve ao fato de que nas tipologias com maior área média construída, além de apresentarem a maior parcela de seu consumo concentrado nos mesmos usos finais do que nas tipologias de menor área construída, estas, apresentam também uma posse de eletrodomésticos bastante numerosa, disseminada numa área construída muito maior.

---

Verificou-se também, que, enquanto a área média entre as tipologias 1 a 7, aumentou em cerca de **dez** vezes, o consumo médio bianual aumentou aproximadamente **3,7** vezes e o consumo por m<sup>2</sup> reduziu em aproximadamente **2,5** vezes entre as mesmas tipologias.

Desta forma é possível concluir que em áreas urbanas ocupadas por edificações residenciais unifamiliares mais modestas e com pouca área construída, pode ser verificado um consumo de energia mais alto por m<sup>2</sup> de solo urbano do que em áreas ocupadas por tipologias residenciais unifamiliares com bom padrão de acabamento e maior área construída. Em outras palavras, em áreas urbanas ocupadas por favelas, teremos um consumo mais alto por m<sup>2</sup> de solo urbano, do que em áreas ocupadas por mansões.

### **5.1.2 Renda familiar e consumo de energia elétrica**

Os valores de renda familiar, correlacionados com o consumo de energia mostraram-se significativos sob o ponto de vista estatístico, apresentando um valor igual a 0,71. No entanto como o valor de correlação é considerado como mínimo, é possível concluir que existe uma relação fraca entre a renda familiar e o consumo de energia elétrica verificado nas tipologias analisadas.

Foi possível também verificar que existe um escalonamento crescente de faixas de renda familiar, das tipologias 1 a 7, e decrescente, das tipologias 8 a 10.

### **5.1.3 Número de habitantes e consumo de energia elétrica**

Obteve-se através da pesquisa, um valor médio igual a **3,7** moradores por domicílio.

O consumo médio de energia elétrica por habitante apresentou um valor igual a **94,0** kWh/mês/pessoa nas tipologias de edificações

---

---

unifamiliares (tipologias 1 a 7) e um valor igual a **91,7 kWh/mês/pessoa**, nas tipologias de edificações multifamiliares (tipologias 8 a 10), sendo que, o valor médio geral entre todas as tipologias foi de **93,6 kWh/mês/pessoa**.

Os valores de consumo médio mensal estimado por habitante seguem um escalonamento crescente, em forma de patamares: o primeiro formado pela tipologia 1, com aproximadamente 40 kWh/mês, o segundo formado pelas tipologias 2 e 3 com aproximadamente 65 kWh/mês, o terceiro representado pelas tipologias 4, 5 e 6, com aproximadamente 115 kWh/mês, o quarto formado pela tipologia 7 com aproximadamente 140 kWh/mês e o quinto patamar, representado pelas tipologias 8, 9 e 10, com aproximadamente 90 kWh/mês.

#### **5.1.4 Uso racional de energia elétrica.**

Os resultados obtidos quanto ao uso racional de energia mostraram que o uso racional de energia se apresenta extremamente discreto, motivado pelas baixas tarifas, pela falta de divulgação, associado à falta de incentivo governamental. Os moradores com poder aquisitivo mais alto investem mais em redução do consumo do que aqueles que possuem baixo poder aquisitivo, mas constata-se uma grande falta de cultura para este aspecto, demonstrado principalmente pelo uso inadequado de boilers elétricos e de sistemas de aquecimento d'água associados a painéis solares.

#### **5.1.5 Comentários específicos relacionados ao objetivo geral e específicos da pesquisa**

Tendo em vista que o objetivo principal da pesquisa foi averiguar se existe correlação entre o consumo de energia elétrica em diferentes tipologias de uso residencial, podemos concluir que a tipologia não apresenta relação com o consumo de energia elétrica. No entanto, a

---

correlação entre os valores médios de área das moradias e o consumo de energia elétrica se mostrou bastante alta.

Com base nas análises estatísticas realizadas na pesquisa, é possível estimar consumos futuros em áreas urbanas a serem ocupadas por tipologias semelhantes às estudadas, desde que seja utilizada a mesma metodologia empregada na presente pesquisa. Da mesma forma, é igualmente possível, a partir da estimativa de consumos futuros sobre estas mesmas áreas urbanas, prever o planejamento para o suprimento de energia elétrica, assim como o planejamento de ações visando o uso racional de energia elétrica.

## **5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Tanto o questionário, como os valores estabelecidos de consumo dos eletrodomésticos (Anexo P), e o software utilizados na pesquisa para verificar os usos finais de energia (Anexo O) se mostraram bastante eficientes e úteis, podendo ser utilizados em pesquisas futuras. É importante salientar, no entanto, que sempre é necessário usar o bom senso, tanto na coleta de dados, como na alimentação dos dados coletados no programa.

Tendo em vista a grande dificuldade para a obtenção de dados sobre o consumo gerado pelo uso de eletrodomésticos, sugerimos que sejam realizadas pesquisas periódicas para verificação e atualização de dados sobre o consumo gerado pelo uso de eletrodomésticos, principalmente pelo fato de surgirem constantemente novos modelos no mercado.

Outro estudo importante a ser sugerido está relacionado ao consumo gerado por determinados eletrodomésticos usados em condições climáticas de temperaturas mais altas ou baixas durante o verão e inverno, tais como chuveiros elétricos, geladeiras, freezers, condicionadores de ar, pois acreditamos que seja importante quantificar

---

---

a energia consumida de forma diferenciada nestes diferentes períodos do ano.

Um aspecto muito importante e que precisa ser mencionado é a necessidade de uma campanha de marketing prévia à uma pesquisa de campo cujo objetivo seja analisar junto aos consumidores, os usos finais de energia elétrica. É fundamental, neste caso, o respaldo da concessionária de energia elétrica responsável pela área a ser pesquisada, para facilitar o trabalho de campo e contribuir para uma maior veracidade das informações fornecidas pelos consumidores.

Durante o levantamento de campo foram identificadas algumas residências pertencentes à condomínios residenciais horizontais, muito disseminados na área de estudo, onde, através de uma breve consulta, foi verificada uma uniformidade muito grande em termos de consumo, pois tratam-se de residências normalmente ocupadas por famílias com características bastante semelhantes e que seguem um determinado padrão de comportamento. Portanto, podem, por isso, ser alvo de uma pesquisa comportamental mais aprofundada, incluindo até um estudo para aplicação de GLD (Gerenciamento pelo lado da demanda) nas mesmas.

Sabe-se que os espaços internos de edificações residenciais podem ser associadas às diferentes funções desempenhadas nestes mesmos espaços. Sendo assim, para cada função desempenhada num espaço interno, podemos relacionar um determinado valor de consumo de energia que, por sua vez, corresponde a determinado número de equipamentos elétricos normalmente utilizados para cada função. Neste caso, uma cozinha ou uma sala numa residência, serão responsáveis por um consumo maior do que uma circulação, por exemplo. No entanto, a disposição dos ambientes em relação ao envelope poderá ter uma relação mais forte com o consumo de energia gerado pelo condicionamento ambiental. Para ser possível verificar a relação entre as

---

funções e o consumo de energia, poderão ser aprofundadas as análises quanto ao número, tipo (ou função) e disposição de todos os ambientes que fazem parte de determinado número de moradias, ocupadas por famílias com renda familiar semelhante, e as residências com a mesma disposição de ambientes e a mesma orientação solar. A seguir, para cada ambiente poderá ser dado um “peso” correspondente ao número, potência e tempo de uso de equipamentos normalmente utilizados no mesmo. Desta forma, talvez seja possível traçar um perfil de consumo de das edificações estudadas, através do somatório do consumo referente a cada tipo de ambiente e o seu respectivo “peso”.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, Bruce. **The solar home book**. Brick House Publishing Co.Inc. Andover, Massachusetts, USA, 1976.

AROUCA, Maurício C. et al. **Estrutura da demanda de energia no setor residencial no Brasil**. Trabalho publicado pela COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 1982.

BRYAN, H. J. **An overview of standard 90.1 - Daylighting**. ASHRAE Journal, February/90, pp.26, 1990 .

CEEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica – Divisão Comercial – **Sistema de Informações Comerciais**, Porto Alegre, 1998 a.

CEEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica – Divisão Comercial – **Software para Diagnóstico Energético Residencial**, Porto Alegre, 1998 b.

CEEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica – Divisão Comercial – **Resumo Mensal de Faturamento**, Porto Alegre, 1999.

CODI – Comitê de Distribuição **Recomendações para pesquisas de hábitos de consumo** – Pesquisa sobre hábitos de consumo de energia elétrica – Classe Residencial, Rio de Janeiro, RJ, 1982.

CROWTHER, R. L. **Sun / Earth.**, Charles scribner' Sons, New York, USA, 1977.

DONIAUX. R., **Daylighting in architecture: factor in the quality of life**. In: Proc. European Conference on Architecture, Munich, Germany, pp. 661-666, 1987.

ESPÍRITO SANTO, G.. **Energia – Um mergulho na crise**, São Paulo, SP, 1989.

FATHY, Hassan. **Architecture for the poor**. Chicago and London, The University of Chicago Press, 1973.

---

FITCH, J. M. **The environmental forces that shape it**. Schocken Books, New York, 1971.

FROTA, Anésia B. **Manual de conforto térmico**. Nobel, São Paulo, 1988.

GIVONI, B. **Man, climate and architecture**. Applied Science Publishers, London, 1976.

GRAÇA, G. & BARGHINI, A. **Uso de energia no setor residencial da cidade de São Paulo**. Seminário sobre uso racional de energia, São Paulo, SP, 1988.

IZARD J. L. GUYOT Q. **Arquitetura bioclimática**. Ed. G. Gili, Barcelona, 1980.

KNIJNIK et al. **Energia e meio ambiente em Porto Alegre - Bases para o desenvolvimento**. DMAE, Porto Alegre, RS, 1994.

KOENIGSBERGER et al, **Vivienda y edificios en zonas cálidas y tropicales**. Trad. Emilio Romero Ros. Madrid, Paraninfo, 1977.

LAM, W. M. C., **Sunlighting as formgiver for architecture**. An Nostrand Reinhold Co., New York, 1986.

LAMBERTS et al. **Eficiência energética em edificações: Estado da Arte**. ELETROBRÁS, PROCEL, pp 44, Rio de Janeiro, RJ, 1996.

LINS, Marcos P. E. **Modelo para projeção da demanda domiciliar de energia**. Tese de mestrado apresentada à COPE / UFRJ, Rio de Janeiro, 1986.

MARKUS, T. A. & FOULKES, P., **Part 1: Light and Life**. In: Pilkington Brothers Ltd. (Ed. Windows and Environment, Mc Corquodale & Co. Ltd. pp. 1. 11-1.60, 1969.

MARTIN L. & MARCH L.. **Urban Space and Structures**. Cambridge University Press, Cambridge, 1972.

---

---

MASCARÓ, J. et al. **Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios.** PROPARG-UFRRGS/CNICC-CEICO, Porto Alegre 1983.

MASCARÓ, L. **Energia na edificação - estratégia para minimizar seu consumo.** Projeto, São Paulo, 1985.

MATTAR, Fauze N. **Pesquisa de Marketing: Metodologia, Planejamento.** Editora Atlas S.A., São Paulo, SP, 1996.

MAZRIA, Edward. ***The passive solar energy book.*** Rodale Press, Emmaus, Pa., USA, 1979.

MONTGOMERY, D. C. et al. **Forecasting and Time Series Analysis.** MacGraw – Hill, Inc., 1990.

OLGYAY, Victor. **Design with climate.** Princeton University, Princeton, New Jersey, 1963.

PMPA, Prefeitura Municipal de P. Alegre, **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Porto Alegre – Lei Complementar N° 43 de 21 de Julho de 1979.** CORAG/SPM, Porto Alegre, 1994.

PEREIRA, F. O. R. & MINCACHE, J. A., **Insolação no ambiente construído: critério para sua regulação e normalização.** In: Anais do I Encontro de Conforto do Ambiente Construído, ANTAC, Gramado/RS, pp. 101-107, 1990.

PEREIRA, F. O. R., **Luz solar direta: Tecnologia para melhoria do ambiente lumínico e economia de energia na edificação.** In: Anais do II Encontro de Conforto no Ambiente Construído, ANTAC-SOBRAC-ABERGO, Florianópolis/SC, pp.257-267., 1992

RAHDE, Sergio B. **Modelagem da curva de carga das faixas de consumo de energia elétrica residencial a partir da aplicação de um programa de**

---

**Gerenciamento de Energia pelo Lado da Demanda.** Dissertação de Mestrado PUCRS, Porto Alegre, RS, 1998.

RIVERO, Roberto. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural.** D. C. Luzato Editores, Porto Alegre, 1986.

ROBBINS, C. L., **Daylighting: Design and analysis.** Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1986.

ROMERO, Marta A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** São Paulo, 1988.

STEADMAN, Philip. **Energia, medio ambiente, edificación.** H. BlumeEdiciones, 1978.

STEADMAN, Philip. **Environment and Planning B: Planning and Design**, Vol. 21, pg 7-30. Center for Configurational Studies, England, 1994.

STEIN, Richard G.. **Architecture and Energy.** Anchor Press / Doubleday Garden City, New York, EUA, 1978.

TURKIENICZ, Benamy et al. **Indicações estratégicas para adensamento urbano de Porto Alegre.** Trabalho de Pesquisa UFRGS-PMPA-SINDUSCON, Porto Alegre, RS, 1994.

TURKIENICZ, Benamy. **Análise de Impacto Ambiental - Implantação do Shopping Cristal - Relatório de Impacto Ambiental,** Porto Alegre, RS, 1998.

VALE, Robert e Brenda. **La casa autônoma.**, Ed. G. Gili, Barcelona, 1978.

VANIN, Vito R. et al. **Padrões de consumo de energia - Brasil,** Ciência e cultura, São Paulo, SP, 1981.

WHILHEIM, Jorge et al. **Consumo residencial de energia.** Metodologia, São Paulo, SP, 1985.

---

---

WRIGHT, David. **Natural solar architecture**. Van Nostrand Reinolds Company, New York, 1978.

---

## Localização da Área de Estudo em Porto Alegre

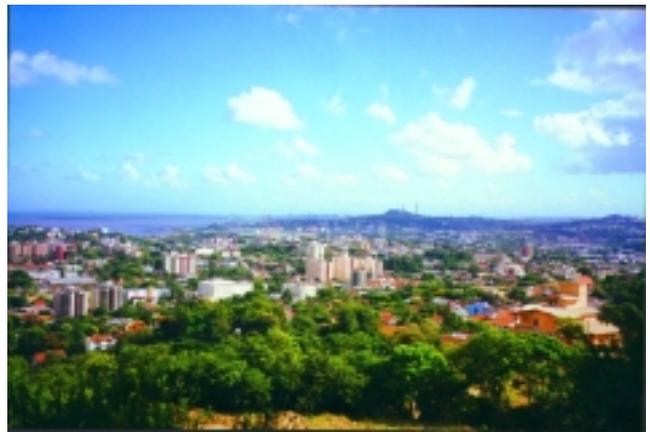


 Delimitação da Área de Estudo

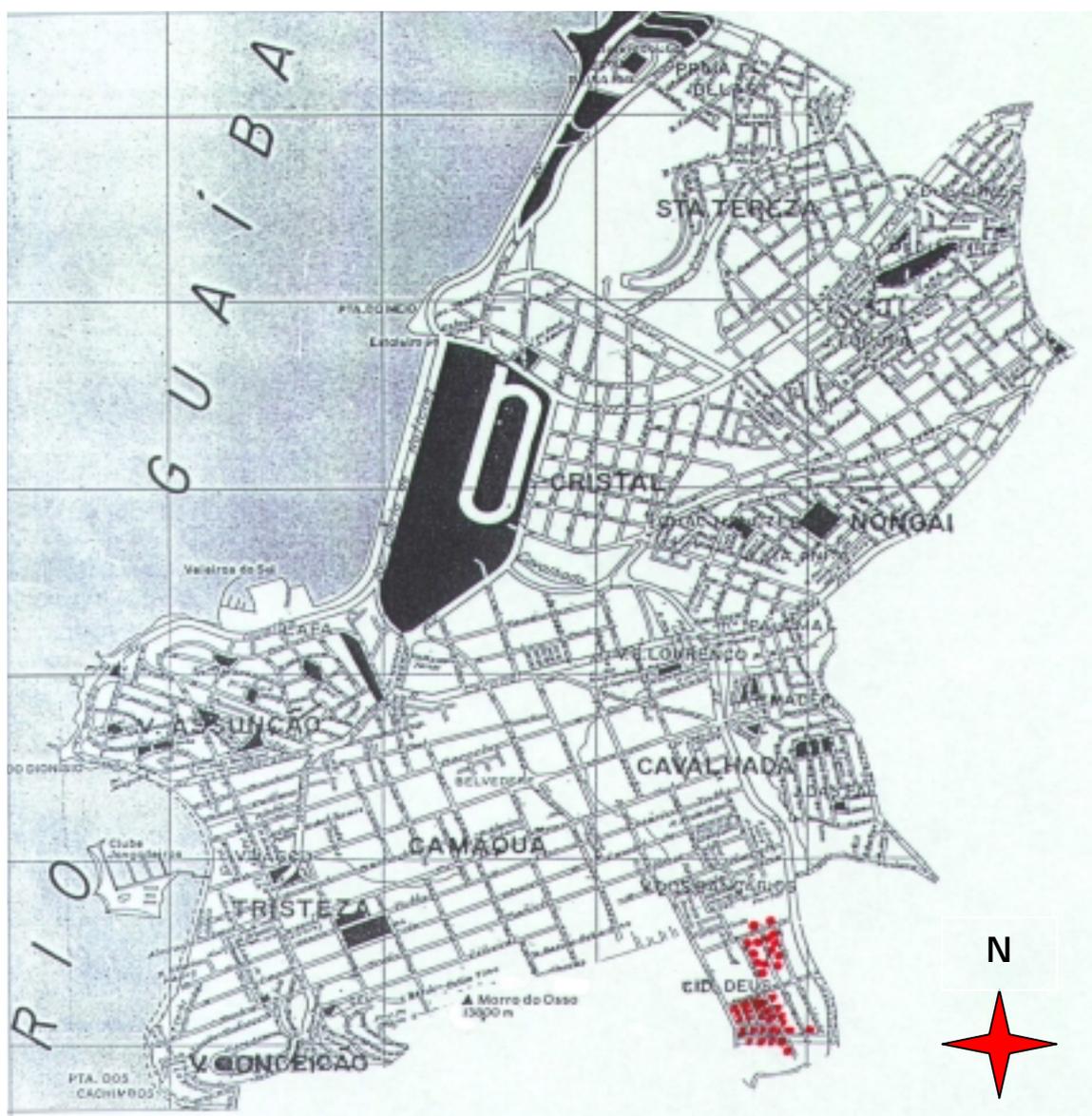
### Localização da Área de Estudo



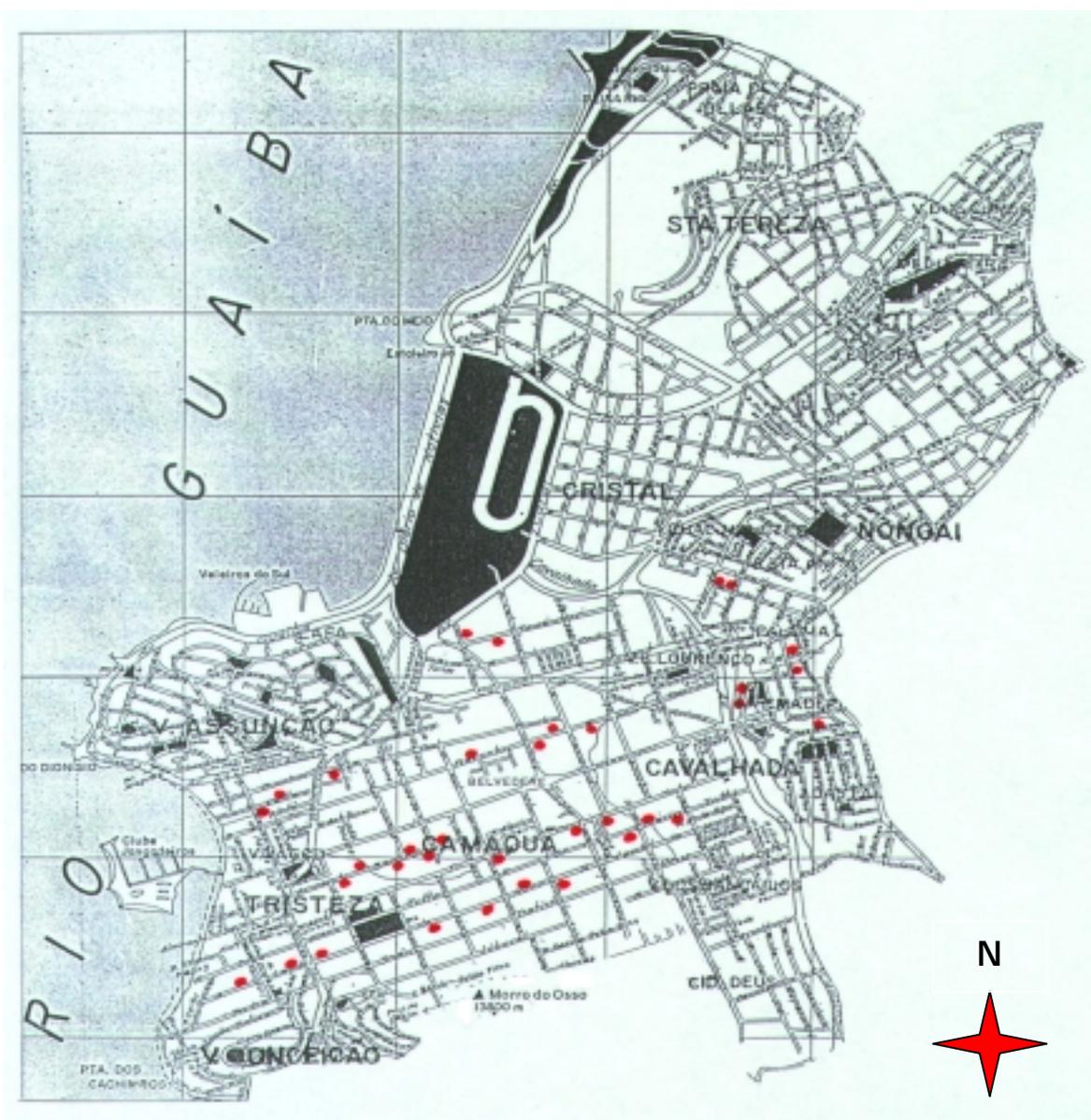
## Fotos da Área de Estudo



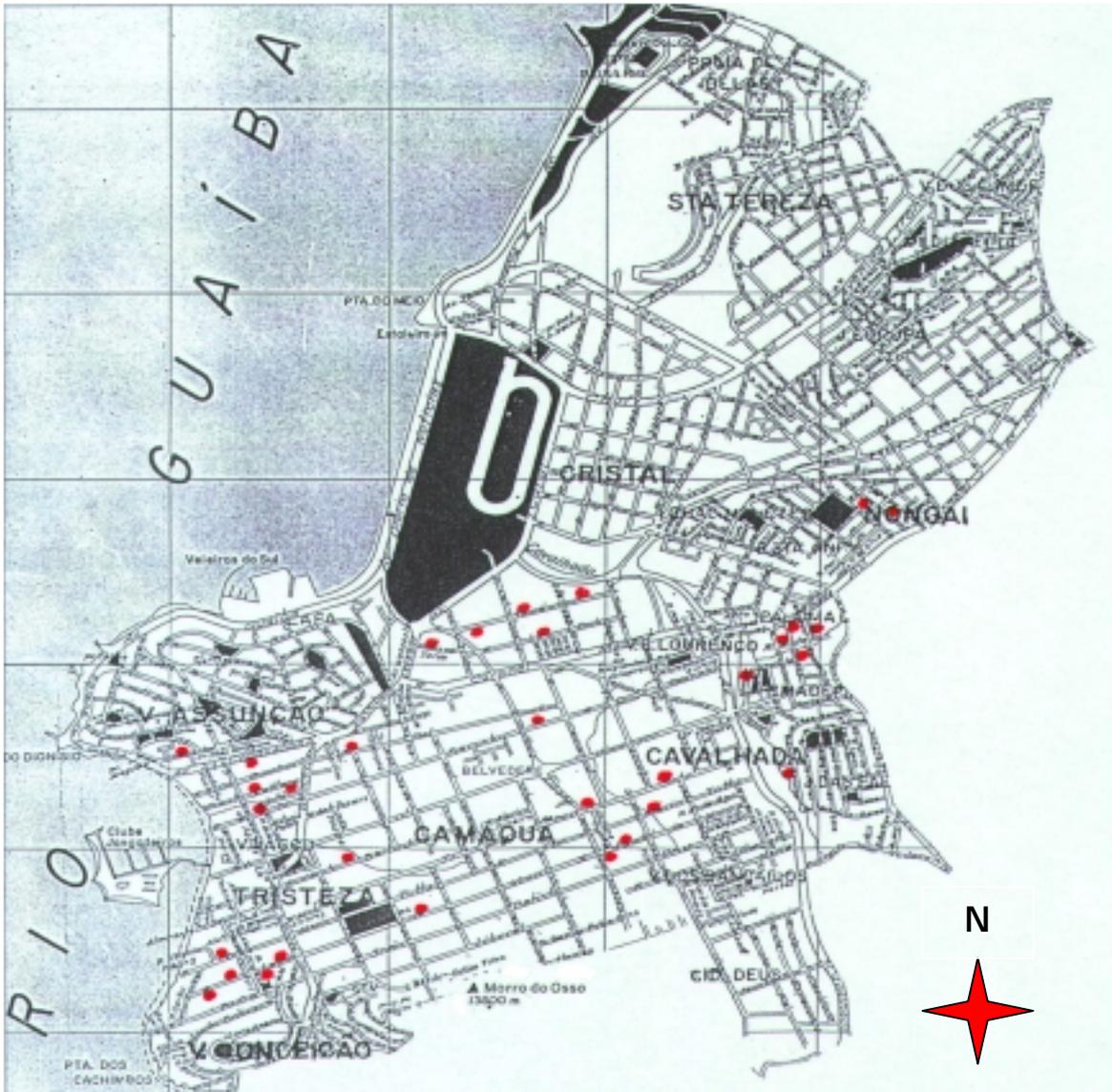
### Tipologia 1



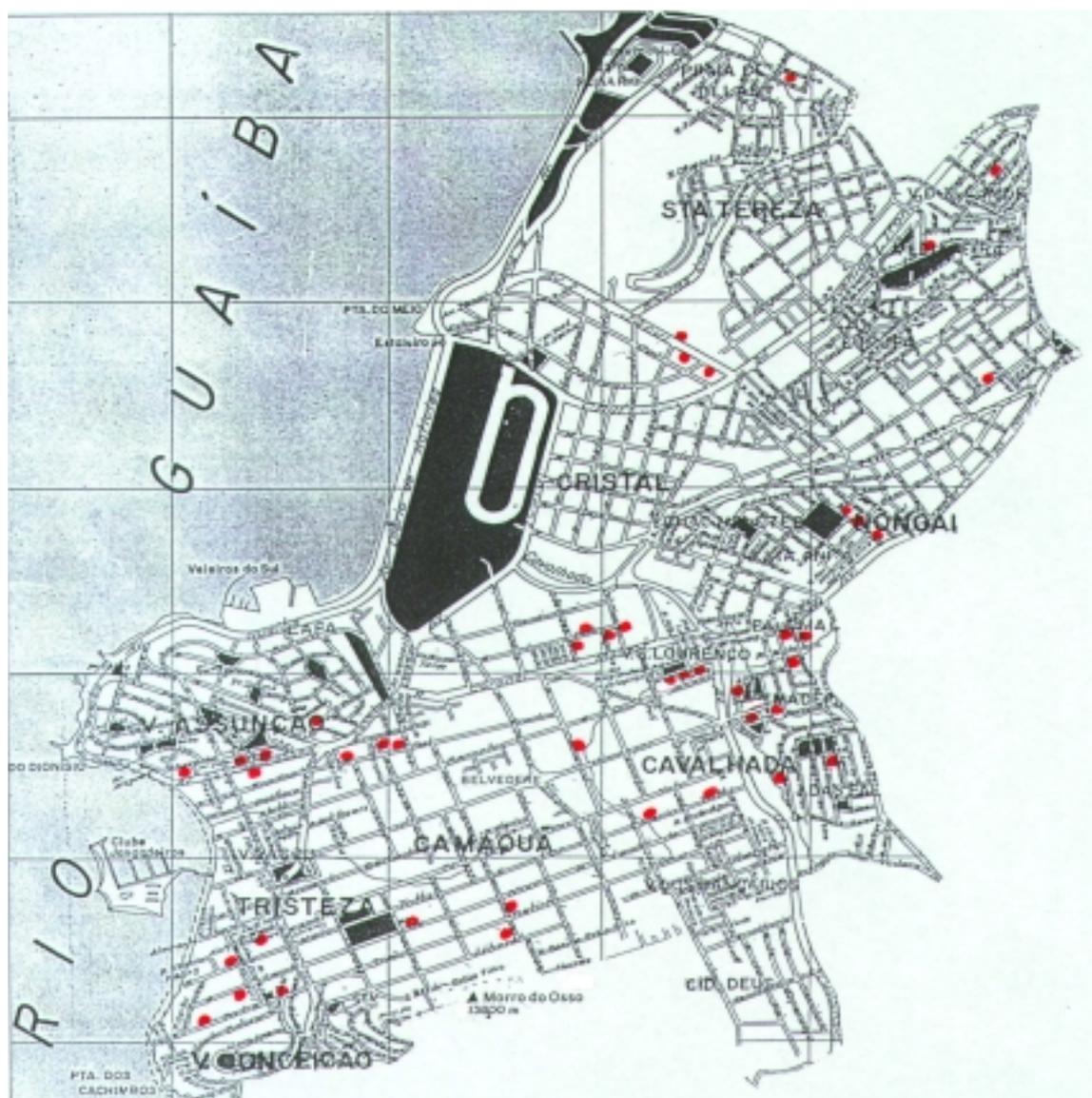
### Tipologia 2



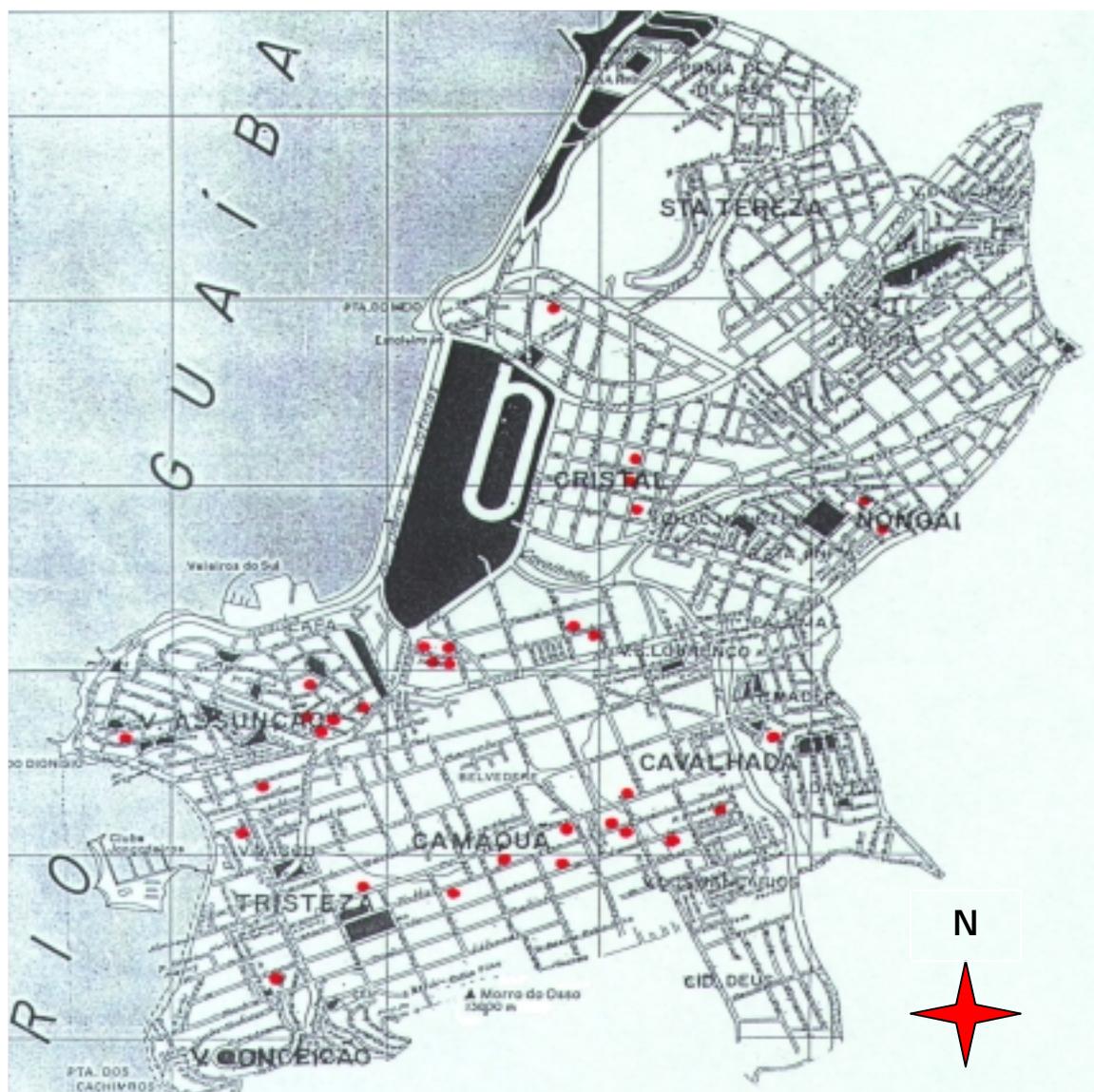
### Tipologia 3



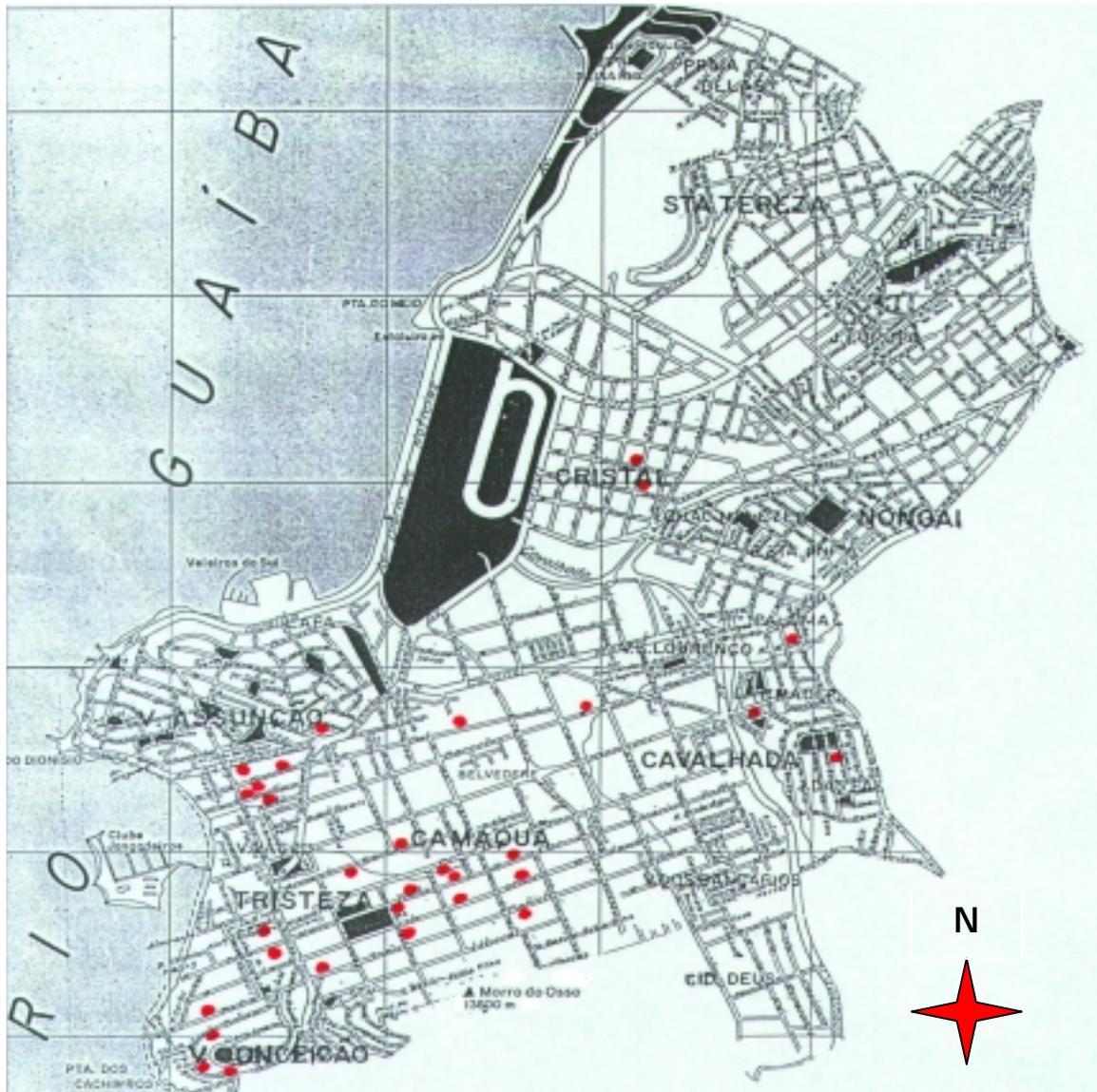
## Tipologia 4



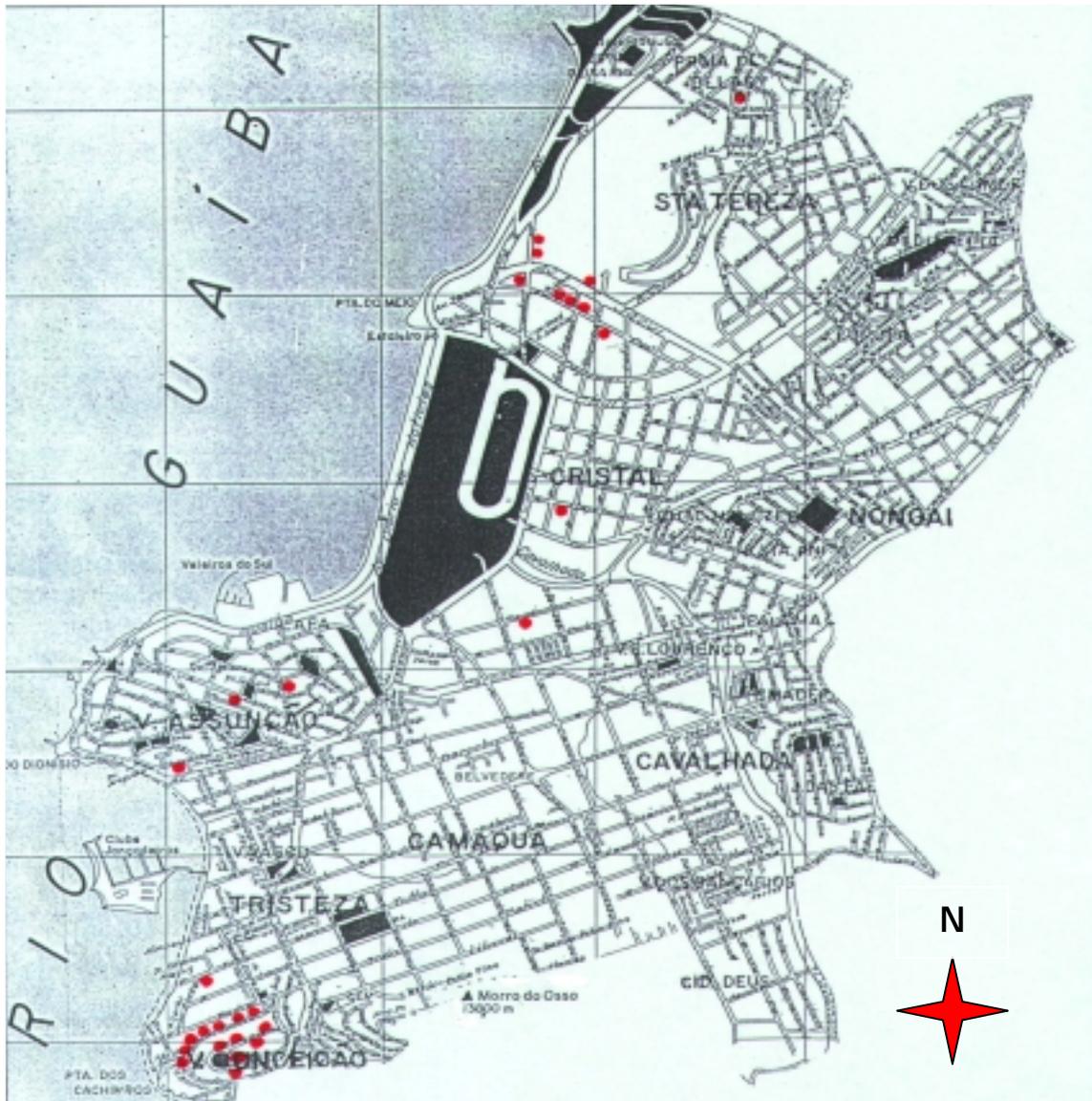
### Tipologia 5



## Tipologia 6

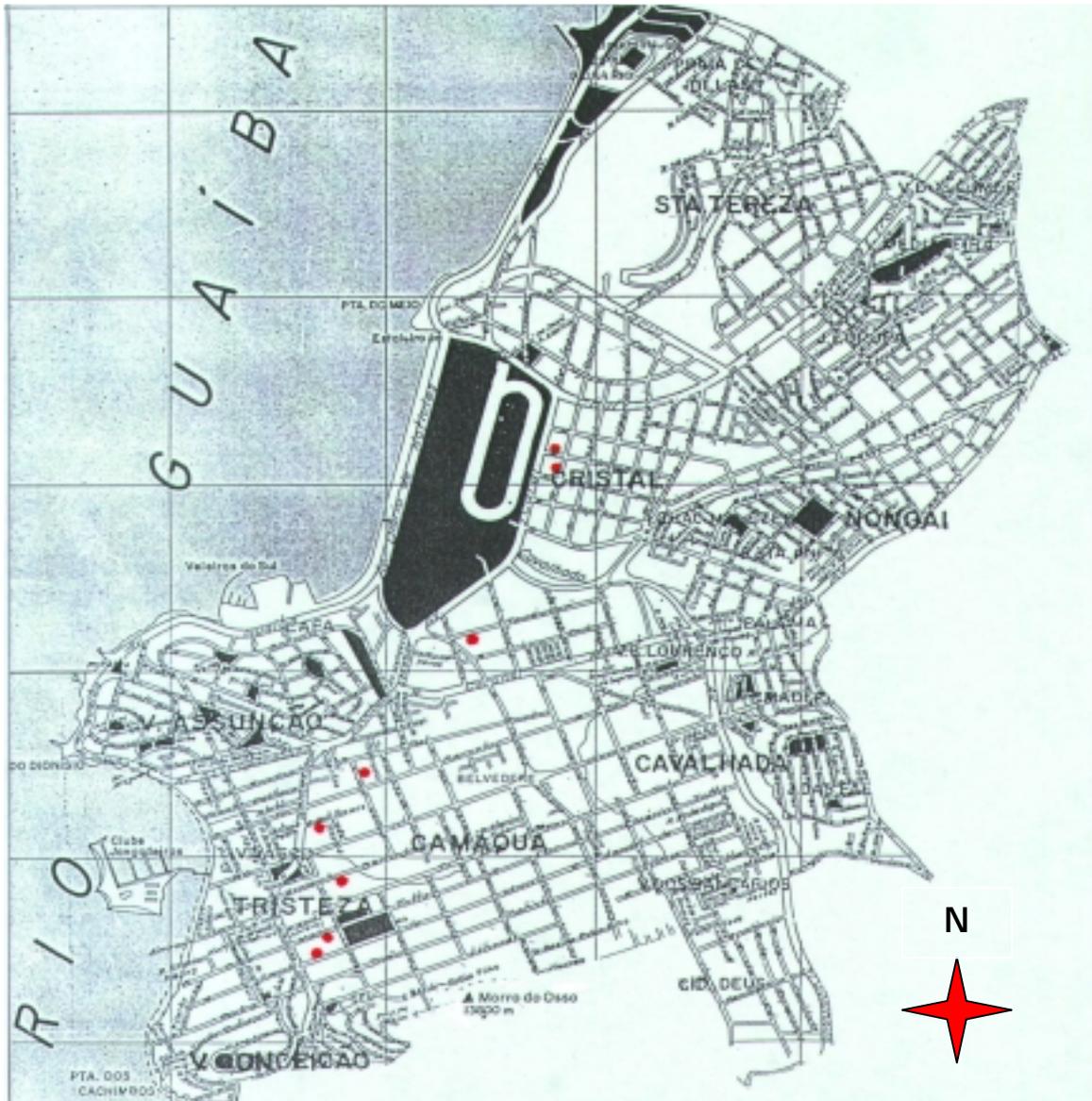


### Tipologia 7

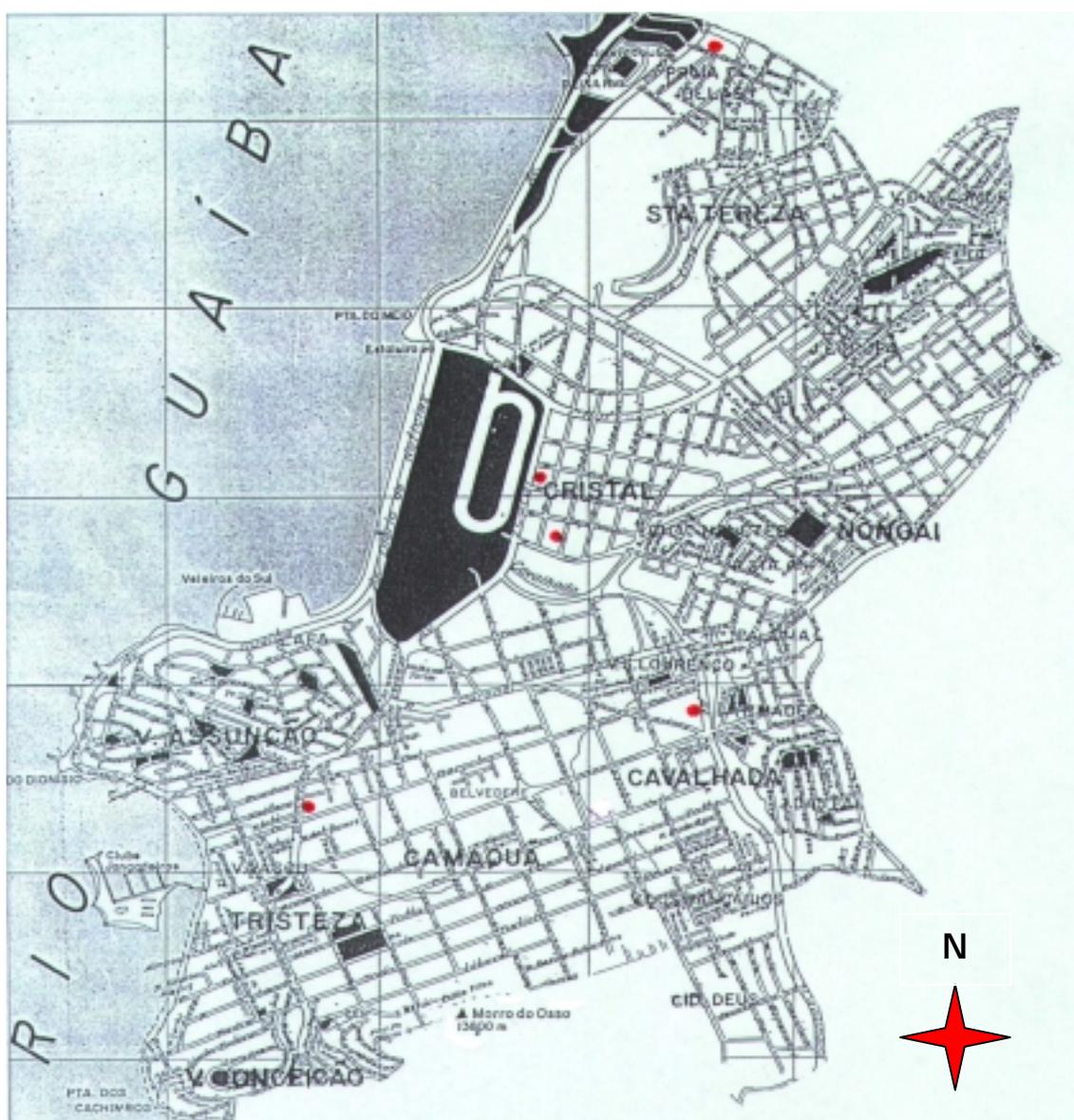




### Tipologia 9



### Tipologia 10



## QUESTIONÁRIO

Tipologia: ..... Prédio n°: ..... Consumo:..... kWh/mês  
 Rua: ..... N°..... Apto..... Bairro.....

### 1. DADOS GERAIS:

1. A moradia possui alguma atividade  Comercial.....  
 Industrial.....
2. A moradia é  própria  alugada
3. Há quanto tempo residem nesta moradia:  1 - 5 anos  
 5 - 10 anos  
 mais de 10 anos
4. Área da moradia (casa ou apto):.....m<sup>2</sup>.
5. Área do terreno (somente para casas): .....m<sup>2</sup>.
6. Idade da moradia: .....anos
7. Quantas pessoas moram no local: .....pessoas.
8. Renda familiar: Código..... (*Mostrar Cartão*)
9. Hábitos de uso da moradia:  Passam o dia fora  
 Passam um turno fora  
 Costumam sair de férias no verão

### 2. USO DE ENERGIA ELÉTRICA – ELETRODOMÉSTICOS

Item	APARELHOS ELÉTRICOS	Quantidade	Utilização		
			Utilização por dia Horas : min	Utilização p/ semana N° dias   N° vezes	
1	Geladeira de uma porta				
2	Geladeira de duas portas				
3	Freezer				
4	Torneira elétrica				
5	Lavadora de pratos pequena				
6	Lavadora de pratos grande				
7	Exaustor				
8	Depurador de ar				
9	Forno de microondas				
10	Forno elétrico à resistência				
11	Fritadeira elétrica				
12	Liquidificador				
13	Batedeira				
14	Espremedor de frutas				

## 2. USO DE ENERGIA ELÉTRICA – ELETRODOMÉSTICOS – Cont.

Item	APARELHOS ELÉTRICOS	Quantidade	Utilização por dia	Utilização p/ semana	
			Horas : min	Nº dias	Nº vezes
15	Torradeira elétrica				
16	Cafeteira elétrica				
17	Lavadora de roupas (água fria)				
18	Lavadora de roupas (água quente)				
19	<b>Secadora de roupas</b>				
20	Centrifuga de roupas				
21	Ferro de passar roupas				
22	Aspirador de pó				
23	Vaporizador				
24	Enceradeira				
25	<b>Chuveiro elétrico</b>				
26	<b>Boiler elétrico</b>				
27	Secador de cabelos				
28	Barbeador elétrico				
29	Televisor (até 20 ")				
30	Televisor (acima de 20 ")				
31	Vídeo Cassete				
32	Aparelho de som				
33	Vídeo Game				
34	Rádio relógio				
35	Ventilador / Circulador				
36	<b>Ar cond. (7500 a 12000 BTU)</b>				
37	<b>Ar cond. (15000 a 21000 BTU)</b>				
38	<b>Ar condicionado central</b>				
39	Estufa				
40	Computador				
41	Fax				
42	Telefone sem fio				
43	Outro Motor de piscina				
44	Outro – Cortador de grama				
45	Outro				

- O ar condicionado é usado  verão  inverno  verão e inverno
- A secadora é usada no  verão  inverno  verão e inverno
- No chuveiro elétrico é colocada a chave para  verão  e inverno
- Boiler: .....litros  Usado p/banho  Usado p/cozinha  com timmer

### 3. USO DE ENERGIA ELÉTRICA – ILUMINAÇÃO

Item	Iluminação	Lâmpadas Incandescentes			Lâmpadas Fluorescentes		
	Ambientes	Quant.	Potência	Uso Diário Horas: Min	Quant.	Potência	Uso Diário Horas: Min
1	Hall						
2	Sala 1						
3	Sala 2						
4	Gabinete						
5	Jantar						
6	Cozinha						
7	Copa						
8	Área serviço						
9	Despensa						
10	Dep. Empreg.						
11	Dormitório 1						
12	Dormitório 2						
13	Dormitório 3						
14	Dormitório 4						
15	Dormitório 5						
16	Banheiro 1						
17	Banheiro 2						
18	Banheiro 3						
19	Lavabo						
20	Circulação 1						
21	Circulação 2						
22	Circulação 3						
23	Garagem						
24	Churrasqueira						
25	Áreas Cobert.						
26	Depósito						
27	Jardim						

**MODELO DE PLANILHA PARA TABULAÇÃO DE DADOS COLETADOS EM CAMPO**

<b>Tipologia:</b>	<b>Prédio:</b>	<b>Consumo Médio:</b>	<b>kWh/mês</b>
<b>Endereço:</b>	<b>n°:</b>	<b>Apto:</b>	<b>Bairro:</b>

**DIAGNÓSTICO RESIDENCIAL****1. Dados Gerais**

Item	Características do Consumidor					
1	Outra atividade		Comercial			Industrial
2	Moradia		Própria		Alugada	
3	Tempo de residência		1 - 5 anos		5-10 anos	mais de 10 anos
4	Área da moradia		casa m2		apto m2	
5	Área do terreno		m2			
6	Idade da moradia		anos			
7	Densidade		pessoas			
8	Renda familiar					
9	Hábitos de uso		dia fora		1/2dia	Saem nas férias de verão

**2. Uso de energia elétrica - Eletrodomésticos**

Item	APARELHOS ELÉTRICOS	Quan- tidade	Utilização por dia		Utilização p/ semana		Consumo mensal (kWh)	Consumo ver./mês (kWh)	Consumo inv./mês (kWh)
			Tempo	Nºdias	Nºvezes				
1	Geladeira de uma porta						0	0	0
2	Geladeira de duas portas						0	0	0
3	Freezer						0	0	0
4	Torneira elétrica						0	0	0
5	Lavadora de pratos pequena						0	0	0
6	Lavadora de pratos grande						0	0	0
7	Exaustor						0	0	0
8	Depurador de ar						0	0	0
9	Forno de microondas						0	0	0
10	Forno elétrico à resistência						0	0	0
11	Fritadeira elétrica						0	0	0
12	Liquidificador						0	0	0
13	Batedeira						0	0	0
14	Espremedor de frutas						0	0	0
15	Torradeira elétrica						0	0	0
16	Cafeteira elétrica						0	0	0
17	Lavadora de roupas (água fria)						0	0	0
18	Lavadora de roupas (água quente)						0	0	0
19 *	Secadora de roupas						<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
20	Centrifugadora de roupas						0	0	0
21	Ferro de passar roupas						0	0	0
22	Aspirador de pó						0	0	0
23	Vaporizador						0	0	0
24	Enceradeira						0	0	0





**MODELO DE PLANILHA PARA TABULAÇÃO DE DADOS COLETADOS EM CAMPO-Cont.**

<b>2. Uso de energia elétrica - Eletrodomésticos - Continuação</b>								
Item	APARELHOS ELÉTRICOS	Quan- tidade	Utilização por dia	Utilização p/ semana		Consumo mensal (kWh)	Consumo verão/mês (kWh)	Consumo inv./mês (kWh)
			Tempo	Nº dias	Nº vezes			
25 *	Chuveiro elétrico					0	0	0
26 *	Boiler Elétrico					0	0	0
27	Secador de cabelos					0	0	0
28	Barbeador elétrico					0	0	0
29	Televisor pequeno (até 20")					0	0	0
30	Televisor grande (acima de 20")					0	0	0
33	Video game					0	0	0
34	Rádio relógio					0	0	0
35	Ventilador / Circulador						0	
36 *	Ar cond. peq. (7.500 a 12.000 BTU)						0	0
37 *	Ar cond. méd. (15.000 a 21.000 BTU)						0	0
38 *	Ar condicionado central							
39	Estufa							0
40	Computador					0	0	0
41	Fax					0	0	0
42	Telefone sem fio					0	0	0
43	Outro - Motor piscina							
44	Outro - Cortador de grama							
<b>Consumo Total Eletrodomésticos</b>						<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
*	Secadora no verão		Secadora no inv.		Sec. no ver. e inv.			
*	Chuveiro elétrico no verão		Chuveiro elétrico no inverno					
*	Boiler litr.		Uso ban.		Uso coz.		Com timmer	
*	Ar cond. no verão		Ar cond. no inv.		Ar cond.ver. e inv.			

**MODELO DE PLANILHA PARA TABULAÇÃO DE DADOS COLETADOS EM CAMPO-Cont.**

<b>3. Uso de energia elétrica - Iluminação</b>										
Item	ILUMINAÇÃO Ambientes	Lâmpadas Incandescentes			Lâmpadas Fluorescentes			Consumo mensal (kWh)	Consumo verão/mês (kWh)	Consumo inv./mês (kWh)
		Quant.	Pot.	Tempo	Quant.	Pot.	Tempo			
1	Hall							0	0	0
2	Sala 1							0	0	0
3	Sala 2							0	0	0
4	Gabinete							0	0	0
5	Jantar							0	0	0
6	Cozinha							0	0	0
7	Copa							0	0	0
8	Área de serviço							0	0	0
9	Despensa							0	0	0
10	Depend. Empregada							0	0	0
11	Dormitório 1							0	0	0
12	Dormitório 2							0	0	0
13	Dormitório 3							0	0	0
14	Dormitório 4							0	0	0
15	Dormitório 5							0	0	0
16	Banheiro 1							0	0	0
17	Banheiro 2							0	0	0
18	Banheiro 3							0	0	0
19	Lavabo							0	0	0
20	Circulação 1							0	0	0
21	Circulação 2							0	0	0
22	Circulação 3							0	0	0
23	Garagem							0	0	0
24	Churrasqueira							0	0	0
25	Áreas Cobertas							0	0	0
26	Depósito							0	0	0
27	Jardim							0	0	0
28	Outros							0	0	0
<b>Consumo Total Iluminação</b>								<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Consumo Total Eletrodomésticos e Iluminação</b>								<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**CONSUMO ADOTADO PARA OS ELETRODOMÉSTICOS**

Item	ELETRODOMÉSTICOS	Consumo adotado verão (W)	Consumo adotado inverno (W)	Consumo mensal (*) (kWh/mês) ou consumo/ciclo (W)
1	Geladeira de uma porta			36 *
2	Geladeira de duas portas			60 *
3	Freezer			40 *
4	Torneira elétrica	2.000	2.000	
5	Lavadora de pratos pequena	1.400	1.400	1.000
6	Lavadora de pratos grande	1.850	1.850	1.200
7	Exaustor	100	100	
8	Depurador de ar	150	150	
9	Forno de microondas	1.500	1.500	
10	Forno elétrico à resistência	2.000	2.000	
11	Fritadeira elétrica	1.300	1.300	
12	Liquidificador	300	300	
13	Batedeira	300	300	
14	Espremedor de frutas	30	30	
15	Torradeira elétrica	1.000	1.000	
16	Cafeteira elétrica	700	700	
17	Lavadora roupas água fria	1.300	1.300	1.000
18	Lavadora roupas água quente	1.600	1.600	1.300
19	Secadora de roupas	2.000	2.000	
20	Centrifugadora de roupas	130	130	
21	Ferro passar roupas	800	800	
22	Aspirador de pó	1.000	1.000	
23	Vaporizador	1.450	1.450	
24	Enceradeira	250	250	
25	Chuveiro elétrico	2.860	3.960	
26	Boyleira elétrica	Variável	Variável	
27	Secador cabelos	1.400	1.400	
28	Barbeador elétrico	20	20	
29	Televisor pequeno (até 20" )	70	70	
30	Televisor grande (acima de 20" )	150	150	
31	Vídeo cassete	120	120	
32	Aparelho de som	25	25	
33	Video game	50	50	
34	Rádio relógio			3,6 *
35	Ventilador / circulador	200		
36	Ar condicionado pequeno	1.100	1.100	
37	Ar condicionado médio	1.800	1.800	
38	Ar condicionado central	variável	Variável	
39	Estufa		1.500	
40	Computador	150	150	
41	Fax	5	5	
42	Telefone sem fio			3,6 *
43	Outro – Motor de piscina	250	250	
44	Outro – Cortador de grama	363	363	

Fonte : CEEE, 1998 b / Springer Carrier/ Engenharia Mecânica UFRGS /Lojas de Eletrodomésticos.

**Teste de subconjuntos homogêneos de Tukey para as tipologias  
1 a 7.**

Tipologia	Número de domicílios	Subconjuntos	
		1	2
1	32	2,15	
3	32	2,25	
2	33	2,26	
5	32		2,58
4	32		2,58
6	33		2,63
7	32		2,70
<b>Sig</b>		<b>0,29</b>	<b>0,14</b>

**Teste de subconjuntos homogêneos de Tukey para as tipologias  
8 a 10.**

Tipologia	Número de domicílios	Subconjuntos	
		1	2
10	32	2,26	
9	30	2,38	2,38
8	30		2,45
<b>Sig</b>		<b>,09</b>	<b>,40</b>

**CLASSIFICAÇÃO DE CATEGORIAS POR USOS FINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA**

Tip.	Categoria	Identificação	Eletrdoméstico
1	Refrigeração	1	Geladeira de uma porta
		2	Geladeira de duas portas
		3	Freezer

2	Aquecimento d'água	4	Torneira elétrica
		25	Chuveiro elétrico
		26	Boiler elétrico

3	Limpeza de louças e roupas	5	Lavadora de pratos pequena
		6	Lavadora de pratos grande
		17	Lavadora de roupas (água fria)
		18	Lavadora de roupas (água quente)
		19	Secadora de roupas
		20	Centrifuga de roupas
		21	Ferro de passar roupas

4	Preparo e cocção de alimentos	7	Exaustor
		8	Depurador de ar
		9	Forno de microondas
		10	Forno elétrico à resistência
		11	Fritadeira elétrica
		12	Liquidificador
		13	Batedeira
		14	Espremedor de frutas
		15	Torradeira elétrica
		16	Cafeteira elétrica

5	Limpeza residencial	22	Aspirador de pó
		23	Vaporizador
		24	Enceradeira

## CLASSIFICAÇÃO DE CATEGORIAS POR USOS FINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA

Cont.

Tip.	Categoria	Identificação	Eletrodoméstico
6	Entretenimento	29	Televisor (até 20 '')
		30	Televisor (acima de 20 '')
		31	Video Cassete
		32	Aparelho de som
		33	Video Game
7	Condicionamento ambiental	35	Ventilador / Circulador
		36	Ar condic. pequeno (7.500 a 12.000 BTU)
		37	Ar condic. médio(15.000 a 21.000 BTU)
		38	Ar condicionado central
		39	Estufa
8	Outros	27	Secador de cabelos
		28	Barbeador elétrico
		34	Rádio relógio
		40	Computador
		41	Fax
		42	Telefone sem fio
		43,44,45,46,47	Motor de piscina, Cortador de grama, etc
9	Iluminação	1 a 28	Consumo total em iluminação incandescente e fluorescente

Teste de subconjuntos homogêneos de Tukey para as tipologias  
1 a 7.

Tipologia	Número	Subconjuntos		
		1	2	3
1	32	1,57		
3	32		1,76	
2	33		1,78	
6	32			1,98
4	32			2,01
5	33			2,05
7	32			2,10
<b>Sig</b>		<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,24</b>