

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**USO DE ENERGIA ELÉTRICA  
EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS E COMERCIAIS DE FLORIANÓPOLIS**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE **MESTRE EM ENGENHARIA**

**LUIS MARCIO ARNAUT DE TOLEDO**

FLORIANÓPOLIS, MAIO DE 1995.

**USO DE ENERGIA ELÉTRICA EM EDIFÍCIOS  
COMERCIAIS E PÚBLICOS DE FLORIANÓPOLIS (SC)**

**LUIS MARCIO ARNAUT DE TOLEDO**

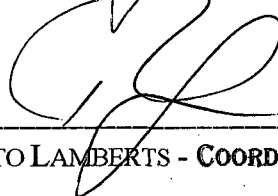
DISSERTAÇÃO APRESENTADA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE

**MESTRE EM ENGENHARIA**

ESPECIALIDADE **ENGENHARIA CIVIL**  
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DA**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA



ROBERTO LAMBERTS - **ORIENTADOR**

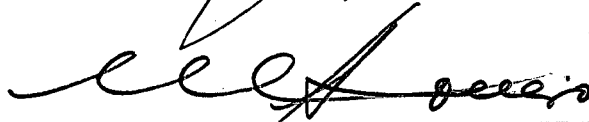


ROBERTO LAMBERTS - **COORDENADOR DO CURSO**

**BANCA EXAMINADORA**



ROBERTO LAMBERTS, PH.D - **PRESIDENTE**



DR. MARCELO DE ANDRADE ROMÉRO



FERNANDO OSCAR RUTTKAY PEREIRA, PH.D

" Não há mais Faraós no Egito  
nem doges em Veneza  
nem Neruda no Chile.

Entretanto as Pirâmides,  
as Gôndolas e os Poemas  
permanecem  
fazendo parte de engrenagens  
criadas para consumo.

Há homens e países  
que se representam mutuamente  
às sombras do passado e do presente:  
relógios que se espiam sobre as horas  
e povos que se angustiam sobre a História."

HUGO RAMIRES FILHO

Aos meus irmãos  
César e Emerson

## AGRADECIMENTOS

**AOS** responsáveis técnicos e aos funcionários de todos os edifícios visitados no decorrer deste trabalho.

**AOS** professores da Universidade Estadual de Maringá: Marcelino Gimenes, Ivo Neitzel, Flávio Faria de Moraes, Carmem Lúcia da Rocha Pietrobon, Cláudio Emanuel Pietrobon e Yoshiaki Yoshida.

**A** Luis Alberto Gómez, pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Construção da Universidade Federal de Santa Catarina e a demais colegas que colaboraram gentilmente

**A** Walkyria Kaminsky e a Murilo Matos Mendonça

**AO** Sr. Mário Barbosa

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Professor **Roberto Lamberts**

Projeto RHAE - Energia do Núcleo de Pesquisa em Construção da UFSC

Universidade Federal de Santa Catarina

Centrais Elétricas de Santa Catarina-CELESC, pelos dados e pela orientação fornecidos gentilmente

## Sumário

### Capítulo 1

#### INTRODUÇÃO

1.1 A Evolução da Oferta e da Demanda de Energia no Brasil .....	1
1.2 O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica .....	3
1.3 O Consumo de Energia no Setor de Edificações .....	4
1.2.1 O Setor Residencial .....	5
1.2.3 Os Setores Comercial e Público .....	7
1.4 Normatização de Restrição do Consumo .....	15
1.5 A Questão do Banco de Dados Energéticos de Edificações .....	17
1.6 Objetivos .....	19
1.7 Estrutura da Dissertação .....	19

### Capítulo 2

#### A ENERGIA ELÉTRICA EM EDIFÍCIOS COMERCIAIS E PÚBLICOS DE FLORIANÓPOLIS

2.1 Objetivos gerais .....	23
2.2 Os setores público e comercial .....	23
2.3 Conceitos básicos do sistema elétrico em edificações .....	25
2.4 Estrutura da Análise .....	26
2.4.1 Escolha dos edifícios .....	26
2.4.2 Da Obtenção dos Dados .....	30

2.4 Estrutura da Análise.....	26
2.4.1 Escolha dos edifícios.....	26
2.4.2 Da Obtenção dos Dados.....	30
2.5 Perfil do Consumo de Energia Elétrica por Classes no Município de Florianópolis.....	30
2.6 Consumo de energia elétrica nos edifícios (kWh/m <sup>2</sup> .mês).....	31
2.6.1 Metodologia de análise do consumo.....	31
2.6.2 Consumo médio mensal de energia elétrica em todos os edifícios estudados.....	32
2.6.3 Consumo médio nos períodos seco e úmido nos setores comercial e público.....	33
2.6.4 Consumo médio mensal de energia elétrica em todos os sub-setores comercial e público.....	33
2.6.5 O estudo dos picos no consumo de energia elétrica nos sub-setores comercial e público.....	35
2.7 Demanda de energia elétrica nos edifícios (kW).....	38
2.7.1 Metodologia de análise da demanda.....	38
2.7.3 Análise das demandas nos edifícios.....	39
2.8 Fator de Potência e Ajuste (%).....	41
2.8.1 Metodologia.....	41
2.8.2 Análise do Fator de Potência e do Ajuste.....	41
2.9 A questão energética dos edifícios de Florianópolis.....	43

### Capítulo 3

#### VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM EDIFICAÇÕES

3.1 Características dos edifícios: definições e metodologia de análise.....	43
3.1.1 Os prédios e sua análise.....	46
3.2 O sistema entorno.....	47
3.3 O sistema de mecanismos ativos.....	47

3.3.1 Metodologia para obtenção da potência instalada dos equipamentos do edifício .....	47
3.3.2 Metodologia para obter o desmembramento do consumo de energia elétrica em uso final na edificação .....	48
3.3.3 Procedimento de Cálculo e Análise dos Resultados .....	49
3.3.4 Resultados .....	51
3.3.5 Comparando com dados de outros autores .....	71
3.4 O sistema ambiente construído .....	72
3.4.1 Metodologia para analisar o sistema ambiente construído .....	72
3.4.2 Características que influenciam a carga térmica dos ambientes e potências instaladas com iluminação artificial e ar condicionado .....	73
3.4.3 Regressão simples das variáveis que influenciam no consumo de energia elétrica nas edificações .....	76

## Capítulo 4

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

4.1 Conclusões .....	85
4.2 Recomendações .....	86

### Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas .....	87
----------------------------------	----

### Anexos

Anexo 1 .....	90
Anexo 2 .....	97
Anexo 3 .....	111



## Lista de Figuras

### Capítulo 1

Figura 1.1: Consumo de Energia Elétrica (TWh) nos Setores Residencial, Comercial, Público, Industrial e outros de 1977 a 1992 .....	2
Figura 1.2: Consumo residencial de eletricidade nas regiões brasileiras .....	6

### Capítulo 2

Figura 2.1: Consumo de Energia Elétrica.....	25
no município de Florianópolis nos anos de 1992 e 1993.....	25
Figura 2.2: Consumo de Energia Elétrica no Município de Florianópolis por Classe - ano de 1992.....	28
Figura 2.3: Consumo Médio Mensal de Energia Elétrica em Todos os Edifícios Estudados no Período de Junho de 1991 a Julho de 1994.....	30
Figura 2.4: Consumo Médio Mensal de Energia Elétrica nos Setores Comercial e Público.....	32

### Capítulo 3

Figura 3.1: Consumo Médio Mensal de Energia da Assembléia Legislativa (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	52
Figura 3.2: Consumo Médio Mensal de Energia do Fórum (kWh/m <sup>2</sup> .mês).....	54
Figura 3.3: Consumo Médio Mensal de Energia no Edifício das Secretarias (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	55

Figura 3.4: Consumo Médio Mensal de Energia no Edifício das Diretorias (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	57
Figura 3.5: Consumo Médio Mensal de Energia na Secretaria de Educação (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	58
Figura 3.6: Consumo Médio Mensal de Energia na ELETROSUL (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	60
Figura 3.7: Consumo Médio Mensal de Energia no Palácio do Governo (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	61
Figura 3.8: Consumo Médio Mensal de Energia no Tribunal de Contas (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	63
Figura 3.9: Consumo Médio Mensal de Energia na CEF (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	64
Figura 3.10: Consumo Médio Mensal de Energia no Banco do Brasil (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	66
Figura 3.11: Consumo Médio Mensal de Energia na CELESC (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	67
Figura 3.12: Consumo Médio Mensal de Energia na CASAN (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	68
Figura 3.13: Consumo Médio Mensal de Energia na EMBRATEL (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	70
Figura 3.14: WWR (%) X Consumo médio anual de energia (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	80
Figura 3.15: WWR (%) X Consumo de Energia no Período Seco (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	80
Figura 3.16: WWR (%) X Consumo Médio de Energia no período úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	81
Figura 3.17: FS.WWR (%) X Consumo médio anual 2 (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	82
Figura 3.18: FS.WWR (%) X Consumo Médio de Energia Elétrica no período seco (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	83
Figura 3.19: FS.WWR (%) X Consumo Médio de Energia Elétrica no Período Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês) .....	83

## Lista de Tabelas

### Capítulo 1

Tabela 1.1: Potencial de Economia de Energia em Vários Estágios do Processo Edificativo .....	5
Tabela 1.2: Consumo de energia elétrica no setor residencial por uso final .....	6
Tabela 1.3: Perfil de Consumo de Energia Elétrica em Edifícios Públicos e Comerciais que Possuem e que não Possuem Equipamentos de Condicionador de Ar.....	7
Tabela 1.4: Consumo de Energia Elétrica por Uso Final na cidade de São Paulo .....	8
Tabela 1.5: Consumo total de Energia Elétrica (MWh/mês) e valores percentuais por uso final em edifícios comerciais e de serviços da região metropolitana de São Paulo. ....	9
Tabela 1.6: Consumo de Energia Elétrica por Uso Final.....	10
em Edifícios Públicos e Comerciais em Porto Alegre.....	10
Tabela 1.7: Consumo Médio de Energia Elétrica por Uso Final em Edificações Norte-Americanas-Unidade: kWh/m <sup>2</sup> .mês.....	11
Tabela 1.8: Uso Total de Energia Elétrica.....	12
Tabela 1.9: Uso Final de Energia - Iluminação .....	13
Tabela 1.10: Uso Final de Energia - Ar Condicionado.....	13
Tabela 1.11: Consumo de Energia Elétrica no Campus Universitário Armando S. de Oliveira - USP .....	13
Tabela 1.12: Consumo de Energia Elétrica em Escritórios de Arquitetura de São Paulo ...	14
Tabela 1.13: Consumo de Energia Elétrica em Edifícios Públicos da Cidade do México ...	14
Tabela 1.14: Países e Normas de Restrição de Consumo de Energia em Edificações.....	16

### Capítulo 2

Tabela 2.1: Quadro Energético do Brasil em 1992, de Santa Catarina em 1991 e de Florianópolis em 1993 nos setores comercial, público e de empresas de serviços públicos em relação à amostra estudada nesta pesquisa. ....	25
Tabela 2.2: Média Geral dos Consumos nos Períodos Seco e Úmido de Todos os Prédios .....	31

Tabela 2.3: Consumo Médio Anual, nos Períodos Úmido e Seco, Maior Valor do Úmido, Menor Valor do Seco e Média dos Picos de Verão.....	33
Tabela 2.4: Comparação das Demandas Medidas e Faturadas.....	38
Tabela 2.5: Fator de Potência (%) - Médias, Menores Valores e Ajustes.....	41

### Capítulo 3

Tabela 3.1: Uso Final de Energia Elétrica na Assembléia Legislativa.....	51
Tabela 3.2: Uso Final de Energia Elétrica no Fórum.....	53
Tabela 3.3: Uso Final de Energia Elétrica no Edifício das Secretarias.....	55
Tabela 3.4: Uso Final de Energia Elétrica no Edifício das Diretorias.....	56
Tabela 3.5: Uso Final de Energia Elétrica na Secretaria de Educação.....	58
Tabela 3.6: Uso Final de Energia Elétrica na ELETROSUL.....	59
Tabela 3.7: Uso Final de Energia Elétrica no Palácio do Governo.....	61
Tabela 3.8: Uso Final de Energia Elétrica no Tribunal de Contas.....	63
Tabela 3.9: Uso Final de Energia Elétrica na Caixa Econômica Federal.....	64
Tabela 3.10: Uso Final de Energia Elétrica no Banco do Brasil.....	66
Tabela 3.11: Uso Final de Energia Elétrica na CELESC.....	67
Tabela 3.12: Uso Final de Energia Elétrica na CASAN.....	68
Tabela 3.13: Uso Final de Energia Elétrica na EMBRATEL.....	70
Tabela 3.14: Resumo do Consumo Médio de Energia Elétrica por Uso Final.....	72
Tabela 3.15 : Consumo de Energia por ordem decrescente nos prédios públicos (kWh/m <sup>2</sup> .mês) e variáveis que influenciam a carga térmica.....	75
Tabela 3.16: Potências Instaladas de Iluminação e Ar condicionado.....	76
Tabela 3.17: Relações Geométricas e Termo-Energéticas dos Edifícios e Consumos de Energia Elétrica.....	77
Tabela 3.18: Variáveis dependentes do banco de dados.....	78

## Lista de Abreviaturas

- Ac - Área construída do edifício
- Acob - Área da cobertura do edifício
- Af - Área da maior fachada do edifício
- ASEAN - *Association of South East Asian Nations*
- At - Área total construída
- BESC - Banco do Estado de Santa Catarina
- Btu/h - unidade de consumo de energia elétrica no sistema inglês
- C - Consumo de energia elétrica do edifício
- °C - grau Celsius, unidade de temperatura
- Car - Consumo de energia elétrica com ar condicionado
- CASAN - Companhia de Água e Saneamento do Estado de Santa Catarina
- CEF - Caixa Econômica Federal
- CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina
- CESP - Centrais Elétricas do Estado de São Paulo
- Cgeral - Consumo anual de energia elétrica no edifício
- Cgeral AC - Consumo anual de energia elétrica no edifício com ar condicionado
- Cgeral IL - Consumo anual de energia elétrica no edifício com iluminação artificial
- Ci - Consumo de energia elétrica com iluminação artificial do edifício
- CIASC - Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina
- CIC - Centro Integrado de Cultura
- CICE - Comissão Interna de Conservação de Energia
- Cmax Umid - Valor máximo do consumo de energia elétrica do edifício num mês durante o período úmido
- Coutros - Consumo de energia elétrica com outros equipamentos do edifício (excluindo os equipamentos de ar condicionado e iluminação artificial)
- Cseco - Consumo de energia elétrica mensal do edifício no período seco
- Cseco AC - Consumo de energia elétrica mensal do edifício no período seco com ar condicionado
- Cúmido - Consumo de energia elétrica mensal do edifício no período úmido
- Cúmido AC - Consumo de energia elétrica mensal do edifício no período úmido com ar condicionado
- $\Delta$ Fat - Med - Diferença entre demandas faturada e medida
- d - dias
- Dens p - Densidade de pessoas por metro quadrado de edificação

Df - Demanda faturada  
Dm - Demanda medida  
DOE - 2 -  
ELETROSUL - Centrais Elétricas do Sul do Brasil  
EMBRATEL - Empresa Brasileira de Telefonia  
ETF - Escola Técnica Federal  
Fat - demanda faturada  
FAU - USP - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo  
FS - Fator solar  
FS.WWR - Fator solar multiplicado pelo WWR  
FP - Fator de potência  
h - horas  
JWCA - Jorge Wilhein Consultores Associados  
kg/m<sup>2</sup> - unidade de massa ou densidade superficial  
LBL - *Lawrence Berkeley Laboratory*  
m - Metro (mm - milímetro; cm - centímetro)  
Med - demanda medida  
NBR - Normas Brasileiras Revisadas  
N.PAV - número de pavimentos do edifício  
OTTV - *Overall Thermal Transfer Value*  
pav - número de pavimentos  
pessoas/m<sup>2</sup> - densidade de pessoas por metro quadrado de edificação  
Pi - Potência instalada no edifício  
PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica  
r<sup>2</sup> - coeficiente de regressão  
RHAE - Recursos Humanos em Áreas Estratégicas  
RS - Rio Grande do Sul  
SC - Santa Catarina  
SP - São Paulo  
TELESC - Telecomunicações de Santa Catarina  
TR - tonelada de refrigeração  
Ucobertura - transmitância térmica da cobertura no verão  
UDESC - Universidade do Desenvolvimento de Santa Catarina  
Uinverno - transmitância térmica da cobertura no inverno  
Ujanela - transmitância térmica da janela  
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina  
Uparede - transmitância térmica da parede  
USP - Universidade de São Paulo

U<sub>verão</sub> - transmitância térmica da cobertura no verão

V - volume estimado do edifício

W - watt (kW=10<sup>3</sup> W; MW=10<sup>6</sup> W; GW=10<sup>9</sup> W; TW=10<sup>12</sup> W)

WWR - *Window Wall Ratio* (relação área de janela e área da maior fachada)

## Resumo

Os edifícios que compõem os ambientes urbanos têm características arquitetônicas, construtivas e de uso que muito influenciam o consumo de energia elétrica. Em linhas gerais, este trabalho se propõe a formar um banco de dados, a partir do qual, seja possível conhecer um perfil energético de edificações e a influência de características arquitetônicas e construtivas no consumo em edifícios públicos e comerciais da cidade de Florianópolis (SC).

O consumo de energia elétrica nestes edifícios é analisado a partir de pesquisa de dados cadastrais fornecidos pela concessionária local - CELESC. Para que se possa fazer comparações e traçar perfis energéticos dos setores público e comercial, o consumo é analisado na unidade kWh/m<sup>2</sup>.mês. Para isso, fez-se uma pesquisa de campo para levantar as áreas construídas de 46 prédios.

A demanda de energia e o fator de potência são analisados em 24 prédios, de modo que seja possível entender o desperdício com as tarifas, a partir do histórico das multas aplicadas em cada edifício. Procura-se observar a preocupação dos responsáveis técnicos dos edifícios no gerenciamento da demanda e no ajuste do fator de potência.

Características arquitetônicas, construtivas e de uso das edificações foram levantadas em 14 prédios de escritórios. A partir destes dados, foi possível desenvolver uma metodologia para desmembrar o consumo de energia elétrica por uso final na edificação com ar condicionado, iluminação e outros consumos. Estes consumos foram correlacionados com alguns parâmetros arquitetônicos levantados. Estudou-se a influência das variáveis no consumo de energia através de análise de regressão.



## Abstract

Buildings which make up the urban environment have architectural, constructive and usage features that greatly influence electric energy consumption. In a general sense, this study aims at building up a database whose function is to make possible the identification of energy consumption in buildings as well as the influence of architectural and constructive characteristics in public and commercial buildings in the city of Florianópolis (SC).

Electric energy consumption of such buildings was analysed through recorded data from the local utility - CELESC. To compare and establish public and commercial sectors energetic profile, energy consumption is analysed in kWh/m<sup>2</sup>.mês through a field survey held in 46 buildings.

Energy demand and power factor were analysed in 24 buildings, in order to understand the fines in each building. It was observed the preoccupation of the responsables for demand management and power fator correction.

Architectural, constructive and usage features of the buildings were surveyed in 14 buildings and offices. Once having such data, it was possible to work out a methodology to break down electric energy consumption by end-use (air-conditioning, light and other uses). Such consumption rates were correlated with some architectural parameters surveyed. The influence of the variables on the energy consumption was analysed through regression analysis.

## Capítulo 1

### INTRODUÇÃO

O Homem tem utilizado energia em todas as atividades que desenvolve. Durante seu processo evolutivo, suas necessidades se modificavam cada vez mais, assim que decifrava os mistérios da natureza, dominando-a. No decurso dos séculos, as invenções e as artes modificavam os processos de produção e utilização de energia.

A Revolução Industrial, em meados do século XVIII, foi uma das principais responsáveis pelo incremento do consumo de energia, principalmente com a invenção da máquina a vapor. As grandes invenções da Humanidade também caracterizam o processo de expansão energética, nas quais se pode citar: o automóvel, o avião, os motores a gás e a óleo, a eletricidade e as máquinas elétricas.

Depois das duas grandes guerras mundiais (1914-18 e 1939-45), surgiram as primeiras incidências de crise na questão energética. Naquelas situações, a incrementação bélica exigia produção de equipamentos e transportes com conseqüente aumento do uso de energia. A reconstrução das cidades e o crescente desenvolvimento industrial foram responsáveis pelo uso excessivo dos recursos energéticos finitos, levando a uma crescente elevação dos preços do petróleo, dominado pelos países produtores mundiais.

O ponto culminante desta crise se deu em 1973 com o primeiro choque do petróleo, causando impacto mundial. Os governos sobrevieram com medidas urgentes de redução do consumo específico de derivados do petróleo. A atualidade desta crise se percebe quando dois terços das reservas mundiais de petróleo ainda são controladas por um pequeno número de países produtores do Oriente Médio e antiga União Soviética.

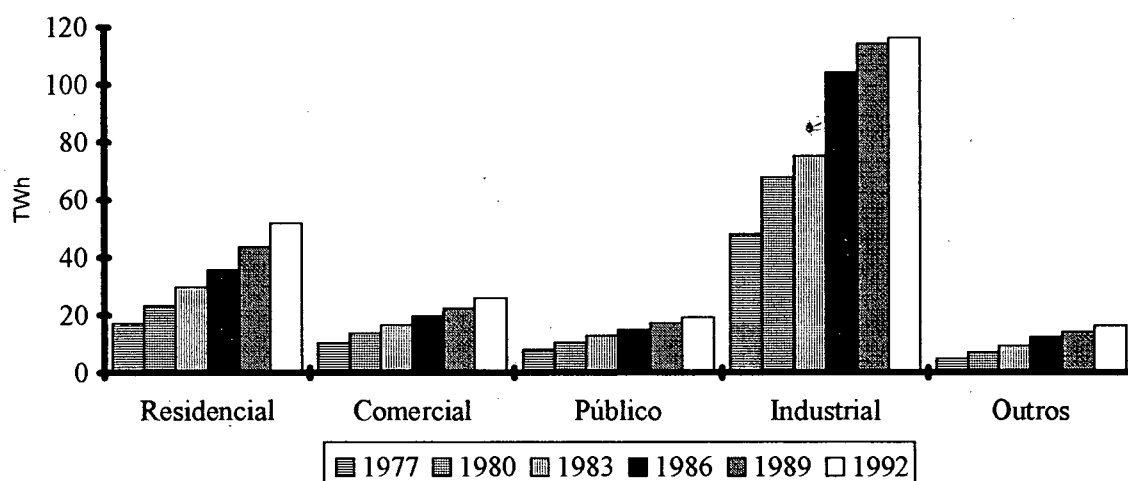
A preocupação principal deste trabalho é tratar a energia enquanto eletricidade no setor de edificações, considerando a situação energética atual e as restrições de expansão do sistema elétrico no Brasil.

#### **1.1 A Evolução da Oferta e da Demanda de Energia no Brasil**

O potencial energético brasileiro é rico devido às adequadas condições de suas bacias hidrográficas. Quando a ELETROBRÁS iniciou suas atividades em 1962, a capacidade instalada do país era de 6 TW. Em 1991, essa capacidade cresceu para 56,6 TW, sendo que 12,6 TW são da hidrelétrica de Itaipu Binacional. Entretanto, paradoxalmente, o potencial de crescimento do setor energético é reduzido. A demanda de 1 kW implica em 1 kW a mais que terá que ser gerado e mais áreas férteis e produtivas que serão inundadas. Cada unidade de energia economizada corresponde a uma redução não só de áreas inundadas, mas também na emissão de poluentes e resíduos radioativos. Mesmo diante destes aspectos de restrições ecológicas, fontes alternativas

que gerem a mesma energia não possuem uma política de implantação contínua e abrangente. Neste contexto, a situação é preocupante, já que a eletricidade, tal como é utilizada no Brasil, é gerada quase que totalmente por usinas hidrelétricas.

Para entender a oferta e a demanda de energia elétrica nas edificações brasileiras, convém analisar os setores público, comercial, residencial e industrial. O MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA [1994] fornece os valores de consumo de energia elétrica nestes setores, dispostos na figura 1.1.



**Figura 1.1: Consumo de Energia Elétrica (TWh) nos Setores Residencial, Comercial, Público, Industrial e outros de 1977 a 1992**  
Fonte: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 1994

O setor industrial tem os maiores consumos, 48,2 TWh em 1977 e 116,4 TWh em 1992. Os setores residencial, comercial e público representam os setores de edificações e seu consumo total é praticamente o mesmo que o setor industrial. O setor residencial é o que apresenta os maiores valores de consumo nas edificações, 17,1 TWh em 1977 e 52,1 TWh em 1992. O total de energia elétrica consumida no Brasil em 1992 foi de 242 TWh e o setor residencial representou 20% deste montante neste mesmo ano. Os setores comercial e público têm juntos o mesmo consumo que o setor residencial. O setor comercial representou 11% e o setor público 8% em 1992. As edificações representaram, então, 40% do consumo neste ano. Os setores são caracterizados pelo setor energético, agropecuário e de transporte. É exatamente dentro do montante consumido pelas edificações que está inserido um grande potencial de economia e uso racional de energia.

O setor industrial não apresenta maior interesse aqui, pelo fato de que seu consumo de energia não está ligado à edificação, mas sim à sua produção.

## 1.2 O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, instituído pela Portaria Interministerial nº 1877 de 31 de dezembro de 1985, coordena a atuação do poder público no sentido de promover a conservação e o uso racional de energia elétrica no Brasil. Segundo o PROCEL [1992] e GELLER [1990], a ELETROBRÁS é a companhia federal que dá base para suas ações, fundamentalmente estruturadas em:

- a) demonstrações de tecnologias;
- b) educação e promoção;
- c) instalações diretas de medidas de conservação;
- d) desenvolvimento de normas e leis;
- e) incentivos; e
- f) projetos conjuntos com outras áreas e organizações.

Até 1990 o PROCEL financiou mais de 150 projetos avaliados em 20 milhões de dólares, com fundos utilizados principalmente da ELETROBRÁS e do Banco Mundial. Segundo GELLER [1990], o PROCEL apresenta resultados de impacto, como:

- a) economia de 1.070 GWh/ano em 1989, com adoção de geladeiras, refrigeradores e lâmpadas mais eficientes no mercado; e
- b) economia de 2.500 GWh/ano com programas de educação e promoção.

As metas estabelecidas pela ELETROBRÁS enfocam um conjunto de seis estratégias por usos finais de energia elétrica, nos diversos segmentos consumidores, tais como:

- a) força motriz industrial;
- b) processos eletrotérmicos industriais;
- c) iluminação nos setores residencial e serviços;
- d) refrigeração residencial;
- e) condicionamento ambiental nos setores residencial e serviços; e
- f) iluminação pública.

A estas estratégias são agregadas as atividades em edificações de promoção e difusão, constituindo estratégias apenas complementares neste programa. A atuação do PROCEL em edificações, que consiste em tecnologia mais eficiente a ser usada nas construções, difusão tecnológica e capacitação profissional, ainda não tem resultados, nem ações diretas de encaminhamento destas posições. Talvez, uma das ações mais expressivas neste campo seja o

trabalho que desenvolve na promoção e no suporte técnico de comissões internas de conservação de energia (CICE) dos órgãos e entidades da administração federal. O programa interno de conservação visa otimizar o uso de energia com orientações, direcionamento, ações e controles sobre os recursos econômicos, materiais e humanos, reduzindo os índices globais da quantidade de energia necessária para a obtenção do mesmo resultado.

### 1.3 O Consumo de Energia no Setor de Edificações

Do ponto de vista do consumo de energia elétrica na edificação, considera-se:

a) a energia consumida quando da construção do edifício, embutida na produção e transporte de materiais e manipulação no canteiro. MASCARÓ e MASCARÓ [1992] mostram que em edifícios residenciais, o consumo durante sua vida útil chega a ser superior a 50%, em relação àquele consumido no período de sua construção. Apresentam, também, o caso mais crítico em edifícios de escritórios climatizados artificialmente, que consomem na sua vida útil 23 vezes mais energia que a necessária para sua produção. Seus estudos mostram que os edifícios residenciais levam 33 anos para consumir uma quantidade de energia equivalente a que é utilizada em sua produção, em contraponto com edifícios de escritórios com fachadas envidraçadas, nos quais isso acontece em apenas 2 anos;

b) o consumo correspondente aos equipamentos e instalações que atendem as funções e operações do edifício (elevadores, escadas rolantes, máquinas, bombas, etc). Neste caso, a eficiência energética do edifício está ligada a aspectos operacionais, de dimensionamento e de tecnologia;

c) o consumo para atender requisitos de conforto no ambiente construído (térmico e lumínico). O que se identifica ser muito mais complexa sua análise, pois está envolvida com aspectos culturais, psicológicos e fisiológicos do usuário, determinando as condições de habitabilidade do ambiente construído; e

d) a falta de sintonia técnica entre arquitetos, engenheiros e responsáveis pela sua produção em todas as fases de execução do projeto arquitetônico. A arquitetura muito influencia no dimensionamento das cargas térmicas dos ambientes. O dimensionamento dos sistemas de ar condicionado está ligado à estimativa dessas cargas. Os principais itens a serem considerados para esta estimativa é o clima e os ganhos internos da edificação.

HIRST et al. [1986] mostram o potencial de economia de energia em vários estágios do processo edificativo, ilustrados na **tabela 1.1**. Observa-se que a questão mais importante a ser trabalhada é exatamente quando da elaboração do projeto arquitetônico, com um potencial médio de economia de energia de 45%. As questões do sistema construtivo e do gerenciamento da construção têm um potencial médio de economia de 5% apenas.

As principais variáveis de projeto a serem analisadas são:

- o entorno do edifício;
- partido e orientação;
- fechamentos do edifício;
- propriedades e características dos materiais de construção / sistema construtivo;
- o uso do espaço.

O desempenho energético é resultante da interação de todo este conjunto de fatores, que muitas vezes não é considerado em um projeto, refletindo cópias de outros projetos de outras regiões climáticas incompatíveis com a realidade do edifício em questão.

Entendendo todas estas deficiências no processo do projeto do edifício, define-se o interesse deste trabalho na energia elétrica consumida ao longo da vida útil do edifício, aquela consumida pelos equipamentos e para atender as exigências dos usuários.

**Tabela 1.1: Potencial de Economia de Energia em Vários Estágios do Processo Edificativo**

Fases do Projeto	Potencial de Economia de Energia
Estudo Preliminar	5%
Ante-Projeto	45%
Desenvolvimento do Projeto	35%
Sistema Construtivo	5%
Gerenciamento da Construção	5%
Uso/Manutenção/Operação	15%

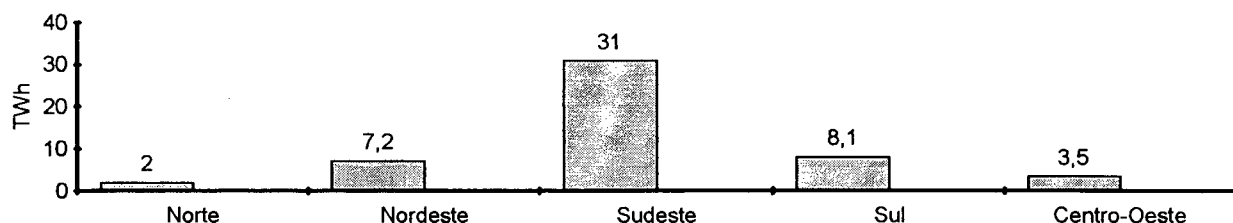
Fonte: HIRST et al., 1986

### 1.2.1 O Setor Residencial

A expansão e o crescimento dos sistemas elétricos no Brasil está diretamente ligada ao crescimento populacional das cidades em geral e das novas construções que requerem energia. Em 1960, a eletricidade cobria 38% das residências brasileiras, todavia em 1990 cobria 85%. Isto mostra que, apesar do baixo poder aquisitivo da população, os sistemas elétricos são abrangentes e sempre crescentes, mesmo em períodos de recessão e estagnação econômicas.

A **figura 1.2** mostra o consumo residencial de eletricidade nas diversas regiões brasileiras no ano de 1992. Pode-se observar que a região Sudeste, por ser a mais populosa, tem um montante de 60,1% do total do consumo residencial de eletricidade. A região Sul representa 15,5% do total deste consumo e a Nordeste 13,8%. A região Centro-Oeste representa 6,7% deste

montante e a região Norte 4,0%. Comparando as regiões com maiores diferenças culturais, observa-se um diferença do consumo entre a região Nordeste e a Sudeste de 23%.



Brasil: 51,8 TWh

**Figura 1.2: Consumo residencial de eletricidade nas regiões brasileiras**

Fonte: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 1994

**Tabela 1.2: Consumo de energia elétrica no setor residencial por uso final**

Uso Final	kWh/ano	Saturação %	% do total da eletricidade residencial
Chuveiro elétrico	480	70	23
Caldeiras	2.280	1	1
Geladeira	648	75	33
Freezer	840	7	4
TV colorida	132	35	3
TV preto e branco	84	53	3
Ferro elétrico	36	75	2
Lavadora de roupa	72	22	1
Secadora de roupa	180	3	0
Ar condicionado	1680	6	7
Lâmp. Incandescentes	180	100	12
Outros	-	-	11
Número de consumidores residenciais			26.300
Total do consumo residencial de eletricidade (GWh)			38.448

Fonte: JANNUZZI e SCHIPPER, 1991

O perfil do consumo de energia elétrica no setor residencial é compreendido através da análise do uso final desta energia nas residências. JANNUZZI e SCHIPPER [1991] apresentam esta estrutura na **tabela 1.2**, através de uma pesquisa realizada na cidade de Rio Claro (SP). De acordo com esta tabela, a demanda de eletricidade neste setor está extremamente ligada ao uso de geladeiras, chuveiros elétricos, lâmpadas incandescentes e ar condicionado, perfazendo um total de 75% do total de eletricidade consumida em residências. Com relação ao percentual de saturação, as geladeiras e os chuveiros elétricos estão presentes em aproximadamente 70% das

residências. Apenas 6% destas possuem aparelhos de ar condicionado, enquanto que 100%, ou seja, todas as residências pesquisadas possuem lâmpadas incandescentes. Há que se ressaltar que esta pesquisa é apenas regional e que ainda faltam estudos semelhantes em outras regiões brasileiras.

Há um grande potencial de introdução de tecnologia mais eficiente no que concerne à produção destes equipamentos no setor residencial, que paga tarifas subsidiadas. Porém, interesses políticos têm impedido estratégias importantes de conservação de energia em residências.

### 1.2.3 Os Setores Comercial e Público

A eficiência energética da edificação tem seu ponto crítico nos altos índices de consumo específico de energia elétrica. Propõe-se neste momento, revisar o uso de energia elétrica em edificações brasileiras e estrangeiras dos setores comercial e público, de acordo com dados fornecidos por alguns autores. Têm-se, desta forma, o objetivo de identificar as diferenças oriundas da interação dos fatores intrínsecos com o consumo energético, visto que as edificações situam-se em diferentes localidades geográficas.

**Tabela 1.3: Perfil de Consumo de Energia Elétrica em Edifícios Públicos e Comerciais que Possuem e que não Possuem Equipamentos de Condicionador de Ar**

Edifícios Público e Comercial	Com Ar Condicionado	Sem Ar Condicionado
Iluminação	24%	70%
Ar Condicionado	46%	-
Elevadores	15%	14%
Equip. de Escritórios	15%	16%
TOTAL	100%	100%

Fonte: PROCEL, 1988

A utilização de energia elétrica em prédios comerciais e públicos apresenta um alto nível de desperdício, decorrentes da instalação e uso inadequados de equipamentos elétricos da edificação. O perfil do consumo de energia nestes prédios é apresentado na **tabela 1.3**, com grupos de prédios que possuem e que não possuem equipamentos condicionadores de ar. Nesta tabela, o PROCEL [1988] mostra que o principal responsável pelo consumo de energia elétrica em edificações destes setores é o ar condicionado, representando 46% do consumo total de energia. A iluminação artificial é responsável por 24% do consumo em edifícios que têm ar condicionado e por 70% em edifícios que não o tem, mostrando sua influência bastante importante no consumo total destes edifícios. Os outros consumos são responsáveis por 30% do consumo total, permanecendo praticamente constantes nas duas situações.



A **tabela 1.4** mostra uma pesquisa de MARQUES [1989], PROCEL [1989] e MME [1989] (apud GELLER, 1990) em edifícios comerciais e de serviços na região metropolitana de São Paulo (SP). O autor expõe diversos tipos de edifícios e seus consumos (MWh/mês) com iluminação, ar condicionado e outros usos finais, com dados coletados de 1986 a 1988.

Na **tabela 1.4**, estes autores apresentam dados divergentes dos dados do PROCEL (**tabela 1.3**), mostrando que em sua pesquisa em prédios paulistas, o consumo com ar condicionado no setor público e comercial é de apenas 20%, em contraponto com o PROCEL [1988], que diz ser de 46%. O principal responsável pelo consumo nestes setores é a iluminação artificial, compreendendo 44% do consumo geral. Os outros consumos são responsáveis por 28% do consumo geral, mostrando bastante coerência com os dados fornecidos pelo PROCEL [1988]. Deve-se salientar que os dados apresentados na **tabela 1.4** são da cidade de São Paulo e os do PROCEL [1988] não são especificados de qual região foram extraídos.

**Tabela 1.4: Consumo de Energia Elétrica por Uso Final**

<b>Equipamentos</b>	<b>Comercial e Público (28 TWh)</b>
<b>Iluminação</b>	44%
<b>Refrigeração</b>	17%
<b>Ar Condicionado</b>	20%
<b>Cocção</b>	8%
<b>Outros</b>	11%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fonte: MARQUES, 1989; PROCEL, 1989; MME, 1989 (apud GELLER, 1990)

A eficiência energética da edificação tem seu ponto crítico nos altos índices de consumo específico de energia elétrica. Propõe-se neste momento, revisar o uso de energia elétrica em edificações brasileiras e estrangeiras, de acordo com dados fornecidos por alguns autores. Têm-se, desta forma, o objetivo de identificar as diferenças oriundas da interação dos fatores intrínsecos com o consumo energético, visto que as edificações situam-se em diferentes localidades geográficas.

Os índices de consumo de energia elétrica nas edificações são analisados, então, comparativamente, em que pese sua divisão pela área total construída e as cidades em que foram feitas as pesquisas. Desta forma, é possível conhecer o perfil do consumo nas edificações, visando a definição destes parâmetros para prédios brasileiros.

O uso final de energia elétrica em edifícios comerciais e públicos no Brasil é apresentado por JWCA [1988] (apud GELLER, 1990), por MASCARÓ [1983] e por JORGE WILHEIN

CONSULTORES ASSOCIADOS e CESP [1988]. Dados de AKBARI et al. [1994] referem-se a edificações norte-americanas e os de PRESTON et al. [1994] relacionam-se a Hong Kong.

De acordo com a **tabela 1.5**, os escritórios e os *shopping centers* são os maiores consumidores comerciais, responsáveis por 47% do total de energia consumida na região analisada pelo autor. Estes prédios têm uso final de energia bastante semelhante: 50% com iluminação, 34% com ar condicionado e mesma ordem de grandeza com outros usos finais. Os postos de gasolina têm os menores consumos (2 MWh/mês). As lojas e as oficinas têm os maiores valores de consumo com iluminação (76% e 56%, respectivamente). Os maiores valores de consumo com ar condicionado é dos bancos, escritórios e *shopping centers*, na ordem de 34%. Apesar de se verificar o alto consumo de energia com iluminação artificial, estes dados exibem apenas uma pesquisa regional. Há que se considerar principalmente as disparidades culturais e climáticas das regiões brasileiras para melhor compreender o setor.

**Tabela 1.5: Consumo total de Energia Elétrica (MWh/mês) e valores percentuais por uso final em edifícios comerciais e de serviços da região metropolitana de São Paulo.**

<b>Tipo do Edifício</b>	<b>Total (MWh/mês)</b>	<b>iluminação (%)</b>	<b>ar condicionado (%)</b>	<b>outros (%)</b>
lojas do varejo	25,1	76	12	12
mercearias	38,2	25	2	73
posto de gasolina	2,0	43	-	57
restaurantes	26,3	20	7	72
oficinas	4,8	56	4	39
serviços pessoais	5,6	9	3	88
bancos	15,9	52	34	16
escritórios	46,2	50	34	15
<i>shopping centers</i>	58,2	49	34	17
<b>TOTAL</b>	<b>222,9</b>	<b>44</b>	<b>20</b>	<b>36</b>

Fonte: JWCA, 1988 (apud GELLER, 1990)

A **tabela 1.6** apresenta os resultados de uma pesquisa realizada por MASCARÓ [1983] em prédios localizados em Porto Alegre (RS). Os bancos apresentam os maiores valores, seguidos dos edifícios públicos. Em ambos os casos, os consumos com ar condicionado são os maiores valores no período quente. Na média geral, os hotéis têm a iluminação artificial, apresentando os maiores valores de consumo. Nos edifícios públicos os maiores valores de consumo são com transportes e outros. O consumo médio dos hotéis, apresentado pelo autor é de 8,90 kWh/m<sup>2</sup>.mês. PRESTON et al. [1994] apresentam em sua pesquisa em 6 hotéis em Hong Kong, um consumo médio de 29,6 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Comparativamente, os hotéis gaúchos

consomem 70% menos energia elétrica que os de Hong Kong. Os prédios de serviços públicos apresentados na **tabela 1.6** têm consumo médio de 12,13 kWh/m<sup>2</sup>.mês. PRESTON et al. [1994] afirma que os escritórios de Hong Kong consomem 19,9 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Considerando que estes prédios públicos brasileiros são essencialmente de escritórios, pode-se dizer que consomem 39 % menos energia elétrica que os de Hong Kong.

**Tabela 1.6: Consumo de Energia Elétrica por Uso Final em Edifícios Públicos e Comerciais em Porto Alegre**

Uso Final	Média - Frio kWh/m <sup>2</sup> .mês	%	Média Quente kWh/m <sup>2</sup> .mês	%	Média Anual kWh/m <sup>2</sup> .mês	%
Ar Cond.	2,47	25%	6,07	45%	4,27	37%
Iluminação	4,23	43%	4,23	31%	4,23	36%
Outros	3,13	32%	3,13	23%	3,13	27%
Total	9,83	100%	13,43	100%	11,63	100%

Edifícios: Hotéis, bancos, serviços públicos e centros profissionalizantes

Médias Totais: Hotéis: 8,9 kWh/m<sup>2</sup>.mês - Bancos: 13,97 kWh/m<sup>2</sup>.mês

Públicos: 12,13 kWh/m<sup>2</sup>.mês - Centros Profissionalizantes: 2,4 kWh/m<sup>2</sup>.mês

Fonte: MASCARÓ, 1983

A **tabela 1.7** apresenta o consumo por uso final de energia elétrica em edifícios comerciais americanos. Estes dados são um resumo de uma pesquisa em 6.000 edifícios de 5 regiões climáticas dos Estados Unidos, segundo AKBARI et al. [1994].

As lojas de alimentos apresentam o maior consumo de energia elétrica nos Estados Unidos, seguidas dos restaurantes e das edificações de serviços de saúde. Aquelas que menos consomem são as escolas. No caso da iluminação artificial, as lojas de alimentos, seguidas dos grandes escritórios têm os maiores valores de consumo. Os depósitos consomem menos com iluminação. Os outros consumos (contendo equipamentos diversos e de escritórios, refrigeração, cozinha e aquecimento de água) é maior nas lojas de alimentos e nos restaurantes, por sua vez as faculdades e as escolas consomem menos. As lojas de alimentos e os restaurantes têm o consumo com o item outros maiores por se tratar, principalmente, com a energia gasta na refrigeração, aquecimento de água e cozinha em geral.

Em relação a AKBARI et al. [1994], os valores do consumo energético por uso final apresentados na **tabela 1.7**, são bastante diferentes daqueles apresentados por MASCARÓ [1983]. Somente os dados de GELLER [1990] mostram alguma semelhança com esta pesquisa americana em relação à ordem de grandeza dos valores, quando mostra o consumo de ar condicionado menor que o consumo com iluminação artificial.

As **tabelas 1.8, 1.9 e 1.10** mostram uma pesquisa de JORGE WILHEIM CONSULTORES ASSOCIADOS e CESP [1988] em edifícios dos setores de comércio e serviços da cidade de São Paulo, no período de agosto de 1986 a janeiro de 1988.

A **tabela 1.8** apresenta o consumo total de energia elétrica nestas edificações. Mostra que nos edifícios do grupo A os maiores consumidores são os serviços de alimentação (9,6 kWh/m<sup>2</sup>.mês) e os menores são com os postos de abastecimento (1,1 kWh/m<sup>2</sup>.mês). Nos edifícios do grupo B, os maiores consumidores são os de serviços pessoais (41,7 kWh/m<sup>2</sup>.mês) e os menores são os postos de abastecimentos (1,5 kWh/m<sup>2</sup>.mês). Os maiores consumidores do grupo C são os serviços de alimentação (27,6 kWh/m<sup>2</sup>.mês) e os menores são as lojas (3,9 kWh/m<sup>2</sup>.mês). Quanto aos grandes estabelecimentos, o autor mostra dados apenas das lojas, comércio de alimentos e de escritórios. Todos apresentam consumo na mesma ordem de grandeza (de 15 a 20 kWh/m<sup>2</sup>.mês).

**Tabela 1.7: Consumo Médio de Energia Elétrica por  
Uso Final em Edificações Norte-Americanas  
Unidade: kWh/m<sup>2</sup>.mês**

<b>Tipo de Edifício</b>	<b>ArCon</b>	<b>%</b>	<b>Hum</b>	<b>%</b>	<b>Outros</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Pequenos Escritórios	3,36	30%	5,52	48%	2,53	22%	11,41	100%
Grandes Escritórios	8,73	39%	9,78	44%	3,75	17%	22,26	100%
Lojas de Varejo	2,83	25%	7,05	63%	1,37	12%	11,25	100%
Restaurantes	9,77	29%	8,60	26%	14,96	45%	33,32	100%
Lojas de Alimentos	8,10	19%	13,67	33%	19,91	48%	41,68	100%
Depósitos	1,49	12%	2,09	17%	8,52	70%	12,10	100%
Escolas	0,60	14%	2,99	69%	0,72	17%	4,31	100%
Faculdades	2,44	39%	3,32	53%	0,52	8%	6,27	100%
Serviços de Saúde	6,48	27%	10,16	42%	7,65	31%	24,29	100%
Alojamentos	2,72	39%	2,86	41%	1,42	20%	7,00	100%
Prédios Mistos	2,00	30%	2,00	30%	2,72	40%	6,71	100%

Fonte: AKBARI et al., 1994

Quanto à potência instalada, os maiores valores são dos serviços pessoais (nos grupos A e B) e dos serviços de alimentação (nos três grupos).

Comparando a **tabela 1.7** com a **tabela 1.8**, nota-se que os pequenos escritórios estudados por AKBARI et al [1994], se considerados com um consumo abaixo de 5.000 kWh/mês, têm consumo bem maior (11,41 kWh/m<sup>2</sup>.mês) que os escritórios brasileiros apresentados por JORGE WILHEIM CONSULTORES ASSOCIADOS e CESP [1988], que vai de 2,6 a 9,6 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Os grandes escritórios americanos, se considerados com consumo acima de 5.000 kWh/mês, também têm consumo maior (22,26 kWh/m<sup>2</sup>.mês) que os escritórios brasileiros (17,0 kWh/m<sup>2</sup>.mês).

Quanto às lojas brasileiras, apenas aquelas do grupo D (com consumo de 15 kWh/m<sup>2</sup>.mês) superam o consumo das lojas americanas, que é de 11,25 kWh/m<sup>2</sup>.mês.

Os serviços de alimentação brasileiros têm valores de consumo sempre menores (máximo de 27,6 kWh/m<sup>2</sup>.mês) que os dos americanos, que é de 33,32 kWh/m<sup>2</sup>.mês.

**Tabela 1.8: Uso Total de Energia Elétrica**

Grupo	Consumo - kWh/m <sup>2</sup> .mês				Potência - W/m <sup>2</sup>		
	A	B	C	D	A	B	C
Lojas	1,4	5,6	3,9	15,0	16,9	36,1	33,7
Comércio de Alimentos	3,9	3,4	8,4	20,0	30,9	21,6	43,1
Postos de Abastecimento	1,1	1,5	-	-	36,0	30,2	-
Serviços de Alimentação	9,6	12,6	27,6	-	70,6	86,2	154,6
Serviços de Reparos	1,2	2,2	-	-	24,4	43,2	-
Serviços Pessoais	5,6	41,7	-	-	60,6	243,8	-
Bancos	-	5,9	6,1	-	-	32,2	28,2
Escritórios	2,6	4,0	9,6	17,0	27,3	38,4	66,7

Fonte: JORGE WILHEIM CONSULTORES ASSOCIADOS e CESP, 1988

Comparando a **tabela 1.9** com as **tabelas 1.6** e **1.7**, pode-se obter as seguintes análises, quanto à iluminação artificial, ar condicionado e a potência instalada com estes sistemas nos edifícios.

Quanto à iluminação, MASCARÓ [1983] mostra que o consumo em prédios públicos e comerciais é de 4,23 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Entretanto, este valor se apresenta muito inferior quando comparados com os edifícios comerciais de JORGE WILHEIM CONSULTORES ASSOCIADOS e CESP [1988] com consumo inferior a 5.000 kWh/mês. Por outro lado, o valor apresentado por MASCARÓ [1983] é sempre menor que a maioria dos prédios americanos estudados por AKBARI et al [1994], sendo maior apenas para depósitos, escolas, faculdades, alojamentos e prédios mistos.

Quanto ao ar condicionado, MASCARÓ [1983] mostra um consumo de 2,47 kWh/m<sup>2</sup>.mês no período frio e de 6,07 kWh/m<sup>2</sup>.mês no período quente. JORGE WILHEIM CONSULTORES ASSOCIADOS e CESP [1988] apresentam valores bastantes inferiores, sendo que a maioria dos prédios de sua pesquisa não tem equipamentos de ar condicionado. Os edifícios dos grupos A, B e C da **tabela 1.13** têm consumo na mesma faixa de valores que aqueles apresentados por MASCARÓ [1983] e são os serviços de alimentação e escritórios. Os grandes estabelecimentos da **tabela 1.13** têm todos valores acima daqueles apresentados pela **tabela 1.6**. Estes estabelecimentos são as lojas e os escritórios.

Quanto à potência instalada, as maiores potências com iluminação e ar condicionado, em ambos os casos, são das lojas, dos bancos, dos serviços de alimentação e os escritórios. Os menores valores destas potências são nos prédios de serviços de reparos e comércio de alimentos.

De acordo com a **tabela 1.11**, ROMÉRO [1994] apresenta sua pesquisa no Campus Universitário Armando Sales de Oliveira da Universidade de São Paulo (USP). Seus dados mostram que este *campus* apresenta um consumo de 4,05 kWh/m<sup>2</sup>.mês no ano de 1981 e que em 10 anos este consumo cresceu 25,4%, em 1991 o consumo foi de 5,08 kWh/m<sup>2</sup>.mês.

**Tabela 1.9: Uso Final de Energia - Iluminação**

Grupo	Consumo - kWh/m <sup>2</sup> .mês				Potência - W/m <sup>2</sup>			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Lojas	1,2	4,4	2,5	-	9,2	19,7	10,7	15,0
Comércio de Alimentos	0,7	0,8	2,5	-	7,2	5,5	9,1	-
Postos de Abastecimento	0,9	1,2	-	-	9,0	8,1	-	-
Serviços de Alimentação	0,9	3,6	6,1	-	10,9	15,7	16,9	-
Serviços de Reparos	0,7	1,2	-	-	5,0	5,8	-	-
Serviços Pessoais	1,4	2,2	-	-	10,5	7,5	-	-
Bancos	-	4,1	2,8	-	-	18,2	12,9	-
Escritórios	1,8	2,0	3,5	7,2	11,6	14,2	13,0	20,0

Fonte: JORGE WILHEIM CONSULTORES ASSOCIADOS e CESP, 1988

**Tabela 1.10: Uso Final de Energia - Ar Condicionado**

Grupo	Consumo - kWh/m <sup>2</sup> .mês				Potência - W/m <sup>2</sup>		
	A	B	C	D	A	B	C
Lojas	0,1	0,7	0,5	6,0	3,5	5,1	4,7
Comércio de Alimentos	0,0	0,1	0,2	-	0,4	1,1	1,1
Postos de Abastecimento	0,0	0,0	-	-	0,0	0,3	-
Serviços de Alimentação	0,2	0,6	5,0	-	2,6	8,6	34,2
Serviços de Reparos	0,0	0,3	-	-	0,2	3,9	-
Serviços Pessoais	0,0	1,6	-	-	0,0	12,4	-
Bancos	-	1,1	2,3	-	-	6,4	8,0
Escritórios	0,3	1,2	4,0	8,0	4,3	9,9	41,2

Fonte: JORGE WILHEIM CONSULTORES ASSOCIADOS e CESP, 1988

**Tabela 1.11: Consumo de Energia Elétrica no Campus Universitário Armando S. de Oliveira - USP**

Ano	Consumo kWh/m <sup>2</sup> .mês
1981	4,05
1991	5,08

Fonte: ROMÉRO, 1994

ROMÉRO [1991] fez uma pesquisa em dois tipos de escritórios de arquitetura na cidade de São Paulo. A **tabela 1.12** mostra esta pesquisa e pode-se observar que os escritórios do tipo A, situados em antigas residências térreas ou sobrados, tem um consumo de 2,64 kWh/m<sup>2</sup>.mês e os escritórios do tipo B, situados em edifícios têm um consumo de 6,20 kWh/m<sup>2</sup>.mês.

Comparando estes dados com os de pequenos escritórios da **tabela 1.7**, observa-se que estes escritórios americanos consomem 432% a mais que aqueles classificados como tipo A por ROMÉRO [1991] e 184% a mais que aqueles classificados como tipo B. Comparando estes dados os dos escritórios da **tabela 1.8**, os escritórios do tipo A da **tabela 1.8** têm o mesmo consumo apresentado por aqueles do grupo A classificados por JORGE WILHEIM CONSULTORES ASSOCIADOS e CESP [1988] da **tabela 1.8**, que é de 2,60 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O grupo B da **tabela 1.8** tem consumo 35% menor (4,0 kWh/m<sup>2</sup>.mês) que os dos escritórios do tipo B da **tabela 1.10** (6,20 kWh/m<sup>2</sup>.mês). Quanto ao grupo C da **tabela 1.9**, estes apresentam um consumo de 9,60 kWh/m<sup>2</sup>.mês, que é de 35% maior que o consumo do grupo B da **tabela 1.12**.

**Tabela 1.12: Consumo de Energia Elétrica em Escritórios de Arquitetura de São Paulo**

Escritórios de Arquitetura	Consumo Médio (kWh/m <sup>2</sup> .mês)
Tipo A	2,64
Tipo B	6,20

Escritórios tipo A: situados em residências (térreas ou sobrados), adaptadas às novas necessidades

Escritórios tipo B: situados em edifícios de escritórios ou antigos edifícios residenciais adaptados

Situados na cidade de São Paulo

Fonte: ROMÉRO, 1991

**Tabela 1.13: Consumo de Energia Elétrica em Edifícios Públicos da Cidade do México**

Edifícios	Média (kWh/m <sup>2</sup> .mês)
com área > 9.999 m <sup>2</sup>	6,83
com área > 2.999 m <sup>2</sup>	5,82
com área > 99 m <sup>2</sup>	7,15

Fonte: ÁVILA, 1993

A **tabela 1.13** mostra uma pesquisa apresentada por ÁVILA [1993] em prédios públicos na cidade do México. Observando esta tabela, pode-se concluir que quanto menor a área total construída dos edifícios, maior seu consumo. Esta situação é inversa ao que acontece com os edifícios de escritórios pesquisados por JORGE WILHEIM CONSULTORES ASSOCIADOS [1988] (**tabela 1.10**) e por ROMÉRO [1991] (**tabela 1.12**), nos quais os consumos sempre crescem conforme cresce a área total construída. O maior valor de consumo para estes prédios mexicanos são para aqueles com área construída entre 99 m<sup>2</sup> a 2.999 m<sup>2</sup>, que é de 7,1 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O menor valor de consumo são para os prédios com área construída acima de 9.999 m<sup>2</sup>, que é de 6,83 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O consumo com edifícios públicos brasileiros apresentado por MASCARÓ [1983] na **tabela 1.4** é de 12,13 kWh/m<sup>2</sup>.mês, 41% maior que o maior consumo destes prédios da cidade do México.

Devido à escassez de dados energéticos das edificações brasileiras, não é possível ainda identificar índices específicos de consumo de energia elétrica em edificações dos setores, de acordo com sua caracterização arquitetônica e construtiva. É necessário a formação de um banco

de dados, de forma a identificar faixas de valores de consumo para cada região brasileira, levando em conta sua diversidade climática e cultural.

### 1.5 Normatização de Restrição do Consumo

O aspecto energético tratado no projeto arquitetônico resulta em uma nova busca estética, junto à termodinâmica e climatologia aplicadas à edificação. Porém, esta idéia de parâmetros energéticos que exigem adaptações tanto culturais como tecnológicas no projeto, está diretamente ligada a ações político-culturais. Apesar das inovadoras instalações prediais de hoje que melhoram o desempenho das interações entre homem e ambiente climático através de consumos energéticos, observa-se sérias deficiências em sua utilização no edifício e na implantação destas tecnologias, seja por questões de projeto, seja por questões de utilização do prédio. ALUCCI [1989] justifica esses pontos críticos de deficiência energética da edificação:

- a) ausência de normatização que sirva como suporte técnico a profissionais envolvidos no processo de produção das edificações;
- b) ausência de legislação que limite o consumo de energia em valores mínimos, sem restringir as alternativas de projeto arquitetônico, mas gerando a necessidade de se buscar soluções adequadas às realidades climáticas e disponibilidade de recursos energéticos;
- c) inexistência de documentação técnica, como banco de dados sobre o consumo em edifícios de diversos setores e banco de dados climáticos de diversas cidades de diferentes regiões brasileiras, sendo esta uma maneira de estruturar parâmetros na formalização de normas técnicas;
- d) os currículos da maioria das escolas de Arquitetura e Engenharia ainda não possuem uma reformulação seriamente preocupada com o desempenho das edificações, o conforto ambiental e a qualidade de vida do homem no edifício, segundo a visão ergonômica do ambiente construído.

JANDA e BUSCH [1994] fizeram uma pesquisa em 57 países de diversos continentes, apresentada na **tabela 1.14**. Pode se observar que 27 destes países possuem leis de restrições de consumo de energia elétrica em edificações novas: 11 deles possuem normas; em 6 deles as normas estão sendo propostas; e em 13 deles não há normas, incluindo neste grupo o Brasil. As únicas normas existentes no Brasil nesta área são a NBR 5431 e 6401 de 1982, mas tratam somente de iluminação e condicionamento ambiental, sem a preocupação de eficiência energética da edificação e a influência da arquitetura e do sistema construtivo.



Tabela 1.14: Países e Normas de Restrição de Consumo de Energia em Edificações

Possuem Leis	Normas	Normas Propostas	Sem Normas
Belgíca	Jamaica	Hong Kong	Argentina
Grécia	Malásia	Indonésia	Bangladesh
Irlanda	Filipinas	Tailândia	Botswana
Israel	África do Sul	Austrália	<b>Brasil</b>
Hungria	Canadá	Colômbia	Costa Rica
Singapura	Finlândia	Costa do Marfim	Djibouti
Chile	Paquistão		Índia
China	Roménia		Irã
Tcheco-eslováquia	Arábia Saudita		México
Dinamarca	antiga URSS		Nicarágua
França	Estados Unidos		Paraguai
Alemanha			Uruguai
Itália			Venezuela
Japão			
Coreia			
Kuwait			
Holanda			
Nova Zelândia			
Noruega			
Polónia			
Portugal			
Espanha			
Suecia			
Suíça			
Turquia			
Inglaterra			
Iugoslávia			

Legenda:	Edifícios
	Para edifícios residenciais
	Para edifícios não residenciais
	Norma para toda edificação

Fonte: JANDA e BUSCH, 1994

As normas técnicas são uns dos principais instrumentos para salvar a idéia de conservação de energia no Brasil, sem interferir nas condições de habitabilidade do edifício - as legislações seriam o melhor caminho. A normatização séria vai contra os abusos que comprometem a estabilidade social, a saúde pública e o equilíbrio ecológico. As normas protegem o usuário e o Estado. De acordo com CALIFORNIA ENERGY COMMISSION [1992], o benefício mais óbvio das normas é o conforto ambiental que, como visto, é um aspecto muito pouco trabalhado na arquitetura do Brasil. Em segundo plano, vem a economia, mostrando que o estado americano da Califórnia tem um consumo de energia *per capita* em declínio, em parte por causa das normas para edifícios, equipamentos e instalações prediais. O terceiro benefício proeminente é o ambiental, afirmando que por volta de ano 2.009 um edifício americano atual da Califórnia terá capacidade de conservar mais energia do que a produzida por 7 árvores. Neste último caso, o

autor faz esta afirmação, mas não apresenta o quanto 7 árvores consomem de energia e nem apresenta um quadro comparativo com as edificações.

MASCARÓ [1991], analisando os planos diretores e códigos de obras das cidades de Curitiba, Belém, Porto Alegre e São Paulo, conclui que o parâmetro energético não é tratado em nenhum deles. Quando da análise de leis já vigentes que visam reduzir o consumo de energia em edifícios nos Estados Unidos, Japão, Itália, França, Marrocos e Argentina, observa-se que estas dividem o país em zonas climáticas, para as quais se elabora o conjunto de requisitos que a edificação e a organização espacial do território devem cumprir. Segundo a conclusão da autora, este breve estudo sobre a legislação técnica em países de diferentes graus de desenvolvimento, elucida que há diretrizes possíveis para que as mesmas sejam elaboradas para o Brasil no setor, mas que antes de serem regulamentadas, devem ser adequadas a programas de ensino superior de modo a formar profissionais competentes.

É impressionante elaborar uma política nacional para o setor de construções visando a implementação destas normas, pois os sistemas construtivos brasileiros são essencialmente artesanais, caracterizados quase que totalmente por sistemas fechados. Desta forma, a normatização da construção, sob qualquer aspecto, é antes de tudo uma maneira de mobilizar fabricantes de materiais, elementos e equipamentos, os produtores de edifícios, profissionais envolvidos e usuários para uma revolução conjunta na indústria da construção. A implantação desta normatização não requer, necessariamente, grandes capitais, se houver uma séria mobilização contra a anarquia econômica e a improvisação técnica que caracteriza o setor hoje. Todavia, deve-se atentar para o fato de que a formulação destas normas de restrição de consumo de energia elétrica não é simples, pois além de mobilizar a construção civil, seus parâmetros de projeto, fabricantes e construtores, necessita de, no mínimo, dados energéticos das edificações brasileiras, sua análise e compreensão em termos de arquitetura e sistema construtivo e de dados climáticos adequados ao uso em edificação. Finalmente, conclui-se, então, que a vinculação destas normas de restrições de consumo de energia elétrica, seja ela qual for, quer seja por leis, códigos de obras ou mesmo orientação técnica, deve ser um processo evolutivo, criando cada vez mais na população e, principalmente, nos profissionais a consciência e a expectativa de mudança e eficiência energética.

### **1.6 A Questão do Banco de Dados Energéticos de Edificações**

A implantação de normatização técnica e legislação que limite o consumo de energia em edificações exige apurada base técnica para serem elaboradas, já que sua necessidade é cada vez mais evidente no contexto da crise energética atual e da instabilidade política e econômica no país. A elaboração crítica destas normas com resultados satisfatórios requer bases sólidas e confiáveis sobre banco de dados detalhados nas áreas de climatologia, arquitetura, engenharia e

consumo de energia de edificações. Não se pode correr o risco de copiar as normas e as legislações estrangeiras que não condizem com as realidades climática, cultural e econômica do Brasil.

DERINGER e BUSCH [1992] mostram a pesquisa do grupo ASEAN em edifícios dos seus 5 países: as principais características que foram estudadas, os resultados de simulação prévia do desempenho energético de seus edifícios com o uso do programa DOE-2 e a primeira versão de suas normas nesta área. O ASEAN é um projeto conjunto entre Indonésia, Malásia, Filipinas, Singapura, Tailândia e Brunei (este último não participou deste trabalho descrito pelos autores). O projeto é auxiliado pela *United States Agency for International Development* e pelo *Lawrence Berkeley Laboratory*. A partir de seu início, em março de 1982, pesquisadores vêm desenvolvendo uma metodologia expressiva para a formulação de normas técnicas de eficiência energética em edificações destes países.

Apoiados pelos órgãos americanos e buscando o exemplo de outras nações industrializadas que desenvolveram esta mesma normatização, o grupo apresenta a metodologia dividida em duas partes:

- a) estudo do processo legal de cada país para implantação de normatização;
- b) processo de análise de dados para sua formulação.

Este último processo tem a seguinte estrutura:

- a) formação do grupo de análise;
- b) busca de dados climáticos do país;
- c) estudo das características de edifícios típicos;
- d) a simulação energética dos edifícios (com utilização do programa DOE-2);
- e) a análise técnica e econômica.

A partir destes passos, segundo os autores, é possível formular a primeira versão ou breve rascunho das normas.

As características pesquisadas por este grupo e que mais interessam no contexto deste trabalho são exatamente aquelas relacionadas ao estudo de características de edifícios típicos e a sua simulação energética. Segundo os autores, há pouquíssimos dados relativos às características de um edifício que interferem na sua eficiência energética e estas descrições podem ser usadas para se ter dados de edifícios protótipos, de referência ou identificar aqueles que já existem e se assemelham a esses. Desta forma, as suas características gerais podem formular linhas de ação a projetistas e construtores, quando visam a eficiência energética da edificação.

Estas características são:

- a) **do tipo do edifício**: áreas construídas, forma, orientação, porcentagem de área que recebe ar condicionado, volume;
- b) **das paredes e da cobertura**: transmitância térmica, absorvidade solar, massa (ou densidade superficial), áreas, materiais componentes;
- c) **das janelas**: *window wall ratio* (relação área envidraçada e área da fachada), tipo de vidro, existência de proteção solar;
- d) **da ocupação do edifício**: densidade, horário de funcionamento dos equipamentos e horário de expediente;
- e) **da iluminação**: potência instalada e iluminância dos ambientes;
- f) **das condições do espaço ocupado**: existência de ventiladores, infiltração de ar por frestas, temperatura do ar interno;
- g) **dos equipamentos de ar condicionado**: tipo dos equipamentos, capacidade, eficiência.

## 1.7 Objetivos

Os objetivos deste trabalho são:

- avaliar as condições energéticas dos edifícios comerciais e públicos do município de Florianópolis (SC), através de análise de:
  - . médias dos consumos nos períodos de inverno e verão;
  - . demanda e fator de potência.
- definir uma metodologia para estimar o cálculo do consumo de energia elétrica na edificação por uso final com iluminação, ar condicionado e outros, a partir de médias do consumo nos períodos de verão e inverno e seus picos de verão;
- avaliar as variáveis arquitetônicas e construtivas que influenciam no consumo de energia elétrica da edificação e identificar o nível de influência, em relação às características das cargas térmicas que compõem o edifício, seus ambientes e o uso de equipamentos de iluminação artificial e ar condicionado.

## 1.8 Estrutura da Dissertação

O capítulo 2 desta dissertação define os setores que este trabalho analisa (comercial e público), dá os conceitos básicos do sistema elétrico em edificações e estrutura a análise do consumo em 46 prédios, da demanda e fator de potência em 24 prédios do município de Florianópolis. Além disto, este capítulo contextualiza o setor edificações no plano energético do

município. Faz-se uma análise do consumo ( $\text{kWh/m}^2\cdot\text{mês}$ ), da demanda (kW) e do fator de potência (%) no grupo de edifícios estudados.

O capítulo 3 define um grupo de edifícios públicos para se analisar suas características arquitetônicas e construtivas e sua influência no consumo de energia elétrica. Neste capítulo, desenvolve-se uma metodologia para desmembrar o consumo de energia por uso final na edificação com ar condicionado, iluminação e outros consumos. A partir deste desmembramento, faz-se uma análise detalhada destes dados através de sua descrição e através de uma tentativa em representar matematicamente o consumo em função de parâmetros geométricos do projeto e isto se dá através de regressão das variáveis pesquisadas. Com este último procedimento, obtém-se curvas que possibilitam a compreensão da influência daqueles parâmetros correlacionados com o consumo.

O capítulo 4 apresenta a conclusão do trabalho e dá as recomendações para completar este trabalho em termos de ampliação de seu campo de abrangência.

## Capítulo 2

# A ENERGIA ELÉTRICA EM EDIFÍCIOS COMERCIAIS E PÚBLICOS DE FLORIANÓPOLIS

### 2.1 Objetivos gerais

Com o objeto de avaliar as condições de eficiência energética de edifícios dos setores comercial e público da cidade de Florianópolis (SC), busca-se compreender o consumo de energia elétrica (kWh/m<sup>2</sup>.mês) nestas edificações, a demanda requerida (kW) e o fator de potência (%) como primeiro passo para visualizar a situação das edificações de forma global no setor energético.

### 2.2 Os setores público e comercial

Segundo o MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA [1994], a classificação de consumo setorial do Balanço Energético Nacional está de acordo com o Código de Atividades da Receita Federal (portarias nº 907, de 28 de agosto de 1989 e nº 962, de 28 de dezembro de 1987 - DOU de 31 de dezembro de 1987, seção 1 - p. 23.058). Os setores comercial e público são especificados da seguinte forma:

a) **setor comercial:** comércio varejista e atacadista, serviços de alojamento, de alimentação, de reparação, manutenção e instalação, serviços pessoais, de radiodifusão, televisão e diversões, serviços auxiliares diversos, de saúde, de administração, locação e arrendamento de bens e serviços de loteamento e incorporação de bens imóveis.  *Holding* - controladoras de participações societárias, instituições financeiras, sociedades seguradoras de capitalização e entidades de previdência privada, escritórios centrais e regionais de gerência e administração, serviços comunitários e sociais, ensino e cooperativas; e

b) **setor público:** abastecimento de água e esgotamento sanitário, limpeza pública e serviços de administração pública.

Dentro desta classificação, o edifício é visto como um conjunto organizado de espaços construídos, que são requisitados para os diversos tipos de **atividades** humanas. Para um breve entendimento desta classificação, GRAEFF [1980] explica os critérios que levam a uma classificação como esta: a principal necessidade é que estes critérios possam abranger a maior variedade possível de edifícios, desde os mais antigos como os mais atuais. A classificação setorial do Balanço Energético Nacional, fornecida pelo MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA [1994], não difere destes critérios, analisando suas bases específicas.

Para a grande área de Edificações, os setores comercial e público são classificados neste trabalho a partir das especificações do Balanço Energético Nacional, da seguinte maneira:

**a) setor comercial:**

Dividido nos seguintes sub-setores: bancos, supermercados, hospitais, escolas, universidades, hotéis e motéis;

**b) setor público:**

Dividido nos seguintes sub-setores: administração e prestação de serviços públicos.

A CELESC, em seus boletins estatísticos, tem uma classificação menos abrangente. As suas classes de divisões são, a princípio, semelhantes:

- residencial, industrial, comercial, rural, poder público, iluminação pública, empresas de serviços públicos e consumo próprio.

Na classe de poder público, os edifícios são agrupados de acordo com quem está pagando as contas de energia naquele determinado mês e assim pode ser desmembrado nas sub-classes:

- poder público federal;
- poder público estadual; e
- poder público municipal.

A partir desta classificação, escolas, universidades e hospitais são edifícios de poder público, oscilando nas sub-classes, de acordo com o órgão que paga suas contas naquele determinado mês.

SHOEPS e ROUSSO [1993] mostram o nível de fornecimento de energia elétrica para a unidade consumidora, de acordo com os limites seguintes:

**a) tensão secundária de distribuição:** quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 50kW. Consumidores secundários são caracterizados por pequenos estabelecimentos comerciais e pelas edificações residenciais na sua grande maioria;

**b) tensão primária de distribuição:** quando a carga instalada for superior a 50 kW e a demanda contratada ou estimada pela concessionária para o fornecimento for igual ou inferior a 2.500 kW. Os consumidores primários são caracterizados pelos setores comerciais e públicos; e

**c) tensão de transmissão:** quando a demanda contratada ou estimada for superior a 2.500 kW. As indústrias caracterizam este grupo.

Para efeito de faturamento, distinguem-se 2 grupos tarifários:

a) **Grupo A:** consumidores atendidos com tensão de fornecimento igual ou superior a 2.300 Volts. Neste caso, são aplicadas tarifas de demanda e consumo. Neste grupo se encontram os setores comerciais e públicos, estudados neste trabalho; e

b) **Grupo B:** consumidores atendidos com tensão de fornecimento inferior a 2.300 Volts. Para este caso, são aplicadas tarifas a partir do consumo.

### 2.3 Conceitos básicos do sistema elétrico em edificações

Antes de partir para a análise específica de energia elétrica no edifício, vale compreender conceitualmente os parâmetros básicos que rejeem a política tarifária das concessionárias brasileiras, incluindo a CELESC, sob a qual os edifícios estão submetidos. De acordo com SHOEPS e ROUSSO [1993], estes conceitos são:

- **consumo:** é a quantidade de energia elétrica (kW) gasta em uma hora, registrada no medidor do relógio da edificação. Unidade: kWh/mês. O consumo total real no mês de um edifício é a soma dos consumos de cada ramal de ligação com a rede pública. Para aqueles edifícios que têm tarifa horo-sazonal, devem ser somados os consumos de todos os ramais de ligação com a rede pública nos horários de ponta e fora de ponta;

- **demanda:** é a potência média durante qualquer intervalo de tempo, medida por aparelho integrador. É a média das potências solicitadas pelo consumidor por seus medidores, durante um intervalo de tempo de 15 minutos;

- **demanda medida:** é a maior demanda verificada por medição em qualquer intervalo de 15 minutos, durante o período de faturamento (1 mês);

- **demanda faturada:** é a demanda considerada para efeito de faturamento, contratada junto à concessionária ou a maior registrada nos últimos 11 meses. Quando o edifício está consumindo energia elétrica acima do valor de contrato, deverá ter um acréscimo triplo na tarifa. Há uma margem de 10% em que esta multa não será aplicada. O valor de contrato deverá ser renovado anualmente, mas nunca com valor maior do que o existente;

- **fator de potência:** a CELESC/ELETOBRÁS/PROCEL [1993] explica o fator de potência de forma diferente. A energia elétrica e a força motriz das máquinas que compõem o edifício é usada de duas formas distintas:

*Energia Reativa:* a que forma um campo magnético; e

*Energia Ativa:* a que realmente executa trabalho.

A soma vetorial das energias reativa e ativa é chamada *energia aparente*.

O fator de potência seria, então:

$$FP = (\text{energia ativa}) / (\text{energia aparente})$$

Quanto mais baixo o fator de potência, mais energia reativa é usada e, portanto, ineficiente. Ao se iniciar esta pesquisa a CELESC cobrava multa das unidades consumidoras que



Quanto mais baixo o fator de potência, mais energia reativa é usada e, portanto, ineficiente. Ao se iniciar esta pesquisa a CELESC cobrava multa das unidades consumidoras que tinham fator de potência menor que 85% , por isso a análise que é feita mais adiante é em função deste valor. Em 1995 este valor mínimo mudou para 92%.

- **carga instalada:** é a potência elétrica instalada no edifício
- **leitura do relógio:** para consumidores primários, a leitura é feita no último dia útil do mês. A fatura é apresentada no dia útil seguinte e cobrada 5 dias depois;
- **custos tarifários:** são os gastos do edifício com as tarifas de energia elétrica;
- **tarifa horo-sazonal:** são tarifas de energia elétrica com preços diferenciados , de acordo com sua utilização durante as horas do dia e durante os períodos do ano;
- **horário de ponta:** é o horário composto de 3 horas consecutivas, compreendido entre 17:30 e 20:30 horas, de segunda a sexta-feira. Durante este período, o fornecimento de energia é mais caro;
- **horário fora-de-ponta:** são as horas complementares às de ponta, acrescidas à totalidade das horas dos sábados e domingos;
- **período seco:** é composto de 7 meses consecutivos, de maio a novembro. Durante este período, o fornecimento de energia é mais caro;
- **período úmido:** é composto de 5 meses consecutivos, de dezembro a abril.

## 2.4 Estrutura da Análise

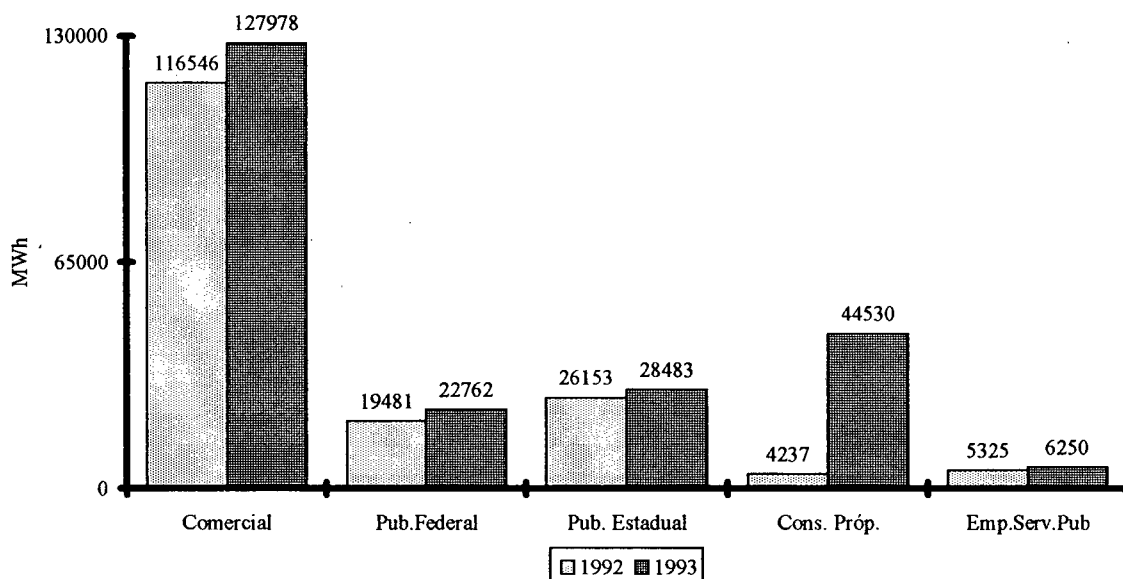
### 2.4.1 Escolha dos edifícios

O primeiro passo, após definidas as classificações das edificações, foi contactar a CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina. A escolha dos prédios para compor esta pesquisa foi feita a partir de discussões e sugestões da área de conservação de energia desta concessionária.

De acordo com dados fornecidos pela CELESC, o consumo de energia elétrica (MWh) no município de Florianópolis nos anos de 1992 e 1993 está disposto na **figura 2.1**, representando as classes mais importantes para este trabalho.

Para poder compreender os panoramas nacional e estadual em que está inserido o município, deve-se lançar mão do Balanço Energético Nacional, fornecido pelo MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA [1994], e do Balanço Energético de Santa Catarina, fornecido pela SECRETARIA DA TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE e CELESC [1991]. Para o primeiro, levou-se em consideração o ano de 1992 e para o segundo o ano de 1991, devido os dados fornecidos pela CELESC. Deve-se também considerar aqui a classificação das edificações segundo esta concessionária.

De acordo com a **tabela 2.1**, o setor comercial do município de Florianópolis consome 0,45% da energia total do setor no quadro nacional em 1992 e 2,18% da energia total do setor em Santa Catarina em 1991. Os edifícios comerciais do banco de dados que compõem este trabalho consumiram 58% do total deste setor no município em 1993.



**Figura 2.1: Consumo de Energia Elétrica no município de Florianópolis nos anos de 1992 e 1993**  
Unidade: MWh

O setor público do município consome 0,34% da energia total do setor no quadro nacional em 1993 e 8% da energia total do setor do Estado em 1991. O consumo neste setor representa 36% do consumo total do município.

As empresas de serviços públicos representam 0,02% da energia elétrica total do setor público no quadro nacional em 1993 e 0,72% da energia total do setor no Estado em 1991. O consumo neste setor representa 3% do consumo total do município.

**Tabela 2.1: Quadro Energético do Brasil em 1992, de Santa Catarina em 1991 e de Florianópolis em 1993 nos setores comercial, público e de empresas de serviços públicos em relação à amostra estudada nesta pesquisa.**

Setores	Brasil - 1992	Santa Catarina - 1991	Florianópolis - 1993
Comercial	0,45%	2,18%	58%
Público	0,34%	8,00%	36%
Empresas Públicas	0,02%	0,72%	3%
Total - Percentual	0,81%	10,90%	97%
V. absoluto (GWh)	225.372	7.513,8	0,0142

O total de prédios escolhidos para esta pesquisa deve representar um consumo total maior que 90% em relação ao consumo total do grupo **A** no município. De acordo com a tabela 2.1, o total de prédios escolhidos para esta pesquisa representam 97% do consumo total de energia elétrica dentro do grupo **A**. São 46 prédios, sendo que destes 17 são públicos (incluindo as empresas de serviços públicos, segundo a classificação de edifícios da CELESC) e 29 são edifícios comerciais, incluindo: bancos, escolas, universidades, hospitais, supermercados, hotéis e motéis. A partir de comparações de dados de consumo (fornecidos pela CELESC), este grupo de edifícios fornece um perfil global do consumo médio mensal nos períodos seco e úmido e nos setores. Desta forma, é possível o diagnóstico energético das edificações comerciais e públicas do município de Florianópolis.

Quando da análise da demanda de energia, não é possível analisar todos os valores de todos os edifícios por se tratar de trabalho bastante exaustivo para compor esta pesquisa. Devido ao fato de não se ter tempo suficiente para tratar todos os dados, selecionou-se todos os prédios públicos que são caracterizados por atividades de escritórios, compondo um número de 13 edifícios. Com relação aos prédios comerciais, deve-se selecionar no mínimo 40% do total de prédios deste setor. A partir daqueles prédios que possuem menos ramais de ligações com a rede pública, selecionou-se 11 edifícios de bancos, hotéis e motéis, que significam 46% do total destes edifícios no setor estudado.

O uso final de energia elétrica é analisado nos edifícios de atividades de escritórios, independente de pertencerem ao setor comercial e público. Foram selecionados os prédios públicos e os prédios de bancos. Por se tratar um trabalho de campo, onde a pesquisa dependerá muito da contribuição dos responsáveis técnicos dos edifícios, selecionou-se apenas 11 edifícios públicos. Isto devido ao fato de que em alguns destes prédios a visita de campo se tornaria bastante demorada, devido a uma série de fatores que vão desde greve dos funcionários até dificuldades em se obter as informações.

Os edifícios que compõem esta pesquisa são listados:

a) **17 edifícios públicos** (entendendo-os como edifícios de administração pública e de prestação de serviços públicos):

Assembléia Legislativa

CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina

CIASC - Centro de Informática e Automação de Santa Catarina

CIC - Centro Integrado de Cultura

CASAN - Companhia de Águas e Saneamento de Santa Catarina

Edifício das Diretorias

Edifício das Secretarias

ELETROSUL - Centrais Elétricas do Sul do Brasil

EMBRATEL - Empresa Brasileira de Telefonia

Fórum-Florianópolis

Palácio do Governo  
Secretaria de Educação  
Secretaria de Saúde  
TELESC - Telecomunicações de Santa Catarina  
Terminal Rodoviário Rita Maria  
Tribunal de Contas  
Tribunal de Justiça

**b) 29 edifícios comerciais:** subdivididos em:

**- bancos:**

Banco do Brasil  
BESC - Banco do Estado de Santa Catarina  
Caixa Econômica Federal

**- escolas e universidades:**

ETF - Escola Técnica Federal  
Instituto Estadual de Educação  
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina  
UDESC - Universidade do Desenvolvimento de Santa Catarina

**- hospitais:**

Hospital Celso Ramos  
Hospital de Caridade  
Hospital Infantil Joana de Gusmão  
Hospital Nereu Ramos  
Hospital Regional  
Hospital Universitário  
Maternidade Carmela Dutra  
SES - Fundo Estadual de Saúde Hospitalar de Florianópolis  
(Hospital Florianópolis)

**- supermercados:**

Hipermercado Angelone-Capoeiras  
Lojas Americanas  
Supermercados Angelone (centro e avenida Beira-Mar)  
Supermercados Imperatriz - centro

**- hotéis:**

Baia Norte Palace Hotel  
Hotel Cambirela  
Hotel Diplomata  
Hotel Faial  
Hotel Ivoram

Hotel Valerim Plaza

- motéis:

Motel Meimbipe e Passion Motel

#### 2.4.2 Da Obtenção dos Dados

A CELESC forneceu relatórios bienais com as seguintes características dos prédios selecionados, no período de julho de 1991 a junho de 1993 e atualizados para o período de julho de 1993 a junho de 1994: consumo (kWh), fatores de carga medido e faturado, demandas medida e faturada (kW), fator de potência (%) e os custos tarifários com a energia requerida na edificação (cruzeiros, cruzeiros reais e reais).

O trabalho de campo se desenvolveu de modo a obter os dados sobre as áreas totais construídas dos prédios e foi imprescindível contactar os responsáveis técnicos da área de engenharia e manutenção de cada prédio para lograr as informações.

Formou-se, desta forma, um banco de dados energéticos sobre edificações públicas e comerciais do município de Florianópolis no período acima mencionado, com menção às características de área construída, de forma que seja possível a comparação das construções entre si.

Desenvolveu-se basicamente 2 tipos específicos de análise dos edifícios, a partir da área total construída e das características dos relatórios bienais fornecidos pela CELESC. A primeira destas análises é sobre o consumo de energia elétrica (kWh) e a seguir sobre a demanda (kW) de energia consumida. Estas unidades são as mesmas do relatório bienal da CELESC.

#### 2.5 Perfil do Consumo de Energia Elétrica por Classes no Município de Florianópolis

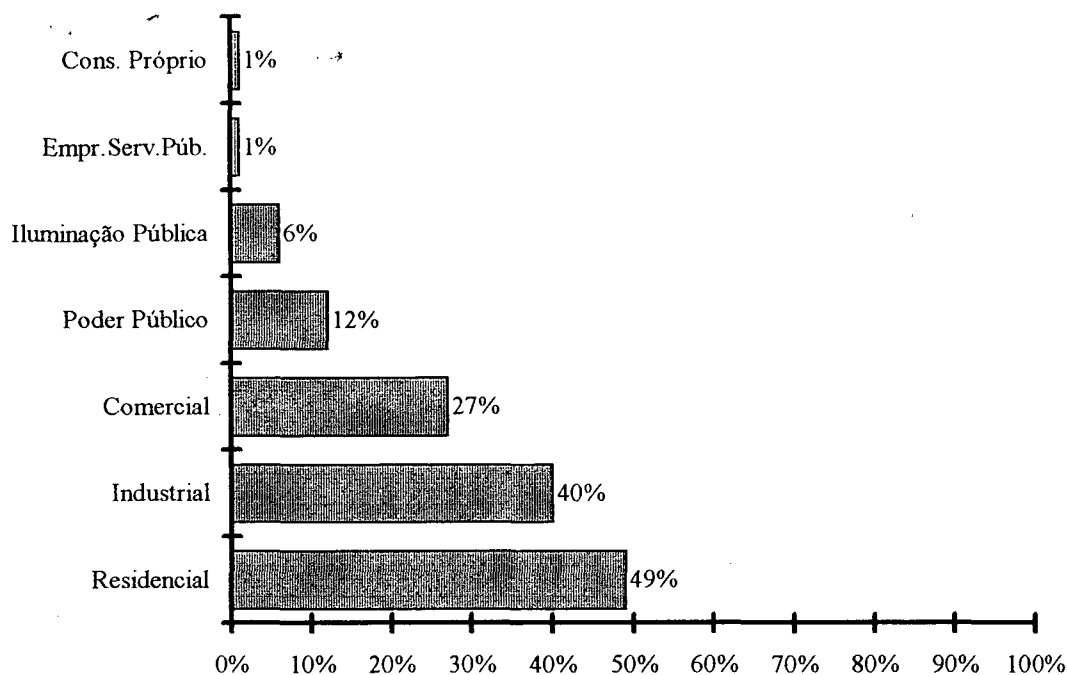
Para completar a análise do quadro energético do município de Florianópolis, de modo que seja possível compreender os gastos de energia por classe, analisa-se a **figura 2.2**. Para o ano de 1992, a classe residencial apresenta o maior consumo de energia elétrica no município, com valor percentual de 49%. É seguida, de 27% da classe comercial e 12% do poder público. A classe industrial apresenta apenas 4% do consumo do município, pelo fato de que este é essencialmente composto por residências e a indústria é concentrada nas regiões circunvizinhas à ilha de Santa Catarina e os bairros próximos que compõem o município.

#### 2.6 Consumo de energia elétrica nos edifícios (kWh/m<sup>2</sup>.mês)

##### 2.6.1 Metodologia de análise do consumo

A partir do valor do consumo total real no mês, os dados foram trabalhados em planilha eletrônica. Foi possível, assim, obter o valor do consumo por metro quadrado de edificação,

dividindo-se este valor total real pela área total construída. Os consumos (kWh/m<sup>2</sup>.mês) dos edifícios estão no **anexo 1**.



**Figura 2.2: Consumo de Energia Elétrica no Município de Florianópolis por Classe - ano de 1992**

O consumo de energia elétrica na unidade kWh/m<sup>2</sup>.mês possibilita seu entendimento em termos de edificação e de comparação de construções entre si. A partir deste critério, foram feitas análises sob diversos aspectos dos setores, de modo a compreender a situação atual do sistema elétrico nestas edificações.

Os valores foram organizados e analisados da seguinte forma:

- consumo médio mensal em todos os edifícios estudados;
- consumo médio dos períodos seco e úmido nos setores comercial e público;
- consumo médio dos períodos seco e úmido em todos os sub-setores;
- consumo médio mensal em todos os sub-setores comerciais e públicos; e
- o estudo dos picos no consumo de energia elétrica nos sub-setores comerciais e públicos.

Os gráficos plotados com valores semestrais têm o objetivo de elucidar o perfil do consumo de energia nos períodos seco e úmido, abrangendo, respectivamente, quase que em sua totalidade, as épocas de inverno e verão. O primeiro semestre do ano possui mais meses de verão que o segundo. Este, por sua vez, tem mais meses de inverno. De acordo com as características climáticas da cidade de Florianópolis, espera-se que o consumo no período úmido seja bem maior,

sabendo da existência do uso de equipamentos condicionadores de ar em edificações destes setores.

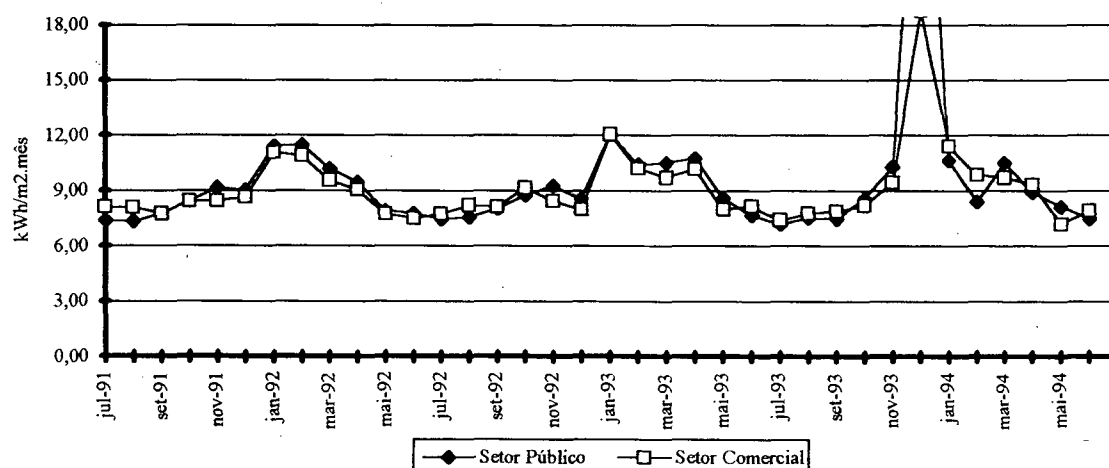
O estudo dos picos de consumo de energia elétrica ( $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{mês}$ ) nos sub-setores deve considerar:

- a média anual do consumo;
- a média do consumo no período úmido;
- a média do consumo no período seco;
- o maior valor do consumo no período úmido;
- o menor valor do consumo no período seco;
- a média dos picos de verão.

Desta forma, pode-se fazer as seguintes análises:

- comparação da média anual do consumo com as médias dos períodos seco e úmido;
- comparação da média do consumo no período úmido com seu maior valor;
- comparação da média do consumo no período seco com seu menor valor;
- comparação da média do consumo no período úmido com a média dos picos.

### 2.6.2 Consumo médio mensal de energia elétrica em todos os edifícios estudados



**Figura 2.3: Consumo Médio Mensal de Energia Elétrica em Todos os Edifícios Estudados no Período de Junho de 1991 a Julho de 1994**  
Unidade:  $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{mês}$

A partir da **figura 2.3**, pode-se avaliar o consumo médio semestral de energia elétrica em todos os edifícios estudados no período dos três anos. Nos períodos de julho até novembro de 1991 e de maio até novembro de 1992 e 1993, observa-se semelhanças no comportamento das curvas do consumo em ambos os setores. Exatamente no período úmido existem picos no

consumo, todos observados nos meses de verão (principalmente janeiro e fevereiro). A diferença média percentual entre os dois períodos secos referidos acima é de 16%. Os valores do mês de dezembro de 1993 destoam significativamente de todos os outros valores fornecidos pela CELESC. Estes valores não serão considerados nesta análise, pelo fato de não terem coerência e esclarecimento técnico por parte da concessionária.

### 2.6.3 Consumo médio nos períodos seco e úmido nos setores comercial e público

De acordo com a **tabela 2.2**, observa-se que em todos os setores existe uma diferença de consumo do período seco para o úmido, isto devido ao fato de que o período úmido está relacionado ao período de verão, quando o uso de ar condicionado é mais intenso. No setor comercial, o consumo no período seco tem maior diferença percentual nos hospitais (30%), bancos (29%) e hotéis (28%). As menores diferenças entre estes dois períodos é evidente nas escolas (2%). Quanto à média de todos os prédios comerciais e públicos, as diferenças são coincidentes, inclusive com a média geral de todos os prédios, que é de 24%.

**Tabela 2.2: Média Geral dos Consumos nos Períodos Seco e Úmido de Todos os Prédios**  
Unidade: kWh/m<sup>2</sup>.mês

SETORES	PERÍODO SECO	PERÍODO ÚMIDO	Diferença entre seco e úmido (%)
Bancos	7,23	10,13	29
Escolas	3,39	3,47	2
Hospitais	11,38	16,16	30
Supermercados	12,38	14,82	17
Hotéis	6,71	9,29	28
Motéis	5,72	6,69	14
Média Comercial	8,46	11,21	24
Média Públicos	7,97	10,46	24
Média de todos os prédios	8,28	10,94	24

### 2.6.4 Consumo médio mensal de energia elétrica em todos os sub-setores comercial e público

Analisando a **figura 2.4**, que indica o consumo médio mensal de energia elétrica nos sub-setores comercial e público, pode-se obter as seguintes conclusões: nos meses entre maio e novembro, exatamente o período seco, existe uma certa uniformidade nos valores do consumo do setor público, aproximadamente entre 7 e 9 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Nos períodos úmidos há picos de verão, chegando a ultrapassar 12 kWh/m<sup>2</sup>.mês.



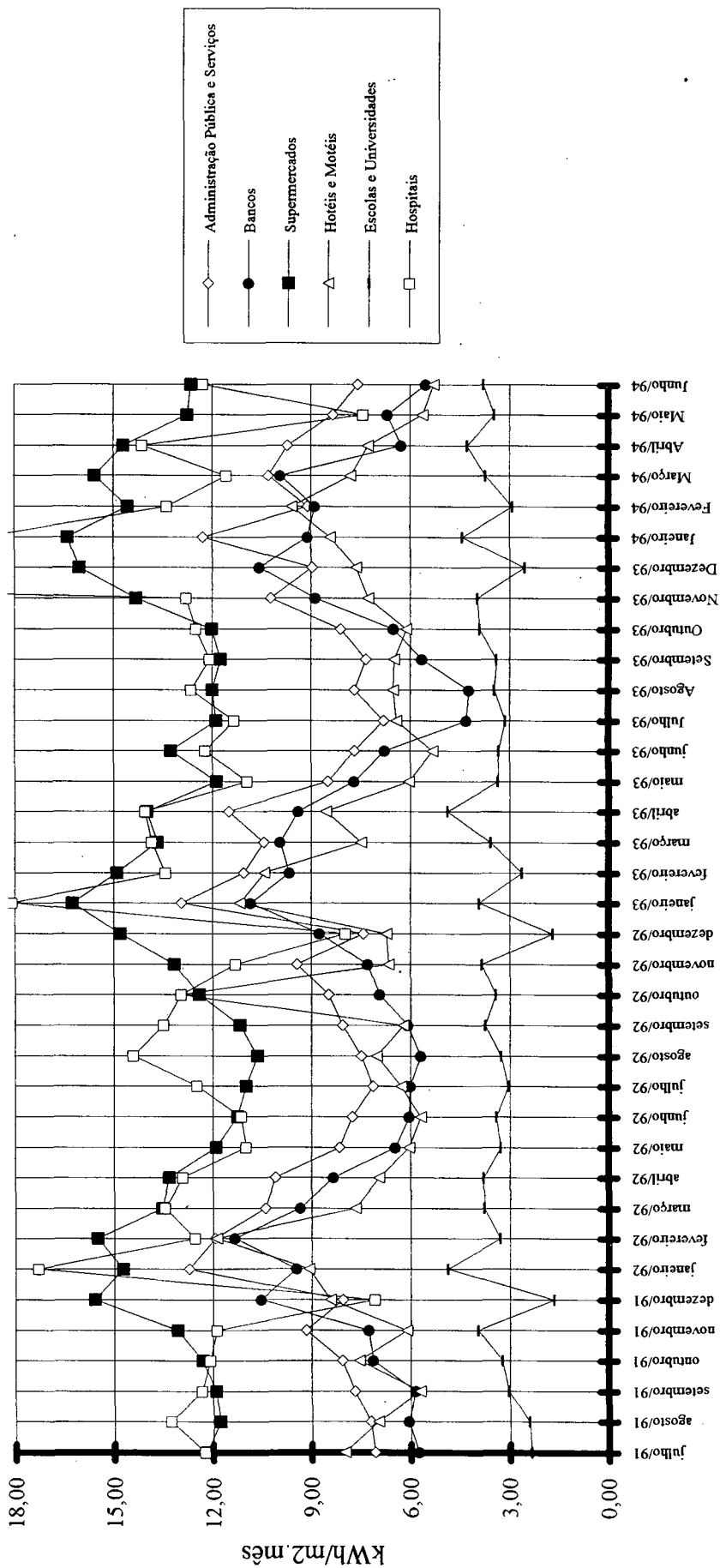


Figura 3.4: Consumo Médio Mensal de Energia Elétrica (kWh/m<sup>2</sup>. mês) nos Sub-setores Comercial e Público

No mês de dezembro de 1993 há um pico no consumo dos hospitais, chegando a quase 60 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O motivo deste pico é ignorado, sendo que será desprezada sua existência devido à sua incoerência no histórico dos 3 anos estudados. A própria concessionária não tem explicação técnica para esta situação e, portanto, não se sabe se este valor atingido neste mês realmente existe ou é apenas um erro técnico.

Numa faixa que vai de 2 até 17 kWh/m<sup>2</sup>.mês aproximadamente, o consumo médio mensal dos sub-setores apresenta-se bastante uniforme com pequenos picos nos meses de janeiro;

### 2.6.5 O estudo dos picos no consumo de energia elétrica nos sub-setores comercial e público

A **tabela 2.3** mostra o perfil do consumo de energia elétrica (kWh/m<sup>2</sup>.mês) nos sub-setores comercial e público no município de Florianópolis sob os seguintes aspectos:

- número de prédios de cada sub-setor;
- a média anual do consumo;
- a média do consumo no período úmido;
- a média do consumo no período seco;
- o maior valor de pico de consumo no período úmido;
- o menor valor de consumo no período seco;
- a média dos picos de consumo de verão.

**Tabela 2.3: Consumo Médio Anual, nos Períodos Úmido e Seco, Maior Valor do Úmido, Menor Valor do Seco e Média dos Picos de Verão**  
Unidade: kWh/m<sup>2</sup>.mês

Setores	Número Prédios	Média Anual	Média Úmido	Média Seco	Maior Úmido	Menor Seco	Média Picos
<b>Público</b>	17	9,85	11,37	8,32	35,50	0,50	14,34
<b>Bancos</b>	3	7,87	9,49	6,26	18,57	1,16	11,01
<b>Escolas</b>	4	3,43	3,47	3,39	9,72	0,53	4,81
<b>Hospitais</b>	8	12,28	13,49	11,06	48,96	1,21	19,54
<b>Mercados</b>	5	13,94	15,67	12,22	41,20	0,44	17,24
<b>Hotéis</b>	9	7,65	8,94	6,37	21,64	0,55	11,03
<b>Média TOTAL</b>	46	9,17	10,41	7,94	48,96	0,44	13,00

A partir da **tabela 2.3** pode-se fazer as seguintes análises:

**Comparando a média do consumo no período úmido com seu maior valor de pico:**

Os hospitais têm um pico de 48,96 kWh/m<sup>2</sup>.mês, 363% acima da sua média no período. São seguidos pelos prédios públicos, com pico de 312% acima da média do período, 35,50 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Os menores picos ocorrem nos bancos, com estes situando-se 196% acima da sua média no período.

Os hotéis e motéis, supermercados e escolas têm diferenças percentuais do pico de verão, em relação à média do período úmido, na faixa de 240% a 280% e estes picos ocorrem freqüentemente nos meses de janeiro e fevereiro.

**Comparando a média do consumo no período seco com seu menor valor:**

Os edifícios de supermercados apresentam o menor valor de consumo de todo este banco de dados no período seco, 96% menor que a média do período. Seguem os prédios públicos, com seu menor consumo 94% abaixo da média no período.

Os hotéis e motéis têm esta diferença na mesma ordem de grandeza dos supermercados e dos prédios públicos, que é de 91%.

Os bancos apresentam a menor diferença entre o consumo médio no período seco com o menor valor deste período, que é de 81%. Seguem as escolas, com esta diferença na mesma ordem de grandeza, que é de 84%.

Os hospitais têm esta diferença num valor intermediário de 89%, entre os hotéis e motéis, os supermercados e os prédios públicos, que a tem maior, e os bancos e as escolas, que a tem menor.

**Comparando o consumo médio do período úmido com a média de todos os picos de verão:**

Os hospitais têm os maiores picos, 19,54 kWh/m<sup>2</sup>.mês em média, representando 31% a mais que o consumo médio no período úmido. As menores diferenças de consumo entre a média dos picos e a média deste período é de 9% com os prédios de supermercados.

Os bancos seguem os supermercados, com 14% de diferença entre os picos de verão e o consumo médio neste período. Os hotéis e motéis e os prédios públicos têm esta diferença com a mesma grandeza de valor, que é de 19% e 22% respectivamente.

Em relação ao total de prédios estudados, a média dos picos de verão apresenta 20% a mais no consumo médio do período úmido para estes prédios. Sendo que apenas os hotéis, motéis e prédios públicos estão dentro desta média. Os supermercados e os bancos estão abaixo e os outros edifícios estudados (hospitais e escolas) estão acima desta média.

**Comparando com dados fornecidos por outros autores brasileiros e estrangeiros:**

Comparando a **tabela 1.7** com a **tabela 2.3**, observa-se que em prédios públicos o consumo apresentado por MASCARÓ [1983] é de 12,13 kWh/m<sup>2</sup>.mês, 19% maior que o consumo da **tabela 1.8**, que é de 9,85 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Para os prédios dos bancos, MASCARÓ [1983] apresenta um consumo médio anual de 8,9 kWh/m<sup>2</sup>.mês. A **tabela 1.8** apresenta um valor 14% menor, que é de 7,87 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Com relação aos prédios de hotéis, a **tabela 1.7** apresenta um consumo de 8,9 kWh/m<sup>2</sup>.mês. A **tabela 2.3** mostra um consumo 14% menor, que é de 7,65 kWh/m<sup>2</sup>.mês. PRESTON et al. [1994] apresenta em sua pesquisa em 6 hotéis de Hong Kong, um consumo médio de 19,85 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Assim, segundo estes autores, os hotéis gaúchos consomem 55% menos energia elétrica que os de Hong Kong. MASCARÓ [1983] apresenta valores sempre maiores que o que é apresentado por este trabalho, devendo salientar que a sua pesquisa foi realizada na cidade de Porto Alegre, que tem outras características urbanas e de clima (período de inverno mais rigoroso), diferentes das de Florianópolis.

Os dados fornecidos por AKBARI et al. [1994], na **tabela 1.8**, são todos maiores que aqueles apresentados na **tabela 2.3**. Se se comparar os edifícios de grandes escritórios da **tabela 1.8** com o setor público da **tabela 2.3**, pode-se dizer que o primeiro é de 22,26 kWh/m<sup>2</sup>.mês, o que representa 226% maior os prédios públicos brasileiros, que é de 9,85 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Comparando os grandes escritórios com os prédios dos bancos da **tabela 1.8**, observa-se que os bancos brasileiros (7,87 kWh/m<sup>2</sup>.mês) têm um consumo de 238% menor que os grandes escritórios americanos.

De acordo com a **tabela 1.14**, os prédios públicos da Cidade do México que têm menores áreas construídas, têm o maior consumo, que é de 7,15 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O consumo médio dos prédios públicos de Florianópolis é de 9,85 kWh/m<sup>2</sup>.mês, 20% maior que os mexicanos.

As escolas americanas têm um consumo de 4,31 kWh/m<sup>2</sup>.mês, que é 23% maior que o consumo das escolas de Florianópolis (3,43 kWh/m<sup>2</sup>.mês). É a menor diferença de consumo entre as edificações brasileiras e americanas aqui analisadas. Observa-se que na **tabela 1.12**, ROMÉRO [1994] mostra o consumo de Campus Universitário Armando S. de Oliveira, na USP, de 5,08 kWh/m<sup>2</sup>.mês em 1991. De acordo com a média das escolas de Florianópolis, que consiste em média de consumo de 2 campus universitários de Florianópolis (da UFSC e da UDESC) e 2 escolas de ensino secundário, o campus da USP consome 32% a mais que estas escolas de Florianópolis.

Comparando os serviços de saúde americanos (24,29 kWh/m<sup>2</sup>.mês) e os hospitais de Florianópolis (12,28 kWh/m<sup>2</sup>.mês), os americanos representam um consumo 49% maior que os brasileiros.

Comparando a **tabela 1.10** com a **tabela 2.3**, observa-se que nos prédios de São Paulo o consumo é 25% menor nos prédios do grupo B e 22% no grupo C, em relação aos prédios do mesmo setor da cidade de Florianópolis (**tabela 2.3**). Em relação aos prédios de escritórios, nos

grupos A, B e C da **tabela 1.10** os consumos são sempre menores que os escritórios de Florianópolis. No grupo D, o consumo de escritórios de São Paulo é de 42% maior que os de Florianópolis.

## **2.7 Demanda de energia elétrica nos edifícios (kW)**

### **2.7.1 Metodologia de análise da demanda**

Os valores da demanda de energia elétrica requerida em uma edificação não têm sentido em serem somados, considerando os diversos ramais de ligação da edificação com a rede pública e os horários de ponta e fora de ponta. Há que considerar, que estes são os maiores valores de demanda, registrados no intervalo de 15 minutos. Devido a este fator, sua análise torna-se mais complexa, pois o conjunto de valores para ser analisado é bastante amplo.

A concessionária oferece condições de contratação de valores específicos de demanda para os períodos seco e úmido, resultante do fato de que o período úmido é caracterizado pelos meses de verão e conseqüentemente pelo maior consumo de energia elétrica devido aos equipamentos de ar condicionado. Por esta razão as demandas são analisadas de acordo com estes períodos, durante os 3 anos, da seguinte forma:

- a) **período seco:** de julho a novembro de 1991;
- b) **período úmido:** de dezembro de 1991 a abril de 1992;
- c) **período seco:** de maio a novembro de 1992;
- d) **período úmido:** de dezembro de 1992 a abril de 1993;
- e) **período seco:** de maio a novembro de 1993;
- f) **período úmido:** de dezembro de 1993 a abril de 1994;
- g) **período seco:** de maio a junho de 1994.

Os 24 prédios selecionados para serem analisados a demanda são:

- **13 edifícios públicos** (entendendo-os como edifícios de administração pública e de prestação de serviços públicos):

Assembléia Legislativa

CIASC - Centro de Informática e Automação de Santa Catarina

CASAN - Companhia de Águas e Saneamento do Estado de Santa Catarina

Edifício das Diretorias

Edifício das Secretarias

ELETROSUL - Centrais Elétricas do Sul do Brasil

Fórum-Florianópolis

Secretaria de Educação  
Secretaria de Saúde  
TELESC - Telecomunicações de Santa Catarina  
Tribunal de Contas  
Tribunal de Justiça

- **11 edifícios comerciais:** subdivididos em:

- **bancos:**

Banco do Brasil  
BESC - Banco do Estado de Santa Catarina  
Caixa Econômica Federal

- **hotéis:**

Baia Norte Palace Hotel  
Hotel Cambirela  
Hotel Diplomata  
Hotel Faial  
Hotel Ivoram  
Hotel Castelmar

- **motéis:**

Motel Meiembipe  
Passion Motel

### 2.7.3 Análise das demandas nos edifícios

O **anexo 2** mostra os valores das demandas neste grupo de edifícios e sua análise é desenvolvida a seguir. A metodologia para analisá-las compreende-se em:

- **comparar as demandas medidas e faturadas:**

Faz-se o levantamento da quantidade de vezes em que a demanda medida é menor que a demanda faturada e quantas vezes elas são iguais. No primeiro caso isto se faz importante para identificar as vezes que os edifícios estão pagando por demandas de energia que não estão realmente consumindo. No caso das demandas medidas e faturadas serem iguais, é importante verificar quantas vezes os edifícios estão com demandas acima das de contrato, pagando muita muitas vezes.

**-comparar a diferença das demandas faturada com a medida:**

Para que se identifique as maiores e menores diferenças e aqueles edifícios onde é necessário medidas emergenciais de gerenciamento da demanda.

**Tabela 2.4: Comparação das Demandas Medidas e Faturadas**

Período	Medida < Faturada			Med=Fat total	ΔFat-Med - (kW)		
	Não horosazonal	Ponta	Fora- ponta		Não horosazonal	Ponta	Fora- ponta
<b>HOTÉIS E MOTÉIS</b>							
Seco	26%	2%	8%	46%	60	40	27
Úmido	11%	2%	5%		20	48	11
<b>Total: 26% + 2% + 8% + 11% + 2% + 5% + 46% = 100%</b>							
<b>EDIFÍCIOS PÚBLICOS</b>							
Seco	29,9%	4,6%	5,7%	51,7%	120	101	94
Úmido	5,7%	0,2%	2,2%		109	113	36
<b>Total: 29,9% + 4,6% + 5,7% + 5,7% + 0,2% + 2,2% + 51,7% = 100%</b>							
<b>BANCOS</b>							
Seco	46%	-	-	48%	104	-	-
Úmido	6%	-	-		32	-	-
<b>Total: 46% + 6% + 48% = 100%</b>							

De acordo com a **tabela 2.4**, obtida a partir do **anexo 2**, pode-se observar que nos 24 prédios aqui analisados, o que mais ocorre é as demandas medidas serem iguais às demandas faturadas. Para os prédios de hotéis e motéis, isto ocorre em 46% do total dos prédios, em 51,7% dos prédios públicos e em 48% do preédios dos bancos. Estes números demonstram que a diferença entre estas duas demandas na maioria dos prédios é zero, mostrando que as demandas medidas estão acima das de contrato em pelo menos 45% dos prédios estudados.

Em 26% dos hotéis e motéis a demanda medida é menor que a faturada para prédios com tarifa não horosazonal. A média da diferença entre elas é de 60 kW no período seco. No período úmido estes números são menores. A demanda medida é menor que a faturada em 42 dos prédios que não tem tarifa horosazonal e a média da diferença entre as duas é de 20 kW. Para os edifícios que têm tarifa horosazonal, a média da diferença entre as duas demandas é de 40 kW para o período seco na ponta (2% dos prédios) e de 27 kW fora da ponta (8% dos prédios). No período úmido, a média da diferença na ponta é de 48 kW (2% dos prédios) e fora da ponta é de 11 kW (5% dos prédios). No período úmido a média da diferença é menor, como em todos os outros prédios, por ser o período que tem mais meses de inverno e os edifícios requererem menos energia elétrica que no período de verão, por causa dos aparelhos condicionadores de ar.

Entretanto, no período úmido a média da diferença das demandas no horário de ponta é maior que no período seco.

Nos edifícios públicos estes números são maiores. A demanda medida ser menor que a faturada ocorre em 29,9% dos prédios que não têm tarifa horosazonal. A média da diferença entre elas é de 120 kW. Neste grupo de edifícios analisados esta é a maior diferença, mostrando que os edifícios públicos são tratados displicentemente em relação ao seu desempenho energético. No período úmido, a demanda medida é menor que a faturada em apenas 8,1% dos prédios (considerando os períodos de ponta, fora de ponta e as tarifas não horosazonal). A média da diferença entre elas neste período é de 109 kW para edifícios que não tem tarifas horosazonal (5,7% dos prédios), 113 kW para os edifícios com estas tarifas no horário de ponta (0,2% dos prédios) e de 36 kW fora da ponta (2,2% dos edifícios).

Nos edifícios dos bancos, as demandas medida e faturada são iguais em 48% dos prédios. A medida é menor que a faturada em 46% dos edifícios e a média de sua diferença é de 104 kW no período seco. No período úmido a medida é menor que a faturada em 6% dos edifícios e a média da diferença é de 32 kW. Não há nenhum prédio deste sub-setor que tem tarifa horosazonal.

Os maiores valores das diferenças entre as demandas faturadas e medidas podem ser observados no **anexo 2**. Para o sub-setor de hotéis e motéis, as maiores diferenças ocorrem no Hotel Castelmar. Para o setor público aqui analisado, os maiores valores das diferenças ocorrem no edifício da ELETROSUL. Nos bancos, as maiores diferenças ocorrem com o edifício da Caixa Econômica Federal. Nestes prédios, as tarifas de energia elétrica estão sendo pagas de acordo com valores muito altos de demanda de energia que não está sendo realmente consumida no edifício, pois sua demanda medida é bem menor que a de faturamento.

## **2.8 Fator de Potência e Ajuste (%)**

### **2.8.1 Metodologia**

Os dados sobre os fatores de potência dos edifícios foram extraídos diretamente dos bianais fornecidos pela CELESC e trabalhados em planilha eletrônica.

Fez-se a média aritmética dos fatores de potência neste grupo de prédios aqui analisados. Procurou-se conhecer a porcentagem de prédios que está com fator de potência abaixo de 85% e está pagando multa para correção deste fator nos períodos seco e úmido. Comparou-se os dados e apresentou-se aqueles prédios que têm os menores valores e verifica-se em que período do ano o fator de potência dos prédios é menor.

### **2.8.2 Análise do Fator de Potência e do Ajuste**

Segundo a CELESC/ELETROBRÁS/PROCEL [1993], as principais causas de um baixo fator de potência são:



- a) nível de tensão da instalação acima da nominal;
- b) motores trabalhando em vazio durante grande parte do tempo;
- c) motores superdimensionados para as respectivas cargas;
- d) grandes transformadores alimentando pequenas cargas por muito tempo;
- e) lâmpadas de descarga (vapor de mercúrio, fluorescentes, etc) sem correção individual do fator de potência; e
- f) grande quantidade de motores de pequena potência.

As conseqüências danosas para a instalação elétrica do edifício devido ao baixo fator de potência são:

- a) incremento das perdas de potência;
- b) flutuações de tensão, causando queima de motores;
- c) sobrecarga de equipamentos;
- d) aumento do desgaste nos dispositivos de manobra;
- e) aumento do investimento em condutores e equipamentos elétricos sujeitos a limitação térmica de corrente;
- f) obstrução da capacidade dos equipamentos, impedindo a ligação de novas cargas;
- g) dificuldade de regulação do sistema.

A concessionária deve cobrar uma multa nas unidades consumidoras que têm  $FP < 85\%$ . Este valor foi fornecido pela concessionário no início desta pesquisa. Em 1995 este valor mínimo passou para 92%. Iste se chama **Ajuste do Fator de Potência**. O Ajuste devido ao baixo FP é uma cobrança adicional justificada pelo fato de que a concessionária necessita manter o seu sistema elétrico com um dimensionamento maior do que o realmente necessário e investir em equipamentos corretivos apenas para suprir o excesso de energia reativa proveniente das instalações dos consumidores. Assim, toda instalação que apresentar um  $FP < 85\%$  pagará um ajuste, que pode ser calculado segundo a equação:  $Aj(\%) = [(85\% - FP\%) - 1] \cdot 100$ . Portanto, se apresentar um  $FP=40\%$ , pagará um acréscimo de 113% sobre o custo da energia, por exemplo.

A **tabela 2.5** apresenta as médias dos fatores de potência dos prédios públicos, dos bancos e dos hotéis aqui analisados. Estas médias são dos períodos seco, úmido e anual de cada sub-setor e de todos os sub-setores. Apresenta-se, também, os menores valores de fator de potência nos períodos e suas médias.

A partir da **tabela 2.5**, pode-se observar que os prédios públicos que compõem este trabalho são os prédios que mais têm problemas na questão energética, no que concerne á questão do fator de potência. A média dos fatores de potência no período seco é de 83,68%, abaixo de 85%, mostrando que neste período os prédios públicos têm pago multa devido a esse baixo valor. A média no período úmido é de 86,57%, um pouco maior que 85%. A média anual destes prédios

é de 85,13%, que é o valor mínimo para que se evite multa. O menor valor registrado nos bienais neste prédios no período seco é de 25,90% e no período úmido é de 26,85%.

Nos bancos, pode-se observar que os valores médios são bastante razoáveis. Todos são maiores que 85%. No período seco é de 92,28% e no período úmido é de 93,14%. A média anual é de 92,07%. O menor valor dos prédios dos bancos no período seco é de 64,81% e no período úmido é de 84,58%, que é um valor bem próximo de 85%. Isto mostra que neste período os bancos têm poucos problemas com multas tarifárias por causa do fator de potência.

De acordo com a média geral destes prédios, pode-se afirmar que no período seco é de 88,98%, no período úmido é de 90,95% e a anual é de 89,97%. Todas acima de 85%. Os menores valores médios destes prédios é de 55,24% no período seco e de 62,24% no período úmido.

É válido afirmar que os prédios de hotéis e de bancos são os que apresentam melhor fator de potência médio, geralmente acima de 85%, de modo que este parâmetro não representa grandes problemas para a questão de desperdício nestes prédios. Nos prédios públicos, isto já se mostra bastante evidente, visto o valor apresentado no período seco.

**Tabela 2.5: Fator de Potência (%) - Médias, Menores Valores e Ajustes**

Sub-Setores	Fator de Potências - Médias (%)			Menores Valores e Ajustes (%)			
	SECO	ÚMIDO	ANUAL	SECO	Ajuste	ÚMIDO	Ajuste
Público	83,68	86,57	85,13	25,90	228	26,85	217
Bancos	91,00	93,14	92,07	64,81	31	84,58	0,5
Hotéis	92,28	93,13	92,71	75,03	13	75,29	13
MÉDIA	88,98	90,95	89,97	55,24	54	62,24	37

A tabela 2.5 mostra, também, que o setor público chega a pagar, em média, um ajuste na tarifa normal de 228% no período seco e de 217% no período úmido, devido ao baixo FP. Os bancos chegam a pagar 31% de ajuste no período seco. Os Hotéis pagam 13% de ajuste em ambos os períodos do anos. Em média, o período seco é o mais sério, por apresentar um ajuste de 54% nas tarifas dos prédios aqui estudados, enquanto que no período úmido o ajuste médio é de 37%.

## 2.9 A questão energética dos edifícios de Florianópolis

O consumo de energia elétrica foi visto aqui como resultado de uma pesquisa de campo, de acordo com dados fornecidos pela CELESC. Entretanto, como observado anteriormente, o desempenho energético da edificação é resultante da interação de um conjunto de fatores, a

começar pelo projeto arquitetônico, passando pelos materiais de construção e sistemas construtivos, até chegar ao uso do ambiente construído.

Dentro desta visão holística do sistema edificativo, vê-se claramente a ausência de metodologias de análise de perfil de consumo de energia elétrica nas edificações. Isto causado exatamente pela pouca importância que os órgãos governamentais têm em relação ao assunto, o que impediu até hoje a inexistência de normalização técnica na área.

A partir da análise aqui compreendida, o setor público mostra um perfil de consumo energético, ocupação e uso de suas edificações extremamente preocupante. O total descaso e a ausência de tomada de decisões em relação ao uso eficiente de energia elétrica nos ambientes leva à observação de que o aumento no consumo de energia elétrica no período de verão, em relação à média anual, é de 12% neste setor, como se pode observar a partir da **tabela 2.3**.

Os maiores consumidores destes setores no município são os supermercados e os hospitais. Compreende-se que supermercados têm uma grande quantidade de equipamentos refrigeradores, câmaras frigoríferas e densidade de pessoas elevadas, que caracterizam os elevados consumo e usos finais da energia elétrica durante todo o período de vida útil deste tipo de edificação.

Os hospitais têm, por sua vez, muitos tipos de equipamentos e máquinas que caracterizam também seu uso final de energia. Todavia, necessita-se de profissionais nestes edifícios, que consultem o sistema elétrico predial, gerenciando a demanda e o funcionamento dos equipamentos elétricos destas edificações.

Para que seja possível uma melhor compreensão dos usos finais de energia elétrica nas edificações, deve-se buscar o desmembramento destes consumos médios nos períodos, de modo a se obter índices reais para se trabalhar e discutir em termos práticos em projetos.

## Capítulo 3

### VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM EDIFICAÇÕES

#### 3.1 Características dos edifícios: definições e metodologia de análise

O consumo de energia elétrica de um edifício sofre influência principalmente de 3 variáveis: características arquitetônicas, características construtivas e filosofia de uso dos ambientes, ou seja, o gerenciamento do uso dos espaços.

A análise destas características é válida, de modo que se possa compreender a eficiência energética da edificação e até as condições ergonômicas dos ambientes, em relação ao conforto ambiental. A utilização de iluminação artificial, equipamentos de ar condicionado, disposição, dimensionamento e ocupação dos ambientes podem influenciar a eficiência da realização de atividades no edifício.

A partir desta visão, essas características necessitam um tratamento sistêmico de forma que a avaliação do desempenho energético da edificação seja possível.

Sugere-se, então, ter como base metodológica, a pesquisa realizada pelo grupo ASEAN (*Association of South East Asian Nations*) em edifícios típicos caracterizados pela eficiência energética.

De acordo com DERINGER e BUSCH [1992], considera-se a seguinte lista de características que se julgam mais importantes para analisar sua influência no consumo de energia elétrica nos edifícios que compõem este trabalho (estas características foram levantadas na visita de campo e estão no **anexo 1**):

##### a) tipo do edifício:

- razão de forma do edifício: define a forma geométrica do partido arquitetônico (quadrangular, retangular, circular ou irregular);
- área total construída ( $m^2$ );
- área total do pavimento tipo ( $m^2$ );
- área total do edifício que é servida por ar condicionado: que possibilitará determinar a porcentagem da área total que recebe ar condicionado;
- número de pavimentos e o número de pavimentos tipos;
- número de elevadores;
- orientação da maior fachada;

##### b) das paredes (ou fechamentos) e coberturas:

- transmitância térmica ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ):  $U=1/R_t$ , onde:

**U** é a transmitância térmica

**R<sub>t</sub>** é a resistência térmica total

- coeficiente de absorção solar: é a porcentagem de energia absorvida pela parede (ou pela cobertura) em relação à energia solar incidente. Depende da cor da superfície (RIVERO, 1986);
- massa ( $\text{kg/m}^2$ ) ou densidade superficial: é a massa da parede da maior fachada, dividida pela área desta fachada e, para a cobertura, é a massa dividida pela área em planta;
- material: define o tipo de material de construção utilizado;

**c) das janelas:**

- *Window Wall Ratio (WWR)*: define a porcentagem de área envidraçada em relação à área da MAIOR fachada;
- tipo de vidro;
- transmitância térmica ( $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ );
- existência de sombreamento externo: brises e/ou obstáculos extras (edifícios vizinhos, árvores, etc);
- fator de ganho solar do vidro. Não foi levantado o fator solar da abertura toda, considerando os sombreamentos externos, por não ter sido sugerido pelos autores citados;

**d) da ocupação do edifício:**

- densidade (pessoas/ $\text{m}^2$ ): é a quantidade de pessoas que ocupam os ambientes por metro quadrado de edificação;
- horário de expediente;
- horários que são ligados e desligados os equipamentos de ar condicionado e iluminação artificial no edifício nos períodos seco e úmido;

**f) da iluminação:**

- potência instalada (kW), abrangendo todas as lâmpadas e luminárias, fluorescentes e incandescentes do edifício;
- consumo (kWh/mês): estimativa do consumo do edifício somente com iluminação artificial. É obtido multiplicando-se a potência instalada pelo total de horas que permanecem acesas no mês e multiplicando-se pelo total de dias que permanecem ligadas no mês;
- porcentagem de lâmpadas fluorescentes e incandescentes;
- iluminação natural: deve indicar se os ambientes do edifício têm aproveitamento natural da iluminação, em termos de dimensionamento, projeto e uso;

**g) dos equipamentos de ar condicionado:**

- temperatura ambiental programada para o ar condicionado ( $^\circ\text{C}$ );
- tipo de equipamentos (central ou de parede);
- capacidade (kW): estima a potência total dos equipamentos no edifício;
- consumo (kWh/mês): estima o consumo total do edifício somente com ar condicionado. É obtido multiplicando-se a potência estimada pela quantidade de horas que permanece ligado no mês e multiplicando-se pela quantidade de dias que funciona no mês, nos períodos seco e úmido.

Para o levantamento das características de todos os edifícios que compõem este banco de dados, lançou-se mão da visita de campo, completando-se um relatório sobre todas estas características. A partir destes relatórios, pôde-se obter o banco de dados sobre o consumo de energia e as características intrínsecas (arquitetônicas, construtivas e de ocupação) das edificações onde são realizadas atividades de escritórios (setor público e bancos), que se encontra no **anexo 3**, e análise das variáveis arquitetônicas, construtivas e de uso da edificação.

O setor público foi escolhido por apresentar o maior número de edificações com características de uso e atividades semelhantes no grupo de edifícios aqui estudados. Para que se possa fazer uma análise comparativa, todos estes prédios que possuem as características de atividades de escritórios foram, então, visitados e analisados de acordo com as condições que seus responsáveis ofereceram. Neste caso, inclui-se aqui os prédios dos bancos, junto aos prédios públicos.

A metodologia de análise dos dados organizados consiste em:

- **o sistema entorno:** devidamente descrito através das características geográficas do município de Florianópolis, a saber: latitude, altitude, ventos dominantes, continentalidade e maritimidade. A identificação destas características não tem a pretensão de quantificá-las e correlacioná-las diretamente com o consumo na edificação, mas, sim, de apenas caracterizar as condições do entorno desta, propiciando um melhor entendimento do seu desempenho enquanto parte essencial do contexto urbano em que está inserida;
- **o sistema de mecanismos ativos:** é analisado através do desmembramento do consumo mensal de energia elétrica da edificação por uso final com ar condicionado, equipamentos de iluminação artificial e outros. Também leva-se em conta, quando possível, os tipos de equipamentos, sua operação, funcionamento e eficiência;
- **o sistema do ambiente construído:** é analisado principalmente através daquelas características que influenciam no consumo de energia da edificação, ou seja, que influenciam no cálculo das cargas térmicas, quando do dimensionamento de aparelhos de ar condicionado. Estas características são: área envidraçada da fachada, forma, geometria, orientação, densidade, transmitância térmica, absorção solar e materiais componentes dos fechamentos e coberturas. Faz-se ainda a análise das potências instaladas dos equipamentos de iluminação artificial e de ar condicionado. Para analisar estas características, lança-se mão de comparações simples e uso de *software*, buscando compreender a correlação destas com o consumo de energia elétrica no edifício.

Somente quando da compreensão do uso final da energia elétrica em cada edificação é que se pode compreender as características que influenciam consideravelmente no consumo. Isto é possível, pois o já observado aumento no consumo de energia no período úmido, em relação ao restante do ano, é causado pelo uso intenso de equipamentos de ar condicionado. O que se busca,

é analisar aqueles pontos intrínsecos dos edifícios que, direta ou indiretamente, para aumentar a carga térmica nesta época, encontrando assim sua correlação com o consumo de energia no edifício.

### 3.1.1 Os prédios e sua análise

A partir do banco de dados formado, a análise das variáveis arquitetônicas e construtivas se dá somente para edifícios públicos deste banco, pelo fato de constituírem o maior número de edifícios que têm atividades desenvolvidas semelhantes. Dentro deste universo, é acrescentado os prédios de bancos por também se tratar de edifícios de escritórios. É oportuno lembrar que, segundo a metodologia de classificação dos edifícios apresentada, estes prédios têm as características de uso e atividades semelhantes, apesar de constituírem edifícios de 2 setores distintos.

A princípio todos os 17 edifícios públicos do banco comporiam esta análise, excluindo-se o CIC-Centro Integrado de Cultura e o Terminal Rita Maria pelo fato de que, apesar de pertencerem ao setor público, não apresentam atividades semelhantes ao restante dos edifícios deste setor.

O trabalho constitui-se em uma nova pesquisa de campo para buscar todas as características do tipo do edifício, fechamentos e coberturas, das janelas, da ocupação do edifício, da iluminação e dos equipamentos de ar condicionado. De modo que fosse possível a análise dos sistemas componentes da edificação.

Os edifícios que compõem esta análise são:

- Assembléia Legislativa
- Fórum-Florianópolis
- Edifício das Secretarias
- Edifício das Diretorias
- ELETROSUL
- Palácio do Governo
- Tribunal de Contas
- Caixa Econômica Federal
- Banco do Brasil
- BESC - Banco do Estado de Santa Catarina (não foram fornecidas as informações sobre iluminação e ar condicionado deste prédio)
- Secretaria de Educação
- CASAN
- EMBRATEL

Há edifícios onde não foi realizada esta pesquisa, pelo fato de seus responsáveis técnicos não mostrarem interesse para prestarem condições de obtenção dos dados num período suficiente para terminar este trabalho. Estes edifícios são:

- CIASC
- TELESC
- Tribunal de Justiça

### 3.2 O sistema entorno

#### FATORES CLIMÁTICOS EM ESCALA GLOBAL:

**Latitude:** 27° 35' (Sul)

**Altitude:** Nível do mar

**Ventos dominantes:** Norte-Nordeste

**Continentalidade e Maritimidade:** Ambiente marinho insular

### 3.3 O sistema de mecanismos ativos

#### 3.3.1 Metodologia para obtenção da potência instalada dos equipamentos do edifício

O primeiro passo está na aquisição dos dados sobre a potência instalada dos equipamentos de iluminação artificial e de ar condicionado em quilowatt.

**Iluminação:** as luminárias foram contadas em cada um dos ambientes das edificações ou em planta do projeto elétrico, quando se teve acesso a este. Lâmpadas de vapor de sódio, de mercúrio e outras semelhantes foram consideradas como fluorescentes. A potência foi estimada, considerando também os tipos de reator de cada lâmpada.

Para efeito de cálculo, de acordo com HUNN et al [1992], deve-se adotar 90% de utilização da potência instalada com iluminação. Entretanto, para cada edifício foi considerada a porcentagem de utilização mais parecida com a real, observada na visita de campo.

**Ar condicionado:** as centrais instaladas na edificação, geralmente, têm potências fornecidas em toneladas de refrigeração (TR). Os equipamentos de parede têm potências fornecidas em Btu/h. Considerando esta diversificação de unidades, utilizou-se os seguintes parâmetros de converção:

- quando da potência térmica para potência elétrica, HUNN et al [1992] sugere a seguinte relação, utilizada também pelo programa DOE-2:



$$1 \text{ TR}_{\text{térmica}} = 0,7 \text{ kW}_{\text{elétrica}}$$

(onde já está considerado o rendimento das máquinas)

$$1 \text{ Btu/h} = 1/2 \text{ TR}_{\text{elétrica}}$$

e

$$1 \text{ TR}_{\text{elétrica}} = 2 \text{ kW}_{\text{elétrica}}$$

(considerando o rendimento das máquinas)

### 3.3.2 Metodologia para obter o desmembramento do consumo de energia elétrica em uso final na edificação

Esta análise desmembra o consumo de energia em seus usos finais: ar condicionado, iluminação artificial e outros equipamentos. O desmembramento é feito a partir de três consumos distintos:

- a média do período seco ( $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês}$ );
- a média do período úmido ( $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês}$ );
- o maior valor no período úmido ( $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês}$ ).

Para os três casos, considera-se o consumo com iluminação e outros sempre constante ao longo do ano, deixando as diferenças de aumento no consumo de um período para outro somente com equipamentos de ar condicionado.

#### - Cálculo do consumo por uso final com iluminação:

$$C_i = \frac{P_i \cdot h \cdot d}{A_t} \quad [\text{eq. 3.1}]$$

#### Onde:

$C_i$  = consumo ( $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês}$ )

$P_i$  = potência instalada (kW), multiplicada pela porcentagem de utilização durante um dia

$h$  = total de horas que os equipamentos permanecem ligados durante o dia (horas)

$d$  = total de dias que há ocupação e utilização destes equipamentos no mês, descontando feriados e finais de semana (dias)

$A_t$  = área total construída ( $\text{m}^2$ )

- Cálculo do consumo por uso final com ar condicionado;

$$Car = \frac{Par \cdot h \cdot d}{At} \quad [\text{eq. 3.2}]$$

**Onde:**

Car = consumo (kWh/m<sup>2</sup>.mês)

Pi = potência instalada (kW), multiplicada pela porcentagem de utilização durante um dia

h = total de horas que os equipamentos permanecem ligados durante o dia (horas)

d = total de dias que há ocupação e utilização destes equipamentos no mês, descontando feriados e finais de semana (dias)

At = área total construída (m<sup>2</sup>)

- Cálculo do consumo por uso final com outros na edificação (kWh/m<sup>2</sup>.mês):

$$C_{outros} = C - C_i - Car \quad [\text{eq. 3.3}]$$

**Onde:**

Coutros = consumo

C = consumo que se quer ter como base de cálculo (média ou o maior num determinado período)

Ci = consumo com iluminação

Car = consumo com ar condicionado

Para cada edifício, especifica-se os equipamentos que constituem o uso final da energia com outros.

### 3.3.3 Procedimento de Cálculo e Análise dos Resultados

**Passo I:** Estima-se a porcentagem da potência instalada com iluminação e com ar condicionado, de acordo com a visita de campo. Deve-se verificar a quantidade de lâmpadas queimadas e que permanecem apagadas a maior parte do dia para que se possa chegar o mais próximo possível da realidade do edifício. Observa-se, também, a quantidade de máquinas de ar condicionado que não funcionam, os dias que não funcionam e o horário que são ligadas e desligadas.

**Passo II:** Estima-se a quantidade de horas que aquela porcentagem de potência instalada com iluminação permanece em funcionamento em 1 dia, de acordo com o levantamento de campo. Deve-se verificar horário dos primeiros e últimos funcionários no prédio, o horário em que de fato todas aquelas lâmpadas que estão sendo consideradas para cálculo estão ligadas.

**Passo III:** Estima-se a quantidade de dias num mês em que há expediente que ocorre aquela situação de utilização das lâmpadas num dia. Deve-se verificar a utilização do edifício nos fins-de-semana e feriados.

**Passo IV:** Faz-se a primeira tentativa de cálculo do consumo final com iluminação, utilizando a eq. 3.1. Deve-se atentar para o fato que é feita a suposição de que durante todo o período anual, sen não houver alterações na potência instalada do edifício, o consumo de energia elétrica com iluminação artificial permanece o mesmo durante o ano. Portanto, é considerado o mesmo valor calculado para analisar tanto o período seco quanto o úmido. Isto também ocorre com o consumo com outros equipamentos do edifício.

**Passo V:** Faz-se a primeira tentativa de cálculo final com ar condicionado para o período seco, considerando que neste período a quantidade de horas de utilização destes equipamentos é sempre bem menor que no outro período. Utiliza-se a eq. 3.2 para isto.

**Passo VI:** Utiliza-se a eq. 3.3 para calcular os consumos com outros equipamentos no edifício.

**Passo VII:** Deve-se fazer uma análise bastante cuidadosa dos resultados. Começa-se pela análise do consumo com outros equipamentos. Deve-se buscar o valor mais coerente com aquele valor estimado a partir da quantidade de elevadores, quantidade e tipo de equipamentos de escritórios e bombas de recalque, bem como a existência de central de computação e equipamentos extras no edifício. Para edifícios que possuem 1, 2 ou 3 elevadores, bombas de recalque e equipamentos de escritórios o consumo mensal de energia elétrica com estes equipamentos é estimado a partir de 0,80 a 1,50 kWh/m<sup>2</sup>.mês, dependendo das condições de utilização. Esta estimativa foi obtida a partir de pesquisadores do Núcleo de Pesquisa em Construção da UFSC e de empresas especializadas, em que 1 elevador normalmente utilizado em edifícios como estes que compõem esta pesquisa consome, em média 2.700 kWh/mês. Uma bomba de recalque de um edifício consome, em média, 300 kWh/mês.

**Passo VIII:** A partir do valor do primeiro estudo do consumo com outros equipamentos do edifício, deve ser utilizada a eq. 3.2 para calcular o consumo com ar condicionado no período úmido.

**Passo IX:** É feita uma análise bastante cuidadosa com os resultados obtidos. Verifica-se os valores encontrados são perfeitamente possíveis, de acordo com a realidade encontrada particularmente no edifício visitado. É de vital importância que a pessoa que visitou os edifícios seja a mesma que analisa estes resultados. Pois somente ela conhece particularidades específicas de cada prédio que possibilitará encontrar o verdadeiro caminho para se chegar em resultados

coerentes. Deve-se fazer o cálculo inverso da eq. 3.2 e calcular as horas e os dias para verificar se são admissíveis para a realidade do prédio. Se ocorrer incoerência de resultados, deve-se fazer a calibragem dos cálculos, buscando os valores mais adequados, recalculando os consumos finais com outros e iluminação artificial e, novamente, analisando sua congruência.

**Passo X:** Apesar de estar se fazendo uma pesquisa de campo bastante apurada, acompanhando cada passo dos cálculos cuidadosamente, verificar-se-á que em termos de quantidade de horas e dias de utilização e até de porcentagem de utilização das potências instaladas os cálculos nunca chegarão aos valores que foram anotados em visita em campo. Isto se dá pelo fato de que a utilização do sistema elétrico está ligada às necessidades e vontades do homem no ambiente construído. Uma pessoa pode apagar uma lâmpada quando bem entender. Ligar e desligar um aparelho de ar condicionado, conforme sua vontade e disposição psicológica. Por isso os valores obtidos serão apenas estimados. Não utilizado nenhum tipo de equipamento para medir o consumo ou verificar a tensão existente na rede de alimentação do edifício, pelo fato de que se quer desenvolver uma metodologia bastante simples, que não seja preciso a utilização de qualquer instrumento, a não ser uma cuidadosa visita de campo e coleta de dados.

### 3.3.4 Resultados

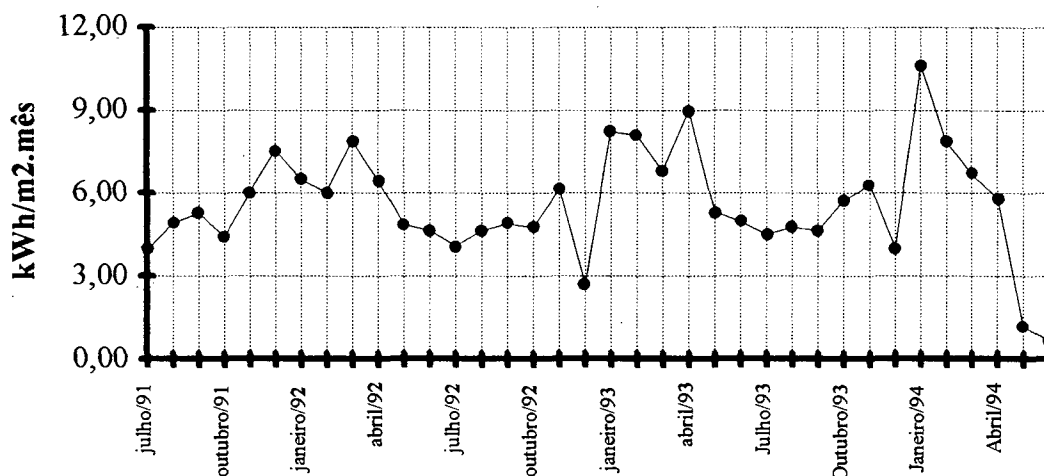
Os usos finais de energia elétrica nos edifícios componentes deste banco de dados:

#### - ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA

**Tabela 3.1: Uso Final de Energia Elétrica na Assembléia Legislativa**

Uso Final	Média - Seco (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Média - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Maior - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)
Ar Condicionado	1,01	2,35	6,65
Iluminação	2,83	2,83	2,83
Outros	1,14	1,15	1,10
<b>TOTAL</b>	<b>4,98</b>	<b>6,28</b>	<b>10,63</b>
	Percentual - Seco	Percentual - Úmido	Percentual - Pico
Ar Condicionado	20%	37%	62%
Iluminação	57%	45%	27%
Outros	23%	18%	11%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

- Outros:**
- bombas de recalque
  - 3 elevadores
  - equipamentos de aquecimento de água no restaurante
  - equipamentos de escritórios: máquinas elétricas, microcomputadores, etc.



**Figura 3.1: Consumo Médio Mensal de Energia da Assembléia Legislativa (kWh/m<sup>2</sup>.mês)**

O prédio da Assembléia Legislativa é onde se localiza os gabinetes dos deputados do Estado de Santa Catarina, além dos órgãos de assessoria e serviços afins. Possui uma arquitetura particular, com grandes vãos em balanços e uma plenária em forma de um tronco de cone. Cada sala deste prédio tem um aparelho de ar condicionado, num total de 185 máquinas (dado coletado no primeiro semestre de 1994) e mais uma central para área específica. Suas salas, na maioria são distribuídas com uso de divisórias para uso de escritórios.

O consumo de energia elétrica neste prédio varia e 3 a 9 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O maior valor que ocorre neste período é de 10,63 kWh/m<sup>2</sup>.mês, no mês de janeiro de 1994. De acordo com a **figura 3.1**, percebe-se que os períodos úmidos têm picos sempre acima de 6 kWh/m<sup>2</sup>.mês. A **tabela 3.1** mostra a média do período seco, que é 4,98 kWh/m<sup>2</sup>.mês, e a média do período úmido, que é 6,28 kWh/m<sup>2</sup>.mês. A partir desta mesma tabela, pode-se observar que, no período seco o consumo com ar condicionado é de 1,01 kWh/m<sup>2</sup>.mês, representando 20% do total do consumo neste prédio. O consumo com iluminação é o mais importante neste período, pois representa 57% do montante total, 2,83 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Os outros consumos são bastante importante também, por representar 23% do consumo total, 1,14 kWh/m<sup>2</sup>.mês, 3% a mais que o consumo com ar condicionado.

No período úmido o ar condicionado é mais usado, havendo um incremento no consumo de 17%, passando o valor para 2,35 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Entretanto, o consumo com iluminação

continua maior, apesar de representar menor no montante total do período, 45%. O consumo com outros também representa menos neste período, 18%.

Em relação ao maior valor ocorrido neste período de 3 anos, pode-se observar que, se o consumo com iluminação e com outros não se modifica, o ar condicionado é o responsável por este aumento, representado 62% do montante total, 6,65 kWh/m<sup>2</sup>.mês. A iluminação neste mês representou 27% e o consumo com outros representou apenas 11%.

#### - FÓRUM - FLORIANÓPOLIS

O edifício do Fórum-Florianópolis é projetado em forma cilíndrica, com fechamentos envidraçados. O entorno do edifício não possibilita nenhum tipo de proteção solar, portanto está exposto à esta radiação durante todo o dia. Seus ambientes são separados por divisórias, onde são desenvolvidas atividades de escritórios e atendimento ao público. Possui uma central de ar condicionado, que se não estiver funcionando não permite expediente no prédio em nenhuma época do ano. Possui 12 pavimentos, um espaço vago no ático e salas e auditório no sub-solo. Recentemente, após a visita de campo realizada no primeiro semestre de 1994, seria construído no ático um restaurante.

**Tabela 3.2: Uso Final de Energia Elétrica no Fórum**

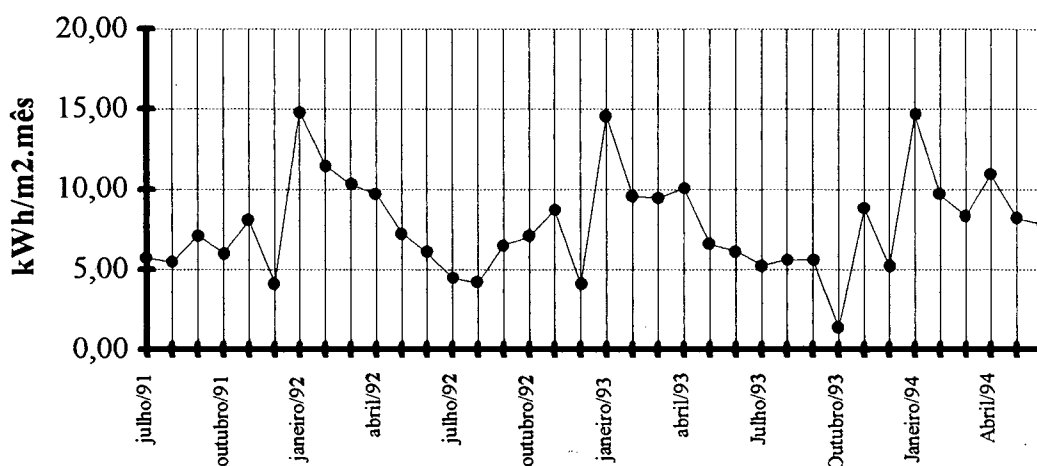
Uso Final	Média - Seco (kWh/m <sup>2</sup> )	Média - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> )	Maior - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> )
Ar Condicionado	3,40	6,85	11,88
Iluminação	2,15	2,15	2,15
Outros	0,83	0,83	0,83
<b>TOTAL</b>	<b>6,38</b>	<b>9,83</b>	<b>14,86</b>
	Percentual - Seco	Percentual - Úmido	Percentual - Pico
Ar Condicionado	53%	70%	80%
Iluminação	34%	22%	14%
Outros	13%	8%	6%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Outros:**

- bombas de recalque
- 2 elevadores
- equipamentos de escritórios

A **tabela 3.2** mostra a média do período seco, que é de 6,38 kWh/m<sup>2</sup>.mês e a média no período úmido, que é de 9,83 kWh/m<sup>2</sup>.mês. A partir desta mesma tabela, pode-se observar que no período seco o consumo com ar condicionado é de 3,40 kWh/m<sup>2</sup>.mês, representando 53% do consumo total neste prédio. O consumo com iluminação representa 34% do montante total, 2,15 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Os outros consumos representam apenas 13% do total, 0,83 kWh/m<sup>2</sup>.mês.

A **figura 3.2** mostra que o consumo de energia no Fórum vai de 5 a 10 kWh/m<sup>2</sup>.mês, apesar de seus pontos de mínimo e de máximo, fora desta faixa. Alguns de seus picos mínimos ocorrem principalmente no mês de dezembro e seus picos máximos ocorrem principalmente no mês de janeiro, não ultrapassando 15 kWh/m<sup>2</sup>.mês.



**Figura 3.2: Consumo Médio Mensal de Energia do Fórum (kWh/m<sup>2</sup>.mês)**

No período úmido, o consumo com ar condicionado aumenta 17%, elevando o consumo para 6,85. O consumo com iluminação neste período representa 22% e com outros, 8% apenas.

Em relação ao maior valor ocorrido neste período estudado, pode-se observar que se o consumo com iluminação e outros permanece constante, o ar condicionado é o responsável por este aumento, representando 80% do montante total, ou seja, 10% a mais que o consumo médio no período úmido, num total de 11,88 kWh/m<sup>2</sup>.mês. A iluminação representou, neste mês, 14% e o consumo com outros 6% apenas.

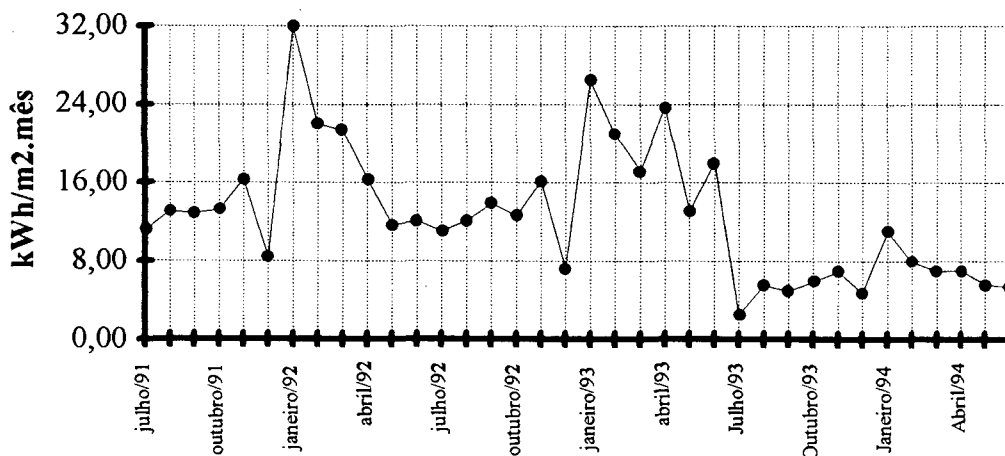
#### - EDIFÍCIO DAS SECRETARIAS

O Edifício das Secretarias é o prédio que sedia os escritórios das secretarias da Fazenda do Estado. É um edifício construído na década de 50, com arquitetura particular. Possui 6 pavimentos e seus espaços interiores são demarcados principalmente com divisórias.

**Tabela 3.3: Uso Final de Energia Elétrica no Edifício das Secretarias**

Uso Final	Média - Seco (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Média - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Maior - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)
Ar Condicionado	4,14	9,73	26,21
Iluminação	4,68	4,68	4,68
Outros	1,11	1,11	1,11
<b>TOTAL</b>	<b>9,94</b>	<b>15,52</b>	<b>32,00</b>
	Percentual - Seco	Percentual - Úmido	Percentual - Pico
Ar Condicionado	42%	66%	82%
Iluminação	47%	30%	15%
Outros	11%	4%	3%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

- Outros:**
- bombas de recalque
  - 2 elevadores
  - equipamentos de escritórios



**Figura 3.3: Consumo Médio Mensal de Energia no Edifício das Secretarias (kWh/m<sup>2</sup>.mês)**

O consumo de energia elétrica neste prédio está compreendido principalmente na faixa de 10 a 20 kWh/m<sup>2</sup>.mês no período que vai de julho de 1991 a junho de 1993. A partir de julho de 1993 até o final do período estudado, o consumo está compreendido na faixa de 3 a 9 kWh/m<sup>2</sup>.mês, de acordo com a **figura 3.3**, apresentando um incremento significativo. Nestes 2 primeiros anos os consumos têm valores bastante altos, em relação aos outros prédios públicos e ao último ano do período estudado. Observa-se uma significativa diminuição no consumo,



principalmente, quando se verifica os períodos úmidos, os mais críticos, que são os de verão. Verifica-se que, apesar de seu maior valor ser de 32 kWh/m<sup>2</sup>.mês no mês de janeiro de 1992, os outros picos que seguem são sempre decrescentes ano a ano.

Analisando este pico de verão, verifica-se um consumo de 26,21 kWh/m<sup>2</sup>.mês com ar condicionado, representando 82% do consumo total naquele mês. Entretanto, segundo os cálculos, para se ter este consumo neste prédio seria preciso que todas as máquinas trabalhassem durante todos os 20 dias úteis do mês mais que 24 horas por dia, o que seria impossível. Além disto, pode-se supor que é possível a existência de instalações de equipamentos naquela época, cujas potências não foram fornecidas. Existe também a possibilidade de ter havido erros de medição por parte da concessionária.

Da **tabela 3.3**, observa-se que, em relação ao período seco, o ar condicionado representa 4,14 kWh/m<sup>2</sup>.mês, 42% do consumo total. Neste período o consumo com iluminação é mais importante, pois representa 47% do consumo total, 4,68 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O consumo com outros é de 1,11 kWh/m<sup>2</sup>.mês, 11% do total.

No período úmido, o consumo com ar condicionado é de 9,73 kWh/m<sup>2</sup>.mês, representando 20% a mais que o consumo no outro período. A iluminação representa 30% neste período e o consumo com outros representa apenas 4%.

#### - EDIFÍCIO DAS DIRETORIAS

**Tabela 3.4: Uso Final de Energia Elétrica no Edifício das Diretorias**

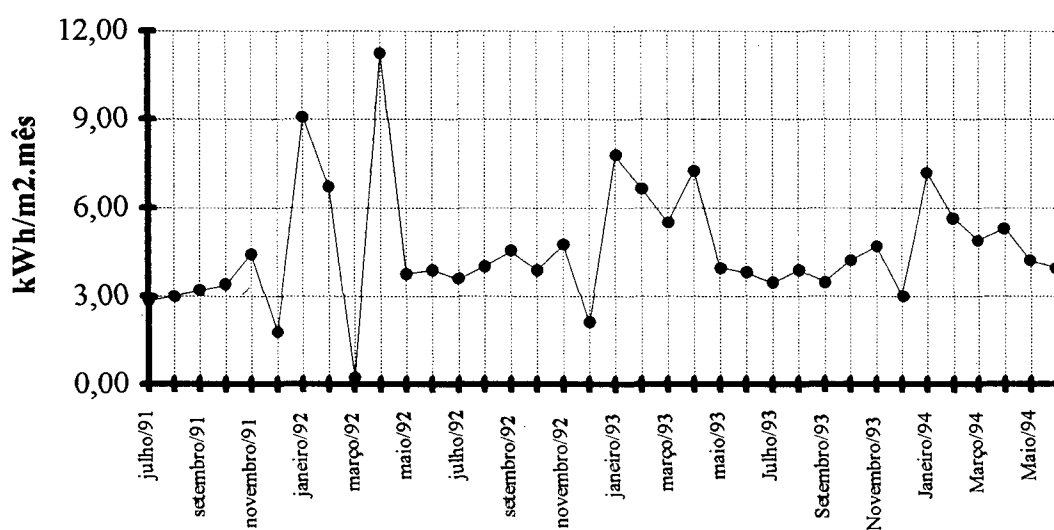
Uso Final	Média - Seco (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Média - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Maior - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)
Ar Condicionado	0,84	2,91	8,33
Iluminação	1,83	1,83	1,83
Outros	1,10	1,10	1,10
<b>TOTAL</b>	<b>3,77</b>	<b>5,84</b>	<b>11,26</b>
	Percentual - Seco	Percentual - Úmido	Percentual - Pico
Ar Condicionado	22%	50%	74%
Iluminação	49%	31%	16%
Outros	29%	19%	10%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Outros:**

- bombas de recalque
- 4 elevadores, com apenas 2 em uso diário
- equipamentos de escritórios

No Edifício das Diretorias encontra-se gabinetes de diretorias que acessoram o governador do Estado. É um edifício que possui 12 pavimentos, fachadas envidraçadas, com ar condicionado de parede em todas as salas.

De acordo com a **figura 3.4** e a **tabela 3.4**, o consumo de energia elétrica neste prédio está compreendido de 3 a 9 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Existe uma evidente diferença no consumo entre os 2 períodos, pois no período úmido o consumo é sempre maior. A média do consumo neste período é de 5,84 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O ar condicionado representa 50% do total, 2,91 kWh/m<sup>2</sup>.mês. A iluminação representa 31% (1,83 kWh/m<sup>2</sup>.mês) e o consumo com outros representa 19% (1,10 kWh/m<sup>2</sup>.mês). No período seco, a média é de 3,77 kWh/m<sup>2</sup>.mês e a iluminação é mais importante, representando 49%, quase o mesmo montante que o ar condicionado no período úmido. Os outros consumos são ainda maiores que os do ar condicionado, representando 29% do total. O consumo com ar condicionado é de 0,84 kWh/m<sup>2</sup>.mês, 27% menor que no período úmido.



**Figura 3.4: Consumo Médio Mensal de Energia no Edifício das Diretorias (kWh/m<sup>2</sup>.mês)**

O maior valor registrado no período é de 11,26 kWh/m<sup>2</sup>.mês no mês de abril de 1992. Neste mês, o ar condicionado representou 74% do consumo total, 8,33 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O consumo com iluminação foi de 16% e com outros foi de 10%.

#### - SECRETARIA DE EDUCAÇÃO

O edifício da Secretaria de Educação sedia escritórios onde há a responsabilidade de gerenciar todo o sistema educacional do Estado, em todos os níveis. É um edifício com 11 pavimentos, construído em concreto armado e fachadas totalmente envidraçadas.

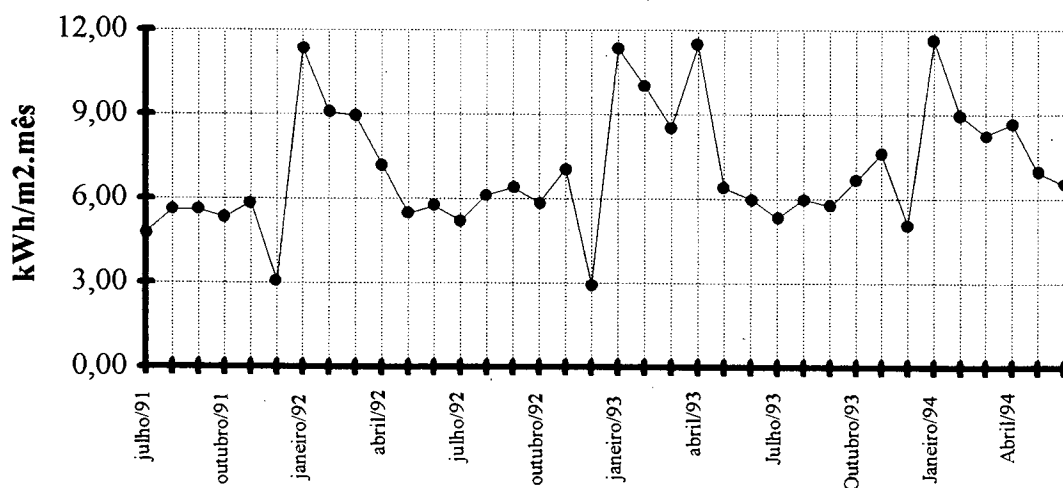
O consumo de energia elétrica está entre 4 e 9 kWh/m<sup>2</sup>.mês, de acordo com a **figura 3.5**. De acordo com a **tabela 3.5**, a média do consumo no período seco é de 5,87 kWh/m<sup>2</sup>.mês e a maior responsável por este consumo é a iluminação artificial, que representa 76% do consumo total neste período, com 4,49 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O consumo com outros é de 0,97 kWh/m<sup>2</sup>.mês, representando 17%, e com ar condicionado é de 0,41 kWh/m<sup>2</sup>.mês, representando apenas 7%.

**Tabela 3.5: Uso Final de Energia Elétrica na Secretaria de Educação**

Uso Final	Média - Seco (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Média - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Maior - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)
Ar Condicionado	0,41	2,89	6,11
Iluminação	4,49	4,49	4,49
Outros	0,97	0,97	0,97
<b>TOTAL</b>	<b>5,87</b>	<b>8,38</b>	<b>11,60</b>
	Percentual - Seco	Percentual - Úmido	Percentual - Pico
Ar Condicionado	7%	34%	53%
Iluminação	76%	54%	39%
Outros	17%	12%	8%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Outros:**

- bombas de recalque
- 3 elevadores
- equipamentos de escritórios



**Figura 3.5: Consumo Médio Mensal de Energia na Secretaria de Educação (kWh/m<sup>2</sup>.mês)**

No período úmido, o consumo com ar condicionado aumenta 27%, ficando em 2,89 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Entretanto, o consumo com iluminação ainda é o mais importante, representando 54% do montante total. Os outros consumos representam 12% neste período.

O maior valor observado neste período estudado é de 11,60 kWh/m<sup>2</sup>.mês no mês de abril de 1992. Neste mês, o ar condicionado foi responsável pelo pico de verão, pois seu consumo é de 6,11 kWh/m<sup>2</sup>.mês, apresentando um consumo 19% maior que aquele registrado no período úmido. A iluminação representa 39% e o consumo com outros apenas 8% do consumo total neste mês.

### -ELETROSUL

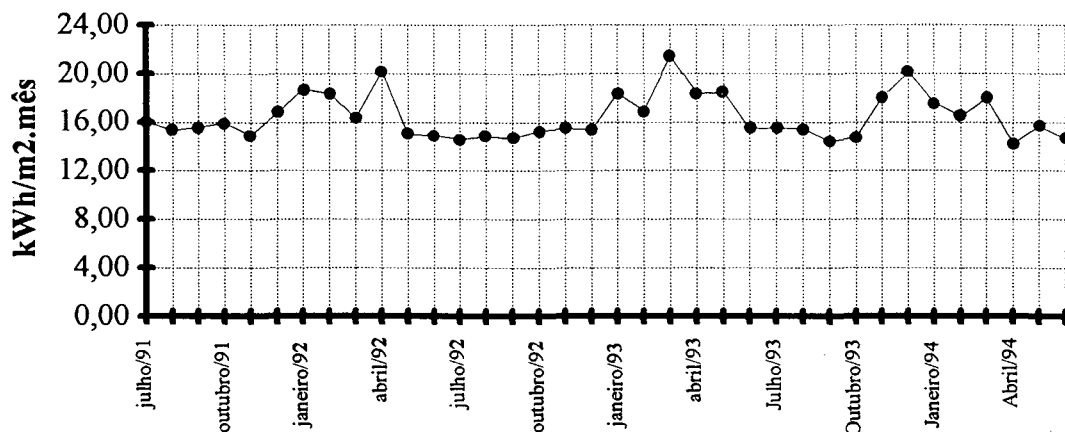
A ELETROSUL está ligada a assuntos diretos com as concessionárias de energia elétrica, em relação à expansão e desenvolvimento dos sistemas elétricos no sul do Brasil. É um edifício caracterizado por fachadas envidraçadas com proteções solares. No seu interior possui grandes espaços vazios e escritórios demarcados por divisórias. Possui uma plenária e central de condicionamento de ar.

**Tabela 3.6: Uso Final de Energia Elétrica na ELETROSUL**

Uso Final	Média - Seco (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Média - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Maior - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)
Ar Condicionado	1,33	3,57	6,89
Iluminação	6,83	6,83	6,83
Outros	7,68	7,68	7,68
<b>TOTAL</b>	<b>15,84</b>	<b>18,08</b>	<b>21,40</b>
	Percentual - Seco	Percentual - Úmido	Percentual - Pico
Ar Condicionado	8%	20%	32%
Iluminação	43%	38%	32%
Outros	49%	42%	36%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Outros:**

- bombas de recalque
- 2 elevadores
- equipamentos de escritórios
- central de computação com funcionamento de 24 horas
- 6 sistemas de exaustão: de banheiros, da garagem, da sub-estação, sala de baterias, sala da central de cópias heliográficas e do forro do vazio central.



**Figura 3.6: Consumo Médio Mensal de Energia na ELETROSUL (kWh/m<sup>2</sup>.mês)**

O consumo de energia elétrica neste prédio está compreendido entre 10 e 20 kWh/m<sup>2</sup>.mês. A partir da **figura 3.6**, pode-se observar que o período úmido tem os maiores valores de consumo.

Da **tabela 3.6** pode-se dizer que a média do consumo no período seco é de 15,84 kWh/m<sup>2</sup>.mês, sendo que a iluminação representa 43% deste total (6,83 kWh/m<sup>2</sup>.mês) e o ar condicionado 8% (1,33 kWh/m<sup>2</sup>.mês) do total no período. Os outros consumos são mais importantes neste prédio, pois representam 49% (7,68 kWh/m<sup>2</sup>.mês) neste período e 42% do total do consumo no período úmido, que é, em média, de 18,08 kWh/m<sup>2</sup>.mês. No período úmido, o consumo com iluminação é de 38% e com ar condicionado aumenta 12%, 3,57 kWh/m<sup>2</sup>.mês.

O maior valor de consumo observado é no mês de março de 1993. Neste mês, os outros consumos continuam sendo os mais importantes, representando 36% do total. O consumo com iluminação e ar condicionado representam, respectivamente, o mesmo valor de 32% do montante total. Atribui-se a grande importância destes outros consumo ao fato de que se constitui, basicamente, em equipamentos de exaustão de 6 espaços diferentes e que permanecem sempre ligados.

#### - PALÁCIO DO GOVERNO

O Palácio do Governo é o local onde o governador do Estado permanece para despachar e fazer reuniões. É um edifício com 5 pavimentos, incluindo sub-solo e cobertura, caracterizado por escritórios demarcados por divisórias e uma mini-plenária. É um edifício que não possui elevadores.

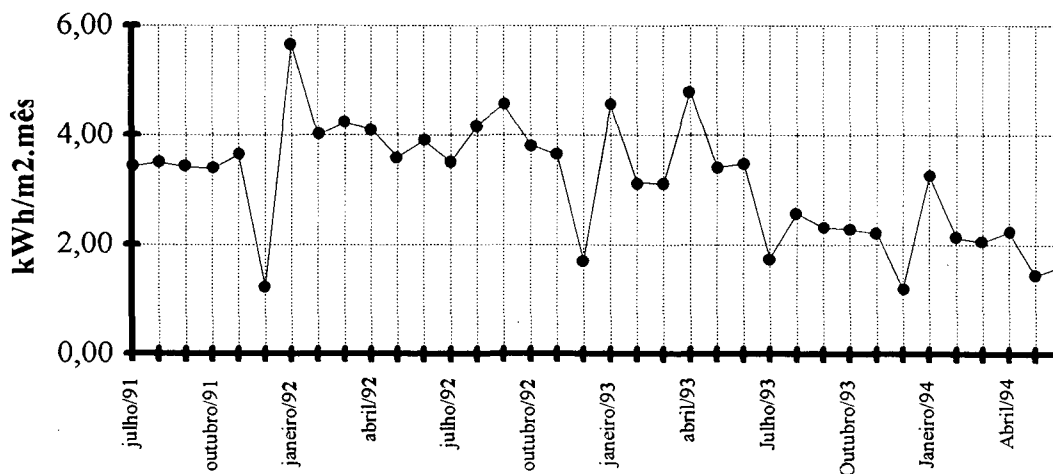
De acordo com a **tabela 3.7** e a **figura 3.7**, pode-se dizer que o consumo de energia elétrica está abaixo de 6 kWh/m<sup>2</sup>.mês. A média do consumo no período seco é de 3,60 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O consumo com iluminação é o mais importante, representando 56% do total

(2,02kWh/m<sup>2</sup>.mês). O consumo com ar condicionado é de 1,38 kWh/m<sup>2</sup>.mês, representando 38% do consumo total neste período. O consumo com outros é de 0,20 kWh/m<sup>2</sup>.mês, representando 6% do total. A média do consumo no período úmido é de 3,65 kWh/m<sup>2</sup>.mês, não diferenciando-se significativamente do período seco. O consumo com ar condicionado aumentou 2% (1,42 kWh/m<sup>2</sup>.mês), com iluminação e com outros abaixou 1%, respectivamente.

**Tabela 3.7: Uso Final de Energia Elétrica no Palácio do Governo**

Uso Final	Média - Seco (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Média - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Maior - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)
Ar Condicionado	1,38	1,43	3,42
Iluminação	2,02	2,02	2,02
Outros	0,20	0,20	0,22
<b>TOTAL</b>	<b>3,60</b>	<b>3,65</b>	<b>5,66</b>
	Percentual - Seco	Percentual - Úmido	Percentual - Pico
Ar Condicionado	38%	40%	60%
Iluminação	56%	55%	36%
Outros	6%	5%	4%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Outros:** - bombas de recalque  
- equipamentos de escritórios



**Figura 3.7: Consumo Médio Mensal de Energia no Palácio do Governo (kWh/m<sup>2</sup>.mês)**

O maior valor do consumo é de 5,66 kWh/m<sup>2</sup>.mês no mês de janeiro de 1992. Neste mês, o consumo com ar condicionado aumentou para 3,42 kWh/m<sup>2</sup>.mês, representando 60% do consumo total no mês. O consumo com iluminação representou neste mês 36% e com outros apenas 4%.

#### - TRIBUNAL DE CONTAS

O prédio do Tribunal de Contas tem 2 pavimentos e fachada principal com orientação Sul. Possui 2 elevadores.

O consumo de energia elétrica neste prédio está compreendido entre 4 e 10 kWh/m<sup>2</sup>.mês, de acordo com a **figura 3.8**. Os maiores picos, acima desta faixa de valores, são observados, principalmente, nos meses de janeiro.

De acordo com a **tabela 3.8**, a média do consumo no período seco é de 5,08 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Os consumo com ar condicionado e iluminação são respectivamente 2,13 kWh/m<sup>2</sup>.mês, representando cada um 42% do consumo total neste período. Os outros consumos são de 0,82 kWh/m<sup>2</sup>.mês, representando 16% do montante total.

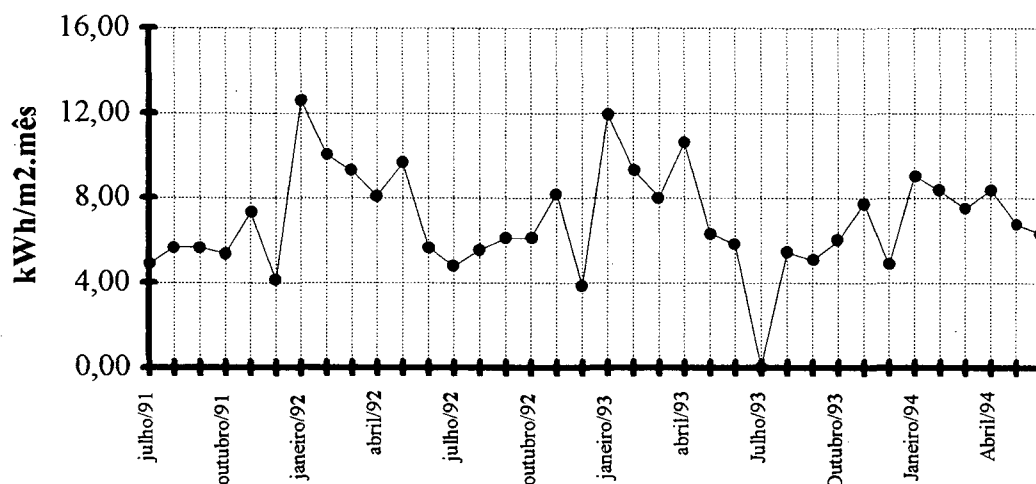
A média do consumo no período úmido é de 7,24 kWh/m<sup>2</sup>.mês. Os consumo com ar condicionado é de 4,17 kWh/m<sup>2</sup>.mês, aumentando 16% em relação ao período seco. O consumo com iluminação abaixou para 29% e com outros foi para 13%.

**Tabela 3.8: Uso Final de Energia Elétrica no Tribunal de Contas**

Uso Final	Média - Seco (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Média - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Maior - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)
Ar Condicionado	2,13	4,17	9,61
Iluminação	2,13	2,13	2,13
Outros	0,82	0,82	0,82
<b>TOTAL</b>	<b>5,08</b>	<b>7,24</b>	<b>12,56</b>
	Percentual - Seco	Percentual - Úmido	Percentual - Pico
Ar Condicionado	42%	58%	76%
Iluminação	42%	29%	17%
Outros	16%	13%	7%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Outros:**

- bombas de recalque
- 2 elevadores
- equipamentos de escritórios



**Figura 3.8: Consumo Médio Mensal de Energia no Tribunal de Contas (kWh/m<sup>2</sup>.mês)**

O maior valor no período é no mês de janeiro de 1992 e é de 12,56 kWh/m<sup>2</sup>.mês, fazendo com que o consumo com ar condicionado aumente para 9,61 kWh/m<sup>2</sup>.mês, representando neste mês 76% do montante total. A iluminação neste mês representou 17% e o consumo com outros 7% apenas.

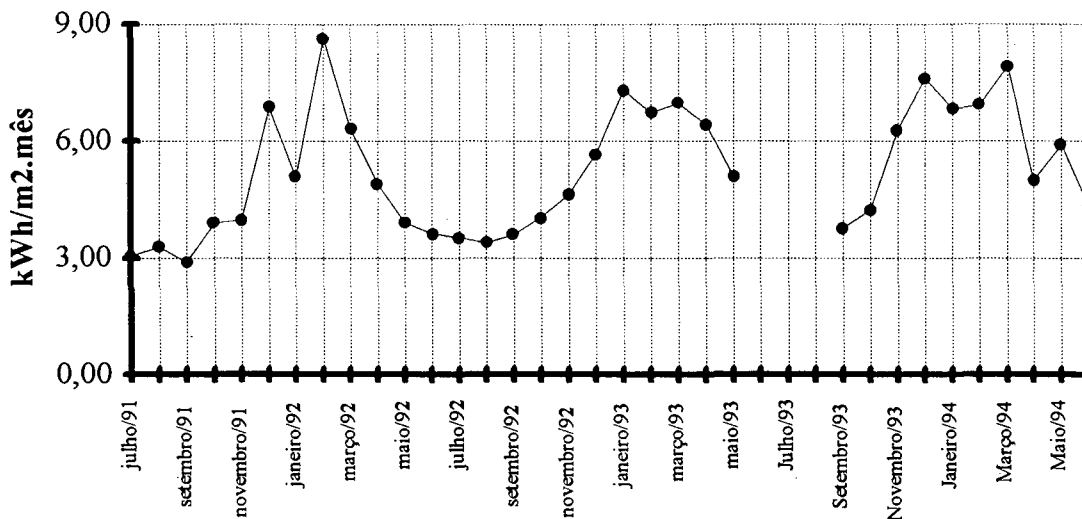
**- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF)**

**Tabela 3.9: Uso Final de Energia Elétrica na Caixa Econômica Federal**

Uso Final	Média - Seco (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Média - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Maior - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)
Ar Condicionado	1,35	3,73	5,87
Iluminação	1,46	1,46	1,46
Outros	1,30	1,30	1,30
<b>TOTAL</b>	<b>4,11</b>	<b>6,49</b>	<b>8,63</b>
	<b>Percentual - Seco</b>	<b>Percentual - Úmido</b>	<b>Percentual - Pico</b>
Ar Condicionado	32%	57%	68%
Iluminação	36%	22%	17%
Outros	32%	21%	15%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Outros:** - bombas de recalque  
- 3 elevadores e equipamentos de escritórios





**Figura 3.9: Consumo Médio Mensal de Energia na CEF (kWh/m<sup>2</sup>.mês)**

O edifício da Caixa Econômica Federal foi concebido preliminarmente para ser residencial, mas foi ocupado e adaptado por esta entidade para fins de escritórios e atendimento ao público. Possui 11 pavimentos, grandes áreas envidraçadas nas fachadas e ar condicionado central apenas em algumas poucas áreas.

O consumo de energia elétrica neste prédio está compreendido entre 3 e 10 kWh/m<sup>2</sup>.mês, onde se pode observar que o consumo no período seco é sempre menor que no período úmido, de acordo com a **figura 3.9**.

Segundo a **tabela 3.9**, a média do consumo no período seco é de 4,11 kWh/m<sup>2</sup>.mês e a iluminação é a mais importante neste período por representar 36% do total no consumo, 1,46 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O consumo com ar condicionado é de 1,35 kWh/m<sup>2</sup>.mês e com outros é de 1,30 kWh/m<sup>2</sup>.mês, ambos representam, respectivamente, 32% do total.

A média do período úmido é de 6,49 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O consumo com ar condicionado aumentou neste período 25%, com um consumo de 3,73 kWh/m<sup>2</sup>.mês. A iluminação representou 22% e consumo com outros 21% do total.

O maior valor de consumo deste prédio é verificado no mês de fevereiro de 1992 no período úmido e é de 8,63 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O consumo com ar condicionado aumentou 11% em relação à média do período úmido. Neste mês a iluminação representou 17%, o consumo com outros foi de 15% em relação ao montante total neste mês.

A concessionária não forneceu os valores do consumo deste prédio nos meses de junho a agosto de 1993.

**- BANCO DO BRASIL**

O prédio do Banco do Brasil possui fachadas envidraçadas com proteções solares móveis de alumínio. Tem 11 pavimentos para uso de escritórios e atendimento ao público. Há um refeitório no último piso.

De acordo com a **tabela 3.10** e a **figura 3.10**, o consumo de energia elétrica neste prédio está entre 10 e 20 kWh/m<sup>2</sup>.mês. A média do período seco é de 13,09 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O consumo com iluminação é o mais importante, 7,88 kWh/m<sup>2</sup>.mês, representando 60% do total consumido no período. O consumo com ar condicionado é de 2,52 kWh/m<sup>2</sup>.mês e com outros é de 2,69 kWh/m<sup>2</sup>.mês, 2% a mais que o consumo com ar condicionado.

A média do consumo no período úmido é de 17,25 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O consumo com ar condicionado aumentou 20%, 6,68. Entretanto, o consumo com iluminação ainda é o mais importante por representar 46% do total no período. O consumo com outros é de 15% neste período.

Em relação ao maior valor no período úmido, que é de 18,57 kWh/m<sup>2</sup>.mês no mês de janeiro de 1992, pode-se dizer que o consumo com iluminação e ar condicionado tem o mesmo grau de importância, pois representa respectivamente 42% e 43%, desde que o consumo com ar condicionado aumentou 4% em relação à média do período úmido. O consumo com outros neste mês representou 15% do consumo total.

**Tabela 3.10: Uso Final de Energia Elétrica no Banco do Brasil**

Uso Final	Média - Seco (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Média - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Maior - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)
Ar Condicionado	2,52	6,68	8,00
Iluminação	7,88	7,88	7,88
Outros	2,69	2,69	2,69
<b>TOTAL</b>	<b>13,09</b>	<b>17,25</b>	<b>18,57</b>
	Percentual - Seco	Percentual - Úmido	Percentual - Pico
Ar Condicionado	19%	39%	43%
Iluminação	60%	46%	42%
Outros	21%	15%	15%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Outros:**

- bombas de recalque e equipamentos de escritórios
- 4 elevadores
- 1 central de computação com 24 horas de funcionamento

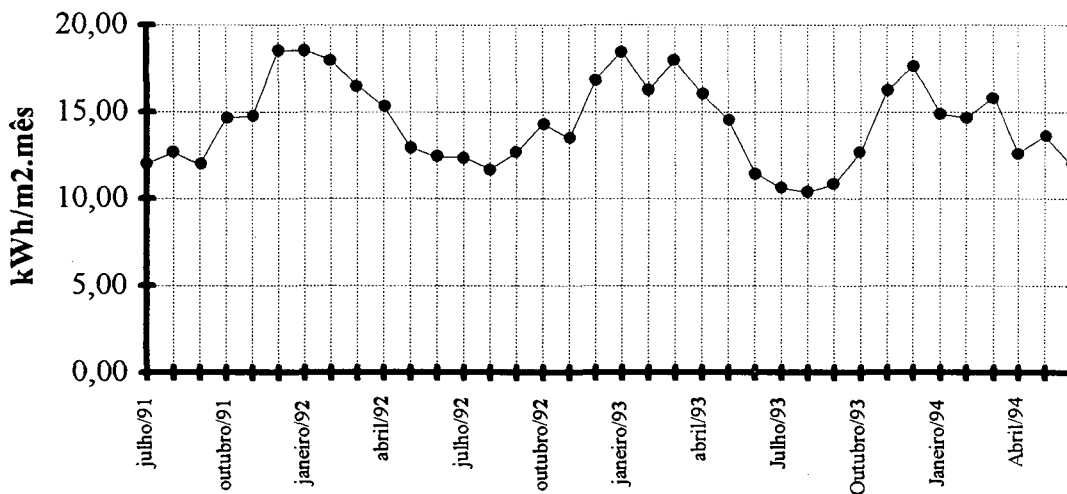


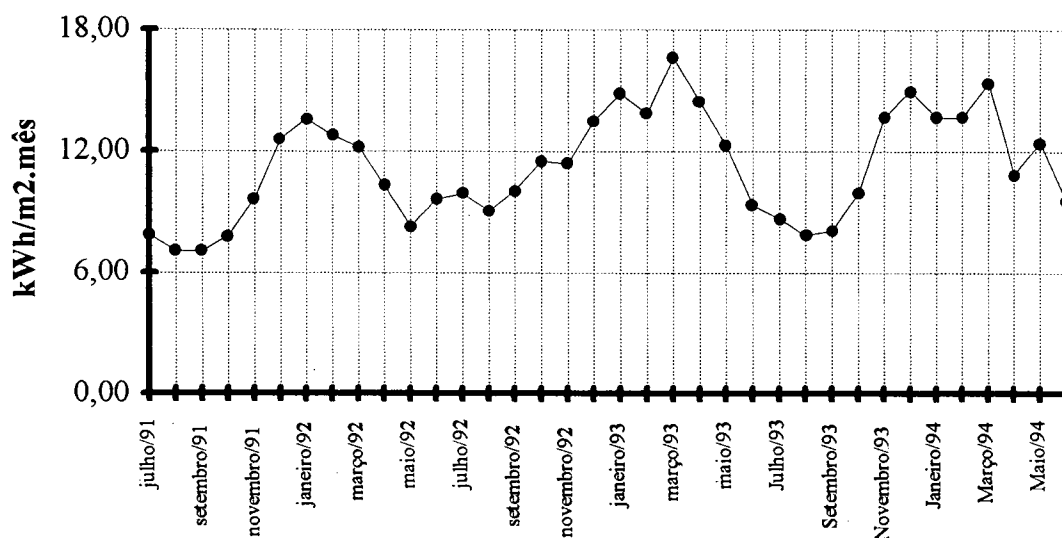
Figura 3.10: Consumo Médio Mensal de Energia no Banco do Brasil (kWh/m².mês)

- CELESC

Tabela 3.11: Uso Final de Energia Elétrica na CELESC

Uso Final	Média - Seco (kWh/m².mês)	Média - Úmido (kWh/m².mês)	Maior - Úmido (kWh/m².mês)
Ar Condicionado	3,13	6,98	10,02
Iluminação	5,10	5,10	5,10
Outros	1,48	1,48	1,48
<b>TOTAL</b>	<b>9,71</b>	<b>13,56</b>	<b>16,60</b>
	Percentual - Seco	Percentual - Úmido	Percentual - Pico
Ar Condicionado	32%	51%	60%
Iluminação	53%	38%	31%
Outros	15%	11%	9%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

- Outros:**
- bombas de recalque
  - 3 elevadores
  - 1 mini central de computação
  - equipamentos de escritório



**Figura 3.11: Consumo Médio Mensal de Energia na CELESC (kWh/m<sup>2</sup>.mês)**

Apesar de ser um prédio bastante preocupado com a questão energética, de acordo com a **tabela 3.11**, tem-se que a média do consumo no período seco no prédio da CELESC é de 9,71 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O consumo com iluminação é o maior valor dos usos finais neste prédio, é de 5,10 kWh/m<sup>2</sup>.mês e representa 53% do consumo total neste período. O consumo com ar condicionado representa 32% (3,13 kWh/m<sup>2</sup>.mês) e o consumo com outros é 15% (1,48 kWh/m<sup>2</sup>.mês). No período úmido, o ar condicionado passa a ser bem mais importante, representando 51% do consumo total no período, a iluminação consome 38% e os outros usos finais representam 11%.

Quanto ao maior pico registrado neste prédio, este é de 16,60 kWh/m<sup>2</sup>.mês, no mês de março de 1993. Neste mês, o ar condicionado representou 60% do consumo total (10,02 kWh/m<sup>2</sup>.mês). O consumo com iluminação artificial neste mês representou 31% e os outros consumos representaram 9% apenas do consumo total.

#### - CASAN

O prédio da CASAN é o edifício central do Estado da companhia de água e saneamento. Possui 4 pavimentos, com utilização para fins de escritórios. Tem 2 elevadores e fachadas caracterizadas por áreas envidraçadas.

De acordo com a **figura 3.12**, é possível verificar que o consumo de energia elétrica neste prédio está compreendido de 6 a 12 kWh/m<sup>2</sup>.mês, com alguns picos que ultrapassam estes valores, principalmente nos meses de dezembro e janeiro.

Observando a **tabela 3.12**, tem-se que a média do consumo de energia elétrica no período seco é de 6,88 kWh/m<sup>2</sup>.mês. A iluminação é o uso final mais importante por representar 50% do consumo total neste período (3,41 kWh/m<sup>2</sup>.mês). O ar condicionado representa 2,52

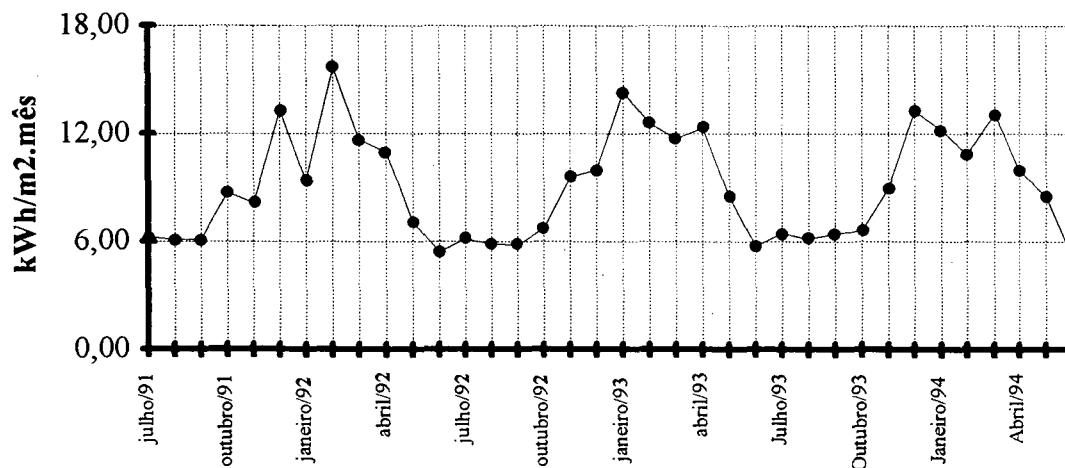
kWh/m<sup>2</sup>.mês e o consumo com outros é de 0,95 . No período úmido, o ar condicionado representa 64% do consumo total (7,72 kWh/m<sup>2</sup>.mês). O consumo com iluminação representa 28% e com outros 8% apenas.

**Tabela 3.12: Uso Final de Energia Elétrica na CASAN**

Uso Final	Média - Seco (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Média - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Maior - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)
Ar Condicionado	2,52	7,72	11,31
Iluminação	3,41	3,41	3,41
Outros	0,95	0,95	0,95
<b>TOTAL</b>	<b>6,88</b>	<b>12,08</b>	<b>15,67</b>
	Percentual - Seco	Percentual - Úmido	Percentual - Pico
Ar Condicionado	36%	64%	72%
Iluminação	50%	28%	22%
Outros	14%	8%	6%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Outros:**

- bombas de recalque
- 2 elevadores
- equipamentos de escritórios



**Figura 3.12: Consumo Médio Mensal de Energia na CASAN (kWh/m<sup>2</sup>.mês)**

O maior valor observado neste prédio é de 15,67 kWh/m<sup>2</sup>.mês, registrado no mês de fevereiro de 1992. O ar condicionado é o responsável por este aumento no consumo, aumentou 8%, em relação ao consumo no período úmido. O consumo com iluminação neste mês representou 22% e com outros usos finais apenas 6%.

#### - EMBRATEL

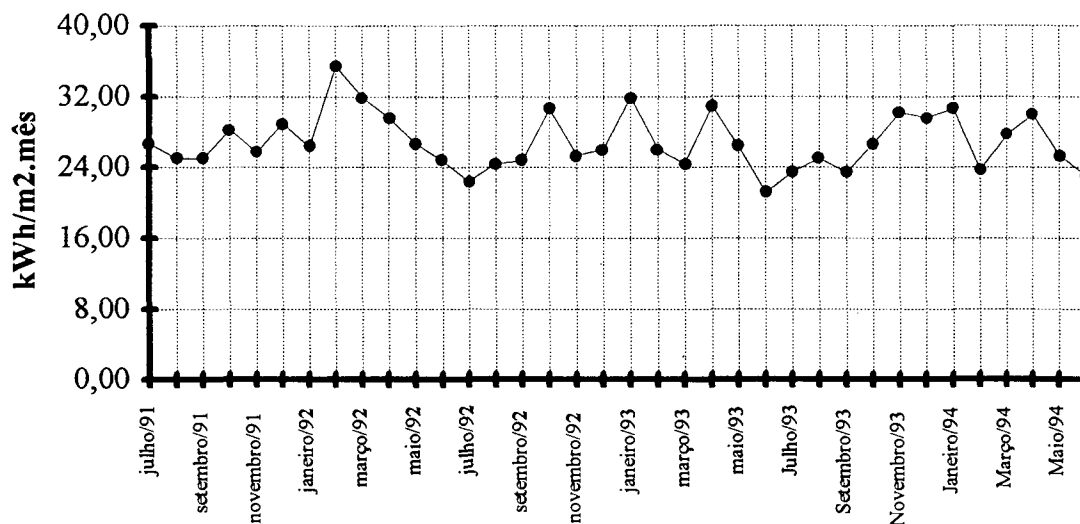
Dos 7 andares do prédio da EMBRATEL, em 3 deles existem equipamentos de comutação telefônica e outros serviços complementares, também em outros pavimentos. Tem um mini-auditório, escritórios, uma sub-estação de energia e uma sala de jogos para funcionários.

De acordo com a **figura 3.13**, o consumo com energia elétrica neste prédio está entre 25 e 30 kWh/m<sup>2</sup>.mês, entretanto há alguns valores menores que esta faixa no período seco e alguns um pouco maiores no período úmido.

**Tabela 3.13: Uso Final de Energia Elétrica na EMBRATEL**

Uso Final	Média - Seco (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Média - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)	Maior - Úmido (kWh/m <sup>2</sup> .mês)
Ar Condicionado	13,04	16,64	24,23
Iluminação	2,34	2,34	2,34
Outros	9,93	9,93	9,93
<b>TOTAL</b>	<b>25,31</b>	<b>28,91</b>	<b>36,50</b>
	Percentual - Seco	Percentual - Úmido	Percentual - Pico
Ar Condicionado	52%	58%	66%
Iluminação	9%	8%	6%
Outros	39%	34%	28%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

- Outros:**
- bombas de recalque
  - 2 elevadores
  - equipamentos de escritórios
  - todo o serviço digital e analógico de telefonia e telex da empresa no Estado



**Figura 3.13: Consumo Médio Mensal de Energia na EMBRATEL (kWh/m<sup>2</sup>.mês)**

Da **tabela 3.13**, observa-se que o consumo médio do período seco é de 25,31 kWh/m<sup>2</sup>.mês. O consumo com ar condicionado é de 13,04 kWh/m<sup>2</sup>.mês, representando 52% do consumo total neste período. O consumo com iluminação é de 2,34 kWh/m<sup>2</sup>.mês, 9% do total no período. Mas, os outros usos finais são responsáveis por 39% do consumo total neste prédio (9,93 kWh/m<sup>2</sup>.mês). Incluído nestes outros usos estão todos os equipamentos de serviço digital e analógico de telefonia e telex da empresa no Estado, que funciona durante 24 horas.

No período úmido, a média do consumo é de 28,91 kWh/m<sup>2</sup>.mês, 58% do total consumido neste período. A iluminação representou 8% e o consumo com outros é de 34%.

O maior valor registrado no período úmido foi de 36,50 kWh/m<sup>2</sup>.mês, o maior do consumo neste grupo de prédios estudados. Foi registrado no mês de fevereiro de 1992. Neste mês o consumo com ar condicionado foi de 24,33 kWh/m<sup>2</sup>.mês, representando 66% do consumo neste mês. O consumo com iluminação representou 6% e com outros usos finais foi de 28%.

Sintetizando a análise destes consumos de uso finais, pode-se dizer que no período seco a iluminação é o maior consumo em 8 prédios. O consumo com outros usos finais é maior que o ar condicionado neste período em apenas 5 prédios. Os maiores valores de consumo por uso final, observado nesta pesquisa são aqueles relativos à iluminação artificial.

No período úmido, o consumo com ar condicionado é o mais importante por apresentar os maiores valores. O consumo com iluminação artificial só é maior que o com ar condicionado em apenas 5 prédios.

Os maiores valores de consumo são observados exatamente nos meses do período úmido, sendo que os maiores picos ocorrem sempre neste período. Curiosamente, em 9 dos prédios os maiores picos ocorrem no período de janeiro a abril de 1992.

É bastante importante observar que em quase todos os prédios o consumo no mês de dezembro é sempre um ponto de mínimo na curva do consumo. Imediatamente a este mês, em janeiro, observa-se um ponto de máximo na curva, bastante irregular ao seu comportamento nos outros meses. Deve-se salientar que isto pode ser uma ocorrência real ou, então, algum problema na medição do relógio nestes meses. Trata-se de uma época em que muitos funcionários da concessionária podem estar de férias, levando a fazer leituras atrasadas e acumulando uma parte do consumo de dezembro para janeiro. Haja visto a análise da demanda no capítulo anterior, onde nos meses de dezembro não ocorre tais diferenças nas demandas medidas, por ser uma leitura digital.

### 3.3.4 Comparando com dados de outros autores

Um resumo dos resultados obtidos pela análise do sistema de mecanismos ativos se apresenta na **tabela 3.14**. Necessário se faz confrontar dados de outros autores com estes resultados, de modo a compreender suas semelhanças e diferenças.

**Tabela 3.14: Resumo do Consumo Médio de Energia Elétrica por Uso Final**

Unidade: kWh/m<sup>2</sup>.mês

Uso Final	Período Seco	%	Período Úmido	%	Maior Úmido	%	Média Anual	%
ArCond	2,92	32%	6,17	49%	17,26	73%	4,55	42%
Ilumin.	3,79	41%	3,79	31%	3,79	16%	3,79	35%
Outros	2,54	27%	2,54	20%	2,54	11%	2,54	23%
Total	9,25	100%	12,50	100%	23,59	100%	10,88	100%

#### Comparando com os dados do PROCEL [1989] (tabela 1.4):

O PROCEL [1989] mostra que em edifícios públicos e comerciais que possuem equipamentos de ar condicionado, o consumo com uso final com este é o mais importante, pois representa 46%. Os dados de Florianópolis apresentam este consumo sendo de 42%. O consumo com iluminação artificial é de 24%, segundo os dados do PROCEL [1989]. Em Florianópolis, este consumo é de 35%, 9 pontos percentuais a mais. O consumo com outros nestes edifícios catarinenses é 23% maior que os apresentados pelo PROCEL [1989], que é de 30%.

#### Comparando com GELLER [1990] (tabela 1.5 e 1.6):

O consumo com iluminação é o mais importante nos prédios comerciais e públicos da pesquisa de GELLER [1990], pois representa 44% do consumo total no setor, 9 pontos



percentuais a mais que este mesmo consumo nos prédios de Florianópolis. O consumo com ar condicionado apresentado por GELLER [1990] é bastante reduzido, comparando com os 42% apresentados pela **tabela 3.14**. Os outros consumos apresentados por GELLER [1990] representam 35%, acima daquele apresentado pela **tabela 3.14**, mostrando que estes edifícios de Florianópolis têm consumo com outros de apenas 23% em relação ao consumo total.

### **Comparando com MASCARÓ [1983] (tabela 1.7):**

No período frio apresentado por MASCARÓ [1983], o consumo com ar condicionado é de 25% e o maior consumo por uso final é de 43% com iluminação. Nos edifícios de Florianópolis, o consumo com ar condicionado no período seco é de 32% e com iluminação é 41%, bastante semelhante com aquele autor. Os outros consumos representam 27% nos edifícios de Florianópolis e 32% nos edifícios gaúchos.

No período frio, os edifícios de Porto Alegre consomem 45% do montante total de energia no mês com ar condicionado. Os de Florianópolis consomem 73%. A iluminação é responsável por 31% do consumo em prédios de Porto Alegre e, em Florianópolis, é responsável por apenas 16%. Os outros consumos nos prédios de Florianópolis é de 11%, mas nos prédios gaúchos a **tabela 1.7** mostra que é de 23% do montante total.

### **Os Usos Finais Mais Importantes:**

O que se observou nesta comparação foi dados bastante discrepantes em algumas situações, todavia deve-se considerar que foram pesquisados edifícios em diversas cidades brasileiras com contexto urbano e região climáticas diferenciados entre si.

Diante disto, pode-se dizer, em linhas gerais, que o consumo com ar condicionado é o mais importante a ser considerado no montante do consumo de energia elétrica mensal do edifício. A iluminação está em seguida, representando o segundo ponto de maior atenção. O consumo com outros é o que menos representa no contexto global do quadro energético da edificação.

## **3.4 O sistema ambiente construído**

### **3.4.1 Metodologia para analisar o sistema ambiente construído**

Os dados da pesquisa de campo foram organizados em planilha eletrônica, apresentados no **anexo 3**, de onde são extraídas as variáveis que serão analisadas posteriormente.

Diversos tipos de análise são possíveis. Para se compreender o perfil do consumo de energia, utilizou-se o seguinte método:

a) analisar as características da edificação que compõem o banco de dados, de forma a buscar correlações coerentes em relação ao consumo de energia elétrica. Analisa-se as seguintes características: WWR, transmitâncias da parede, da cobertura no período de verão, da janela e a densidade de pessoas por metro quadrado, em relação à média do consumo no período úmido, por se tratar dos maiores valores de consumo no ano. Estas características foram escolhidas por influenciarem consideravelmente no aumento das cargas térmicas num ambiente;

b) agrupar as variáveis dependentes e independentes do item anterior de forma a obter correlações entre a geometria e características termo-físicas do envelope com os consumos de energia elétrica cadastrados e os estimados por usos finais. Para obter as correlações entre as variáveis independentes classificadas com o consumo, lança-se mão de um recurso matemático, buscando expressar estas relações através de uma regressão e/ou uma curva. Para isso, utiliza-se regressões simples.

#### **ANÁLISE DA REGRESSÃO**

O método utilizado para se proceder a regressão se dá pela organização e agrupamento das variáveis independentes e dependentes (ôs consumos), dimensionalmente coerentes entre si. Uma análise qualitativa da dispersão dos dados se dá a partir da disponibilidade de pelo menos 4 pares de coordenadas. Esta classificação das variáveis foi baseada em indicações de BURBERRY [1978]. Os seguintes critérios são levados em conta para analisar as regressões:

a) classificação por altura da edificação, baseado em MASCARÓ e MASCARÓ [1992] e propondo faixas de intervalos de relações geométricas do envelope;

b) classificação por WWR, baseado em WALKER e MACALIK [1979], para intervalos de relações geométricas da envoltória;

c) classificação por ponderação do WWR com o fator solar com vidro, para diferenciar dados coincidentes na classificação anterior.

#### **3.4.2 Características que influenciam a carga térmica dos ambientes e potências instaladas com iluminação artificial e ar condicionado**

A **tabela 3.15** mostra um resumo do **anexo 3**, com as variáveis ligadas que influenciam no aumento das cargas térmicas nos ambientes.

Analisando a **tabela 3.15**, observa-se que apenas os edifícios do Fórum, Eletrosul, Secretaria de Educação e da Casan têm WWR acima de 80%. Destes, apenas a Eletrosul tem proteções solares na pior fachada, que é Leste. Os outros edifícios têm orientação da pior fachada Oeste, sendo que o prédio do Fórum é circular.

Os menores valores de WWR são dos prédios do edifício das Secretarias, da Embratel e da Caixa Econômica Federal, este último com orientação da pior fachada sendo Oeste e os outros dois a orientação é Sul. Com isto, percebe-se que esta análise comparativa não identifica nenhuma relação diretamente proporcional das características dos edifícios com seu consumo.

O mesmo ocorre quando se analisa as outras características, pois não há um evidente decréscimo nos valores quantitativos destas, comparando com os valores do consumo dos edifícios.

Em relação à cobertura, sabe-se que ela influencia muito pouco no aumento das cargas térmicas do edifício, quando este é alto (tem mais que 4 pavimentos). No caso contrário, quando as edificações são essencialmente térreas ou baixas (têm no máximo 4 pavimentos), poderá a cobertura influenciar consideravelmente, quando se tem grande área de cobertura. Em todos estes edifícios, os maiores valores de transmitância térmica de coberturas no período de verão são nos seguintes edifícios: Caixa Econômica Federal ( $3,01 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ), Fórum ( $2,56 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ), Secretaria de Educação ( $2,44 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ), Banco do Brasil ( $2,26 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ) e Edifício das Diretorias ( $2,08 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ). Todos eles têm mais de 10 pavimentos e não, necessariamente, apresentam os maiores valores do consumo neste grupo.

**Tabela 3.15 : Consumo de Energia por ordem decrescente nos prédios públicos ( $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês}$ ) e variáveis que influenciam a carga térmica**

Edifícios	WWR (%)	U parede $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	U cobertura $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	U janela $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	Densidade pessoas/ $\text{m}^2$	Méda Únido ( $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês}$ )
Embratel	18	2,08	1,75	5,76	0,02	28,91
Eletrosul	97	3,52	0,78	5,58	0,07	18,08
B. do Brasil	50	2,08	2,26	5,76	0,36	17,25
Ed. Secret.	32	2,08	1,69	5,70	0,15	15,52
Celesc	69	1,62	1,10	5,76	0,06	13,56
Casan	90	5,76	1,92	5,76	0,06	12,08
Fórum	100	5,76	2,56	5,76	0,03	9,83
Sec. Educ.	90	3,52	2,44	5,76	0,12	8,38
Trib. Contas	69	3,52	1,49	5,76	0,08	7,24
CEF	16	2,93	3,01	5,72	0,05	6,49
Assembléia	72	3,52	0,66	5,76	0,27	6,28
Ed. Diretoria	63	2,08	2,08	5,76	0,31	5,84
BESC	67	2,08	1,05	5,76	0,55	4,07
Pal. Gov.	69	3,52	0,46	5,76	0,07	3,65

Em relação à densidade de pessoas, pode-se classificar em uma ordem decrescente os edifícios que apresentam os maiores valores de densidade de pessoas por metro quadrado de

edificação (valores maiores que 0,10 pessoas/m<sup>2</sup>), estes são: BESC, Banco do Brasil, Edifício das Diretorias, Assembléia Legislativa, Secretaria de Educação e Edifício das Diretorias. Estes prédios não são os maiores consumidores e a utilização desta análise simplificada para correlacionar o consumo com esta característica não é consistente.

Existem ainda duas outras características dos sistemas prediais dos edifícios aqui estudados que devem ser analisadas que são as potências instaladas com iluminação e ar condicionado. A **tabela 3.16** mostra estas potências.

De acordo com a **tabela 3.16**, a média das potências instaladas com iluminação artificial nos edifícios é 22,78 W/m<sup>2</sup> e a média das potências instaladas com ar condicionado é de 41,61 W/m<sup>2</sup>. Os maiores valores das potências instaladas com iluminação são 49,27 W/m<sup>2</sup> no prédio da Eletrosul, seguido pelos prédios do Banco do Brasil (37,39 W/m<sup>2</sup>), Secretaria de Educação (36,97 W/m<sup>2</sup>), Celesc (35,84 W/m<sup>2</sup>) e ainda o Edifício das Secretarias (24,09 W/m<sup>2</sup>). Os outros prédios têm estas potências entre 10 e 18 W/m<sup>2</sup>.

De acordo com as **tabelas 3.1 a 3.13**, os maiores valores de consumo de energia elétrica com iluminação artificial são dos prédios do Banco do Brasil (7,88 kWh/m<sup>2</sup>.mês), Eletrosul (6,83 kWh/m<sup>2</sup>.mês, Celesc (5,10 kWh/m<sup>2</sup>.mês), Edifício das Secretarias (4,68 kWh/m<sup>2</sup>.mês), que são aqueles mesmos com as maiores potências instaladas com este uso final.

**Tabela 3.16: Potências Instaladas de Iluminação e Ar condicionado**  
Unidade: W/m<sup>2</sup>

Edifícios	Área (m <sup>2</sup> )	Potência Iluminação (W/m <sup>2</sup> )	Porcentagem da Área total com ar condicionado(%)	Potência Ar Cond. (W/m <sup>2</sup> )
Assembléia	11.382	16,40	37	28,14
Fórum	9.610	10,41	75	14,57
Ed. Secretarias	7.241	24,09	74	40,62
Ed. Diretorias	8.437	11,29	83	49,68
Se. Educação	7.203	36,97	74	24,41
Eletrosul	25.600	49,27	73	24,61
Pal. Governo	6.127	13,19	38	54,06
Trib. Contas	6.000	11,36	87	35,66
CEF	7.567	17,27	77	53,13
Banco do Brasil	6.690	37,39	60	23,33
Celesc	21.404	35,43	88	39,25
Casan	2.681	16,84	51	81,58
Embratel	5.895	16,24	90	71,84
MÉDIA	-	22,78	-	41,61

De acordo com as **tabelas 3.1 a 3.13**, os maiores valores de consumo com ar condicionado são dos prédios da Embratel (13,04 kWh/m<sup>2</sup>.mês), Edifício das Secretarias (4,14 kWh/m<sup>2</sup>.mês), Fórum (3,40 kWh/m<sup>2</sup>.mês) e Celesc (3,13 kWh/m<sup>2</sup>.mês). Com isto, pode-se observar que os prédios que têm maiores potências instaladas com ar condicionado e maiores consumos com ar condicionado, não são os mesmos. Isto não se aplica apenas ao prédio da EMBRATEL.

Isto, certamente, pode-se compreender pelo fato de que a iluminação artificial depende mais principalmente da filosofia e condições de uso de um determinado ambiente. O usuário sempre prefere trabalhar com luzes acesas, mesmo tendo as janelas bastante amplas, não necessitando de iluminação artificial. O uso de ar condicionado está ligado ao clima e à necessidade de conforto térmico e não é necessário permanecer ligado durante todo o ano em todo o horário de expediente do prédio.

### **3.4.3 Regressão simples das variáveis que influenciam no consumo de energia elétrica nas edificações**

Diante das análises compreendidas até o momento, estabelece-se uma organização dos fatores intrínsecos da edificação que podem influenciar no seu desempenho energético, de modo que seja possível buscar um método de análise mais consistente, que é a regressão das variáveis em relação ao consumo.

A **tabela 3.17** mostra o agrupamento das variáveis dependentes e independentes, de forma que se possa compreender a geometria e características termo-energéticas do envelope com os consumos de energia elétrica. Nesta tabela há, também, uma classificação dos prédios que, a partir deste momento, será adotada, substituindo os nomes dos prédios por um número, de modo que seja mais fácil para o trabalho computacional que se desenvolverá mais adiante. Neste classificação, o prédio do Palácio do Governo foi excluído, por se tratar de um prédio que não tem instalações de equipamentos verticais, por isso é muito diferente dos demais, em termos de instalações elétricas prediais e consumo de energia.

As variáveis geométricas e termo-energéticas dos edifícios que serão testadas no programa, buscando consistência na correlação entre estas com os consumos de energia, são:

- número de pavimentos, orientação e volume;
- áreas construída, da fachada e da cobertura;
- fator solar e WWR;
- densidade de pessoas; e
- densidade superficial da pior fachada.

Tabela 3.17 : Relações Geométricas e Termo-Energéticas dos Edifícios e Consumos de Energia Elétrica

Relações Geométricas e Termo-Energéticas dos Edifícios												
Predios	CLASSIF	N. PAV	Orientacao	V/Ac	(A/F/Ac)*100	(A/F)*100	FS	WWR	DENSP	FS*WWR	DENSr	(Ac*Ac)*100
Edif. Dir.	1	13	S	3.860	17.700	4.600	0.860	63.000	20.150	54.200	0.540	8.500
CEF	2	14	W	2.130	11.100	5.200	0.860	16.000	3.250	13.800	0.195	6.300
Assembl	3	5	W	5.080	3.900	3.300	0.860	72.000	17.550	61.900	0.360	45.600
Trib. Cont.	4	4	S	8.000	3.000	0.740	0.660	69.000	5.200	45.500	0.360	43.100
Secr. Ed.	5	12	W	1.510	7.800	5.140	0.860	90.000	7.800	74.400	0.360	8.300
CASAN	6	6	W	3.620	15.700	4.300	0.860	90.000	3.900	74.400	0.020	21.600
CELESC	7	5	W	4.670	62.900	0.880	0.660	69.000	5.200	45.400	0.119	26.700
Ed. Secr.	8	9	S	4.030	2.200	2.170	0.860	32.000	10.400	27.500	0.540	12.800
BB	9	11	W	2.960	36.500	12.330	0.860	50.000	23.400	43.000	0.540	9.000
ELETROSUL	10	5	E	3.910	9.100	2.300	0.860	97.000	4.550	83.400	0.360	20.000
EMBRATEL	11	9	S	4.520	22.000	6.300	0.860	18.000	1.300	15.500	0.540	11.100
FORUM	12	12	W	2.990	45.500	15.220	0.660	100.000	2.000	66.000	0.020	7.100

Consumos de Energia Elétrica nos Edifícios												
Predios	CLASSIF	N. PAV	Orientacao	C geral	C seco	C umido	C geral AC	C seco AC	C umido AC	C geral IL	C geral OUT	max UMII
Edif. Dir.	1	13	S	4.810	3.770	5.840	1.880	0.840	2.910	1.830	1.100	11.260
CEF	2	14	W	5.300	4.110	6.490	2.540	1.350	3.730	1.460	1.300	8.630
Assembl	3	5	W	5.630	4.980	6.280	1.680	1.010	2.350	2.830	1.400	10.630
Trib. Cont.	4	4	S	6.160	5.080	7.240	3.150	2.130	4.170	2.130	0.880	10.370
Secr. Ed.	5	12	W	7.130	5.870	8.320	1.650	0.410	2.890	4.490	0.990	11.600
CASAN	6	6	W	9.380	6.880	12.080	5.020	2.520	7.720	3.410	0.950	15.670
CELESC	7	5	W	11.640	9.730	13.560	5.060	3.130	6.980	5.100	1.480	16.600
Ed. Secr.	8	9	S	12.730	9.940	15.520	6.940	4.140	9.730	4.680	1.110	32.000
BB	9	11	W	15.170	13.090	17.250	4.600	2.520	6.680	7.880	2.690	18.570
ELETROSUL	10	5	E	16.960	15.840	18.080	2.450	1.330	3.570	6.830	7.680	21.400
EMBRATEL	11	9	S	27.110	25.310	28.910	14.840	13.040	16.640	2.340	9.930	36.600
FORUM	12	12	W	10.300	8.110	12.490						16.880

Nesta tabela, estas variáveis estão dispostas de acordo com uma análise dimensional que tenta obter o maior número de pares de coordenadas disponíveis no banco de dados.

A partir desta organização, a **tabela 3.18** mostra as variáveis dependentes do banco de dados a partir do tipo do edifício, sua especificação e seu número de classificação.

**Tabela 3.18: Variáveis dependentes do banco de dados**

Tipo	Especificação Tabela 3.15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
Altura	baixos < 4 pav				■									1
	médios 5 < pav < 10			■			■	■	■		■	■		6
	altos pav > 10	■	■			■				■			■	5
Forma	Irregular	■	■	■	■			■	■	■				7
	Retangular					■	■				■	■		4
	Circular											■		1
Orientação pior fachada	Oeste		■	■		■	■	■		■		■	■	7
	Sul	■			■				■			■	■	5
	Leste										■		■	2
V/Ac	V/Ac < 2					■								1
	2 < V/Ac < 3		■							■			■	3
	3 < V/Ac < 5	■					■	■			■	■		6
	V/Ac > 5			■	■									2
Af / Ac (%)	Af/Ac < 10%			■		■			■		■			5
	10 < Af/Ac < 25	■	■				■					■		4
	Af/Ac > 25							■		■			■	3
Af / V (%)	Af/V < 3				■			■	■		■			4
	3 < Af/V < 5	■		■			■							3
	Af/V > 5		■			■	■			■		■	■	5
WWR	wwr < 30		■									■		2
	30 < wwr < 60								■	■				2
	60 < wwr < 80	■		■	■			■		■				5
	wwr > 80					■	■				■		■	4
FS . WWR	FS.wwr < 30		■						■			■		3
	30 < Fwwr < 60	■			■			■		■				4
	60 < Fwwr < 80			■		■	■						■	4
	FSwwr > 80											■		1

**a) classificação por altura:**

A correlação de consumo total de energia elétrica crescente com a altura dos prédios, segundo MASCARÓ e MASCARÓ [1992], não se verificou com os dados dos doze prédios examinados, cujas alturas variam de 4 a 14 pavimentos, mesmo quando adotado o critério de distinguir os bancos dos edifícios comerciais dos públicos, adotado por este autor.

As correlações entre as características geométricas que relacionam volume com as áreas da pior fachada ou a área total construída, respectivamente, por faixas de intervalo de altura da edificação, não se mostram consistentes.

As correlações entre as características geométricas que relacionam volume com as áreas da pior fachada ou a área total construída, respectivamente, por faixas de intervalo de altura da edificação, não se mostram consistentes.

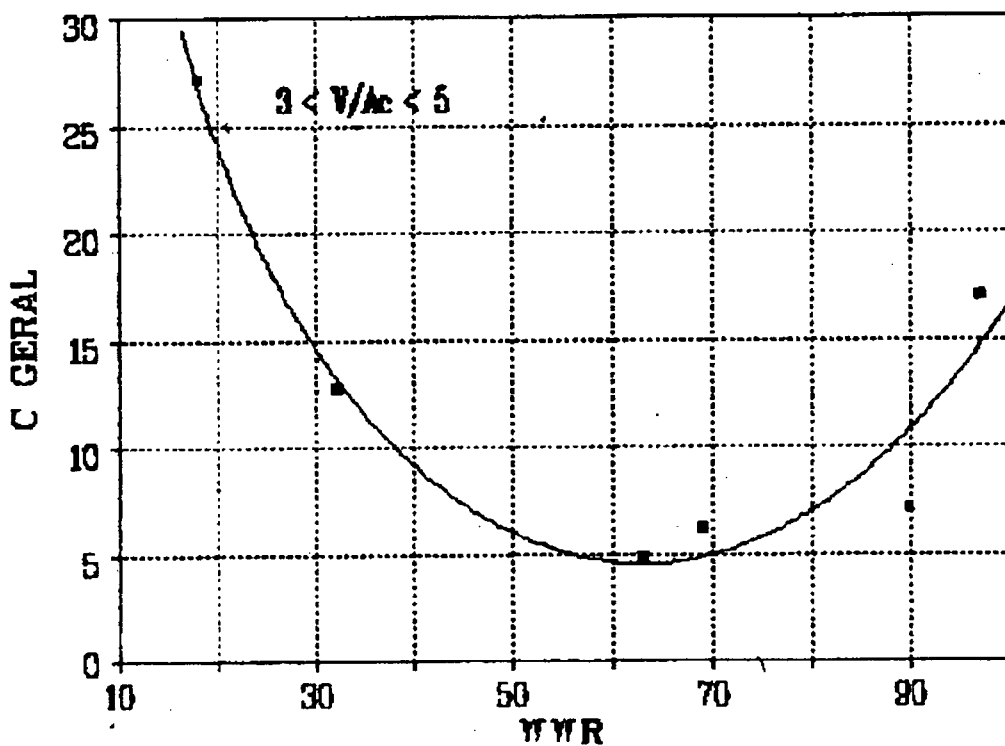
**b) classificação por WWR:**

Para as faixas de intervalo que relacionam volume e área, o critério de adotar como variável independente o WWR é consistente para as variáveis dependentes de consumo médio anual, consumo médio no período seco e úmido.

De acordo com a **figura 3.14**, observa-se que quanto menor o WWR, maior será o consumo total de energia elétrica na edificação no ano, pois menor será a área envidraçada, precisando da utilização de iluminação artificial para compensar a deficiência da natural. Tem torno de  $WWR=60\%$ , a curva decresceu e apresenta um ponto de mínimo, indicando que existe um valor ótimo de WWR para projeto, que minimiza o consumo de energia na edificação. A partir deste valor mínimo, o consumo cresce com o valor de WWR, pois aumentando a área envidraçada, aumenta os ganhos térmicos pelas aberturas, conseqüentemente, o consumo com ar condicionado.

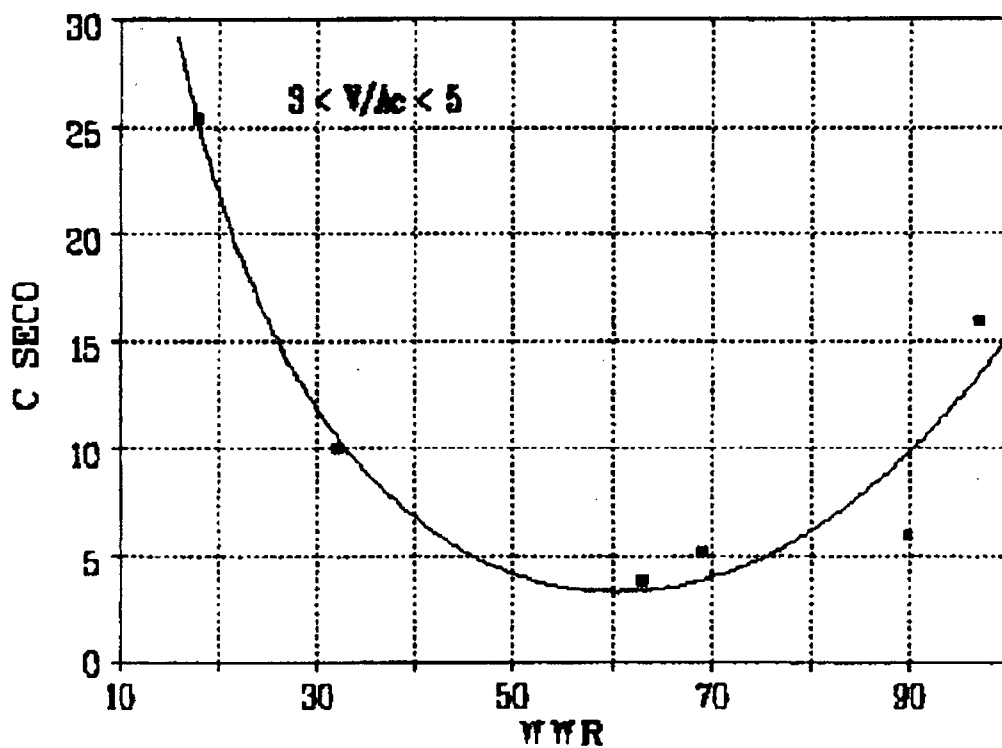
As **figuras 3.15 e 3.16** representam o consumo de energia elétrica para edificações com  $3 < V/AC < 5$  em função do WWR, nos períodos seco e úmido, respectivamente. Seus pontos de mínimo ocorrem para ambas quando WWR é aproximadamente igual a 60%.





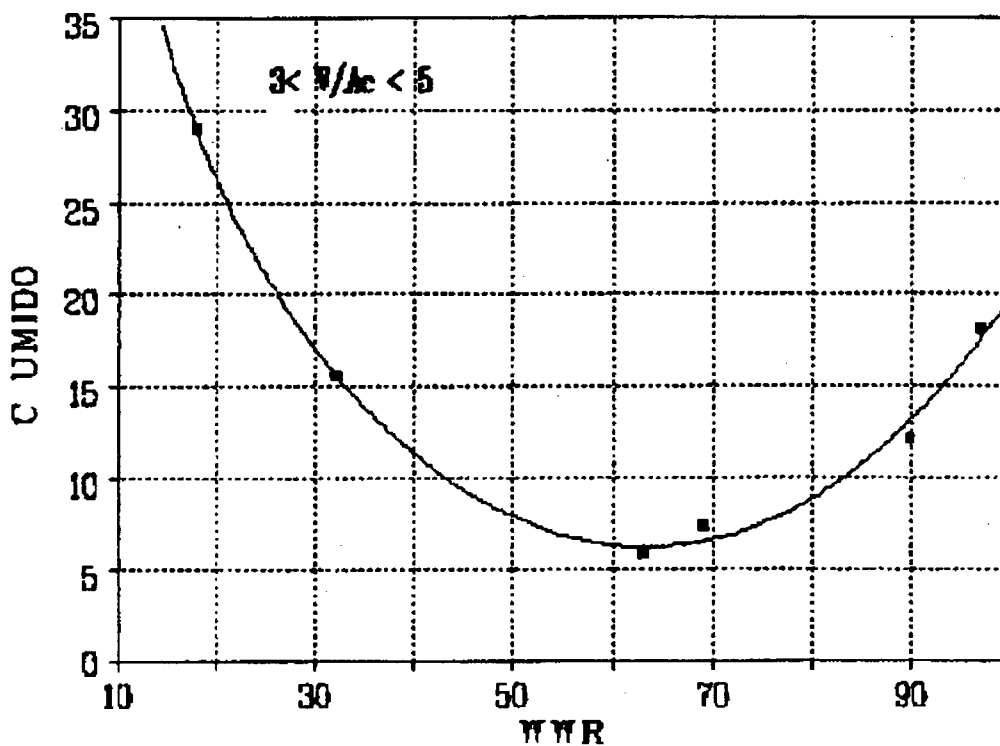
$r^2 = 0,941429$

Figura 3.14: WWR (%) X Consumo médio anual de energia (kWh/m<sup>2</sup>.mês)



$r^2 = 0,930158$

Figura 3.15: WWR (%) X Consumo de Energia no Período Seco (kWh/m<sup>2</sup>.mês)



$$r^2 = 0,993742$$

Figura 3.16: WWR (%) X Consumo Médio de Energia no período úmido (kWh/m<sup>2</sup>.mês)

c) classificação por ponderação do WWR com o fator solar do vidro:

Na terceira classificação, para intervalos de variação que relacionam as áreas da pior fachada e a área construída global, as correlações mais consistentes, também são obtidas para a variável independente FS.WWR e as variáveis independentes dos consumos médios gerais anuais e sazonais (períodos seco e úmido).

Os resultados indicam um consumo mínimo para as relações de:

60% < WWR < 70% e  $3 < V / A_c < 5$ , nos edifícios seguintes:

- 1- Edifício das Diretorias (13 pavimentos);
- 6- CASAN (6 pavimentos);
- 7- CELESC (5 pavimentos);
- 8- Edifício das Secretarias (9 pavimentos);
- 10- ELETROSUL (5 pavimentos);
- 11- EMBRATEL (9 pavimentos).

Para a relação:  $50\% < FS.WWR < 60\%$  e  $Af / Ac < 10\%$ , o consumo é mínimo com dados dos seguintes edifícios:

- 3- Assembléia Legislativa (5 pavimentos);
- 4- Tribunal de Contas (4 pavimentos);
- 5- Secretaria de Educação (12 pavimentos);
- 8- Edifício das Secretarias (9 pavimentos);
- 10- ELETROSUL (5 pavimentos).

A **figura 3.17** mostra a curva que representa o consumo total no ano, em função do WWR corrigido pelo fator solar (Consumo X FS.WWR). Entretanto, seu ponto de mínimo ocorre em torno de 80% e as edificações aqui analisadas têm:  $AF/AC < 10\%$ .

A **figura 3.18** mostra o consumo no período seco em função de FS.WWR. A **figura 3.19** mostra o consumo no período úmido em função de FS.WWR. As características dessas edificações compreendidas nestas duas figuras é para  $AF/AC < 10\%$ . Para a primeira o ponto de mínimo está entre  $FS.WWR = 50\%$  e, para a segunda, este ocorre quando  $FS.WWR = 60\%$ .

Face a ausência de uma amostra de prédios maior, os resultados desta análise e as equações matemáticas sejam encaradas qualitativamente como indicadores preliminares da variação do desempenho dos edifícios analisados, de forma que é possível compreender racionalmente este comportamento energético do prédio e a necessidade de ampliação do banco de dados.

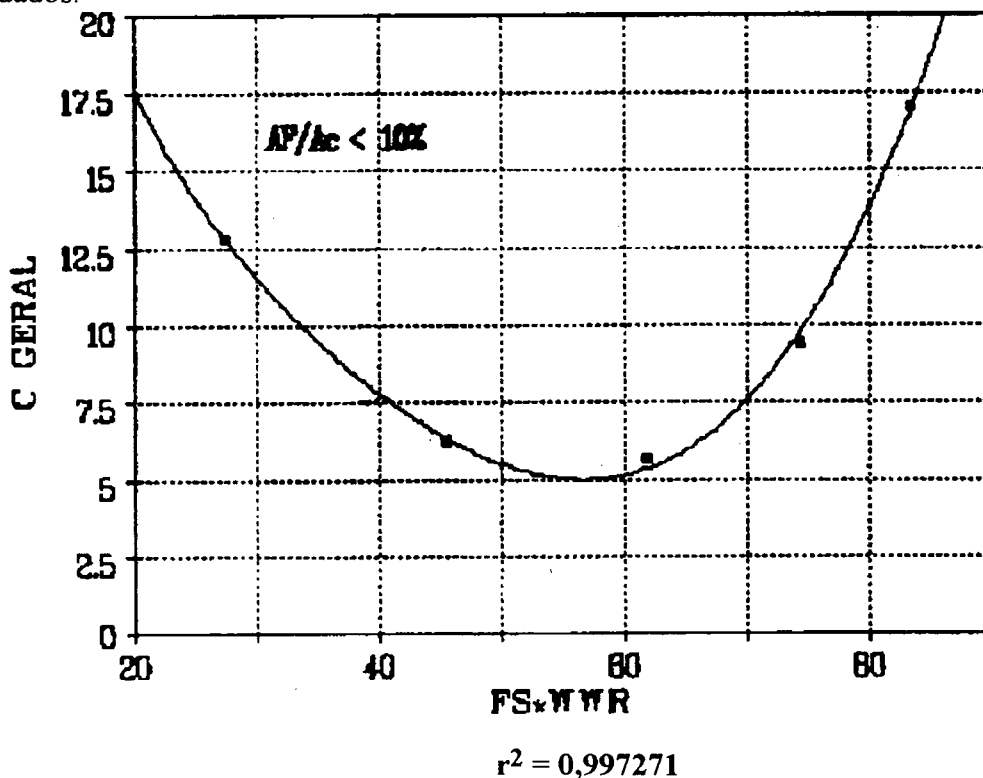
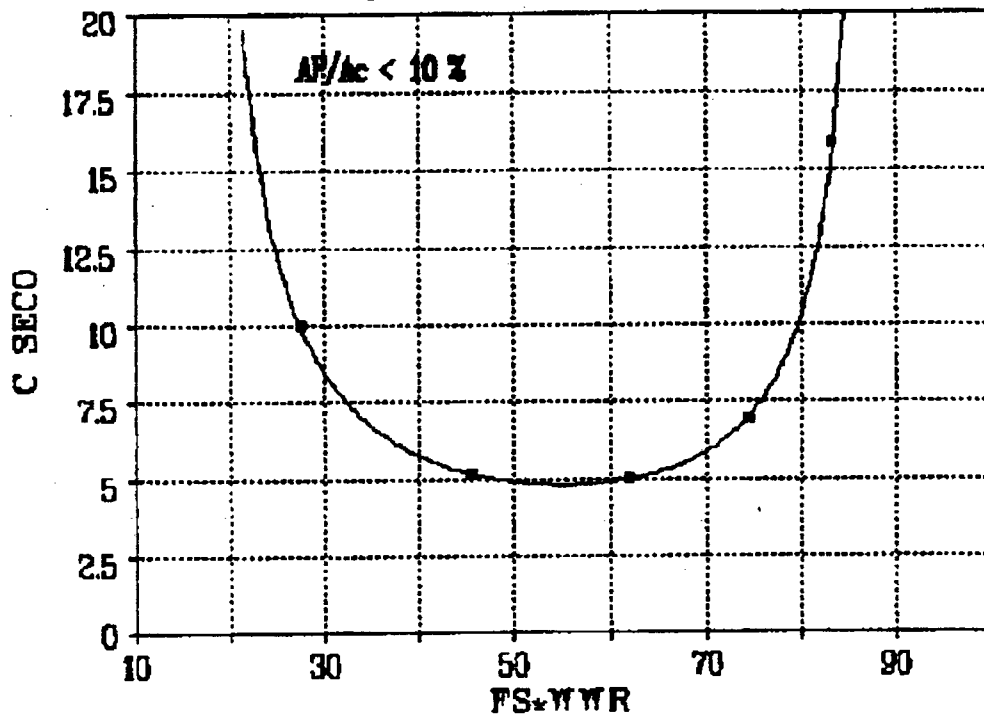
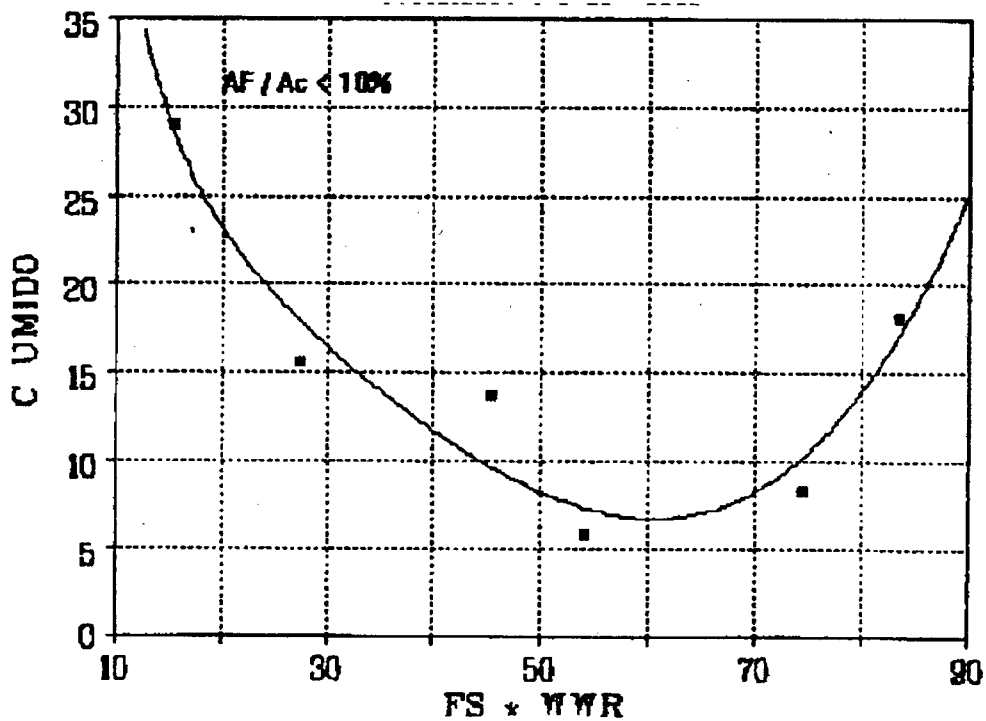


Figura 3.17: FS.WWR (%) X Consumo médio anual <sup>2</sup> (kWh/m<sup>2</sup>.mês)



$r^2 = 0,999954$

Figura 3.18: FS.WWR (%) X Consumo Médio de energia no período seco (kWh/m<sup>2</sup>.mês)



$r^2 = 0,9116839$

Figura 3.19: FS.WWR (%) X Consumo Médio de Energia Elétrica no Período Úmido (kWh/m<sup>2</sup>.mês)

### 3.5 Dificuldades no levantamento de campo

Opostamente ao censo comum, em se sabendo que um trabalho como este poderia identificar ações de economia de energia na edificação, o levantamento dos dados em campo revelou-se exaustivo e frustrante.

Os edifícios do setor público são os mais difíceis de se obter estas informações. A princípio pela carência de pessoas realmente habilitadas para dá-las e pela desorganização e desatualização de documentos e plantas, que, muitas vezes, estão desaparecidas. Existe, também, o total descaso dos funcionários públicos com relação à recepção e trabalho com estranhos. O assunto economia de energia é tratado displicentemente, não é encarado como um problema coletivo. Enfim, o assunto não é considerado importante na maioria destes edifícios. Nem mesmo há a consciência em apagar uma luz inutilmente acesa. Isto ocorre, certamente, devido ao fato de que quem paga a conta de luz não são os ocupantes do edifício diretamente e sim o Estado, maneira comodista de encarar a situação.

As razões destas atitudes, todavia, não se deve atribuir apenas aos ocupantes do edifício, mas, mais principalmente, aos órgãos governamentais responsáveis.

Em prédios particulares do setor comercial (63% do total de prédios), o problema é outro. Não só a ausência de informações, mas também à pouca importância que se dá a um trabalho científico de uma universidade.

Dos 29 prédios comerciais visitados, apenas 5 apresentaram verdadeiro interesse no assunto durante a visita. Porém, somente após vencidos os preconceitos e trâmites legais, muitas vezes caracterizados por várias visitas locais. Neste lugares a cortesia se sobrepôs a tudo isso, com uma visita de resultados muito produtivos.

Diante destes fatos, deve-se ressaltar que a veracidade de algumas informações poderá ter sofrido distorções com relação a:

a) **dados retirados de planta:** áreas e dimensões, por causa das contínuas e intermináveis reformas e expansão dos ambientes, que não são atualizadas, nem documentadas;

b) **dados da iluminação artificial:** quando da contagem das lâmpadas muitas vezes, encontrava-se luminárias queimadas ou que não se tinha idéia do seu horário de utilização, não era raro encontrar modificações no projeto elétrico (não atualizado) que dificultava a pesquisa;

c) **da ocupação do edifício:** são raros os prédios que têm levantamento estatístico sobre a quantidade de visitantes;

d) **dos equipamentos de ar condicionado:** muitas vezes não havia responsáveis técnicos para elucidar as informações.

## Capítulo 4

### CONCLUSÕES RECOMENDAÇÕES

#### 4.1 Conclusões

Os prédios públicos necessitam urgentemente de tomadas de decisões no que concerne ao uso dos espaços e equipamentos, pois a economia de energia nestes prédios está diretamente ligada à filosofia dos responsáveis técnicos e dos funcionários públicos quando de sua utilização. Considerando estes sistemas de utilização dos edifícios aqui visitados, pode-se dizer que existe um grande potencial de economia de energia elétrica em todos estes prédios. Além disto, observou-se que em nenhum deles questão do conforto ambiental e do uso racional de energia (exceto a CELESC) foram tratados em termos de projeto.

Com relação à demanda dos edifícios, necessário se faz a presença de um profissional competente nestes prédios, que seja responsável pelo gerenciamento da demanda e do funcionamento de todo o sistema elétrico predial, pois estes edifícios estão pagando por uma demanda de energia que não estão realmente consumindo. O que também ocorre em muitos edifícios é o pagamento de multas, pelo fato da demanda de contrato ser menor que a demanda medida.

A metodologia de cálculo dos consumos por usos finais na edificação mostra-se suficiente e bastante consistente para proceder à estimativa destes consumos. Trata-se de uma metodologia bastante simples, que não necessita de instrumentos de medição, apenas a leitura da concessionária. Para a aplicação desta metodologia é necessário que se faça cálculos de estimativas que somente uma pessoa que realmente fez a pesquisa de campo pode fazer. Esta pode ser uma das limitações desta metodologia, uma vez que uma pessoa que não conhece o funcionamento do prédio não pode tomar decisões bastante importantes no processo do cálculo final dos consumos. Observa-se, portanto, que não se trata de uma simples aplicação de fórmulas, mas um processo de calibragem dos valores, por tentativas feitas por quem conhece o funcionamento do edifício e não vai simplesmente considerar valores aleatórios.

Com relação aos resultados, observou-se dados bastante discrepantes em algumas situações, todavia deve-se considerar que foram pesquisados edifícios em diversas cidades brasileiras com contexto urbano e região climática diferenciados entre si. Diante disto, pode-se dizer que o ar condicionado é o mais importante a ser considerado no montante do consumo de energia elétrica mensal de edifícios de escritórios (que chegam a representar até 70% do consumo mensal de um prédio no período de verão). O consumo com iluminação artificial está em

segundo lugar de importância e os outros consumos têm importância relativamente pequena, por representar a menor parcela de consumo por uso final no montante mensal de um edifício.

Em relação à regressão das variáveis, pode-se afirmar que os resultados apenas sugerem correlações, que devem ser encarados qualitativamente como indicadores da variação do desempenho dos edifícios.

As principais características de projeto que influenciam consideravelmente no desempenho energético da edificação são as da fachada, em termos de área envidraçada e materiais componentes. Estas principais características são o WWR e o fator solar dos vidros. Em nenhum dos prédios visitados estas características foram tratadas pelo projetista com a preocupação de uso racional de energia na edificação durante sua vida útil. O número de pavimentos e as características geométricas dos edifícios desta pesquisa não apresentaram correlação com os consumos, contrastando com MASCARÓ e MASCARÓ [1992], que afirmam existir estas correlações.

Os resultados apresentados apenas sugerem correlações, que devem ser encaradas qualitativamente como indicadores da variação do desempenho dos edifícios. Para melhor fundamentar estas correlações, um número maior de edifícios seria necessário.

## 4.2 Recomendações

Para um completo entendimento do comportamento energético dos edifícios no município, sugere-se os seguintes trabalhos futuros:

- a ampliação da amostra em termos quantitativos dos prédios que a compõem em termos de período em que são estudados os dados cadastrados do consumo;
- estudar a questão das variáveis com uma maior quantidade de pontos plotados, possibilitando a regressão múltipla destas variáveis, de forma a compreender sua influência significativa no consumo;
- estudar outras variáveis arquitetônicas (forma, volume, etc) com mais pontos plotados;
- fazer estudo da simulação energética dos edifícios, através do programa DOE-2, de forma a obter a compreensão real de seu desempenho, as soluções para suas deficiências e o perfil de consumo por uso final nas edificações;
- ainda com a utilização do programa DOE-2, fazer análise paramétrica destas variáveis, correlacionando-as com o consumo de energia elétrica no edifício;
- fazer monitoração dos prédios e comparação com dados estimados nesta pesquisa.

## Referências Bibliográficas

- AKBARI, H. et al. [1993] Integrated Estimation of End-Use Load Shapes and Energy-Use Intensities for Commercial Buildings. In: **Energy Analysis Program 1993 Annual Report**. LBL Energy & Environmental Division. Berkeley, pp. 3.
- ALUCCI, M. P. [1989] Economia de Energia Elétrica em Edifícios Comerciais. In: **Simpósio Nacional de Conservação de Energia nas Edificações**. USP, São Paulo, junho.
- ÁVILA, J. [1993] **Índices Energeticos de Edifícios en ZMCM**. Cidade do México. (datilografado)
- BROADBENDT, G. [1971] **Metodologia del diseño arquitectónico**. Gilli, Barcelona.
- BURBERRY, L. **Ambient Energy: A criteria for Building Desing**. Lancaster: The Construction Press. 1978.
- CALIFORNIA ENERGY COMISSION. [1992] **Nonresidencial Manual for Compliance with the 1992 Energy Efficient Standards (for nonresidencial buildings, high-rise residencial buildings, and hotels/motels)**. State of California Energy Comission, July.
- CELESC/ELETRÓBRÁS/PROCEL. [1993] **Curso de Conservação de Energia Elétrica em Empresas**. Fotocopiado, Florianópolis.
- DERINGER, J.J. e BUSCH, J.F. [1992] **ASEAN-USAID - Buildings Energy Conservation Project - Final Report. Volume I: Energy Standars**. ASEAN-Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley.
- GRAEF, E. [1980] **O Edifício**. Projeto, São Paulo.
- GELLER, H. S. [1990] **Efficient Electricity Use: a Development Strategy for Brazil**. American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington D. C.
- GONÇALVES, J. [1993] **Sistemas Prediais: Avanços Conceituais e Tecnológicos**. In: **Anais do II ENTAC**, São Paulo.



HIRST, E. et al. [1986] **Energy Efficiency in Buildings - Progress & Promise**. ACEEE, Washington, D. C.

HUNN, B. D. et al. [1993] Energy Analysis of the Texas Capitol Restoration. In: **The DOE-2 user news**. PUB-439, vol. 13, nº 4, Lawrence Berkeley Laboratory. Berkeley

JANDA, K. B e BUSH, J. F. [1994] Worldwide Status of Energy Standards for Buildings. In: **Energy**. Vol. 19, nº 1. Pergamon. London, Great Britain. pp. 27-44.

JANNUZZI, G. M. [1990] The Government's Perception of the Role of Energy and its Implications Towards Conservation: the Brazilian Case. IN: **V Congresso Brasileiro de Energia**. Anais-Proceedings. Vol. 3/3, Rio de Janeiro, pp.1000-1007.

JANNUZZI, G. M. e SCHIPPER, L. [1991] The Structure of Electricity in the Brazilian Household Sector. In: **Energy Policy**. Butterworth-Heinemann, november, p. 879-891.

JORGE WILHEIN CONSULTORES ASSOCIADOS (JWCA) e CESP. [1988] **Consumos de Energia nos Setores de Comércio e Serviços**. CESP. São Paulo.

MARQUES, M. [1988] **A implementação da conservação de energia elétrica no Brasil**. Diretoria de Coordenação, Eletrobrás, Rio de Janeiro.

MASCARÓ, L. R. [1991] Análise da Legislação Técnica Vigente Relativa ao Conforto Ambiental no Brasil. In: **Anais do I Encontro Nacional de Normalização Ligada ao Uso Racional de Energia e ao Conforto Ambiental em Edificações**. Lamberts, R & Pereira, F.O.R, Florianópolis, p. 26-41.

MASCARÓ, J. L. [1983] **Consumo de Energia e Construção**. SECOVI. São Paulo, (mimeografado).

MASCARÓ, L. R. e MASCARÓ, J. L. [1992] **Uso Racional de Energia Elétrica em Edificação - Iluminação**. Agência para Aplicação de Energia-ABILUX-PROCEL, São Paulo.

---

[1992] **Incidência das variáveis projetivas e de Construção no Consumo Energético dos Edifícios**. Sagra DC Luzzato. Porto Alegre.

- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. [1994] **Balanco Energético Nacional - 1993**.  
Brasília.
- RIVERO, R. [1986] **Acondicionamento Térmico Natural - Arquitetura e Clima**. D.C.  
Luzzatto, Porto Alegre.
- ROMÉRO, M. A. [1994] **Método de Avaliação do Potencial de Conservação de  
Energia Elétrica em Campi Universitários: o caso da cidade universitária  
Armando de Salles Oliveira**. Vol. I e II. Tese de Doutorado. FAU-USP. São Paulo.
- ROMÉRO, M. A. et al. [1991]. Consumo de Energia em Escritórios de Arquitetura: um  
Balanco da Situação no Município de São Paulo. IN: **Anais do I Encontro Nacional  
de Normalização Ligada ao Uso Racional de Energia e ao Conforto Ambiental  
em Edificações**. Lamberts, R & Pereira, F. O. R., Florianópolis.
- PRESTON, J. R. et al. [1994] **Final Report on the Feasibility study on introduction  
of Overall Thermal Transfer Value (OTTV) to air conditioned buildings  
in Hong Kong**. Cairney Widned & Trollope. Hong Kong, Vol. 1, august.
- PROCEL. [1988] **Manual de Conservação de Energia Elétrica - Prédios Públicos e  
Comerciais**. ELETROBRÁS, Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_ [1989] **Pesquisa de posse de eletrodomésticos e de hábitos de consumo**.  
Vol. I. Procel - Eletrobrás, Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_ [1992] **Estratégias de Conservação de Energia Elétrica 1992-1995  
Usos Finais**. ELETROBRÁS, Rio de Janeiro.
- SECRETARIA DA TECNOLOGIA, ENERGIA E MEIO AMBIENTE e CELESC. [1991]  
**Balanco Energético de Santa Catarina - série 1980-1991**. Florianópolis.
- SHOEPS, C. A e ROUSSO, J. [1993] **Conservação de Energia Elétrica na Indústria -  
Faça você mesmo**. Procel, Eletrobrás e Confederação Nacional da Indústria. vol. I e  
II. Rio de Janeiro.
- WALKER, H. e MACALIK, M. [1979] **Energy Conservation - Design Resource  
Handbook**. Carswell, Toronto.

## Anexo 1

**Anexo 1:** Consumo de energia elétrica em 46 edifícios dos setores público e comercial (subdividido em: bancos, escolas, universidades, supermercados, hospitais, hotéis e motéis) de Florianópolis, no período de junho de 1991 a julho de 1994. Os consumos apresentados estão na unidade kWh/m<sup>2</sup>.mês e estão separados por faixas, de acordo com os períodos seco e úmido.

EDIFÍCIOS	julho/91	agosto/91	setembro/91	outubro/91	novembro/91
Assembléia Legislativa	3,96	4,93	5,27	4,43	6,03
Tribunal de Contas	4,92	5,70	5,70	5,40	7,32
Tribunal de Justiça	5,12	5,88	6,56	7,00	8,99
Fórum	7,25	6,90	9,05	7,65	10,21
Edifício das Secretarias	4,97	5,82	5,72	5,87	7,26
Edifício das Diretorias	2,86	3,03	3,20	3,37	4,44
Secretaria de Saúde	1,36	1,56	1,60	1,54	1,69
Secretaria de Educação	4,80	5,60	5,60	5,33	5,86
Palácio do Governo	3,43	3,50	3,42	3,39	3,64
CELESC	7,84	7,06	7,07	7,81	9,69
ELETROSUL	16,04	15,36	15,61	15,94	14,94
TELESC	13,57	13,62	16,39	17,51	23,92
EMBRATEL	26,71	25,08	25,08	28,33	25,73
CASAN	6,24	6,12	6,12	8,75	8,14
CIASC	1,33	1,12	1,20	1,34	1,23
CIC	3,08	3,34	3,45	3,55	5,67
Terminal Rita Maria	6,79	7,81	9,57	9,75	11,09
BESC	2,19	2,24	2,64	2,82	3,00
Banco do Brasil	12,06	12,66	11,97	14,67	14,78
Caixa Econômica Federal	3,05	3,29	2,90	3,89	3,98
Inst. Estadual de Educação	1,87	1,51	1,39	1,65	2,61
Escola Técnica Federal	0,58	0,70	1,07	1,07	1,48
UFSC	3,87	4,37	5,60	5,92	6,70
UDESC	3,11	3,11	4,07	4,28	5,09
Hospital Universitário	9,58	10,66	11,89	10,18	11,47
Hospital de Caridade	7,85	6,74	6,41	5,94	6,28
Hopital Regional	25,19	29,88	23,01	26,41	28,98
Hospital Celso Ramos	12,08	14,33	14,30	12,51	14,54
Hospital Florianópolis	5,78	6,51	6,79	6,29	7,52
Hosp. Infantil Joana de Gusmão	16,44	15,41	13,27	14,07	5,29
Hospital Nereu Ramos	2,86	2,78	2,33	2,64	0,93
Maternidade Carmela Dutra	18,33	19,96	20,73	18,65	20,18
Angeloni - Capoeiras	0,50	0,44	0,39	0,48	0,44
Angeloni - Esteves Jr.	12,27	11,82	13,70	11,55	14,33
Angeloni - Beira Mar Norte	8,52	8,46	8,76	7,35	12,23
Imperatriz	12,39	11,66	10,68	12,42	10,45
Lojas Americanas	27,40	26,60	26,00	29,80	28,00
Hotel Castelmar	5,10	4,01	4,75	5,50	5,75
Hotel Cambirela			0,55	2,09	3,09
Hotel Valerim Plaza					
Baia Norte Palace Hotel	5,51	5,34	6,05	7,29	5,69
Hotel Faial	15,38	11,98	9,22	15,65	10,33
Hotel Diplomata	8,62	7,13	7,18	8,84	6,91
Hotel Ivoram	6,93	6,93	6,34	7,61	5,98
Motel Meimbipe	9,26	8,85	7,55	8,65	7,18
Passion Motel	5,17	4,60	4,07	4,67	3,97
Observação: As áreas hachuradas representam o período seco e as outras o período úmido					

EDIFÍCIOS	dezembro/91	janeiro/92	fevereiro/92	março/92	abril/92
Assembléia Legislativa	7,55	6,49	6,03	7,89	6,45
Tribunal de Contas	4,14	12,60	10,08	9,30	8,10
Tribunal de Justiça	4,48	16,07	13,07	12,75	11,27
Fórum	5,28	18,88	14,60	13,11	12,36
Edifício das Secretarias	3,73	14,22	9,79	9,50	7,26
Edifício das Diretorias	1,79	9,09	6,70	0,26	11,26
Secretaria de Saúde	0,74	4,05	2,86	2,71	2,01
Secretaria de Educação	3,07	11,33	9,06	8,93	7,20
Palácio do Governo	1,22	5,66	4,00	4,23	4,11
CELESC	12,64	13,60	12,78	12,21	10,29
ELETROSUL	16,80	18,75	18,38	16,37	20,13
TELESC	24,91	25,11	25,49	19,24	14,21
EMBRATEL	28,99	26,38	35,50	31,92	29,64
CASAN	13,27	9,39	15,67	11,64	10,96
CIASC	2,12	1,62	2,38	1,77	1,61
CIC	2,33	8,38	6,52	5,41	5,41
Terminal Rita Maria	3,65	15,06	10,12	9,75	9,29
BESC	6,22	4,74	7,38	5,19	4,79
Banco do Brasil	18,52	18,57	17,99	16,54	15,31
Caixa Econômica Federal	6,86	5,07	8,63	6,32	4,88
Inst. Estadual de Educação	0,98	2,79	1,07	1,36	1,95
Escola Técnica Federal	0,64	2,25	0,79	0,85	1,34
UFSC	2,96	8,55	7,15	7,49	6,87
UDESC	2,09	5,90	4,17	5,40	4,99
Hospital Universitário	4,43	22,05	15,50	15,58	12,78
Hospital de Caridade	6,12	6,27	5,92	6,58	6,50
Hopital Regional	8,26	32,76	25,39	31,60	30,18
Hospital Celso Ramos	4,91	21,34	12,43	17,68	13,51
Hospital Florianópolis	2,82	13,73	9,90	8,38	7,81
Hosp. Infantil Joana de Gusmão	19,67	11,86	8,18	6,83	9,85
Hospital Nereu Ramos	4,21	2,55	2,75	1,77	3,53
Maternidade Carmela Dutra	6,22	27,93	20,40	19,31	19,31
Angeloni - Capoeiras	0,44	0,66	0,63	0,60	0,45
Angeloni - Esteves Jr.	13,70	16,74	13,92	14,55	11,77
Angeloni - Beira Mar Norte	12,94	12,02	11,37	9,03	8,30
Imperatriz	11,64	10,68	11,98	10,37	11,15
Lojas Americanas	39,20	33,60	39,60	33,20	35,00
Hotel Castelmar	8,03	9,58	9,11	8,02	5,85
Hotel Cambirela	4,63	4,85	7,27	4,85	4,19
Hotel Valerim Plaza					
Baia Norte Palace Hotel	8,54	9,25	13,16	8,36	7,83
Hotel Faial	12,96	14,40	17,03	11,31	11,56
Hotel Diplomata	10,06	10,94	15,47	9,23	8,12
Hotel Ivoram	9,23	9,97	16,09	7,98	6,84
Motel Meimbipe	8,59	7,99	10,40	7,07	6,94
Passion Motel	5,38	5,61	6,57	4,54	4,25

Observação: As áreas hachuradas representam o período seco e as outras o período úmido

EDIFÍCIOS	maio/92	junho/92	agosto/92	setembro/92	outubro/92
Assembléia Legislativa	4,85	4,64	4,64	4,89	4,77
Tribunal de Contas	9,66	5,70	5,58	6,12	6,12
Tribunal de Justiça	8,10	8,38	7,66	8,87	8,13
Fórum	9,24	7,67	5,30	8,27	8,94
Edifício das Secretarias	5,22	5,37	5,37	6,16	5,62
Edifício das Diretorias	3,75	3,88	4,01	4,52	3,88
Secretaria de Saúde	1,47	1,58	1,73	1,86	1,69
Secretaria de Educação	5,46	5,73	6,13	6,40	5,86
Palácio do Governo	3,60	3,90	4,17	4,55	3,81
CELESC	8,30	9,64	9,07	10,06	11,52
ELETROSUL	14,99	14,93	14,83	14,64	15,29
TELESC	14,80	14,76	15,14	15,26	17,15
EMBRATEL	26,71	24,75	24,43	24,75	30,61
CASAN	7,08	5,43	5,87	5,84	6,73
CIASC	1,08	1,30	1,14	0,99	1,17
CIC	4,99	4,30	3,02	3,77	3,82
Terminal Rita Maria	9,06	9,89	9,06	9,75	8,92
BESC	2,51	2,06	1,97	1,97	2,42
Banco do Brasil	12,96	12,42	11,71	12,67	14,33
Caixa Econômica Federal	3,91	3,63	3,39	3,61	4,04
Inst. Estadual de Educação	1,78	1,88	1,80	1,85	1,97
Escola Técnica Federal	1,11	0,69	1,11	1,26	0,94
UFSC	5,90	6,32	6,02	6,81	6,28
UDESC	4,33	4,73	4,12	5,04	4,53
Hospital Universitário	8,84	9,40	8,82	10,13	10,19
Hospital de Caridade	6,47	6,08			
Hopital Regional	25,58	26,19	29,80	28,21	25,82
Hospital Celso Ramos	10,41	10,65	11,23	10,11	5,69
Hospital Florianópolis	6,29	6,65	6,94	7,66	7,16
Hosp. Infantil Joana de Gusmão	11,46	10,41	14,25	14,23	18,80
Hospital Nereu Ramos	2,41	2,72	3,53	3,20	3,00
Maternidade Carmela Dutra	16,47	17,02	26,40	21,05	20,18
Angeloni - Capoeiras	0,41	0,43	0,39	0,37	0,37
Angeloni - Esteves Jr.	11,28	11,28	10,88	11,50	12,27
Angeloni - Beira Mar Norte	8,67	7,95	7,84	8,08	8,32
Imperatriz	10,77	10,39	10,68	10,91	11,40
Lojas Americanas	28,40	26,20	23,40	25,00	29,80
Hotel Castelmar	4,81	4,26	3,92	4,21	57,48
Hotel Cambirela	3,75	2,75	2,98	2,98	3,31
Hotel Valerim Plaza					
Baia Norte Palace Hotel	5,69	4,80	5,34	4,98	5,69
Hotel Faial	10,77	10,27	15,00	13,02	13,48
Hotel Diplomata	7,29	5,80	7,57	5,52	6,30
Hotel Ivoram	5,98	5,44	7,24	6,59	6,23
Motel Meimbipe	6,15	7,40	8,48	7,79	6,89
Passion Motel	3,87	4,80	5,64	4,52	4,73
Observação: As áreas hachuradas representam o período seco e as outras o período úmido					

EDIFÍCIOS	dezembro/92	janeiro/93	fevereiro/93	março/93	abril/93
Assembléia Legislativa	2,70	8,22	8,10	6,79	8,98
Tribunal de Contas	3,84	11,94	9,36	8,04	10,62
Tribunal de Justiça	4,25	15,35	11,99	12,17	13,05
Fórum	5,18	18,51	12,20	12,04	12,79
Edifício das Secretarias	3,23	11,73	9,30	7,66	10,54
Edifício das Diretorias	2,09	7,77	6,66	5,50	7,25
Secretaria de Saúde	0,87	3,45	2,93	2,34	3,16
Secretaria de Educação	2,93	11,33	10,00	8,53	11,46
Palácio do Governo	1,71	4,55	3,13	3,11	4,80
CELESC	13,52	14,86	13,88	16,60	14,44
ELETROSUL	15,40	18,34	16,92	21,40	18,35
TELESC	25,92	25,03	29,23	23,38	15,35
EMBRATEL	26,05	31,92	26,05	24,43	30,94
CASAN	9,99	14,31	12,57	11,71	12,34
CIASC	1,53	1,90	1,76	1,54	1,84
CIC	2,92	8,59	6,05	4,45	9,28
Terminal Rita Maria	3,93	12,38	7,90	7,76	10,58
BESC	3,71	6,71	6,00	4,92	5,73
Banco do Brasil	16,81	18,49	16,26	17,94	16,02
Caixa Econômica Federal	5,68	7,31	6,72	6,98	6,43
Inst. Estadual de Educação	0,89	1,43	0,67	1,67	2,59
Escola Técnica Federal	0,61	1,15	1,20	1,14	1,46
UFSC	3,23	8,04	5,54	7,17	8,27
UDESC	2,04	5,09	3,11	4,33	7,18
Hospital Universitário	4,69	17,60	13,04	12,96	11,50
Hospital de Caridade					
Hopital Regional	12,54	41,47	29,54	32,23	31,70
Hospital Celso Ramos	2,02	8,23	7,64	7,88	8,19
Hospital Florianópolis	3,40	14,10	9,04	8,67	11,20
Hosp. Infantil Joana de Gusmão	20,71	15,62	13,56	13,02	8,72
Hospital Nereu Ramos	4,07	2,75	2,64	3,56	2,55
Maternidade Carmela Dutra	8,29	26,84	18,65	18,65	24,55
Angeloni - Capoeiras	0,48	0,51	0,49	0,53	0,48
Angeloni - Esteves Jr.	15,98	14,37	12,89	15,13	11,73
Angeloni - Beira Mar Norte	12,12	11,37	11,76	9,90	8,83
Imperatriz	11,00	13,84	11,63	11,69	13,58
Lojas Americanas	34,40	41,20	37,80	31,20	35,40
Hotel Castelmar	5,94	8,56	8,58	8,40	7,69
Hotel Cambirela	3,86	6,61	6,17	4,63	5,84
Hotel Valerim Plaza		3,78	4,95	2,97	3,47
Baia Norte Palace Hotel	6,40	12,80	11,20	8,71	9,25
Hotel Faial	12,54	20,47	18,63	14,52	16,48
Hotel Diplomata	6,52	14,36	14,36	8,95	11,33
Hotel Ivoram	6,20	14,66	13,97	7,75	8,78
Motel Meimbipe	7,85	11,83	10,11	7,62	9,31
Passion Motel	4,36	7,48	5,92	3,79	4,78

Observação: As áreas hachuradas representam o período seco e as outras o período úmido.

EDIFÍCIOS	maio/93	junho/93	Julho/93	Agosto/93	Setembro/93	Outubro/93	Novembro/93
Assembléia Legislativa	5,31	4,98	4,51	4,77	4,64	5,74	6,28
Tribunal de Contas	6,36	5,82	0,05	5,46	5,10	6,00	7,74
Tribunal de Justiça	9,83	9,64	9,05	9,10	9,03	9,80	10,76
Fórum	8,35	7,80	6,69	7,13	7,11	1,73	11,20
Edifício das Secretarias	5,82	8,00	2,54	5,52	4,92	5,92	6,96
Edifício das Diretorias	3,97	3,80	3,46	3,88	3,50	4,22	4,69
Secretaria de Saúde	1,73	1,62	1,54	1,69	1,54	1,80	1,97
Secretaria de Educação	6,40	6,00	5,33	6,00	5,73	6,66	7,60
Palácio do Governo	3,41	3,49	1,75	2,57	2,32	2,28	2,21
CELESC	12,27	9,35	8,67	7,85	8,08	9,93	13,67
ELETROSUL	18,47	15,47	15,59	15,44	14,42	14,76	18,06
TELESC	13,80	13,99	13,99	15,07	14,09	19,22	27,39
EMBRATEL	26,38	21,17	23,45	25,08	23,45	26,71	30,29
CASAN	8,47	5,75	6,45	6,15	6,45	6,62	8,98
CIASC	1,23	0,91	1,33	1,38	1,33	0,93	1,48
CIC	5,41	4,45	3,66	4,99	5,41	6,58	7,27
Terminal Rita Maria	7,26	8,13	7,49	8,36	7,44	8,60	7,39
BESC	3,49	2,06	2,33	2,33	2,33	2,55	4,07
Banco do Brasil	14,53	11,48	10,61	10,38	10,84	12,69	16,23
Caixa Econômica Federal	5,07		0,00	0,00	3,76	4,24	6,29
Inst. Estadual de Educação	1,87	2,12	1,56	1,48	1,70	2,08	1,80
Escola Técnica Federal	1,08	0,89	1,16	1,22	1,13	1,34	1,32
UFSC	5,85	5,51	6,07	6,69	6,50	7,45	7,73
UDESC	4,68	4,84	3,72	4,48	4,28	4,79	5,09
Hospital Universitário	7,83	9,04	9,74	10,16	9,49	10,57	10,90
Hospital de Caridade			6,41	7,03	6,64	6,87	7,31
Hopital Regional	24,81	28,53	27,67	30,13	30,50	37,06	35,18
Hospital Celso Ramos	7,70	8,31	9,47	10,50	10,75	8,59	10,62
Hospital Florianópolis	6,94	8,17	6,22	7,59	7,16	8,17	7,95
Hosp. Infantil Joana de Gusmão	9,57	9,59	9,59	10,46	9,84	7,67	10,59
Hospital Nereu Ramos	2,86	2,66	2,66	3,14	2,78	2,64	2,41
Maternidade Carmela Dutra	17,02	19,20	18,98	22,25	19,64	18,44	17,45
Angeloni - Capoeiras	0,42		0,44	0,44	0,44	0,46	0,50
Angeloni - Esteves Jr.	10,48	11,55	11,55	11,33	11,55	10,70	13,07
Angeloni - Beira Mar Norte	7,97	8,22	8,22	8,43	8,15	8,22	9,03
Imperatriz	11,02	9,94	12,08	12,28	11,43	11,11	12,99
Lojas Americanas	29,60	23,40	27,20	27,60	27,20	29,60	36,00
Hotel Castelmar	6,16	3,83	3,75	3,61	4,58	5,99	7,37
Hotel Cambirela	3,42	2,64	3,20	3,75	3,20	2,98	4,08
Hotel Valerim Plaza	2,45	1,45	1,89	2,00	1,89	2,31	2,50
Baia Norte Palace Hotel	5,51	4,09	4,80	4,45	4,80	4,98	7,29
Hotel Faial	12,60	12,10	14,98	15,61	14,98	13,71	15,57
Hotel Diplomata	7,02	7,35	8,65	9,02	8,43	8,43	11,45
Hotel Ivoram	6,51	5,16	7,27	6,99	7,27	6,16	6,21
Motel Meimbipe	6,80	6,74	8,03	7,46	8,03	6,28	6,57
Passion Motel	3,90	4,57	5,18	5,72	5,18	4,17	4,26

Observação: As áreas hachuradas representam o período seco e as outras o período úmido.



EDIFÍCIOS	Dezembro/93	Janeiro/94	Fevereiro/94	Março/94	Abril/94	Maior/94	Junho/94
Assembléia Legislativa	4,01	10,63	7,84	6,71	5,82	1,18	0,67
Tribunal de Contas	4,86	9,06	8,34	7,50	8,40	6,78	6,36
Tribunal de Justiça	6,46	17,10	12,82	11,26	13,55	10,44	10,31
Fórum	6,63	18,62	12,26	10,58	13,87	10,41	9,97
Edifício das Secretarias	4,72	10,99	7,95	6,96	7,06	5,62	5,32
Edifício das Diretorias	3,03	7,17	5,63	4,91	5,29	4,18	3,97
Secretaria de Saúde	1,36	3,73	3,16	0,00	0,50	0,00	0,84
Secretaria de Educação	5,06	11,60	8,93	8,26	8,66	6,93	6,53
Palácio do Governo	1,19	3,24	2,13	2,05	2,25	1,44	1,62
CELESC	15,01	13,71	13,65	15,38	10,87	12,43	9,53
ELETROSUL	20,09	17,60	16,53	17,94	14,27	15,68	14,67
TELESC	28,57	20,98	5,64	28,57	18,22	19,10	16,26
EMBRATEL	29,64	30,61	23,77	27,68	29,96	25,40	23,12
CASAN	13,30	12,17	10,86	13,07	9,97	8,49	5,09
CIASC	1,82	1,84	1,53	1,74	1,33	1,15	1,01
CIC	3,02	8,54	5,73	6,47	6,52	5,78	6,10
Terminal Rita Maria	3,56	11,37	7,90	5,87	8,55	6,47	7,58
BESC	6,49	5,55	5,06	6,04	1,16	0,49	0,27
Banco do Brasil	17,63	14,89	14,67	15,81	12,64	13,63	11,97
Caixa Econômica Federal	7,62	6,83	6,92	7,91	4,99	5,91	4,35
Inst. Estadual de Educação	0,98	1,49	0,96	1,65	2,01	1,70	1,99
Escola Técnica Federal	0,80	1,34	0,82	1,27	1,43	1,11	1,33
UFSC	5,47	9,72	5,83	7,39	8,09	6,37	7,20
UDESC	2,95	5,14	4,02	4,58	5,60	4,63	4,68
Hospital Universitário	4,32	13,78	11,69	8,42	12,43	10,14	11,61
Hospital de Caridade	414,82	5,89	7,35	9,09	3,62	0,00	0,00
Hospital Regional	12,44	48,96	32,35	26,44	34,26	8,18	31,80
Hospital Celso Ramos	5,95	18,46	12,33	10,89	15,36	8,94	13,80
Hospital Florianópolis	4,77	14,17	10,41	8,24	10,05	7,37	8,02
Hosp. Infantil Joana de Gusmão	5,79	18,75	12,83	10,94	13,47	7,68	10,30
Hospital Nereu Ramos	1,21	3,84	2,86	2,33	3,14	2,61	3,17
Maternidade Carmela Dutra	8,29	27,49	17,35	16,25	20,84	14,40	19,64
Angeloni - Capoeiras	0,62	0,59	0,58	0,62	0,45	0,46	0,46
Angeloni - Esteves Jr.	15,67	15,89	13,03	14,91	13,83	10,97	11,06
Angeloni - Beira Mar Norte	10,87	11,09	10,86	11,65	8,81	8,12	8,23
Imperatriz	12,86	13,34	12,02	12,32	13,21	11,72	11,72
Lojas Americanas	40,20	41,00	36,40	38,40	37,20	32,60	31,80
Hotel Castelmar	7,51	8,81	8,96	8,86	6,53	6,23	4,55
Hotel Cambirela	4,19	4,96	4,52	4,41	4,19	3,09	2,98
Hotel Valerim Plaza	3,31	5,28	5,09	3,56	5,11	2,00	2,47
Baia Norte Palace Hotel	8,54	9,78	9,07	8,54	7,65	5,51	4,98
Hotel Faial	16,02	11,45	21,64	14,04	12,75	10,60	10,04
Hotel Diplomata	11,38	13,11	14,39	12,38	12,46	9,83	8,67
Hotel Ivoram	6,16	8,06	10,13	6,85	6,03	4,49	4,73
Motel Meimbipe	6,80	8,17	7,37	6,82	6,42	5,36	5,43
Passion Motel	4,70	6,04	4,98	4,71	4,26	3,59	3,85

Observação: As áreas hachuradas representam o período seco e as outras o período úmido

## Anexo 2

**Anexo 2:** Demanda de energia elétrica em 24 prédios dos setores público e comercial (subdividido em: hotéis, motéis e bancos). As demandas são apresentadas de acordo com os períodos seco e úmido e os horários de ponta e fora-de-ponta para os prédios que têm tarifa horosazonal.



Demanda de Energia Elétrica (kW) - Setores Comercial / Público Edifício: Caixa Econômica Federal Sub-Sector: Bancos													
Seco		Umido		Seco		Umido		Seco		Umido		Seco	
Jul/91 a Nov/91		Dez/91 a Abr/92		Mai/92 a Nov/92		Dez/92 a Abr/93		Mai/93 a Nov/93		Dez/93 a Abr/94		Mai/94 a Jun/94	
Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida
94	224	329	281	180	312	312	308	293	348	348	302	318	318
101	224	331	281	154	346	346	308	308	331	331	185	318	318
106	224	322	281	98	348	348	308	106	367	367			
238	238	302	281	101	343	343	308	149	374	374			
266	266	286	281	115	362	362	308	113	302	302			
			245	245			308	206					
			293	293			317	317					

Demanda de Energia Elétrica (kW) - Setores Comercial / Público Edifício: Palácio do Governo Sub-Sector: Administração Pública													
Seco		Umido		Seco		Umido		Seco		Umido		Seco	
Jul/91 a Nov/91		Dez/91 a Abr/92		Mai/92 a Nov/92		Dez/92 a Abr/93		Mai/93 a Nov/93		Dez/93 a Abr/94		Mai/94 a Jun/94	
Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida
35	42	37	42	40	39	39	39	39	39				
38	42	44	44	37	43	43	37	37	37				
38	42	38	42	36	37	35	37						
38	42	43	43	39	36	37	37						
35	42	40	40	43	39	39	39						
				37	37								
				42	42								

Horário  
Fora de  
Ponta

Demanda de Energia Elétrica (kW) - Setores Comercial / Público Edifício: Fórum - Florianópolis Sub-Sector: Administração Pública													
Seco		Umido		Seco		Umido		Seco		Umido		Seco	
Jul/91 a Nov/91		Dez/91 a Abr/92		Mai/92 a Nov/92		Dez/92 a Abr/93		Mai/93 a Nov/93		Dez/93 a Abr/94		Mai/94 a Jun/94	
Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida
452	550	589	600	502	550	528	600	525	550	560	560	563	563
452	550	573	600	482	550	550	600	493	550	557	557	545	550
497	550	563	600	462	550	552	600	433	550	577	577		
482	550	552	600	422	550	582	600	444	550	535	550		
522	550	556	600	498	550	583	600	444	550	607	607		
				495	550			494	449				
				546	550			542	550				
260	450	507	507	325	450	387	500	335	450	522	450	332	450
300	450	565	500	405	450	540	540	346	450	525	450	321	450
332	450	544	544	245	450	506	506	266	450	554	450		
442	450	535	535	237	450	529	529	249	450	526	450		
517	450	513	513	396	450	501	501	249	450	517	517		
				371	450			550	450				
				486	450			499	450				

Demanda de Energia Elétrica (kW) - Setores Comercial / Público Edifício: Assembleia Legislativa Sub-Sector: Administração Pública													
Seco		Umido		Seco		Umido		Seco		Umido		Seco	
Jul/91 a Nov/91		Dez/91 a Abr/92		Mai/92 a Nov/92		Dez/92 a Abr/93		Mai/93 a Nov/93		Dez/93 a Abr/94		Mai/94 a Jun/94	
Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida
298	392	461	461	288	424	365	424	384	424	490	490	96	424
96	392	499	499	288	424	442	442	250	424	499	499	48	424
278	392	413	424	288	424	480	480	192	424	346	424		
422	480	480	480	192	424	480	480	211	424	499	499		
346	392	480	480	230	424	499	499	269	424	432	432		
				250	424			288	424				
				403	424			480	480				

Demanda de Energia Elétrica (kW) - Setores Comercial / Público Edifício: Tribunal de Justiça Sub-Sector: Administração Pública													
Seco	Umido		Seco		Umido		Seco		Umido		Seco		Períodos
	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	
Jul/91 a Nov/91	206	450	534	450	484	450	550	518	607	450	517	450	Horário Fora de Ponta
	211	450	634	450	560	450	560	383	616	450	426	450	
	240	450	634	450	612	450	550	280	675	450			
	534	450	609	450	636	450	550	279	642	450			
	405	450	570	450	606	450	550	390	590	450			
								388					
								590					
	206	300	451	350	429	300	350	418	477	300	397	317	Horário de Ponta
	228	300	570	350	474	321	350	320	508	300	317	300	
	213	300	562	350	494	300	350	272	553	300			
	360	300	515	350	505	300	350	274	528	300			
	349	300	484	350	502	300	350	294	472	300			
								450					
								510					

Demanda de Energia Elétrica (kW) - Setores Comercial / Público Edifício: Tribunal de Contas Sub-Sector: Administração Pública													
Seco	Umido		Seco		Umido		Seco		Umido		Seco		Períodos
	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	
Jul/91 a Nov/91	133	306	335	318	356	356	331	331	367	367	284	346	Não Horasazonal
	137	306	360	318	382	382	331	331	389	389	209	346	
	151	306	374	318	367	367	158	389	389	389			
	367	367	349	318	374	374	133	325	385	385			
	320	320	328	318	371	371	325	371	371	371			
							252	325					
							407	407					

Demanda de Energia Elétrica (kW) - Setores Comercial / Público Edifício das Secretarias do Estado Sub-Sector: Administração Pública													
Seco	Umido		Seco		Umido		Seco		Umido		Seco		Periodos
	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	
Jul/91 a Nov/91	162	321	364	364	346	331	346	310	318	364	364	263	346
	158	321	407	407	346	374	374	310	318	407	407	173	346
	202	321	392	392	346	364	364	158	318	378	378		
	353	353	367	367	346	356	356	151	318	360	360		
	374	374	338	346	346	367	367	144	318	331	346		
					288	346		252	318				
					360	360		364	364				
													Não Horasazonal

Demanda de Energia Elétrica (kW) - Setores Comercial / Público Edifício das Diretoarias Sub-Sector: Administração Pública													
Seco	Umido		Seco		Umido		Seco		Umido		Seco		Periodos
	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	
Jul/91 a Nov/91	101	343	238	238	275	252	275	288	288	295	295	216	272
	101	343	324	324	275	310	310	137	281	310	310	166	272
	101	343	317	317	275	331	331	101	281	320	320		
	230	343	275	275	275	317	317	108	281	317	317		
	274	274	317	317	275	317	317	137	281	281	281		
					173	275		158	281				
					281	281		295	295				
													Não Horasazonal





Demanda de Energia Elétrica (kW) - Setores Comercial / Público														
Edifício: CIASC														
Sub-Setor: Serviço Público														
Seco	Umido		Seco		Umido		Seco		Umido		Seco		Umido	
	Jul/91 a Nov/91	Dez/91 a Abr/92	Mai/92 a Nov/92	Dez/92 a Abr/93	Mai/93 a Nov/93	Dez/93 a Abr/94	Mai/94 a Jun/94	Períodos	Jul/91 a Nov/91	Dez/91 a Abr/92	Mai/92 a Nov/92	Dez/92 a Abr/93	Mai/93 a Nov/93	Dez/93 a Abr/94
Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida
41	48	62	62	53	61	61	61	42	55	59	59	43	56	56
44	48	55	55	53	65	65	65	34	55	60	60	34	56	56
46	48	57	57	53	59	59	59	38	55	66	66			
56	56	60	60	53	62	62	62	45	55	59	59			
57	57	52	53	53	57	57	57	40	55	51	56			
				41				38	55					
				55				57	57					

Demanda de Energia Elétrica (kW) - Setores Comercial / Público														
Edifício: ELETROSUL														
Sub-Setor: Serviço Público														
Seco	Umido		Seco		Umido		Seco		Umido		Seco		Umido	
	Jul/91 a Nov/91	Dez/91 a Abr/92	Mai/92 a Nov/92	Dez/92 a Abr/93	Mai/93 a Nov/93	Dez/93 a Abr/94	Mai/94 a Jun/94	Períodos	Jul/91 a Nov/91	Dez/91 a Abr/92	Mai/92 a Nov/92	Dez/92 a Abr/93	Mai/93 a Nov/93	Dez/93 a Abr/94
Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida
1268	2000	1656	2000	1800	1800	1800	1800	1367	1800	1556	1800	1454	1800	1800
1309	2000	1656	2000	1800	1800	1800	1800	1287	1800	1372	1800	1259	1800	1800
1323	2000	1662	2000	1800	1800	1800	1800	1235	1800	1507	1800			
1618	2000	1929	2000	1800	1800	1800	1800	1270	1800	1531	1800			
1609	2000	1887	2000	1800	1800	1800	1800	1274	1800	1460	1800			
				1800				1349	1800					
				1800				1509	1800					





Demanda de Energia Elétrica (kW) - Setores Comercial / Público													
Edifício: Hotel Cambirela Sub-Sector: Hotel													
Seco	Úmido		Seco		Úmido		Seco		Úmido		Seco		Períodos
	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	
Jul/91 a Nov/91													Mai/94 a Jun/94
	154	192	134	188	134	188	115	155	134	155	125	115	
	192	188	173	188	173	188	115	155	134	155	115	125	
77	192	188	182	188	182	188	115	155	115	147			
115	221	188	173	188	173	173	115	155	125	147			
134	182	188	173	188	173	173	115	155	115	115			
		106		188			115	155					
		115		188			115	155					

Demanda de Energia Elétrica (kW) - Setores Comercial / Público													
Edifício: Castelmar Hotel Sub-Sector: Hotel													
Seco	Úmido		Seco		Úmido		Seco		Úmido		Seco		Períodos
	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	
Jul/91 a Nov/91													Mai/94 a Jun/94
277	500	421	500	332	500	372	500	414	500	370	500	366	330
263	500	458	500	301	500	421	500	302	500	488	500	359	359
446	500	465	500	291	500	453	500	279	500	469	500		
365	500	412	500	300	500	383	500	251	500	422	500		
337	500	344	500	305	500	434	500	300	500	409	500	420	
				393	500		500	400	500		500		
				360	500		500	376	500		500		

Demanda de Energia Elétrica (kW) - Setores Comercial / Público Edifício: Hotel Diploma Sub-Sector: Hotel													
Seco	Umido		Seco		Umido		Seco		Umido		Seco		Períodos
	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	
Jul/91 a Nov/91													Mai/94 a Jun/94
82	111	108	111	92	82	109	128	128	108	122	82	111	
72	111	108	111	92	144	144	131	108	108	117	79	111	
74	111	108	108	128	138	138	130	121	121	121			
79	111	108	108	128	105	122	128	115	115	115			
84	111	79	92	109	128	128	66	95	95	111			
				62	109		72						
				79	109		105						
84	148	85	148	74	80	80	80	80	80	80	85	85	
83	148	85	148	74	80	80	80	80	80	80	90	90	
84	148	82	148	79	80	80	82	89	89	89			
85	148	82	148	82	80	80	80	87	87	87			
85	148	74	148	82	82	82	80	82	82	82			
				82	82		80						
				82			80						
				82	82		80						

Demanda de Energia Elétrica (kW) - Setores Comercial / Público Edifício: Hotel Diploma Sub-Sector: Hotel													
Seco	Umido		Seco		Umido		Seco		Umido		Seco		Períodos
	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	Faturada	Medida	
Jul/91 a Nov/91													Mai/94 a Jun/94
148	211	209	209	230	194	230	216	233	248	248	222	226	
137	211	252	252	230	259	259	166	233	256	256	184	226	
148	211	270	270	230	274	274	173	233	266	266			
158	211	202	230	230	216	233	158	233	261	261			
155	211	158	230	230	245	245	192	233	254	254			
				230	166	230	184	233					
				194	194	230	230	233					





## Anexo 3

**Anexo 3:** Banco de dados sobre as características arquitetônicas e construtivas de 14 prédios que têm características de uso de escritórios (prédios públicos e bancos). Apresenta um total de 51 informações adquiridas em pesquisa de campo. As informações básicas são a respeito de: descrição básica das áreas, altura, orientação e forma, paredes, coberturas, aberturas, ocupação, iluminação artificial e equipamentos condicionadores de ar.



Nome do Edifício	Assembléa Legislativa	Fórum - Florianópolis	Edifício das Secretarias
Setor	Público	Público	Público
Sub-setor	****	****	****
Razão de forma do edifício	Irregular	Circular	Irregular
Área total construída (m2)	11382	9610	7241,18
Área total do pavto tipo (m2)	882	537,92	926,58
Número de pavimentos	5	12	9
Número de pavimentos tipo	4	10	5
Número de elevadores	3	2	2
Orientação da pior situação de fachada	Oeste	****	Sul
Área com ar condicionado (m2)	4224,5	7207,5	5328,1
Porcentagem da área com ar condicionado	37%	75%	74,00%
Códigos dos ramais na CELESC	01-1-01-17-01-280000-65	01-1-01-17-01-580000-71 01-1-01-17-01-580009-00	01-1-01-17-01-078000-89
Consumo médio - per. seco (kWh/m2.mês)	4,98	6,38	9,94
Consumo médio - per. úmido (kWh/m2.mês)	6,92	9,83	15,56
Maior consumo - período seco (kWh/m2.mês)	6,28	8,81	18,02
Mês e ano que ocorre o maior consumo	novembro/1993	novembro/1993	junho/1993
Maior consumo - per. úmido (kWh/m2.mês)	10,63	14,86	32
Mês e ano que ocorre o maior consumo	janeiro/1994	janeiro/1992	janeiro/1992
<b>Paredes</b>			
Transmitância térmica (W/m2 . C)	3,52	5,76	2,08
Absorção solar	0,75	0,86	0,4
Massa (kg/m2) ou densidade superficial	360	20	540
Material	concreto	vidro	alvenaria
Espessura (cm)	15	4 mm	30
<b>Cobertura</b>			
Transmitância Térmica (W/m2 . C) - U verão	0,66	2,56	1,69
U inverno	0,7	3,23	2
Absorção solar	0,9	0,6	0,8
Material	Laje impermeabilizada	Fibra de vidro - azul	Fibro cimento - 8mm
<b>Janelas</b>			
WWR	72%	100%	32%
Tipo de vidro	Comum - 5mm	Absorvente - escuro	comum - 6mm
Transmitância Térmica (W/m2 . C)	5,72	5,76	5,7
Fator Solar	0,86	0,66	0,86
Sombreamento externo	Brises	****	****
Sombreamento externo - entomo	****	****	****

Nome do Edifício	Assembleia Legislativa	Fórum - Florianópolis	Edifício das Secretarias
<b>Ocupação</b>			
Densidade (pessoas/m <sup>2</sup> )	0,27	0,03	0,15
Horário de expediente	7:30 às 19:30	13:00 às 19:00	7:00 às 19:00
Horário que equip. são ligados-seco	10 horas	7:30	12:00
Horário que equip. são desligados - seco	15 horas	19:00	13:00
Horário que equip. são ligados - úmido	10 horas	10:30	7:00
Horário que equip. são desligados - úmido	18 horas	17:00	18:30
<b>Iluminação</b>			
Potência Instalada (kW)	186,61	100	174,44
Utilização Mensal da Potencia Instalada	80%	90%	90%
Consumo (kWh/mês)	32211,06	23000	33888,72
Porcentagem de lâmpadas fluorescentes	88%	98%	92,00%
Porcentagem de lâmpadas incandescentes	12%	2%	8%
Iluminação Natural	Pouco aproveitada	Pouco aproveitada	Pouco aproveitada
<b>Condição do espaço ocupado</b>			
Temperatura programada para o ar cond.( C)	23	24	24
<b>Equipamentos de Ar Condicionado</b>			
Tipo	Parede e central	Parede e central	Parede
Capacidade (kW)	320,28	140,02	294,17
Est. do consumo (kWh/m <sup>2</sup> .mês) - seco	1,01	3,4	4,14
Est. do consumo (kWh/m <sup>2</sup> .mês) - úmido - média	2,35	6,85	9,73
Est. do consumo (kWh/m <sup>2</sup> ) - úmido - maior	6,65	11,88	*****

Nome do Edifício	Edifício das Diretorias	Secretaria de Educação	ELETROSUL
Setor	Público	Público	Público
Sub-setor	****	Serviços	Serviços
Razão de forma do edifício	Irregular	1:01	1:01
Área total construída (m2)	8437	7203	25600
Área total do pavto tipo (m2)	715	324	****
Número de pavimentos	13	12	5
Número de pavimentos tipo	11	11	****
Número de elevadores	4	3	2
Orientação da pior situação de fachada	Sul	Oeste	Leste
Área com ar condicionado (m2)	7009	5295	18600
Porcentagem da área com ar condicionado	83%	74%	73%
Códigos dos ramais na CELESC	01-1-01-17-01-166000-62	01-1-01-17-01-136000-29	01-1-01-19-01-300000-04 01-1-01-19-01-300009-34
Consumo médio - período seco (kWh/m2)	3,77	5,87	15,84
Consumo médio - período úmido (kWh/m2)	5,84	8,38	18,08
Maior consumo - período seco (kWh/m2)	4,74	7,6	18,47
Mês e ano que ocorre o maior consumo	novembro/1992	novembro/1993	maio/1993
Maior consumo - período úmido (kWh/m2)	11,26	11,6	21,4
Mês e ano que ocorre o maior consumo	abril/1992	janeiro/1994	março/1993
<b>Paredes</b>			
Transmitância térmica (W/m2 . C)	2,08	3,52	3,52
Absorção solar	0,4	0,75	0,4
Massa (kg/m2) ou densidade superficial	540	360	360
Material	Alvenaria	Concreto armado	Concreto com pintura
Espessura (cm)	30	15	15
<b>Cobertura</b>			
Transmitância Térmica (W/m2 . C) - U verão	2,08	2,44	0,78
U inverno	2,56	3,03	1,06
Absorção solar	0,8	0,9	0,7
Material	Fibro cimento - 6mm	Laje impermeabilizada	Laje com placa de sombreamento
<b>Janelas</b>			
WWR	63%	90%	97%
Tipo de vidro	comum - 4mm	transparente - 4mm	temperado - 10 mm
Transmitância Térmica (W/m2 . C)	5,76	5,76	5,58
Fator Solar	0,86	0,86	0,86
Sombreamento externo	brises pouco eficientes	****	brises
Sombreamento externo - entomo	prédios vizinhos	****	****

Nome do Edifício	Edifício das Diretorias	Secretaria de Educação	ELETROSUL
<b>Ocupação</b>			
Densidade (pessoas/m <sup>2</sup> )	0,31	0,12	0,07
Horário de expediente	7:00 às 22:00 horas	7:00 às 20:30	7:30 às 18:30
Horário que equip. são ligados-seco	10:00	10:00	11:00
Horário que equip. são desligados - seco	17:00	17:00	13:00
Horário que equip. são ligados - úmido	7:00	7:00	6:00
Horário que equip. são desligados - úmido	21:00	20:00	17:30
<b>Iluminação</b>			
Potência Instalada (kW)	95,23	266,32	1261,4
Utilização Mensal da Potencia Instalada	60%	50%	70%
Consumo (kWh/mês)	15439,71	32341,47	174848
Porcentagem de lâmpadas fluorescentes	100	100%	100%
Porcentagem de lâmpadas incandescentes	****	*****	****
Iluminação Natural	não é aproveitada	pouco aproveitada	pouco aproveitada
<b>Condição do espaço ocupado</b>			
Temperatura programada para o ar cond.( C)	24	25	24
<b>Equipamentos de Ar Condicionado</b>			
Tipo	Parede	Parede	Central
Capacidade (kW)	419,17	175,82	630
Est. do consumo (kWh/m <sup>2</sup> ) - seco	0,84	0,41	1,33
Est. do consumo (kWh/m <sup>2</sup> ) - úmido - média	2,91	2,89	3,57
Est. do consumo (kWh/m <sup>2</sup> ) - úmido - maior	8,33	6,43	6,89

Nome do Edifício	Palácio do Governo	Tribunal de Contas	Caixa Econômica Federal
Setor	Público	Público	Comercial
Sub-setor	****	****	Banco
Razão de forma do edifício	Irregular	Irregular	Irregular
Área total construída (m2)	6126,7	6000	7567,05
Área total do pavto tipo (m2)	1478,75	****	480
Número de pavimentos	5	4	14
Número de pavimentos tipo	2	****	11
Número de elevadores	****	2	3
Orientação da pior situação de fachada	Sul	Sul	Oeste
Área com ar condicionado (m2)	2345,12	5793,75	5857,17
Porcentagem da área com ar condicionado	38,27704964	87%	77,40%
Códigos dos ramais na CELESC	01-1-01-17-01-360000-01	01-1-01-17-01-728000-24	01-1-01-19-01-070000-01
Consumo médio - período seco (kWh/m2)	3,6	5,08	4,11
Consumo médio - período úmido (kWh/m2)	3,65	7,24	6,49
Maior consumo - período seco (kWh/m2)	4,55	7,95	6,29
Mês e ano que ocorre o maior consumo	setembro/1992	maio/1992	novembro/93
Maior consumo - período úmido (kWh/m2)	5,66	10,37	8,63
Mês e ano que ocorre o maior consumo	janeiro/1992	janeiro/1992	fevereiro/1992
<b>Paredes</b>			
Transmitância térmica (W/m2 . C)	3,52	3,52	2,93
Absorção solar	0,4	0,75	0,4
Massa (kg/m2) ou densidade superficial	360	360	195
Material	concreto	concreto	Alvenaria
Espessura (cm)	15	15	15
<b>Cobertura</b>			
Transmitância Térmica (W/m2 . C) - U verão	0,46	1,49	3,01
U inverno	0,36	1,65	3,73
Absorção solar	0,8	0,8	0,7
Material	Laje impermeabilizada + fibra c de 8mm	laje imp. e cimen. amianto+ laje e argila expandida+ telha tipo TERMOSIP	piso cerâmico+laje imperm.
<b>Janelas</b>			
WWR	69%	69%	16%
Tipo de vidro	comum - 4mm	fumê - 4mm	comum - 4mm
Transmitância Térmica (W/m2 . C)	5,76	5,76	5,76
Fator Solar	0,86	0,66	0,86
Sombreamento externo	brises	****	****
Sombreamento externo - entomo	****	****	prédios vizinhos

Nome do Edifício	Palácio do Governo	Tribunal de Contas	Caixa Econômica Federal
<b>Ocupação</b>			
Densidade (pessoas/m2)	0,07	0,08	0,05
Horário de expediente	7:00 às 21:00	8:00 às 21:30	8:00 às 17:30
Horário que equip. são ligados-seco	11:00	13:00	12:00
Horário que equip. são ligados - seco	13:00	17:00	13:00
Horário que equip. são ligados - úmido	7:00	9:00	8:00
Horário que equip. são desligados - úmido	21:00	21:00	18:30
<b>Iluminação</b>			
Potência Instalada (kW)	80,81	68,18	130,69
Utilização Mensal da Potencia Instalada	60%	80%	70%
Consumo (kWh/mês)	12375,93	12780	11047,89
Porcentagem de lâmpadas fluorescentes	100%	100%	95%
Porcentagem de lâmpadas incandescentes	*****	*****	5%
Iluminação Natural	pouco aproveitada	pouco aproveitada	pouco aproveitada
<b>Condição do espaço ocupado</b>			
Temperatura programada para o ar cond.( C)	24	24	24
<b>Equipamentos de Ar Condicionado</b>			
Tipo	Parede e central	Parede e central	Parede
Capacidade (kW)	331,21	213,97	402
Est. do consumo (kWh/m2) - seco	1,38	2,13	1,35
Est. do consumo (kWh/m2) - úmido - média	1,43	4,17	3,73
Est. do consumo (kWh/m2) - úmido - maior	3,42	7,42	5,87

Nome do Edifício	Banco do Brasil	BESC	CELESC
Setor	Comercial	Comercial	Público
Sub-setor	Banco	Banco	Serviços
Razão de forma do edifício	Irregular	Irregular	Irregular
Área total construída (m2)	6690	3664,44	21404
Área total do pavto tipo (m2)	610	498,32	*****
Número de pavimentos	11	8	5
Número de pavimentos tipo	8	7	*****
Número de elevadores	4	4	3
Orientação da pior situação de fachada	Oeste	leste	Oeste
Área com ar condicionado (m2)	4000	3389,85	18857,35
Porcentagem da área com ar condicionado	59,79	92,51	88%
Códigos dos ramais na CELESC	01-1-01-19-01-050000-12 01-1-01-19-01-050009-50	01-1-01-18-01-10000	adquir com Eng. Joaquim Não dispõe de ramal
Consumo médio - período seco (kWh/m2)	13,09	2,58	9,71
Consumo médio - período úmido (kWh/m2)	17,25	5,54	13,56
Maior consumo - período seco (kWh/m2)	16,23	4,07	13,67
Mês e ano que ocorre o maior consumo	novembro/1993	novembro/1993	novembro/93
Maior consumo - período úmido (kWh/m2)	18,57	7,38	16,6
Mês e ano que ocorre o maior consumo	janeiro/1992	fevereiro/1992	março/93
<b>Paredes</b>			
Transmitância térmica (W/m2 . C)	2,08	2,08	1,62
Absorção solar	0,7	0,75	0,8
Massa (kg/m2) ou densidade superficial	540	540	119
Material	Alvenaria	Alvenaria	concreto e poliuretano
Espessura (cm)	30	30	15 cm + 30 mm
<b>Cobertura</b>			
Transmitância Térmica (W/m2 . C) - U verão	2,26	1,05	1,1
U inverno	2,93	1,37	1,4
Absorção solar	0,8	0,5	0,6
Material	fibro cimento - 8mm	amianto/alumínio	zinco - 2mm e camada de brita
<b>Janelas</b>			
WWR	50%	67%	69,00%
Tipo de vidro	comum - 4mm	comum - 4mm	fumê-4mm
Transmitância Térmica (W/m2 . C)	5,76	5,76	5,76
Fator Solar	0,86	0,86	0,66
Sombreamento externo	brises móveis de alumínio	****	brises de concreto
Sombreamento externo - entorno	****	prédios vizinhos	*****

Nome do Edifício	Banco do Brasil	BESC	CELESC
<b>Ocupação</b>			
Densidade (pessoas/m2)	0,36	0,55	0,06
Horário de expediente	8:00 às 21:00	8:00 às 21:00	7:30 às 17:30
Horário que equip. são ligados-seco	9:00	9:00	*****
Horário que equip. são desligados - seco	15:00	15:00	*****
Horário que equip. são ligados - úmido	8:00	8:00	7:00:00 + 21:00
Horário que equip. são desligados - úmido	21:00	21:00	17:30 + 6:00
<b>Iluminação</b>			
Potência Instalada (kW)	250,11	*****	758,39
Utilização Mensal da Potencia Instalada	90%	*****	80%
Consumo (kWh/mês)	52717,2	*****	109160,4
Porcentagem de lâmpadas fluorescentes	94%	*****	92%
Porcentagem de lâmpadas incandescentes	6%	*****	8%
Iluminação Natural	pouco aproveitada	não é aproveitada	pouco aproveitada
<b>Condição do espaço ocupado</b>			
Temperatura programada para o ar cond.( C)	24	24	24
<b>Equipamentos de Ar Condicionado</b>			
Tipo	Central para cada andar	Parede e central	Central -Banco de Gelo
Capacidade (kW)	156,1		840
Est. do consumo (kWh/m2) - seco	2,52	*****	3,13
Est. do consumo (kWh/m2) - úmido - média	6,68	*****	6,98
Est. do consumo (kWh/m2) - úmido - maior	8	*****	10,02



Nome do Edifício	CASAN	EMBRATEL
Setor	Público	Público
Sub-setor	Serviços	Serviços
Razão de forma do edifício	Retangular - (23,1X25)	Retangular (26X28.5)
Área total construída (m <sup>2</sup> )	2681,12	5895,28
Área total do pavto tipo (m <sup>2</sup> )	573,2	*****
Número de pavimentos	6	9
Número de pavimentos tipo	2	*****
Número de elevadores	2	2
Orientação da pior situação de fachada	Oeste	Sul
Área com ar condicionado (m <sup>2</sup> )	1776,65	603,35
Porcentagem da área com ar condicionado	51,13%	89,77%
Códigos dos ramais na CELESC		
Consumo médio - período seco (kWh/m <sup>2</sup> )	6,88	25,31
Consumo médio - período úmido (kWh/m <sup>2</sup> )	12,08	28,91
Maior consumo - período seco (kWh/m <sup>2</sup> )	9,6	30,61
Mês e ano que ocorre o maior consumo	novembro/92	outubro/92
Maior consumo - período úmido (kWh/m <sup>2</sup> )	15,67	35,5
Mês e ano que ocorre o maior consumo	fevereiro/92	fevereiro/92
<b>Paredes</b>		
Transmitância térmica (W/m <sup>2</sup> . C)	5,76	2,08
Absorção solar	0,86	0,6
Massa (kg/m <sup>2</sup> ) ou densidade superficial	20	540
Material	Vidro comum	alvenaria
Espessura (cm)	4mm	30
<b>Cobertura</b>		
Transmitância Térmica (W/m <sup>2</sup> . C) - U verão	1,92	1,75
U inverno	2,33	2,1
Absorção solar	0,8	0,8
Material	Fibro Cimento - 3mm	Fibro cimento - 6mm + acimentado
<b>Janelas</b>		
WWR	90,00%	18,30%
Tipo de vidro	comum-4mm	comum-4mm
Transmitância Térmica (W/m <sup>2</sup> . C)	5,76	5,76
Fator Solar	0,86	0,86
Sombreamento externo	*****	*****
Sombreamento externo - entorno	muro vizinho até primeiro andar	*****

Nome do Edifício	CASAN	EMBRATEL
<b>Ocupação</b>		
Densidade (pessoas/m <sup>2</sup> )	0,06	0,02
Horário de expediente	8:00 às 18:00	8:00 às 17:30
Horário que equip. são ligados-seco	10:00	*****
Horário que equip. são desligados - seco	13:00	*****
Horário que equip. são ligados - úmido	8:00	7:30
Horário que equip. são desligados - úmido	18:00	18:00
<b>Iluminação</b>		
Potência Instalada (kW)	45,14	95,76
Utilização Mensal da Potencia Instalada	90%	80%
Consumo (kWh/mês)	9142,62	13794,96
Porcentagem de lâmpadas fluorescentes	89%	100%
Porcentagem de lâmpadas incandescentes	11%	*****
Iluminação Natural	pouco aproveitada	não é aproveitada
<b>Condição do espaço ocupado</b>		
Temperatura programada para o ar cond.( C)	24	24
<b>Equipamentos de Ar Condicionado</b>		
Tipo	Central e de Paredes	Central
Capacidade (kW)	218,72	423,5
Est. do consumo (kWh/m <sup>2</sup> ) - seco	2,52	13,04
Est. do consumo (kWh/m <sup>2</sup> ) - úmido - média	7,72	16,64
Est. do consumo (kWh/m <sup>2</sup> ) - úmido - maior	11,31	24,23