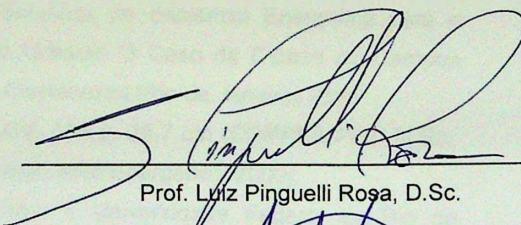


SOLUÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA O MEIO URBANO:  
O CASO DA CIDADE DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

Myrthes Marcele Farias dos Santos

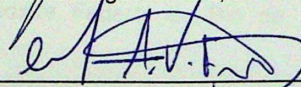
TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS  
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS  
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO  
ENERGÉTICO.

Aprovada por:



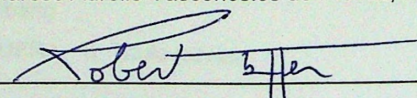
---

Prof. Luiz Pinguelli Rosa, D.Sc.



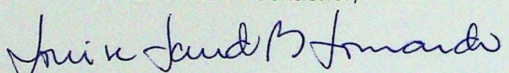
---

Prof. Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas, Ph.D.



---

Prof. Roberto Schaeffer, Ph.D.



---

Profa. Louise Land Bittencourt Lomardo, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL  
DEZEMBRO DE 2000

SANTOS, MYRTHES MARCELE FARIAS DOS

Soluções de Eficiência Energética para o  
Meio Urbano: O Caso da Cidade de Campos  
dos Goytacazes [Rio de Janeiro] 2000

XIV, 186 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc.,  
Planejamento Energético, 2000)

Tese – Universidade Federal do Rio de  
Janeiro, COPPE

1. Planejamento Energético
2. Desenho Urbano

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

"Para que o jogo urbano dê certo, é preciso que todos conheçam bem as cartas do baralho que está sendo usado e que sejam bem esclarecidas as regras para arrumá-las".

Carlos Nelson dos Santos

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Luiz Pinguelli Rosa, por toda a sua sensibilidade no trato do tema, orientação segura e nobreza de ensino.

Ao Professor Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas, pela ajuda na montagem da estrutura do estudo, retoques essenciais e palavras sempre contagiantes.

À Professora Louise Land Bittencourt Lomardo, pelas constantes trocas de idéias e contribuições fundamentais.

Ao Professor Roberto Schaeffer, por ter aceito participar da banca e contribuir para a melhoria do trabalho.

Ao Professor Emilio La Rovere, pelo apoio e dedicação iniciais.

Aos meus pais, família e Maurício, pelo estímulo e compreensão da minha ausência em alguns momentos.

Às amigas Engenheira Cláudia Maria Coimbra e Arquiteta Luciana Hamada, peças fundamentais durante o desenvolvimento do estudo, ajudando a “unir” planejamento urbano e energético.

Ao Engenheiro Ricardo Wargas, pela leitura dos capítulos e valiosos comentários ao longo do percurso.

Ao pessoal da Prefeitura de Campos, Luis Mario e sua maravilhosa equipe Isolda, Etevaldo, Sandra, Luis Carlos, Leila, Nei, à CamposLuz, especialmente Marcos, Renato e Arnaldo, à Secretaria de Obras, Rita, Silvana e Luis Fernando, e à todos os demais que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

Ao pessoal tão gentil de Campos, arquitetos Ronaldo Linhares e Jorge Renato Pereira Pinto, engenheiro Antônio Carlos, de FURNAS, Josimar e Franklin, do Terrazzo Hotel e Amaro, do SEBRAE-Campos.

As pessoas da CERJ que atenderam a minha solicitação: Srs. Alejandro Felice e João Carlos Curty.



À turma da área de desenvolvimento urbano do IBAM, Ana Lúcia La Rovere, pelo incentivo, Alberto Lopes e Nidia Rabi, pela troca de informações e empréstimo de livros, e Pedro Diogo, pelas dicas estatísticas e de cálculo.

À turma dos seminários de tese e do IVIG, pelas discussões: Maria Silvia, Elizabeth, Neilton, Luciana, Cristiano, Newton, Álvaro, Leonardo, Luciano, André, Marcelo, etc. E aos colegas Marcus Vinícius, Yukari, Luis Antônio e outros que em algum momento tiveram alguma participação. Muito Obrigada.

Ao Professor Marcos Estellita e Angela, pela ajuda nos cálculos e outros. Ao Professor Reinaldo Castro, pelo fornecimento de dados.

Às amigas arquitetas Helena Lacé e Simone Scofield, pela força na utilização do Cad e para a melhoria das ilustrações, e a jornalista Agnes Rissardo, pela revisão.

Aos bibliotecários(as) do CIDE, IPPUR, Geografia/UFRJ, IBAM, PPE, UENF, SEBRAE, UERJ, FIRJAN, CERJ, FGV, IBGE, PUC, pelo pronto atendimento e diversas dicas.

Ao CNPq, pela bolsa de estudos, sem a qual não teria sido possível a realização do mestrado e o desenvolvimento desta dissertação.

E a Deus, pois sem Ele nada seria possível.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

## SOLUÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO MEIO URBANO: O CASO DA CIDADE DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

Myrthes Marcelle Farias dos Santos

Dezembro/2000

Orientador: Luiz Pinguelli Rosa

Programa : Planejamento Energético

O aumento do consumo de eletricidade nos centros urbanos tem levado à necessidade de repensar a estruturação das cidades e como elas poderiam depender em menor escala desse bem tecnológico ao mesmo tempo se tornando locais mais salubres. Neste sentido, a unificação das ferramentas do planejamento urbano-arquitetônico e as do planejamento energético é de suma importância ao desenvolvimento de estratégias mais fundamentadas com relação ao nosso *habitat*. Esta dissertação tem por objetivo discutir o tema energia elétrica e cidades e propor soluções de eficiência energética para a redução do consumo de energia elétrica nas cidades brasileiras, enfatizando o papel do desenho urbano e arquitetônico na busca de um meio ambiente com mais qualidade.

A realização de um estudo de caso na cidade de Campos dos Goytacazes possibilitou constatar que estratégias inovadoras são perfeitamente viáveis bastando, para isso, um planejamento prévio mais sensível ao estilo de vida urbano. No estudo são sugeridas e analisadas as seguintes soluções para a área em questão, não excluindo outras medidas de menor impacto: implantação de um sistema eficiente de iluminação das vias, otimização energética na iluminação do setor residencial, substituição de chuveiros elétricos por coletores solares para aquecimento de água nos setores residencial de alto padrão e hoteleiro, revisão do Código de Obras de Campos e proposta de conjuntos habitacionais para baixa renda com baixo consumo energético. Segundo os cálculos realizados, se esse conjunto de medidas fosse executado resultaria em uma redução imediata de energia elétrica de, pelo menos, 5,4% do total atualmente consumido, além dos ganhos ambientais e sociais subseqüentes.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

SOLUTIONS FOR ENERGY EFFICIENCY IN URBAN AREAS:  
THE CASE OF CAMPOS DOS GOYTACAZES CITY

Myrthes Marcelle Farias dos Santos

December/2000

Advisor: Luiz Pinguelli Rosa

Department: Energy Planning

The increase of electricity consumption in the urban centers has created the need to rethink how cities are planned and how they could be less dependent on this technological asset, becoming, at the same time, healthier places. In that sense, the unification of tools for urban-architectural planning with those used for energy planning, is extremely important for the development of strategies better tailored for our *habitat*. This dissertation aims at discussing the issue of electric energy and cities and proposing solutions for energy efficiency in order to reduce the consumption of electricity in brazilian cities, emphasizing the role of the urban and architectural design in the search for an urban environment with better quality.

A case study carried out in the city of Campos de Goytacazes enabled the observation that innovative strategies are perfectly feasible, being only enough for them a previous planning, more sensitive to the urban life style. In this study, the following solutions for the area in question are suggested and analyzed, not excluding some other measures of less impact: effective implementation of an efficient public lighting system, energy optimization for lighting in the residential areas, replacement of electric showers for solar panels to produce hot water in high-standard residences and in hotels, revision of the Urban Construction Code of Campos and proposition of low-income housing projects with low energy consumption. According to calculations done, if this set of measures were really implemented the results would cause an immediate reduction of electric energy of at least 5.4% of the total amount currently consumed, in addition to the subsequent environmental and social gains.

# ÍNDICE

INTRODUÇÃO .....	01
CAPÍTULO 1 – MEIO URBANO, ENERGIA ELÉTRICA E EFICIÊNCIA .....	06
1.1. Energia Elétrica no Meio Urbano .....	08
1.2. O Desenvolvimento da Eletricidade nas Cidades Brasileiras .....	10
1.3. Uso da Energia Elétrica no Brasil .....	13
1.4. Programas Governamentais para a Eficiência Energética .....	15
1.5. Exemplos de Cidades que Possuem Projetos para Usar a Energia Elétrica com Eficiência .....	19
CAPÍTULO 2 – ESTRUTURA DO CONSUMO URBANO DE ELETRICIDADE NO BRASIL .....	25
2.1. Pequenas Indústrias Urbanas .....	28
2.2. Edificações Residenciais .....	30
2.2.1. Divisão por Classes Sociais .....	31
2.2.2. Consumo de Eletricidade e Tipologia da Arquitetura .....	33
2.2.3. Equipamentos Elétricos Existentes nas Casas .....	38
2.3. Estabelecimentos Comerciais e de Serviços .....	41
2.4. Equipamentos de Infra-estrutura Urbana .....	45
2.5. Espaços Externos .....	50
CAPÍTULO 3 - TIPOS DE SOLUÇÕES PARA UM MELHOR APROVEITAMENTO DA ENERGIA ELÉTRICA NAS CIDADES .....	54
3.1. Soluções Tecnológicas .....	55
3.1.1. Sistemas de Iluminação .....	57
3.1.2. Equipamentos Eficientes para Condicionamento Ambiental. ....	60
3.2. Soluções Gerenciais .....	65
3.3. Fontes Alternativas .....	68
3.4. Soluções de Desenho Urbano e Arquitetônico .....	74
3.4.1. Os Benefícios da Luz Natural .....	76
3.4.2. A Correta Ventilação para Climas Tropicais .....	81
3.5. Leis Urbanísticas .....	85

CAPÍTULO 4 – CARACTERIZAÇÃO GERAL DA CIDADE DE CAMPOS .....	99
4.1. Breve Histórico .....	101
4.2. Geografia Física .....	105
4.3. Evolução Demográfica .....	111
4.4. Atividades Econômicas .....	116
4.5. Análise Energética .....	125
4.5.1. Produção de Energia Elétrica em Campos e na Região Norte no Contexto do Estado do Rio de Janeiro .....	128
4.5.2. Consumo de Energia Elétrica no Município de Campos .....	133
CAPÍTULO 5 - SOLUÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A ÁREA URBANA DE CAMPOS .....	137
5.1. Estrutura do Consumo de Eletricidade da Área Urbana em Estudo ...	140
5.2. Soluções de Eficiência Energética e Economia de Energia Elétrica ...	145
5.2.1. Implantação de um Sistema Eficiente de Iluminação das Vias .....	145
5.2.2. Otimização Energética na Iluminação do Setor Residencial e Comercial .....	150
5.2.3. Implantação de Coletores Solares para Aquecimento de Água nos Setores Residencial Classe Alta e Hoteleiro .....	155
5.2.4. Revisão do Código de Obras de Campos .....	164
5.2.5. Proposta de Conjuntos Habitacionais para Baixa Renda com Baixo Consumo Energético .....	171
CONCLUSÃO .....	175
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	179

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.1 – Primeiro Poste do Brasil a Iluminar com Luz Elétrica, em Campos
- Figura 2.1 – Constituição Básica da Cidade
- Figura 2.2 – Residência da Família Sobral em Brasília
- Figura 2.3 – Casa à Rua Frei Caneca em São Paulo
- Figura 2.4 – Prédio na Praia de Boa Viagem em Niterói
- Figura 2.5 – Vila dos Ofícios em Curitiba
- Figura 2.6 – Sistema de Abastecimento de Água (esquema)
- Figura 3.1 – Evolução da Eficiência das Lâmpadas
- Figura 3.2 – Sensores de Ocupação
- Figura 3.3 – Carta Bioclimática Adotada para o Brasil
- Figura 3.4 – Carta Bioclimática de Belém
- Figura 3.5 – Radiação Solar Média no Brasil
- Figura 3.6 – Poste com Célula Fotovoltaica (experiência do CEPEL)
- Figura 3.7 – Sistema de Aquecimento de Água
- Figura 3.8 – Aquecimento de Edifícios (Efeito Estufa)
- Figura 3.9 – Templo Grego, Atenas
- Figura 3.10 – Igreja de Notre Dame de Ronchamp, França
- Figura 3.11 – Sistemas de Iluminação Zenital
- Figura 3.12 – A Ventilação Através dos Elementos Construídos
- Figura 3.13 – Espaço Entre as Porções do Tecido Urbano
- Figura 3.14 – Esquema de Sombreamento para Pedestres
- Figura 3.15 – Implantação de Rede de Iluminação Pública em Áreas Novas
- Figura 3.16 – Exemplo de um Traçado de Perímetro Urbano
- Figura 3.17 – Aproveitamento das Encostas para Delimitar Perímetro Urbano
- Figura 3.18 – Dimensões dos Lotes
- Figura 3.19 – Continuidade do Sistema Viário
- Figura 3.20 – Profundidade Máxima Admitida como Iluminada Naturalmente
- Figura 3.21 – Definição da Altura do Prisma de Ventilação e Iluminação - PVI
- Figura 4.1 – Mapa do Estado do Rio de Janeiro
- Figura 4.2 – Palácio do Comendador da Paraíba, hoje o Corpo de Bombeiros
- Figura 4.3 – Mapa do Município de Campos
- Figura 4.4 – Ventos no Estado do Rio de Janeiro
- Figura 4.5 – Distrito Industrial de Campos – CODIN
- Figura 4.6 – UTE Roberto Silveira, em Campos



Figura 5.1 – Foto de Parte da Área Urbana em Estudo

Figura 5.2 – Iluminação de Via Apresentando “zebramento”

Figura 5.3 – Disposição dos Postes nas Vias

Figura 5.4 – A Lâmpada Ilumina a Copa da Árvore Cortada em “V”  
na Rua Voluntários da Pátria, em Campos

Figura 5.5 – Equipamentos Especiais para Áreas Arborizadas

Figura 5.6 – Sistema de Aquecimento Solar do Hotel Terrazzo

Figura 5.7 – Hotéis de Diferentes Alturas na Zona Central

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 1.1 – Consumo Final por Fonte Secundária, Brasil – 1998
- Gráfico 2.1 – Distribuição das Micro, Pequenas e Médias Indústrias, por Região
- Gráfico 2.2 – Posse Média dos Principais Aparelhos
- Gráfico 4.1 – Taxas de Crescimento Anual da População, por Períodos
- Gráfico 4.2 – Distribuição do Pessoal Ocupado pelos Setores da Economia
- Gráfico 4.3 – Evolução da Dependência Externa de Energia – 1980/1997
- Gráficos 4.4 – Produção de Energia Primária por Região
- Gráficos 4.5 – Produção de Energia Secundária por Região
- Gráfico 4.6 – Consumo Final de Energia por Região
- Gráfico 4.7 – Consumo Final por Fontes na Região Norte
- Gráfico 4.8 – Perfil da Autoprodução de Energia Elétrica no Setor Energético do Rio de Janeiro – 1995
- Gráfico 4.9 – Evolução do Consumo de Eletricidade

## ÍNDICE DE TABELAS

- Tabela 1.1 – Crescimento da Capacidade Instalada e da População Urbana no Brasil – 1910/1996
- Tabela 2.1 – Consumo Médio de Eletricidade por Classes Sociais
- Tabela 2.2 – Consumo Energético Residencial x Tipo de Prédio (%)
- Tabela 2.3 – Participação do Consumo de Energia Elétrica no Brasil, por Nível de Renda, Segundo os Seus Usos (%)
- Tabela 2.4 – Taxas de Crescimento do Consumo de Eletricidade no Brasil e Regiões – 1996/1997 – (%)
- Tabela 3.1 – Classificação dos Climas Tropicais
- Tabela 4.1 – Áreas dos Distritos de Campos
- Tabela 4.2 – Radiação Solar Média Diária Mensal em Campos (kWh/m<sup>2</sup>.dia)
- Tabela 4.3 – Relação População Município / População Estado – 1996
- Tabela 4.4 – População em 1920 nas Principais Cidades
- Tabela 4.5 – Evolução da População de 1940 até 1970
- Tabela 4.6 – População por Distritos – 1996
- Tabela 4.7 – Área Colhida – 1997
- Tabela 4.8 – Produção Agrícola Permanente – 1996
- Tabela 4.9 – Produção Agrícola Temporária – 1996
- Tabela 4.10 – Efetivo do Rebanho (No. de cabeças) – 1997
- Tabela 4.11 – Atividades Industriais – 1997
- Tabela 4.12 – Produção Brasileira de Petróleo e Gás – 1995
- Tabela 4.13 – Número de Estabelecimentos e Pessoal Ocupado, Segundo os Gêneros de Comércio Varejista
- Tabela 4.14 – Número de Estabelecimentos e Pessoal Ocupado, Segundo os Gêneros de Comércio Atacadista
- Tabela 4.15 – Número de Estabelecimentos e Pessoal Ocupado, Segundo os Gêneros de Serviços
- Tabela 4.16 – Produção de Energia Primária por Fontes – 1980 e 1997
- Tabela 4.17 – Produção e Consumo das Principais Energias Secundárias por Fonte – 1997
- Tabela 4.18 – Consumo Médio Mensal de Eletricidade no Município de Campos dos Goytacazes
- Tabela 4.19 – Consumo Mensal de Energia Elétrica nos Distritos
- Tabela 5.1 – Quadro de Áreas do Primeiro Distrito-Sede de Campos

Tabela 5.2 – Consumo Médio Mensal de Eletricidade do Município e do Primeiro Distrito-Sede, Segundo as Classes de Consumidores

Tabela 5.3 – Distribuição dos Domicílios e Respectivos Consumos de Energia Elétrica, por Faixa de Consumo, no Primeiro Distrito-Sede de Campos

Tabela 5.4 – Percentual e Número de Domicílios por Renda Familiar Declarada e Média Salarial no Primeiro Distrito-Sede de Campos

Tabela 5.5 – Consumo de Energia Elétrica dos Domicílios por Renda Familiar Declarada no Primeiro Distrito-Sede de Campos (MWh/mês)

Tabela 5.6 – Sistema de Iluminação Pública de Campos em Julho de 2000

Tabela 5.7 – Sistema de Iluminação Pública Proposto para o Primeiro Distrito-Sede de Campos

Tabela 5.8 – Distribuição Percentual das Lâmpadas Instaladas nos Domicílios da Área de Concessão da CERJ

Tabela 5.9 – Número Médio de Lâmpadas Instaladas por Unidade Domiciliar

Tabela 5.10 – Consumo Médio Mensal de Eletricidade das Lâmpadas

Incandescentes de 60 W, por Unidade Domiciliar e do Primeiro Distrito-Sede

Tabela 5.11 – Percentual de Domicílios por Conhecimento de Novos Modelos de Fluorescentes

Tabela 5.12 – Percentual de Domicílios por Quanto Pagaria por uma Nova Fluorescente

Tabela 5.13 – Porcentagem de Domicílios por Formas de Aquecimento de Água na Área de Concessão da CERJ

Tabela 5.14 – Número de Domicílios que Utilizam Chuveiro Elétrico, por Faixa de Renda e Por Faixa de Consumo

Tabela 5.15 – Vantagens e Desvantagens do Uso do Gás para Aquecimento de Água para Banho (%)

## INTRODUÇÃO

A análise do meio urbano sob o ponto de vista energético é, ainda hoje, um assunto pouco explorado. Autores que pesquisaram este tema, tais como FARRET & PARRETO JÚNIOR (1981) e CHALINE & DUBOIS-MAURY (1983), concentraram seus estudos na área de transporte urbano e, portanto, nos derivados de petróleo – sem levar em conta que a eletricidade é tão ou mais importante para a sobrevivência das cidades. Os que pesquisam sobre energia elétrica, incluindo também os autores estrangeiros, costumam delimitar o campo de atuação a edificações isoladas ou, no máximo, a um pequeno agrupamento de edifícios com semelhança de usos. Especificamente sobre energia elétrica e cidade há poucas referências e, o que se tem, encontra-se disperso. O interesse pelo tema surgiu como um desafio, despertado justamente a partir dessa constatação sobre a falta de estudos. Sua originalidade foi vislumbrada, levando a um compromisso entre teimosia e possibilidades na medida em que o foco foi sendo ajustado para a questão da eficiência energética.

O presente trabalho resulta, portanto, de uma série de reflexões e discussões sobre a importância da energia elétrica nas cidades. Será que estas podem crescer e se desenvolver sem necessariamente aumentar o seu consumo na mesma proporção? Nos dias atuais e com o atual estilo de vida urbano será isso possível? As cidades devem se tornar menos dependentes desse bem tecnológico? Pelo que a energia elétrica poderia ser substituída? Na atualidade, a necessidade de se ter energia é inquestionável: se ela faltar – mesmo que temporariamente – pode acarretar em graves consequências que se traduzem em falta de água tratada, prejuízos incalculáveis no comércio e serviços, acidentes de trânsito, aumento da violência urbana e problemas com o estoque de alimentos. E se ela não for suficiente, as cidades podem não evoluir.

Nos países em desenvolvimento, essa correlação desenvolvimento e eletricidade é ainda mais complexa. As taxas de urbanização e de crescimento da população urbana são elevadas e o território ainda encontra-se em processo de organização, fazendo com que a energia seja de fundamental importância para a alimentação do crescimento econômico das cidades e para o aumento do padrão de vida. Diferentemente dos países industrializados que, às custas de processos intensivos no uso da energia, possuem uma estrutura demográfica estável e uma infraestrutura urbana implantada. A população urbana do Brasil, em particular, é uma das maiores do mundo e encontra-se em contínuo crescimento urbano, mas com baixo padrão / qualidade de vida no geral. O lado perverso desta conjuntura é que as nossas cidades acabam por copiar os modelos do mundo dominante, sem questionamentos. Estes nada têm a ver com as dimensões urbanas, energéticas e ambientais atuais e

muito menos com a nossa realidade, atendendo a poucos, acelerando a desigualdade social e descaracterizando os centros urbanos.

Segundo a última contagem de população (IBGE, 1996a), somos 123 milhões de pessoas morando em áreas urbanas (quase 80% do total), que exigem um contínuo incremento da infra-estrutura, e para isto necessitamos de eletricidade e da sua universalização. E tendo de frear os impactos globais/regionais ao meio ambiente, na produção da energia elétrica, e ao meio urbano, no uso.

Para inverter este quadro e não se repetir erros do passado, faz-se necessário que se redefina a abordagem de se planejar e que sejam construídos projetos de desenvolvimento mais interdisciplinares, menos dependentes dos recursos financeiros, tecnológicos e culturais externos, buscando um estilo próprio para pensar ou formular propostas para as cidades. Projetos que procurem assumir a nossa identidade, ou pelo menos pesquisá-la, para que as necessidades e disponibilidades sejam melhor compreendidas e as opções energéticas e urbanas mais adequadas aos hábitos locais e ao clima. A organização espacial das edificações e espaços públicos associada a um bom gerenciamento dos serviços urbanos é uma das saídas para a diminuição da demanda de energia elétrica nas cidades brasileiras.

Com base neste enfoque, este trabalho tem por objetivos discutir o problema e apontar soluções de eficiência energética para a redução do consumo de energia elétrica nas cidades brasileiras, enfatizando o papel do desenho urbano e arquitetônico na busca de um meio ambiente com mais qualidade. Além de pretender ser ponto de referência e material de consulta ao tema energia elétrica e cidades.

No percurso da pesquisa e coleta de dados foi-se percebendo que estudar a cidade é mais completo e complexo do que se imaginava. Surgiu então a idéia da realização de um caso prático em uma cidade de médio porte, além do enfoque teórico. Como uma espécie de experimento para a aplicação das soluções e de forma a dar um fechamento na pesquisa. Não poderia ser uma cidade muito pequena porque a visualização dos resultados está ligada diretamente à dinâmica urbana, que geralmente é bem mais lenta nas cidades menores. O primeiro critério para a escolha da cidade foi limitar o raio de ação ao Estado do Rio de Janeiro – que possui 15 municípios com população entre 100 e 500 mil habitantes. Depois de algumas discussões e coleta preliminar de informações, foi escolhida a cidade de Campos dos Goytacazes que, além de ser importante centro regional, foi a terceira cidade do mundo e a primeira na América Latina a possuir luz elétrica nas ruas. Antes mesmo de cidades tradicionais dos países do norte. Portanto, referência obrigatória para o estudo da eletricidade no Brasil. As outras opções de cidades cogitadas no início eram: Niterói, São João de Meriti, Angra dos Reis, Volta Redonda ou Quissamã. O Município de Campos, ou a



"Cidade Energia", como diz o seu *slogan*, é subdividido em 15 distritos. No estudo prático foi considerado apenas o primeiro distrito, por ser este a área mais urbanizada, mais desenvolvida economicamente do município e por ser o distrito mais representativo em termos de população e de consumo de energéticos.

O trabalho se desenvolve em cinco capítulos, excluindo esta Introdução e a Conclusão. Nos três primeiros capítulos se faz uma abordagem geral do tema e nos dois últimos se desenvolve o estudo de caso prático, como segue:

- Capítulo 1: Meio Urbano, Energia Elétrica e Eficiência

Este Capítulo pretende introduzir o tema sobre energia elétrica e cidades. Primeiramente, optou-se por definir o conceito de cidade que é utilizado ao longo do estudo. Em seguida, é mostrado de que forma é a participação da eletricidade nas cidades, destacando sua importância em diversos níveis e verificando como esta se estabeleceu e se consolidou nas cidades brasileiras, desde os seus primórdios até as transformações atuais do setor elétrico. São analisados, ainda, os usos da energia elétrica no Brasil, por classes de consumo e por regiões, e os programas governamentais de eficiência energética. Por último, são apresentadas experiências de cidades brasileiras e estrangeiras como exemplos de iniciativas na área.

- Capítulo 2: Estrutura do Consumo Urbano de Eletricidade no Brasil

Apesar da dificuldade prática das classificações, uma vez que elas não atendem às necessidades específicas dos planejadores, foi realizada uma classificação utilizando os elementos físicos do espaço urbano. Estes compõem a estrutura do consumo de eletricidade nas cidades brasileiras. Para uma melhor caracterização desses elementos, optou-se por, primeiramente, organizá-los em função da constituição do sítio urbano onde se consome energia, ou seja, nos lotes edificados ou nos logradouros equipados. Neste capítulo é analisado o comportamento energético de cada um dos elementos urbanos pertencentes a esta divisão: indústrias urbanas de pequeno porte, residências e estabelecimentos comerciais e de serviços - Lotes; e equipamentos de infra-estrutura urbana básica e nos espaços externos - Logradouros. De início, procura-se esclarecer os significados de lotes e logradouros, os tipos existentes e as relações entre eles. Prossegue-se descrevendo os elementos urbanos que consomem energia elétrica, de acordo com o tipo de atividade (moradia, trabalho, produção, lazer), constatando-se que o lote residencial é o tipo/elemento mais significativo na cidade, tanto em termos de ocupação do espaço urbano quanto de consumo de energia elétrica.

- Capítulo 3: Tipos de Soluções para um Melhor Aproveitamento da Energia Elétrica nas Cidades

São apresentadas os tipos de soluções de eficiência energética possíveis de

serem implantadas nas cidades, mostrando as vantagens e desvantagens da execução de cada uma delas. Há basicamente dois grupos de soluções: conjunturais, consideradas de curto e médio prazos, que seriam as tecnológicas, gerenciais e fontes alternativas; e soluções estruturais, consideradas de longo prazo, abrangendo o desenho urbano e arquitetônico e leis urbanísticas. Destacando que, para a melhoria do uso da energia elétrica nas cidades, é fundamental a observação das leis que regem e ordenam o espaço urbano. Somente através das leis urbanísticas é possível garantir que edificações e ruas possuam um desenho urbano compatível com a questão ambiental e energética.

- Capítulo 4: Caracterização Geral da Cidade de Campos

São levantados todos os dados existentes sobre Campos, seu histórico, áreas por distritos, relevo, hidrografia, clima, radiação solar e ventos, vegetação, demografia, atividades econômicas por setor (agropecuário, industrial, comércio e serviços). Após isso, é feita a análise de Campos do ponto de vista energético. Devido a falta de dados desagregados e específicos para o meio urbano, foi realizada uma análise energética bem abrangente, procurando ressaltar a importância da participação da Região Norte Fluminense no contexto estadual em termos de produção de energia. A partir do conhecimento do consumo médio mensal do município de 35.469 MWh (CERJ, 2000) e da sua evolução, também faz-se, para os distritos, cálculos e estimativas de distribuição da energia elétrica em função da distribuição da população.

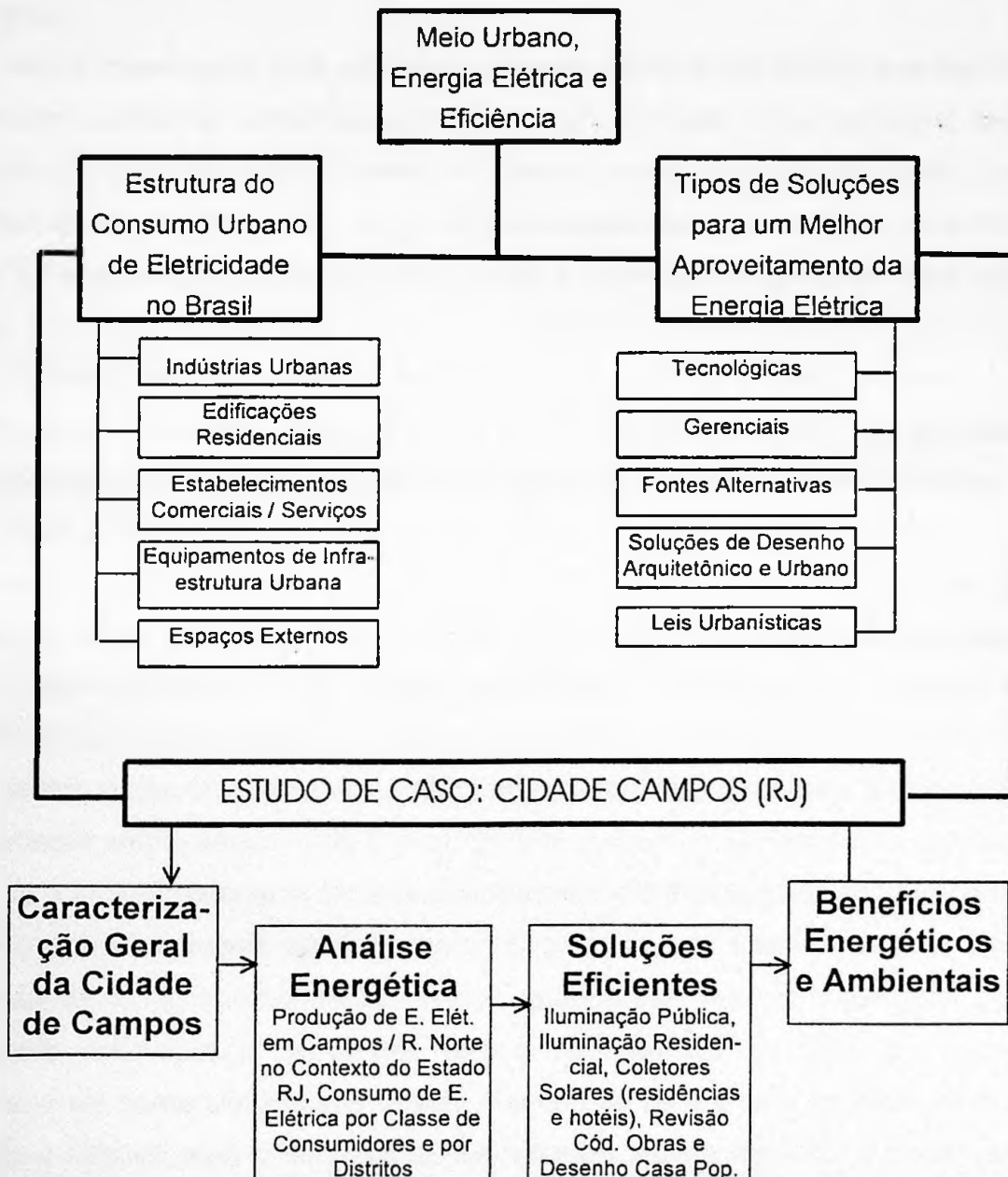
- Capítulo 5: Soluções de Eficiência Energética para a Área Urbana de Campos

Levando-se em consideração as características peculiares de Campos dos Goytacazes, este Capítulo reserva-se a delimitar o estudo prático à área mais urbanizada do município, localizada no 1o. Distrito-sede, por tratar-se da área mais desenvolvida, e propor as seguintes soluções de eficiência energética: implantação de um sistema eficiente de iluminação das vias, otimização energética na iluminação do setor residencial, substituição de chuveiros elétricos por coletores solares para aquecimento de água nos setores residencial de alto padrão e hoteleiro, revisão do Código de Obras de Campos e proposta de arquitetura energeticamente eficiente para conjuntos habitacionais de baixa renda. Na medida do possível, foram realizadas as estimativas das reduções no consumo de energia elétrica. No geral, com a implementação dessas soluções pode-se chegar a uma redução de 5,4% do total que é consumido atualmente. Optou-se por não realizar a avaliação econômico-financeira da implementação das soluções por entender que trata-se de um próximo passo, a ser dado além da etapa técnica e, por isso, deve merecer um estudo mais específico.

Para uma melhor visualização dos Capítulos e sua integração, vide Estrutura do Estudo a seguir.

## ESTRUTURA DO ESTUDO

# SOLUÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA O MEIO URBANO: O CASO DA CIDADE DE CAMPOS DOS GOYTACAZES



## CAPÍTULO 1 – MEIO URBANO, ENERGIA ELÉTRICA E EFICIÊNCIA

Para uma melhor compreensão do meio urbano em si e dos aspectos energéticos a ele ligados, é preciso, de início, definir o que é cidade, abandonando as definições demográficas – que pressupõem uma população mínima por área para considerar um aglomerado como cidade, e as definições legalmente utilizadas, onde a denominação de cidade se aplica exclusivamente às sedes de municípios. A utilização desses conceitos está restrita às específicas finalidades para as quais foram imaginados.

Nesta dissertação será adotado o conceito de ROLNIK (1995) que define uma cidade como sendo a "projeção espacial das funções que abriga enquanto centro e expressão de domínio sobre um território, sede do poder e da administração, lugar da produção de mitos e símbolos". Isso é de fácil entendimento, ao se reportar a SINGER (1979), ou seja, desde que se tenha em mente a diferença fundamental entre campo e cidade.

Campo pode ser considerado como o lugar onde o homem entra em contato primário com a natureza, dela extraíndo as substâncias que vão lhe satisfazer as necessidades. A transformação final destas substâncias pode se dar no campo ou na cidade, mas a sua separação do meio natural, mediante extração, cultivo ou criação, se dá necessariamente no campo. Atividade esta que requer uma utilização extensiva do espaço, incompatível com a ocupação mais densa do solo que caracteriza a cidade. Não importa se na cidade, geralmente nas periferias, também vivam agricultores, entre as atividades urbanas fundamentais não se inclui a agricultura. Sendo assim, o que caracteriza o campo, em contraste com a cidade, é que o primeiro pode subsistir sem a segunda pois, em princípio, é economicamente auto-suficiente.

Já a cidade, enquanto local permanente de moradia e trabalho, só pode surgir quando o desenvolvimento das forças produtivas no campo é suficiente para além das necessidades de consumo imediato. Isto é, quando permite que o agricultor produza excedentes mais que o necessário à sua subsistência, gerando um excedente alimentar a ser comercializado na cidade. Sendo que esta é uma condição necessária mas não suficiente para o surgimento das cidades. Acima de tudo, o poder tem por sede a cidade, então é preciso que ela domine politicamente o campo, impondo-lhe sua autoridade e sua lei, de forma a assegurar a transferência/apropriação do excedente. Somente assim é possível se ter parte da população dedicando-se a outras atividades que não a de produção direta. Uma atividade urbana, por excelência, é a industrial, da transformação do excedente agrícola em mercadoria. Produzir

manufaturados em grandes quantidades e de forma economicamente viável, exige a cooperação de um elevado número de pessoas que precisam, de preferência, viver próximas umas das outras, exatamente como acontece nas cidades. Para processar, classificar e re-embalar os “produtos urbanos” nada melhor do que a concentração espacial dos que a essas atividades se dedicam. Como consequência, a aglomeração urbana oferece também um amplo mercado aos comerciantes, banqueiros, barbeiros, hoteleiros, médicos, advogados, agências de emprego e intermediários de toda a espécie.

O desenvolvimento das atividades urbanas pode variar de uma cidade para a outra mas, em geral, na medida em que crescem, se especializam e seus produtos são demandados além do mercado local, induzindo o surgimento de atividades especializadas também no campo. No limite, quando a atividade primária se torna única, ou quase isso, o campo passa a depender da cidade do mesmo modo que esta depende da sua produção. O produtor passa a ir à cidade para adquirir os produtos urbanos (ferramentas de trabalho, construção, remédios, vacinas, etc.) para seu auto-consumo, além dos serviços, em particular a comunicação, o processo de informatização e o suporte tecnológico, que também tornaram-se atividades dominantes, estabelecendo-se aí uma relação de interdependência entre campo e cidade.

Ao se abordar o tema cidade, há de se referir ainda à atividade administrativa e de manutenção da ordem exercida pelo Estado/Governos. Em toda cidade há, pelo menos, uma praça, o lixo, a igreja, o cemitério, enfim, uma dimensão pública da vida coletiva, a ser organizada. Da necessidade de organização dessa vida pública e do espaço urbano, emerge uma autoridade público-administrativa encarregada de sua gestão. Os regulamentos estabelecidos contribuem para definir movimentos permitidos, bloquear passagens proibidas, padronizar edificações através do código de obras, organizar bairros através da definição de uso e ocupação do solo, delimitar o que é área urbana e área rural, além de criar condições para acumulação do capital e intervir nos conflitos da cidade. No entanto, na maioria dos casos, existe uma política discriminatória que faz com que a intervenção administrativa na cidade venha a reforçar ainda mais a segregação espacial, isto é, a separação das classes sociais e funções no espaço urbano. Além dos territórios específicos de cada grupo social, além da separação das funções morar e trabalhar, a segregação é patente na desigualdade de tratamento (ROLNIK, 1995).

Para o Governo, o espaço urbano é um campo de investimento do capital onde é necessário a maximização da rentabilidade e retorno dos investimentos. Os prejudicados são os habitantes de baixa renda, onde o Estado é apenas uma

possibilidade de obtenção da mercadoria casa e a perspectiva de legalização. O espaço urbano é uma mercadoria cujo preço é estabelecido em função de atributos fiscais e locacionais. O não investimento público em infra-estrutura (água, luz, asfalto, telefone, esgoto) e equipamentos comunitários (escolas, hospitais, creches, parques), e os trabalhos de remodelação, alteram substancialmente o mercado imobiliário. Do ponto de vista econômico, as grandes obras abrem frentes de investimento para as empresas do setor, principalmente para as empreiteiras e as imobiliárias. Do ponto de vista político, o trabalho na cidade proporciona a idéia de um poder urbano que possa ser visto e, ao mesmo tempo, tudo controla e vê.

### **1.1. Energia Elétrica no Meio Urbano**

Nas cidades, as medidas de tempo nada mais têm a ver com os ritmos da natureza: a iluminação (elétrica) reduz a diferença entre dia e noite, a climatização do ambiente supera as estações do ano, há relógios digitais e caixas automáticos em cada esquina.

A participação da energia elétrica na cidade é ponto-chave para a sua sobrevivência e de sua população. Os domicílios, os locais de trabalho, estudo e lazer de uma cidade são cercados de atividades que dependem energia. São utilizados uma infinidade de aparelhos elétricos (televisão, computador, liquidificador, ar condicionado, etc.) que, a cada dia, são mais numerosos e sofisticados (principalmente os de tecnologia microeletrônica), e que, além de consumirem eletricidade, exigem qualidade no fornecimento. Outro importante setor consumidor de eletricidade é o da infra-estrutura dos equipamentos e serviços coletivos. Estes precisam necessariamente da energia elétrica para o seu funcionamento. E, além desses consumos diretos, verifica-se ainda um consumo indireto nas cidades. Apesar de não ser um assunto a ser tratado neste estudo, é importante lembrar que alguns materiais de construção amplamente utilizados nas edificações urbanas, tais como o alumínio, o aço, o cimento e o vidro possuem elevado conteúdo energo-intensivo embutido (LA ROVERE, 1988).

"A energia tornou-se essencial à vida moderna e ao homem cuja satisfação das necessidades básicas requer quantidades energéticas mínimas" (GOLDEMBERG, 1988). Nesse sentido, pode-se afirmar que as cidades de hoje são totalmente dependentes da eletricidade. O que vai variar de uma cidade para a outra é o grau dessa dependência. Usa-se, a seguir, a mesma divisão utilizada por SINGER (1979), levando em consideração o tamanho da cidade.

As pequenas cidades eletrificadas do interior são, em geral, centros de comercialização dos produtos agrícolas produzidos na área circunvizinha (chamada



*hinterland*) ou, muitas vezes, são sedes de escolas médias ou superiores, de guarnições militares ou de dioceses. Estas cidades de porte reduzido prestam serviços comerciais, administrativos, educacionais, etc. que têm baixo grau de dependência de energia elétrica. Inclusive porque seus habitantes, tendo renda *per capita* mais baixa, consomem muito pouca energia.

Já as cidades de porte médio costumam ser "cabeças de zona", prestando os mesmos tipos de serviços, embora mais especializados, a uma área maior. Geralmente o desenvolvimento industrial é fraco, por isso a dependência por eletricidade nessas cidades é mais elevada nos setores residencial e comercial. Há comércio por atacado, lojas que trabalham com mercadorias de melhor qualidade que nas pequenas cidades, médicos e clínicas especializadas, escolas de melhor nível e sedes de bancos. Também nesta categoria se encontram as cidades de veraneio que recebem em certas épocas uma população flutuante maior que a fixa, o que as fazem consumir sazonalmente grandes quantidades de energia para a manutenção dos serviços.

E as grandes cidades que, em geral, são bastante urbanizadas e com consumo intensivo no setor industrial, sendo, portanto, fortemente dependentes de energia elétrica. Além de produzirem bens e serviços para exportação, esse tipo de cidade conta com a energia elétrica para a operação dos seus extensos sistemas de iluminação das vias, dos sistemas de saneamento, drenagem de água pluvial e abastecimento de água. Inclusive, muitos de seus habitantes têm alto padrão de vida, caracterizando-os como grandes consumidores individuais.

A diferença no consumo de energia elétrica entre cidades e, portanto, do nível de dependência, varia de acordo com diversos fatores, mas principalmente será em função da sua população, da sua economia e de seu nível de urbanização, compreendida aqui como um processo associado ao desenvolvimento de um sistema produtivo, mobilizado em grande parte pelo capital industrial.

A urbanização e a população das cidades tendem a aumentar no mundo todo. As metrópoles são as cidades que anunciam o século XXI. Periferias, subúrbios, distritos industriais, estradas e vias expressas recobrem e absorvem zonas agrícolas num movimento incessante de urbanização (ROLNIK, 1995). Na cidade do futuro pode ser que os terminais e bancos de dados estejam dispersos, ligados em rede, controlando a produção e a distribuição a milhares de quilômetros de distância, colaborando para a transformação em urbana da sociedade como um todo.

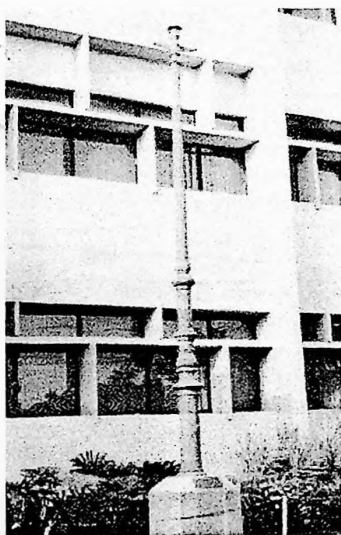
No entanto, estudos das Nações Unidas mostram que dos 5,28 bilhões de habitantes da população mundial, somente 3 bilhões têm acesso a um serviço elétrico de qualidade suficiente e, do restante, apenas 400 milhões dispõem de eletricidade

ainda que de qualidade muito deficiente – restrições, corte de alimentação, etc (SANTOS, 1997). Enquanto isso, deve-se enfrentar o desafio da distribuição desigual de abastecimento. Fazê-lo de uma maneira sustentável requer uma mudança radical em muitos aspectos da política energética.

## **1.2. O Desenvolvimento da Eletricidade nas Cidades Brasileiras**

A consolidação da energia elétrica no cotidiano urbano do Brasil é melhor compreendida ao se reportar, ainda que sumariamente, à sua história. Não é de hoje que a eletricidade desempenha um papel impulsor no desenvolvimento econômico das cidades.

Em fins do século passado, todas as cidades, tanto as dos países industrializados quanto as dos países em desenvolvimento, como no Brasil, buscavam as vantagens da recém-chegada eletricidade. As instalações elétricas significavam, antes de tudo, "modernidade", progresso, comodidade e limpeza. De início, a principal aplicação era na iluminação (que, até então, era feita com gás) e na tração, em transportes coletivos urbanos (bondes). A primeira cidade do país (e da América do Sul) e a terceira do mundo a receber iluminação pública, elétrica, foi a cidade de Campos (RJ), em 26/06/1883 (vide Figura 1.1), a partir de uma instalação térmica com potência de 52 kW, que utilizava carvão inglês como fonte de energia e faziam funcionar 39 lâmpadas de 200 volts cada uma (BIBLIEX, 1977).



**Figura 1.1 – Primeiro Poste do Brasil a Iluminar com Luz Elétrica, em Campos**

Fonte: elaboração própria.

Em seguida, em 1884, foi a vez da cidade de Rio Claro (SP) fazer sua primeira instalação utilizando como fonte primária uma máquina a vapor. Em 1887, o maior acontecimento foi a inauguração, em Porto Alegre (RS), de uma usina termelétrica de 160 kW para a iluminação da cidade. E, pouco depois, enquanto algumas grandes cidades do mundo ainda esperavam pela eletricidade, na cidade de Juiz de Fora (MG), inaugurava-se, em 1889, o primeiro serviço público permanente de uma usina hidrelétrica da América do Sul: a usina de Marmelos-Zero, no Rio Paraibuna (GOMES, 1986).

Os primeiros motores eram de corrente contínua com área limitada de distribuição, mas não passariam muitos anos para o desenvolvimento do transformador de tensão e dos motores de corrente alternada, que permitiram ampliar distâncias. E, na medida em que iam sendo descobertos as facilidades na transmissão da energia elétrica e o potencial hidráulico do país, a eletricidade foi se espalhando ainda mais, começando pelos principais centros urbanos, que sempre capturaram o quinhão mais importante do investimento público (BARBALHO, 1987). Pela Tabela 1.1 abaixo, é possível acompanhar a evolução da capacidade instalada no país e da população urbana.

**Tabela 1.1 – Crescimento da Capacidade Instalada e da População Urbana no Brasil – 1910/1996**

Ano	Capacidade Instalada (MW)		População (milhões de habitantes)	
	Hidro	Total	Total	Urbana
1910	138	160		Mais de 1,3
1920	279	357	30,6	Mais de 3,0
1940	1.009	1.244	41,2	12,9
1950	1.536	1.833	51,9	18,8
1970	8.835	11.048	93,1	52,0
1980	27.649	33.472	119,0	80,4
1991	46.616	54.141	146,8	110,0
1996	53.119	60.801	157,0	123,0

Fonte: GOMES, 1986; PEITER, 1994; IBGE, censos demográficos; IBGE, 1996a; MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, diversos anos.

Percebe-se que ao longo do tempo, o crescimento da capacidade instalada no país sempre aumentou a um ritmo maior que o crescimento da população urbana, indicando que os investimentos, apesar de não atingirem as zonas rurais, sempre acompanharam as transformações urbanas, procurando atender, ao mesmo tempo, as pessoas já residentes nas áreas urbanas e as que chegavam a cada ano, atraídas pelas possibilidades de aumento de padrão de vida que essa fonte de energia promete proporcionar.

No início, o setor elétrico foi desenvolvido por capitais privados, basicamente estrangeiros, com contratos de concessão de caráter eminentemente local, caracterizando uma configuração espacial dispersa do sistema elétrico. Com o progresso verificado nos mercados regionais (sobretudo do Rio de Janeiro e São Paulo) e o crescimento da urbanização, incentivados pelo uso da energia elétrica, foi surgindo a necessidade de se construir usinas maiores com alcance cada vez mais ampliado, muitas vezes abrangendo várias cidades. Isso levou a União a reconhecer a importância da fonte hidráulica e da energia elétrica no futuro desenvolvimento do país e a submeter o setor elétrico a um maior controle através da promulgação, em 1934, do Código das Águas<sup>1</sup>, um instrumento legal básico da regulamentação que, até recentemente, norteava a geração hidrelétrica.

A partir daí, uma série de fatos se seguiram, dentre eles destacam-se a consolidação de grandes empresas de âmbito público (CEEE, CEMIG e CESP), as disponibilidades de crédito internacional a juros baixos, o estabelecimento do Fundo Federal de Eletrificação e do Imposto Único sobre Energia Elétrica e a aprovação da criação da ELETROBRÁS como *holding* das empresas estatais elétricas. Tudo isso sempre norteado pelas tendências da política-econômica brasileira que, naquela época, passou de um sistema pouco articulado e marcado por interesses locais para um sistema cada vez mais integrado e centralizado em torno do Governo Federal (PEITER, 1994).

As grandes interligações se iniciaram, de fato, em 1963 com a inauguração da usina hidrelétrica de Furnas, no Rio Grande, que estabeleceu um elo de ligação entre os sistemas elétricos dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. Posteriormente, foram construídas outras usinas hidrelétricas de grande porte e uma extensa rede de transmissão superposta às redes elétricas estaduais, compreendendo regiões mais amplas e interligando os principais centros de consumo. A hidreletricidade, invariável a flutuações de preços dos demais energéticos no mercado externo, ficou consolidada como uma alternativa segura pelos diversos governos que se seguiram (ROSA, 1998).

O processo da interligação culminou na atual configuração do sistema elétrico brasileiro, que é constituído por dois grandes sub-sistemas interligados, eminentemente hidráulicos: o Sul/Sudeste/Centro-Oeste e o Norte/Nordeste, e ainda por cerca de 250 sistemas isolados, localizados nas regiões Norte e Centro-Oeste (juntos são apenas 3% do consumo nacional). No ano de 1998, a capacidade

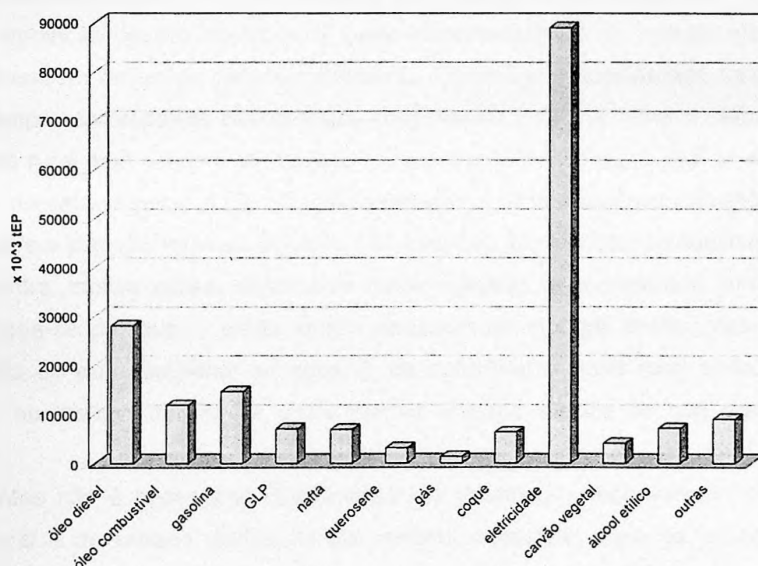
---

<sup>1</sup> Pelo decreto no. 26.234, o código estabeleceu critérios para fixação de tarifas, estipulou a propriedade pública dos recursos hídricos, determinando que sua exploração econômica ficaria restrita a cidadãos brasileiros e sujeita a concessões outorgadas pelo governo federal (N. do Autor).

instalada do sistema era de 65.209 MW (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 1999). A intenção é formar um sistema único interligando os dois linhões de transmissão Norte/Sul, proporcionando um ganho de 1.000 MW, decorrente da operação otimizada entre os reservatórios. Por ser sofisticado e de dimensões continentais e por manter praticamente todas as cidades "ligadas" em torno de si, esse sistema elétrico exige a cooperação entre os agentes que o operam como requisito básico para a garantia do seu adequado funcionamento, com qualidade e confiabilidade.

### 1.3. Uso da Energia Elétrica no Brasil

No Brasil, tem-se que a energia elétrica é, sem dúvida, a principal fonte de energia secundária do país. No ano de 1998 representou 47% do total de energia consumida, ou seja, o equivalente à 306.989 GWh (ou  $89.027 \times 10^3$  tEP), conforme Gráfico 1.1. O óleo diesel, a gasolina e o óleo combustível vêm em seguida da eletricidade, representando 15%, 8% e 6% do consumo total, isto é, o equivalente a  $28.071 \times 10^3$  tEP,  $14.651 \times 10^3$  tEP e  $11.855 \times 10^3$  tEP, respectivamente.



**Gráfico 1.1 – Consumo Final por Fonte Secundária, Brasil – 1998**

Fonte: elaboração própria, a partir do MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 1999.

Pela matriz energética brasileira, é interessante analisar, ainda, que o padrão de consumo de eletricidade, na média, é similar ao de países industrializados: a classe industrial é responsável pela maior parcela do consumo com 44,4% do total; seguida pela residencial (urbano e rural), com 25,9%; pela comercial e serviços, com 13,5% e

pelo público, com 8,9% do total). As demais classes (setores energético, agropecuário e outros) respondem por 7,3% (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 1999).

Sendo que o mesmo padrão não se sustenta na análise por regiões e localidades. De acordo com o consumo de eletricidade *per capita* nas cinco regiões brasileiras, verifica-se uma enorme disparidade. No Norte, o consumo anual *per capita* é extremamente baixo, de 464 kWh/hab; no Nordeste é de 589 kWh/hab; no Centro-Oeste, 640 kWh/hab; no Sul, de 1.033 kWh/hab; e, finalmente, no Sudeste o maior consumo *per capita* com 1.828 kWh/hab (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 1999). E numa comparação ainda mais direcionada, ou seja, entre estados de uma mesma região, municípios de um mesmo estado ou distritos de um mesmo município, por exemplo, a mesma disparidade entre localidades, mesmo vizinhas, deverá ocorrer. A configuração do sistema urbano-energético brasileiro é desigual, pois é resultante de uma complexidade de fatores sócio-econômicos que não caberia aqui desenvolver.

Uma análise nacional separando o consumo de energia elétrica do meio rural e do meio urbano dentro de um mesmo município e comparando-os só poderia ser feita através de estimativas, pois não existem dados (oficiais) centralizados. Um caminho para a obtenção desses dados seria pelas concessionárias de energia elétrica, mas estas possuem bases de cálculos diferentes. O consumo considerado rural em uma nem sempre corresponde ao consumo considerado rural na outra e, além disso, o consumo rural nem sempre corresponde a equipamentos elétricos que se encontram, de fato, no espaço rural. A classificação existente é para efeitos de cobrança de tarifa e não para o planejamento do sistema. Por exemplo, a produção de queijo e ovos que se encontra, muitas vezes, dentro dos limites urbanos, é considerada uma atividade rural. Pode-se pressupor, então, que o consumo de energia elétrica nas cidades é mais alto do que realmente se sabe e, ao contrário, o meio rural consome muito menos, ou melhor, dispõe de muito menos energia elétrica do que realmente se pensa.

Mas não é necessário uma análise tão detalhada, separando o consumo do meio rural e do urbano dentro de um mesmo município, para se ter certeza das desigualdades existentes. Segundo as cooperativas de eletrificação rural, a taxa média de eletrificação rural brasileira é de somente 32,8%. Sendo que na Região Norte, somente 2,1% da população rural possui energia elétrica, no Nordeste, 13,3%, no Centro-Oeste, 46,1%, no Sudeste, 58,2% e no Sul, 71,2% (ELETROBRÁS-PROCEL, 1998). E novamente a segregação espacial se mostra patente. Diante deste quadro, pode-se afirmar que o que existe é um desconhecimento acerca da diferenciação local e social no consumo da eletricidade no país. Não se sabe, ao certo, quem e nem onde se consome eletricidade. Os investimentos para a ampliação da oferta são



desequilibrados de uma Região para a outra, pois consideram valores médios e dados extremamente condensados que servem supostamente para toda a nação. Não levam em consideração a enorme dispersão existente em torno da média nacional. Como diz BÔA NOVA (1985), "numa sociedade marcadamente desigual, como a brasileira, é muito pouco provável que o consumo de energia tenha algo de igualitário".

Um problema a ser enfrentado pelo Brasil, portanto, é aumentar o nível de consumo de eletricidade em algumas cidades (e do meio rural como um todo) e otimizar o consumo em outras, de modo a colaborar para a diminuição das desigualdades sociais no uso de energia e para o desenvolvimento regional. Mas para essa "correção" da distribuição elétrica os consumos locais devem ser conhecidos. Fica evidente, mais uma vez, a importância de um estudo da energia elétrica no meio urbano que contribua para o entendimento dos usos finais, das necessidades a que eles respondem, e para servir de passo inicial a um mapeamento futuro dos consumos diferenciados que vise a um correto dimensionamento da demanda energética.

#### **1.4. Programas Governamentais para a Eficiência Energética**

A questão da conservação de energia com as características atuais e de forma mais significativa surgiu na década de 70, quando os recursos naturais não renováveis foram quantificados e seu esgotamento previsto, em alguns casos, para poucas décadas. Naquela época, a questão da conservação era sobretudo ética e limitada à escassez de recursos naturais. Não havia questionamentos sobre a forma de se explorar esses recursos, nem sobre a sociedade que os estava explorando.

Com os "choques" do petróleo, em 1973 e 1979, a conservação passa a ser, também, de interesse econômico. Para melhorar as balanças comerciais dos países importadores de petróleo e, do ponto de vista geopolítico, minorar a dependência externa, houve necessidade de, além de se buscar fontes energéticas alternativas, diminuir o consumo de energia. Na década de 80, tanto a questão de suprimento quanto a de preços de petróleo deixaram de ser elementos de pressão, provocando, com isso, um arrefecimento nos programas e pesquisas relacionados à questão de conservação de energia e substituição de fontes. Por outro lado, durante essa década, a questão ecológica ganhou corpo, colocando a conservação de energia, particularmente da eletricidade, dentro de um novo contexto, onde estão relacionadas de forma complexa não só as questões éticas e econômicas, mas também as culturais, políticas e sociais.

Em 1981, o Governo lança o Programa Conserve, criado no âmbito do Ministério da Indústria e Comércio - MIC. O Programa se constituiu no primeiro esforço de peso em termos de conservação de energia, visando atender aos objetivos ditados

pela Portaria MIC/GM46, que diz respeito à promoção da conservação de energia na indústria, ao desenvolvimento de produtos e processos energeticamente mais eficientes. A redução na demanda de energia elétrica resultou em uma ociosidade da capacidade instalada do parque gerador de energia elétrica do país. Com o intuito de se reduzir o subaproveitamento do Setor Elétrico, lança-se a Energia Garantida por Tempo Determinado – EGTD, uma tarifa especial, válida por tempo determinado e tendo como alvo o setor industrial. Esta tarifa seria fornecida a indústrias dispostas a substituir derivados de petróleo por eletricidade (eletrotermia) a preços cinco vezes menores que os normais. A fim de se permitir a amortização dos investimentos na instalação ou conversão de equipamentos, garantiu-se o fornecimento da EGTD até o final de 1986. A tarifa EGTD exerceu forte influência sobre a performance do Conserve na medida em que fortalece a distorção das diretrizes primordiais do Programa, viabilizando a substituição de combustíveis.

Em termos de resultados do Programa, observa-se que, no período de 1981-85, a redução no consumo de óleo combustível do setor industrial foi de aproximadamente 4,2 milhões de tEP, sendo que as previsões dos projetos aprovados apontavam para uma diminuição de cerca de 1,4 milhões de tEP no consumo derivado para o mesmo período considerado. Ou seja, o Conserve seria responsável por cerca de 1/3 da queda do consumo industrial de óleo combustível no país, o que se torna relevante.

Com a crescente utilização da eletricidade para fins térmicos no setor industrial, verifica-se que, na verdade, ocorreu uma transferência da responsabilidade sobre a conservação de energia para o Setor Elétrico, uma vez que o crescimento da demanda começou a pressionar a capacidade de oferta de eletricidade existente no parque gerador. Mas, ao mesmo tempo, a política de tarifas “irreais” de energia elétrica, tornou inviável o financiamento da expansão do sistema elétrico, haja vista o elevado montante necessário, o longo prazo de maturação dos projetos e a existência de indivisibilidades técnicas na construção de usinas. Na época, para dar continuidade aos grandes investimentos hidrelétricos, o qual incluía Itaipu, foi necessário recorrer à transferência de recursos, através do endividamento externo, incrementando o déficit público (LEITE, 1997). Desta forma, uma opção estratégica em face a conjuntura existente foi a implementação de uma política de conservação do uso de energia elétrica, que acabou por se refletir na criação do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, em 1985, sob a coordenação da ELETROBRÁS<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup>O PROCEL foi originário de ações conjuntas dos Ministérios das Minas e Energia e da Indústria e do Comércio, estimuladas pela Comissão Sepplan-Energia, consolidadas na Portaria Interministerial nº 1877, de 30/12/1985.

Independentemente dos fatores que induziram à criação do PROCEL, é importante destacar que novamente tratou-se de uma alternativa frente a uma situação emergencial gerada por problemas estruturais. Se logo ao surgirem os primeiros sinais de crise energética tivesse a preocupação com a eficiência sido tratada como prioridade, os principais problemas de suprimento provavelmente não teriam ocorrido. Mas, enfim, o PROCEL foi instituído com a finalidade de integrar e coordenar as ações relacionadas com a conservação de energia elétrica no país, de forma a maximizar seus resultados e promover um amplo espectro de novas iniciativas. Objetivou-se a racionalização do uso da energia elétrica, propiciando o mesmo produto ou serviço com menor consumo, em função da maior eficiência energética, assegurando assim uma redução global de custos e de investimentos em novas instalações do sistema elétrico.

O PROCEL desenvolveu uma série de atividades como produtos dos seguintes programas: programa de etiquetagem, programa de substituição de lâmpadas na iluminação pública, programa de desenvolvimento tecnológico, programa de informação, educação e promoção, programa de auditoria energética e programa de incentivos. A energia diretamente conservada atingiu o valor de 1.200 GWh/ano em 1992, sendo equivalente a uma usina hidrelétrica de 200 MW com investimentos associados de US\$ 400 milhões, considerando-se um custo de investimento em potência de 2.000 US\$/kW. E verifica-se ainda a competitividade econômica das ações empreendidas, haja vista que o custo das medidas de conservação de energia elétrica, estimado pelo PROCEL em aproximadamente 20 US\$/MWh, apresenta-se bem inferior ao custo marginal de expansão do sistema de geração, estimado pela ELETROBRÁS em aproximadamente 60 US\$/MWh (ARAÚJO *et al.*, 1993). A partir de 1989 o Programa adota um caráter mais "setorialista", na medida em que o vínculo proposto entre as ações promotoras da conservação e as metas de conservação do Plano 2010 limita o planejamento apenas ao Setor Elétrico, tornando o PROCEL como um instrumento de política específico.

Em 1990, foi criado o Programa Nacional de Racionalização da Produção e Uso de Energia – PROENERGIA para coordenar a ação governamental em conservação de energia, através do Grupo Executivo de Racionalização Energética – GERE, situado na Secretaria de Ciência e Tecnologia. Buscando ampliar o escopo do PROCEL, a filosofia do PROENERGIA pautava-se numa concepção mais abrangente da conservação de energia. A intenção era atuar sobre todas as formas de energia, tanto pelo lado da demanda como da oferta, contemplando o setor público e a iniciativa privada, articulando-se, ainda, com outros programas setoriais afins, em todo

o território nacional<sup>3</sup>. Mais uma vez ocorre uma mudança de enfoque do PROCEL na medida em que a sua característica de programa “setorialista” passa a ser contrabalançada pela sua integração numa política mais ampla de conservação / racionalização de energia, baseada nas diretrizes do PROENERGIA.

A partir da reestruturação do setor elétrico e da criação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL em 1996<sup>4</sup>, o desenvolvimento de programas de eficiência energética ganha espaço dentro da nova estrutura legal, institucional e regulatória que se constituiu. Durante o ano de 1998, dentre as diversas linhas de atuação, a Agência contemplou a regulamentação de programas de combate ao desperdício de energia elétrica e de pesquisa e desenvolvimento, onde mereceram destaque:

- o estabelecimento de cláusula específica nos contratos de concessão determinando a aplicação de 1% da receita anual das concessionárias em programas de eficiência energética, envolvendo recursos anuais da ordem de R\$ 260 milhões;

- a celebração de Convênio com o PROCEL, para suporte técnico à ANEEL nas atividades de orientação, análise, aprovação, avaliação, acompanhamento e fiscalização dos programas de incremento à eficiência no uso e na oferta de energia elétrica das concessionárias;

- a criação de um Grupo Técnico de Trabalho com a Agência Nacional do Petróleo – ANP, por meio de uma Portaria Conjunta ANEEL/ANP no. 1, de 13/08/98, para o desenvolvimento de estudos visando à ação integrada das duas agências na área da eficiência energética (HADDAD & AGUIAR, 1999).

A estratégia de desenvolvimento brasileiro deve contemplar uma política que incentive o aumento da eficiência energética e a implementação de instrumentos que promovam o uso racional de energia nos diversos segmentos da sociedade. Isso resultará numa postergação de novas instalações do setor energético, caracterizadas pelo vulto dos investimentos exigidos e pelo seu longo prazo de maturação.

As experiências internacionais demonstram que a simples regra do mercado não é suficiente para a efetiva implantação de ações de conservação. Outras medidas devem ser também de interesse dos outros atores (concessionárias e sociedade) e devem acompanhar essas ações: campanhas de esclarecimento ao consumidor, restrições à fabricação de equipamentos com baixa eficiência, incentivo à concorrência, incentivo ao desenvolvimento tecnológico e política tarifária realista, que contemple a introdução de incentivos econômicos e financeiros aos consumidores.

---

<sup>3</sup> Decreto no. 99.250, de 11/05/90.

<sup>4</sup> Lei no. 9.427 de 26/12/96 e Decreto no. 2.335 de 06/10/97.

## **1.5. Exemplos de Cidades que Possuem Projetos para Usar a Energia Elétrica com Eficiência**

Existe uma enorme diversificação ao se abordar os temas energia elétrica, eficiência energética, meio urbano e cidades, tanto no Brasil quanto no exterior. O ponto de vista a ser analisado, vai depender de aspectos como situação geográfica, climática, estágio de desenvolvimento econômico, condição social, política e cultural da cidade. Nas cidades isoladas, por exemplo, a maior preocupação dos projetos envolvendo a energia elétrica é em relação ao abastecimento energético para refrigeração de alimentos e iluminação. Assim, a reflexão muitas vezes enfoca as possibilidades das fontes alternativas de energia, uma vez que, nesses casos, são a solução mais indicada economicamente. Já nas cidades ligadas ao sistema oficial de eletricidade mas que não investem em novas plantas de geração e sua capacidade está no limite, o enfoque se dá na alternativa da substituição de tecnologias (por mais eficientes) no uso final.

Nas cidades que possuem geração de energia elétrica a partir da queima de combustíveis fósseis, mais comum nas cidades americanas e européias, a ênfase é o uso eficiente da energia elétrica de modo a diminuir o consumo e a combater a poluição do ar.

Nas cidades de clima frio a preocupação dos estudos com energia elétrica vai no sentido do aquecimento de ambientes internos, quando este é elétrico. Nas de clima quente e/ou úmido, no sentido da climatização (refrigeração) mecânica feita por equipamentos de ar condicionado. Nas cidades de países ricos a situação é outra. E assim por diante.

Para uma melhor compreensão, foram selecionadas algumas experiências de cidades, agrupadas por países a seguir, que caracterizam os diferentes enfoques dados à questão.

### **• Estados Unidos**

ASHLAND, Oregon: O *Department of Community Development* da cidade de Ashland vem desenvolvendo, desde 1982, um programa de conservação da energia elétrica em parceria com a *Bonneville Power Administration*, uma agência federal do *U.S. Department of Energy* responsável pela administração da energia elétrica produzida na região. Até 1997 haviam sido investidos US\$ 5,6 milhões em sete diferentes programas: residencial, comercial, qualidade do ar, programa solar, reciclagem, conservação da água e transporte elétrico. Entende-se que é mais econômico conservar eletricidade do que construir novas plantas de geração. No programa residencial, os cidadãos com aquecimento elétrico podem requisitar gratuitamente um diagnóstico energético em suas residências. Para a implantação das

medidas de eficiência energética recomendadas pelos técnicos existe incentivo financeiro e a certificação junto ao *Oregon Department of Energy*. Nos edifícios comerciais a principal medida que se tem implementado através do incentivo é a substituição das lâmpadas existentes por outras mais eficientes (ASHLAND CONSERVATION DIVISION HOMEPAGE, 1998).

DADE COUNTY, Flórida: Uma cidade litorânea e que se encontra particularmente vulnerável aos impactos do aquecimento global, por isso participa do programa *Cities for Climate Protection*, financiado pelo *International Council for Local Environmental Initiatives* - ICLEI. A estratégia principal do comitê que envolve a participação de governos, grupos ambientais, universidades e empresas, é a redução das emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Em Dade County a emissão totalizou, em 1988, mais de 23 milhões de toneladas, sendo 45% proveniente do setor transporte, 45% do elétrico, 5% do industrial, 4% do comercial e 1% do residencial. Dentre as medidas de eficiência recomendadas estão o incentivo ao tráfego de bicicletas através da criação de ciclovias e locais adequados para estacionamento, adoção da cogeração nas usinas termoelétricas, o uso misto do solo com a criação de sub-centros comerciais urbanos nas zonas residenciais de modo a reduzir as distâncias realizadas com automóveis, promoção de campanhas de conservação de eletricidade, assistência técnica nas residências e o incentivo ao uso das superfícies brancas e ao plantio de árvores nas ruas de modo a diminuir o consumo com ar condicionado (ICLEI HOMEPAGE, 1998).

LOS ANGELES, Califórnia: Desde 1985, um grupo do *Lawrence Berkeley Laboratory* vem estudando as "ilhas de calor" e os possíveis caminhos para diminuição dos seus efeitos em áreas urbanas. Eles observaram que num dia típico de verão, a temperatura média no centro urbano da cidade de Los Angeles é de 3° a 5° F mais quente do que a área em seu entorno. Além disso foi verificado um aumento médio de 5 a 10% na demanda de pico com ar condicionado para resfriar ambientes. O custo adicional com eletricidade é para mais de US\$ 100 milhões por ano. Um caminho proposto pelo grupo se compõe de duas soluções: o plantio de árvores e a mudança de cor das superfícies, das vias e telhados, principalmente, de acordo com os princípios da *cool communities*. Para a simulação dos efeitos das medidas a serem implementadas, os estudiosos se utilizaram do modelo meteorológico já existente na cidade (CHEN & AKBARI, 1994).

SEATTLE, Washington: A cidade de Seattle vem desenvolvendo desde 1977 uma série de programas de eficiência energética e serviços nos setores industrial, comercial e residencial, conhecido como *Seattle City Light*. São oferecidos incentivos financeiros, diretamente proporcionais ao potencial de redução do consumo de

eletricidade, àqueles consumidores que adotarem as medidas de eficiência energética recomendadas pelos técnicos dos programas. Nos setores industrial e comercial as principais medidas incluem a instalação de equipamentos eficientes e de sistemas de controle que proporcionam economia de energia elétrica. Com relação ao setor residencial, dois programas se destacam: o *Built Smart Building*, de acompanhamento e certificação de novas construções eficientes do ponto de vista energético e de conforto, e o *Multifamily Conservation Program*, onde participam grupos de no mínimo cinco unidades de apartamentos ou condomínios que possuem instalação permanente de aquecimento elétrico (SEATTLE PUBLIC ACCESS NETWORK, 1998).

- **Brasil**

PARANAGUÁ, Paraná: Nas quatro pequenas comunidades de moradores da Ilha do Mel foi implantado um projeto de substituição de 203 chuveiros elétricos por aquecedores solares de água e de 2 mil lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas. A chegada da energia elétrica à Ilha do Mel deu-se somente em 1988, através da instalação de dois grupos de geradores a diesel com capacidade total de 360 kW. Este fato contribuiu enormemente para a ocupação turística da ilha, alterando seu perfil sócio-econômico. Atualmente há uma significativa infra-estrutura, representada por pousadas, campings e restaurantes, onde cerca da metade do consumo de ponta da energia elétrica deve-se ao uso de chuveiros elétricos, o que está levando o sistema ao seu limite de capacidade. O valor total para a implantação do projeto foi de R\$ 158 mil, sendo R\$ 140 mil financiados pela ELETROBRÁS e R\$ 18 mil pela Companhia Paranaense de Energia Elétrica – COPEL (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1997).

MANAUS, Amazonas: A cidade de Manaus é abastecida por um sistema elétrico isolado das outras regiões, mantido por uma usina hidrelétrica e duas usinas termelétricas. Um crescimento de 17% no consumo de energia elétrica em 1996 levantou sérias preocupações quanto à capacidade do sistema, especialmente na época da seca (verão). Diante disso, foi implantado o Programa para Refrigeradores em Manaus, desenvolvido pelo PROCEL em parceria com a ELETRONORTE, o Grupo Multibrás, o setor comercial de Manaus e a comunidade. O Programa, também chamado Projeto Manaus, definiu basicamente duas metas: a curto prazo, redução de 10 a 40 MW do consumo em dias úteis, e a médio prazo, redução de 72 MW. O incentivo à compra de refrigeradores mais eficientes teve a duração de quatro meses, a partir de dezembro de 1996. Os consumidores que optaram pela aquisição dos modelos de geladeiras premiados com o Selo de Eficiência Energética do PROCEL receberam um subsídio de 10% na compra, além da economia de 15% no consumo de energia do novo equipamento (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1997).

PIRACICABA, São Paulo: Foi desenvolvido um Plano Municipal de Gestão de Energia Elétrica pela Unidade de Gestão Energética – UGE da Prefeitura de Piracicaba, financiado pela Comissão Europeia em convênio com a ELETROBRÁS-PROCEL e com a colaboração da Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL. O objetivo foi tornar Piracicaba uma cidade onde a aplicação de energia elétrica nos órgãos públicos municipais é efetivamente racionalizada e tem seu emprego baseado em modernas tecnologias, buscando a redução de recursos econômicos com energia elétrica e criando oportunidade de deslocamento destes para outras áreas de interesse da coletividade. Inicialmente, foi realizado um levantamento e calculados indicadores de eficiência, armazenados com auxílio de um banco de dados desenvolvido exclusivamente para isso. Os resultados mostram que é gasto cerca de 3% do orçamento municipal com consumo de energia elétrica municipal. O próximo passo prevê a identificação de prioridades e a obtenção de financiamento para a implantação de medidas de eficiência energética (ELETROBRÁS-PROCEL, 1998a).

RIO DE JANEIRO, Rio de Janeiro: Na cidade do Rio em 1993 havia um déficit de 54% nos serviços de iluminação pública nas comunidades de baixa renda, sendo mais um dos vários problemas enfrentados pelos moradores desses locais. No intuito de um maior e melhor atendimento, a empresa municipal RioLuz elaborou na época um projeto de grande impacto, o Plano Diretor de iluminação pública. O Plano previu o deslocamento de 70% da sua força de trabalho para a instalação de luminárias na periferia da cidade, reduzindo os custos advindos da contratação de empreiteiras e passando a comprar o material direto do fabricante. O Plano foi posto em prática na favela da Rocinha com caráter de piloto (RIOLUZ, 1993).

- **Alemanha**

BERLIN: Na cidade de 3,4 milhões de habitantes têm sido feitos vários esforços nos últimos anos para demonstrar e promover o uso da energia solar, baseados na Lei de Economia de Energia de 1990 e no Plano Energético de 1994. Em consonância com os programas nacionais, são estimados que existem nos dias de hoje em Berlin cerca de 2.400 aplicações de energia solar (principalmente para aquecimento de água) e 1,5 MW instalados em Painéis Fotovoltaicos. As metas traçadas pelo *Berlin Energy Programme* até 2004 abrangem: a instalação de mais 10 MW de painéis fotovoltaicos, a colocação de 30.000 m<sup>2</sup> de coletores solares adicionais e a substituição de 15% do total de energia consumida em prédios públicos por fontes renováveis. Os agentes envolvidos no programa são voluntários da indústria, associações residenciais, a cooperação Bewag/GASAG – Energie 2000 e os programas locais. Estão sendo instalados diversos painéis fotovoltaicos e coletores solares em escolas e centros de treinamento, hospitais, asilos, residências, edifícios



de escritórios, centros de cultura, estações, etc. (LOY, 2000).

**BREMEN:** As lâmpadas fluorescentes compactas de baixo consumo energético representavam em Bremen somente 5% da iluminação do setor residencial. A *Stadtwerk Bremen AG*, um dos principais serviços municipais da Alemanha, organizou uma campanha em colaboração com os fabricantes Osram, Philips e Sylvania com o objetivo de aumentar as vendas dessas lâmpadas. Uma vez comprovado, podem participar todos os consumidores residenciais da cidade. Se distribuiu meio milhão de vales com descontos para a compra de lâmpadas equivalentes à redução de consumo elétrico de 12,5 milhões de MWh. O custo global da campanha foi de US\$ 165.000. Os fabricantes emplacaram um aporte de US\$ 50.000 para a publicidade e US\$ 37.000 para o funcionamento do programa (ÉNERGIE-CITÉS, 1997a).

- **Espanha**

**MARESME:** Foi elaborado um estudo de "Otimização da Gestão Energética na Área Urbana de Maresme", financiado pelo Conselho da Comarca de Maresme, a Direção Geral de Energia da Comissão Européia e o Departamento de Indústria e Energia do Instituto Catalão de Energia. O estudo analisou a situação energética da localidade e propôs um conjunto de atuações no sentido do uso racional da energia elétrica e melhorias da gestão do meio ambiente. Os esforços se voltam para a promoção da eficiência energética nas indústrias e para a melhoria do nível de serviços públicos ofertados aos cidadãos. Apesar da energia consumida nesses últimos representar uma pequena parcela de toda a energia consumida, entende-se que a adoção de uma política urbana que contemple critérios de otimização energética pode multiplicar iniciativas em outros usuários, ao mesmo tempo que constitui bases para uma proteção eficaz do meio ambiente. Outras medidas do mesmo estudo sinalizam a fiscalização mais eficaz no cumprimento das normas de isolamento nos edifícios, novos materiais e sistemas de climatização mais eficientes (INSTITUT CATALÀ D'ENERGIA, 1995).

**SABADELL:** Desde 1983, a cidade de Sabadell (214.000 habitantes) vem adotando diversas medidas que aumentaram substancialmente a qualidade do sistema de iluminação pública. Dentre elas, a substituição das lâmpadas por outras mais eficientes e o estabelecimento de um sistema de manutenção preventiva. As metas principais atingidas foram: melhoria da qualidade, redução dos custos da operação e manutenção de um nível adequado de iluminação. Durante os primeiros anos o trabalho se concentrou em identificar as instalações que teriam de ser renovadas. As melhorias e os novos equipamentos foram introduzidos na medida em que a manutenção preventiva indicava. O aumento nos custos com manutenção foram

compensados pela ampliação do tempo de vida dos equipamentos e pela redução do número de lâmpadas queimadas e, portanto, de reclamações. Este programa de melhoria da iluminação pública recebeu, em 1991, o prêmio Delta de energia. Sabadell é a única cidade espanhola que recebeu tal prêmio (ÉNERGIE-CITÉS, 1997b).

- **Grécia**

SIKIES: Em colaboração com a Universidade da Tesalónica, a prefeitura de Sikies (33.700 habitantes) elaborou um guia de arquitetura bioclimática. Sobre a base da observação de que Sikies tem 2.555 horas de sol no ano e na medida em que pode ser economicamente rentável intervir nos edifícios públicos e privados, partiu-se para explorar as potencialidades pela utilização da energia solar. Inicialmente, em 1979, tornou-se obrigatório certas imposições energéticas em relação aos materiais de construções utilizados. Posteriormente, para aumentar a eficiência da política nacional adotada, foi encomendado o guia cujo objetivo foi o de definir princípios arquitetônicos que poderiam ser aplicados no setor da construção, levando em consideração três diferentes aspectos de uma utilização eficiente do sol: o planejamento urbano (densidade demográfica, gabarito dos edifícios, clima, arborização urbana), a arquitetura dos novos edifícios (orientação, ventilação, superfícies refletoras) e a reforma dos antigos (aberturas, isolamento) (ÉNERGIE-CITÉS, 1997c).

## CAPÍTULO 2 – ESTRUTURA DO CONSUMO URBANO DE ELETRICIDADE NO BRASIL

Uma cidade é constituída basicamente de lotes e logradouros (Figura 2.1 abaixo).



**Figura 2.1 – Constituição Básica da Cidade**

Fonte: RABI *et al.*, 1999.

Entende-se como lote uma porção de terra que resulta de loteamento ou desmembramento. Definidos pela legislação municipal de parcelamento do solo<sup>5</sup>, os lotes constituem a unidade territorial mínima e configuram o domínio privado por excelência. Nas cidades destinam-se basicamente à construção de edificações (ALBERNAZ & LIMA, 1998). Os lotes que ainda não são edificados, os chamados "terrenos baldios", não consomem energia elétrica e portanto não interessam a este estudo.

Há os lotes industriais destinados para a edificação dos locais de produção, os residenciais, onde se constróem edificios para moradias, e os comerciais e de serviços (públicos e privados), destinados para a edificação dos locais de trabalho. É interessante ressaltar a predominância do uso residencial nas cidades. Cerca de 70% da terra urbana é ocupada pelos lotes. Destes, 80% se destinam a fins habitacionais (SANTOS, 1988). São variações dos lotes: condomínios, conjuntos habitacionais e superquadras. Há também os cada vez mais difundidos lotes, onde se constróem as edificações mistas, ou seja, aquelas que reúnem em uma mesma edificação ou num conjunto integrado de edificações, duas ou mais categorias de uso. Pode-se tomar como exemplo de edificação mista, prédios residenciais que abrigam cinemas e lojas comerciais com acesso independente para o passeio público ou os *shoppings centers*

<sup>5</sup> Na falta de tais instrumentos, deve ser obedecida a lei federal nº 6766/1979, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano.

que mesclam os usos comercial e serviços.

Os lotes e suas edificações foram se transformando ao longo do tempo, mudando, aos poucos, a aparência das cidades. Dos lotes estreitos e compridos da época colonial passou-se às superquadras do urbanismo contemporâneo<sup>6</sup>. E foram incorporando facilidades coletivas que hoje os conectam entre si tais como sistemas de água, energia elétrica e gás, esgotamento sanitário, linhas telefônicas, internet e cabos de televisão.

As edificações legalizadas, dentro da "cidade formal"<sup>7</sup> sempre procuraram obedecer (ou, pelo menos, deveriam) a alinhamentos e afastamentos pré-estabelecidos em lei para a ocupação do lote. As construções atendem, assim, a padrões mínimos de segurança, conforto e salubridade, e adequam-se, do ponto de vista urbanístico, a quatro variáveis principais: climáticas (macro e micro), econômicas, culturais regionais e tecnológicas. Em virtude dessas variáveis, os edifícios apresentam comportamentos bastante distintos com relação ao consumo de energia elétrica. De acordo com a sua função (uso), o seu estilo arquitetônico (tipo de edifício, implantação no terreno, material constituinte) e/ou o nível de renda da família, haverá no edifício uma maior ou menor quantidade de equipamentos elétricos, refletindo diretamente em uma maior ou menor necessidade de consumo de eletricidade. Há também os edifícios que são muito adensados uns aos outros e precisam ser iluminados artificialmente de dia ou os que a ventilação é deficiente pela localização e/ou orientação das janelas, necessitando de climatização artificial ao longo do ano.

O contraponto para as terras de uso restrito e controlado são as terras de uso público que servem à circulação de pessoas e veículos, onde os habitantes podem estar, circular, passear, obter informações e se divertir, sem permissão especial. São os espaços inalienáveis, chamados logradouros públicos: ruas, avenidas, pontes, praças, largos, jardins, parques ou áreas verdes. Os logradouros públicos são oficialmente reconhecidos e demarcados pela municipalidade que lhes confere denominações especiais (ALBERNAZ & LIMA, 1998). Nos logradouros públicos são encontrados tanto elementos urbanos de uso coletivo que consomem pouca energia elétrica (tais como sinalização, chafarizes, iluminação, relógios digitais e caixas automáticos) quanto equipamentos da infra-estrutura urbana básica que consomem muita energia elétrica, como a iluminação pública (padrão e especial) e os sistemas de saneamento.

É para os logradouros públicos que se abrem as testadas dos lotes (fachadas

---

<sup>6</sup> Para pesquisas mais detalhadas, consultar REIS FILHO, 1978.

<sup>7</sup> A "cidade informal" são as favelas, os assentamentos ilegais e as auto-construções, onde a maioria das leis urbanísticas não são válidas (N. do autor).

das construções), proporcionando ar e luz às edificações. O tamanho, a ocorrência, a ordenação e outras características dos logradouros afetarão não somente a sua própria quantidade de energia elétrica consumida, mas também, de forma significativa, o consumo dos ambientes construídos no seu entorno no que se refere à iluminação e condicionamento ambiental (MASCARÓ, 1996).

Estudar um elemento urbano isolado é diferente de se estudar um conjunto urbano onde se intercalam edifícios e logradouros, afinal "um grupo de edifícios não é o somatório de edificações isoladas, ou de arquiteturas, mas sim uma outra obra com nova personalidade, um fato urbano" (CULLEN, 1973). Portanto, as várias formas de combinar as edificações e os espaços livres de uso público, considerando o tipo e a taxa de ocupação dos lotes, a organização dos logradouros, a volumetria dos edifícios, o limite horizontal da cidade e outros parâmetros impostos pela legislação vigente, pela topografia ou pelo clima, irão variar de uma cidade para a outra. O modelo urbanístico encontrado em São Paulo, conhecido como a "negação ao urbanismo" (BRUAND, 1981) e que consome muita energia elétrica para a climatização dos ambientes, é diferente do encontrado no Rio de Janeiro, onde se tem o relevo e os grandes traçados. O modelo encontrado em Salvador, onde tem-se ao mesmo tempo um urbanismo conservador e audacioso, é diferente do encontrado nas novas cidades de Belo Horizonte, Goiânia ou Brasília, onde a iluminação natural é parte integrante dos projetos arquitetônicos.

Mas seja qual for o modelo de planejamento urbanístico adotado, em toda cidade haverá, guardadas as devidas proporções, uma área central mais dinâmica, mais verticalizada e mais adensada, cuja intensidade de uso de eletricidade tenderá a ser maior e mais diversa do que as outras partes da cidade. Nas áreas urbanas centrais estão os lugares de negócios mais significativos, que oferecem uma maior diversidade de elementos urbanos e simultaneidade de usos, equipadas com vias mais largas (tanto para pedestres quanto para veículos), prédios mais altos, funções de administração e prestação de serviços públicos e privados, comércio formal e informal, uso residencial, atividades ligadas ao lazer coletivo e, eventualmente, indústrias de porte compatível. Trata-se, portanto, de uma amostragem significativa da estrutura do consumo urbano de eletricidade, diferente de outros locais da cidade cujo uso seja predominantemente só residencial ou só industrial, por exemplo.

À medida que as cidades crescem vão se formando os subcentros, os centros secundários e os centros de bairro, cujo uso de eletricidade será equivalente à área central da cidade. Lembrando sempre que centros pressupõem periferias e fronteiras, no limite dos denominados perímetros urbanos, mas que, na verdade, "são abstrações administrativas, linhas traçadas em um mapa que tentam corresponder ao que todos

sabem" (SANTOS, 1988). Esses locais fronteiriços mais afastados nem sempre possuem um planejamento direcionado e os elementos urbanos, quando existem, são mais modestos, refletindo em menor consumo de eletricidade.

## 2.1. Pequenas Indústrias Urbanas

Os edifícios industriais são aqueles destinados à extração, beneficiamento, desdobramento, transformação, manufatura, montagem, manutenção e guarda de matérias-primas ou de mercadorias de origem mineral, vegetal ou animal. Geralmente, na cidade, encontra-se apenas as indústrias de micro (até 20 empregados), pequeno (de 20 até 100 empregados) e médio portes (de 100 até 500 empregados)<sup>8</sup>, aqui denominadas de "indústrias urbanas". As indústrias de grande porte, especialmente aquelas com riscos de grandes acidentes e/ou que manipulam ou possuem depósitos de inflamáveis, materiais explosivos e substâncias tóxicas ou químicas, têm a sua implantação condicionada a locais específicos, em distritos exclusivamente industriais fora do perímetro urbano e controlados através da legislação referente ao Uso e Ocupação do Solo<sup>9</sup>. Essas indústrias não caberiam ser analisadas neste estudo por estarem periféricas à cidade/urbano e não "dentro" dela.

O consumo de energia elétrica na edificação industrial vai ser muito mais devido à função que abriga, isto é, do tipo de atividade fabril desenvolvida no seu interior, do que ao seu estilo arquitetônico. Por isso, a organização espacial do ambiente interno, que deverá seguir a "linha de montagem" do produto, será fundamental para um melhor aproveitamento da energia.

Segundo o Balanço Energético Nacional, o setor industrial é responsável por 136.388 GWh/ano. Sendo que deste consumo, as pequenas indústrias são responsáveis por aproximadamente 77.330 GWh/ano (56,7%)<sup>10</sup>. Lembrando que hoje em dia, em muitas delas, o consumo e a participação da energia elétrica vem crescendo e é tão significativo no processo de fabricação quanto de outros energéticos tais como o óleo, o gás ou a lenha. O consumo de eletricidade irá variar de acordo com o tipo de produto e o nível tecnológico da empresa. De um modo geral, quanto

---

<sup>8</sup> O SEBRAE assim como os censos econômicos do IBGE, consideram como empregados, as pessoas ocupadas que recebem remuneração independentemente de ter ou não vínculo empregatício (MORELLI, 1994).

<sup>9</sup> Na ausência de tal instrumento, existem leis municipais apoiadas nas normas regulamentadoras NR-16 e NR-20, da consolidação das leis de trabalho (BAHIA *et al.*, 1997).

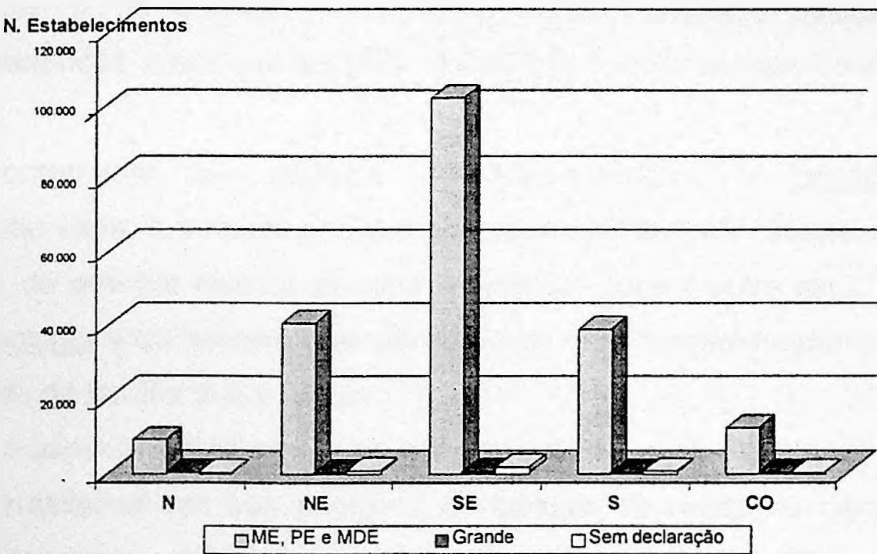
<sup>10</sup> Pela indisponibilidade dos dados de forma desagregada no MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (1999), para este cálculo considerou-se como indústrias de micro, pequeno e médio portes, as indústrias de não ferrosos e outros de metalurgia, cerâmica, têxtil, de alimentos e bebidas e outras. Considerou-se como indústria de grande porte: as indústrias de cimento, ferro-gusa e aço, ferro-ligas, mineração e pelotização, química, papel e celulose.

mais aprimorada for a tecnologia utilizada na indústria, mais energia elétrica se consome (em substituição a outros energéticos menos “limpos”).

A importância das indústrias urbanas na economia nacional reside principalmente no que diz respeito à participação no total da receita - as indústrias urbanas são responsáveis por 38,9% do valor bruto da produção industrial - e na criação de empregos - no total do setor industrial respondem por 58,2% do emprego (SEBRAE, 1998).

No Brasil, em 1990, pelo censo industrial, tínhamos cerca de 203.106 indústrias urbanas, sendo que se encontram “desigualmente” distribuídas entre as diferentes regiões do país, a saber: no Norte, com 9.038 estabelecimentos<sup>11</sup> (4,5%), no Nordeste: 40.702 (20,0%), no Sudeste: 102.020 (50,2%), no Sul: 39.057 (19,2%) e no Centro-Oeste: 12.288 (6,0%) (MORELLI, 1994).

Atualmente, há cerca de 4,5 milhões de micro e pequenas empresas que correspondem a 98% do total de estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços. Pelo Gráfico 2.1, tem-se que as grandes indústrias, situadas “fora das cidades”, representam um universo bem menor do segmento industrial. Cabe observar ainda que é considerável o número de empresas sem declaração, ou seja, aquelas que não sabem (ou pelo menos não declararam) a quantidade de pessoal ocupado.



**Gráfico 2.1 – Distribuição das Micro, Pequenas e Médias Indústrias, por Região**  
Fonte: MORELLI, 1994.

Algumas indústrias típicas do meio urbano são: cerâmicas, confecções, torrefadoras de café, panificadoras e recauchutadora de pneus.

<sup>11</sup> Segundo o IBGE, por estabelecimento entende-se parte de uma unidade de operação da empresa, ou uma própria unidade em si, ou, ainda, um conjunto dessas unidades que, por atenderem a determinadas pré-condições, caracterizam-se com unidade de prestação de informações estatísticas.

## 2.2. Edificações Residenciais

Em termos quantitativos, as casas e os prédios de apartamentos são as categorias mais importantes de edifícios encontrados nas cidades. Por definição, as edificações residenciais são aquelas que dispõem de, pelo menos, um dormitório, uma cozinha e um compartimento sanitário, sendo destinadas à habitação de caráter permanente. Por definição, podem ser: unifamiliar, quando correspondem a uma única unidade habitacional por lote de terreno, incluindo as casas geminadas (divididas por pelo menos uma parede em comum) e as situadas em vilas; ou multifamiliar, quando corresponder a mais de uma unidade – que podem estar agrupadas em sentido horizontal ou vertical, dispondo de áreas e instalações comuns que garantam o seu funcionamento. Exemplos: condomínios de casas, prédios de apartamentos, pensionatos, moradias de religiosos ou estudantes, orfanatos e asilos, *apart hotel*, entre outros.

Pelo Balanço Energético Nacional, o setor residencial é responsável por uma grande parcela no consumo da energia elétrica do país, equivalente a 79.358 GWh/ano (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 1999). Este valor engloba tanto as residências urbanas quanto as rurais. Levando-se em consideração que a população rural consome 9.700 GWh/ano<sup>12</sup> (RIBEIRO, 1997), referente basicamente a um consumo residencial, resta que em torno de 66.000 GWh é consumido em residências urbanas.

Diferentemente dos edifícios industriais urbanos, a função do edifício residencial não varia, é a mesma para todos: morar. O que vai caracterizar a variação do consumo de energia elétrica de uma residência para a outra será, justamente, o seu estilo/tipologia arquitetônico que, por sua vez, será função, fundamentalmente, do nível da renda da família que o habita.

Sob o aspecto econômico e de consumo de energia, é possível segmentar as habitações brasileiras em três posições de classes de renda ou camadas sociais: classe de alta renda, classe média e classe de baixa renda. Olhando, com mais detalhes, como os diferentes grupos na sociedade consomem energia, é possível entender melhor as desigualdades sociais e assim determinar os “estilos” de cada um. Os pobres não apenas consomem menos energia do que os ricos, mas também moram em tipos diferentes de casas e usam equipamentos menos eficientes.

---

<sup>12</sup> Dados de 1996.



### 2.2.1. Divisão por Classes Sociais

A dimensão decisiva para a definição das classes sociais, além do nível de renda, é a posição ocupada pelos residentes nas relações de produção. Faz-se neste estudo uma análise da pesquisa pioneira de BÔA NOVA (1985) que dedica a sua obra ao estudo da relação entre estrutura social no Brasil e consumo de energia.

Na classe de alta renda haveria, portanto, dois segmentos. O primeiro é o empresarial, formado pelos empregadores que detêm a propriedade dos meios de produção, na sociedade capitalista. O segundo segmento é o gerencial, essencialmente constituído pelos altos executivos. O que dá a esses profissionais a característica de classe de alta renda já não é a propriedade jurídica dos meios de produção – que não lhes cabe – mas o domínio efetivo sobre eles e sobre a massa trabalhadora.

No outro extremo acha-se a classe de baixa renda, a camada social formada por indivíduos que se caracterizam por sua qualidade permanente de assalariados e por seus modos de vida, atitudes e reações decorrentes de tal situação. O proletariado tem os seus representantes mais típicos entre os operários e empregados em ocupações manuais ou mecânicas. São aqueles desprovidos dos meios próprios de subsistência e, por isso, têm de vender sua força de trabalho. Nesta camada também podem ser encontrados alguns trabalhadores por conta própria.

A meio caminho entre os dois pólos sociais – classes de alta e baixa rendas – é identificada a existência de uma camada média, que é bastante heterogênea. Ela reúne uma série de categorias sócio-profissionais que não encontram um enquadramento satisfatório nem na classe alta nem na baixa. Esse é o caso dos pequenos empregadores / empresários, profissionais liberais de menores rendimentos e empregados assalariados de nível médio ou superior que reúnem em si os papéis de empregado e empregador. Os empregados em ocupações não-manuais que talvez possam até ser proletários, mas têm um nível de renda familiar mais alto que o proletariado propriamente dito. Na falta de maiores dados, preferiu-se classificá-los na camada média. Eles constituiriam, porém, o segmento mais pobre da camada média, à beira da proletarização.

As diferenças entre cada uma das classes sociais, o consumo de eletricidade por família e a tipologia de arquitetura, encontram-se na Tabela 2.1.

**Tabela 2.1 – Consumo Médio de Eletricidade por Classes Sociais**

Classe Social (por categoria sócio profissional)	Consumo médio eletricidade*		Arquitetura
	(KWh/ano)	%	
<b>ALTA RENDA</b>  Empregadores e altos executivos das empresas	3.451	55,7	Estilo moderno  Área média construída acima de 100 m2  Tipologias: Prédios com elevador Condomínio Casa/mansão  Acima de 4 quartos
<b>CLASSE MÉDIA</b>  Pequenos empregadores, profissionais liberais de menores rendimentos e empregados assalariados de nível médio ou superior	1.726	27,9	Estilos antigo e contemporâneo  Área média construída é muito variável  Tipologias: Prédios com e sem elevador Casa de vila  2 a 3 Quartos em média
<b>BAIXA RENDA</b>  Empregados em ocupações manuais ou mecânicas e trabalhadores por conta própria	1.015	16,4	Sem estilo definido  Área média construída inferior a 50 m2  Tipologias: Conjunto habitacional Casa de cômodo Favela  1 a 2 quartos

Fonte: BOA NOVA, 1985 e elaboração própria.

Legenda: \*por família.

Há uma distância grande da classe de alta renda para a camada média e da camada média para a classe de baixa renda. BÔA NOVA (1985), através de estimativas indiretas, mostrou que a energia elétrica utilizada pelas famílias tinha o seu consumo fortemente concentrado nas classes superiores. A primeira posição era ocupada pela classe de alta renda com um consumo de 3.451 kWh/ano (ou 287,6 kWh/mês), seguida pela faixa intermediária com um consumo de 1.726 kWh/ano (ou 143,8 kWh/mês) e a que apresentou o nível mais baixo foi a classe de baixa renda com 1.015 kWh/ano (ou 84,6 kWh/mês) por família. Sabendo-se que 21% da população correspondia às classes de alta renda e média somadas, verificou-se que essa minoria detinha 83,6% do consumo de energia elétrica, enquanto a classe de baixa renda, que é a camada social mais representativa no Brasil em termos de população, detinha apenas 16,4% do consumo de eletricidade.

Verificou-se que a tendência geral é o aumento no consumo das camadas média e de baixa renda e a estabilização no consumo da classe de alta renda ou até mesmo uma pequena diminuição por causa de prováveis investimentos em

equipamentos de tecnologias mais eficientes. Nessa linha de pensamento, na classe de baixa renda o consumo tende a aumentar ainda mais que na classe média devido ao efeito contrário, isto é, a aquisição mais freqüente de equipamentos de segunda mão, menos eficientes do ponto de vista tecnológico. Isso tem relação com “a questão dos estilos de vida, em que existe uma tendência das camadas subalternas assimilarem os padrões das elites embora estejam muito longe de deter o mesmo poder aquisitivo” (BOA NOVA, 1985).

Convém alertar que a análise de consumo somente considerou os domicílios oficialmente eletrificados localizados dentro de áreas urbanas, ou seja, aqueles que “pagam contas de luz” e são ligados à rede oficial de distribuição de energia elétrica<sup>13</sup>. A porcentagem que eles representavam em relação ao total de domicílios de cada categoria social era o seguinte: 97% da classe de alta renda, 89% da camada média e 58% da classe de baixa renda. As proporções de domicílios eletrificados decrescem à medida que se passa das classes superiores para as subalternas, evidenciando, inclusive, uma diferença de costumes entre classes, em que receber eletricidade em casa é um fato “normal” para as pessoas das classes superiores enquanto para outras isso ainda seria mais um obstáculo a ser transposto na busca da melhoria na qualidade de vida urbana.

Outro ponto a ser ressaltado na análise é que há situações em que se torna difícil distinguir os consumos de energia elétrica residencial dos consumos destinados a outras atividades (especialmente comercial e de serviços) que estão englobadas em uma mesma conta de luz, ou seja, quando consumidores trabalham em casa ou têm um pequeno estabelecimento artesanal ou de serviços anexo a sua residência. Isso acontece com mais intensidade nas classes média e de baixa renda.

## **2.2.2. Consumo de Eletricidade e Tipologia da Arquitetura**

A relação entre consumo de energia e tipologia da arquitetura é um campo de estudo que permanece praticamente inexplorado, com exceção do trabalho de LA ROVERE (1986) que analisou os resultados de uma pesquisa-piloto realizada na cidade do Rio de Janeiro, desenvolvida pela COPPE em 1983, sob a hipótese de que há articulação entre o tipo de imóvel e os padrões de uso da energia. Para a análise do comportamento do consumo energético de residências foram cruzadas diversas variáveis contra cada “tipo de prédio”, de acordo com a seguinte definição:

- Casa / mansão, casas independentes, com frente para a rua e ocupada por

---

<sup>13</sup> O que não significa dizer que os outros domicílios não possuam energia elétrica. Mas é que muitas vezes o consumo de energia elétrica é clandestino e não tem como quantificar, especialmente na camada de proletariados que residem em favelas.

uma só família;

- Condomínio, edifício com vários blocos (dois ou mais), independentes, porém com áreas de lazer comum;
- Casa de vila, conjunto de casas geminadas, geralmente com entrada comum e rua privativa;
- Prédios (com ou sem) elevador, edifício com um único bloco e vários andares, com apartamentos independentes;
- Conjunto habitacional, edifício com vários blocos, constituídos por unidades de área reduzida;
- Casa de cômodo (ou cabeça de porco), casarão subdividido em pequenas unidades habitacionais;
- Favela, conjunto de habitações precárias, usualmente sem infra-estrutura regular (água e esgoto), onde a ocupação do espaço ocorre sem haver necessariamente legalização ou posse de propriedade.

Considerando a variável renda para cada tipo de prédio, a distribuição dos domicílios mostra que quase 2/3 dos condomínios estão acima de 20 s.m. (salários mínimos), mais da metade das casas/mansão desfrutam de mais de 10 s.m., seguidas de perto pelas casas de vila, com pouco menos da metade. O que caracterizaria a moradia da classe de alta renda. No outro extremo, na classe de baixa renda, praticamente 90% dos favelados têm renda familiar inferior a 5 s.m. Quanto aos conjuntos habitacionais e casas de cômodos, nota-se uma concentração nas faixas de mais baixa renda. Na posição intermediária encontram-se os prédios com e sem elevador, que agrupam 2/3 do total entre 5 e 15 s.m., estando o resíduo distribuído preponderantemente nas faixas de mais alta renda para os prédios com elevador e nas faixas de mais baixa renda para os prédios sem elevador.

Na relação entre tipo de prédio e consumo energético, conforme apresentado na Tabela 2.2, nota-se que as casas/mansão apresentam intensidade de uso de eletricidade maior que as de gás. Na favela, metade dos domicílios estão na faixa de consumo muito baixo de gás, e igual proporção se encontra na faixa de consumo baixo de eletricidade. De um modo geral, o consumo de gás se encontra mais espalhado, enquanto o consumo de eletricidade se concentra nas faixas intermediárias (baixo e médio consumo).

**Tabela 2.2 – Consumo Energético Residencial x Tipo de Prédio (%)**

Tipo prédio	Casa/ mansão		Condomínio		Prédio c/ elevador		Casa de vila		Prédio s/ elevador		Conjunto Habitacional		Casa de cômodos		Favela	
	gás	eletric	gás	eletric	Gás	eletric	gás	eletric	gás	eletric	gás	eletric	gás	eletric	gás	eletric
Muito baixo	7,7	0	13,9	5,6	20,7	17,4	28,6	14,3	26,1	19,6	33,3	44,4	66,7	0	49,0	34,7
Baixo	15,4	3,8	8,3	5,6	22,3	30,6	25,0	32,1	32,6	28,3	22,2	33,3	33,3	100	24,5	49,0
Médio	30,8	30,8	8,3	27,8	35,5	41,3	14,3	32,1	26,1	43,5	44,4	22,2	0	0	10,2	12,2
Alto	46,2	65,4	69,4	61,1	21,5	10,7	32,1	21,4	15,2	8,7	0	0	0	0	16,3	4,1
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: LA ROVERE, 1986.

Nota:

Consumo de Eletricidade:

Muito baixo =  $E < 100 \text{ kWh}$

Baixo =  $100 \text{ kWh} < E < 150 \text{ kWh}$

Médio =  $150 \text{ kWh} < E < 250 \text{ kWh}$

Alto =  $E > 250 \text{ kWh}$

Consumo de Gás:

Muito baixo =  $G < 155 \text{ Mcal}$

Baixo =  $155 \text{ Mcal} < G < 232 \text{ Mcal}$

Médio =  $232 \text{ Mcal} < G < 310 \text{ Mcal}$

Alto =  $G > 310 \text{ Mcal}$

Os índices mais baixos no cruzamento da área média por domicílio e quantidade média de eletrodomésticos<sup>14</sup> para cada tipo de prédio foram observados para as casas de cômodos, devido as suas características específicas: cada domicílio ocupa em geral apenas um cômodo e dispõe de baixa renda familiar, o que reflete numa área média reduzida de menos de 10m<sup>2</sup> e no número médio de eletrodomésticos inferior a 1. Em seguida, aparece a favela, com uma média de 30m<sup>2</sup> e 5 eletrodomésticos. Os conjuntos habitacionais situam-se ligeiramente acima da favela. Os prédios com elevador e sem elevador encontram-se em níveis intermediários, próximos às médias gerais da amostra. Entre os estratos acima da média, as casas de vila atingem níveis médios de 10 eletrodomésticos e 100m<sup>2</sup> por domicílio. Os condomínios superam com uma margem de 50% os índices médios de número de eletrodomésticos e de área por domicílio. E as casas/mansão se caracterizam pela enorme área média de 242m<sup>2</sup>, quase o dobro dos condomínios e o triplo de eletrodomésticos (média de 13,2).

Diante do exposto, identifica-se a seguir, para cada classe social, os tipos de consumidores de eletricidade através da tipologia da arquitetura. A começar pela típica habitação da classe de alta renda que consome eletricidade acima da média. As edificações residenciais desta classe, na maior parte, são de estilo moderno, onde o projeto arquitetônico é bem solucionado, com flexibilidade de usos, onde há formas/desenhos ousados, materiais de luxo e avançada tecnologia da construção (com acabamento impecável). Além disso, a localização da edificação é melhor, em bairros nobres das capitais e grandes centros urbanos, onde o nível comunitário é selecionado e há proteção contra o “caos” da vida urbana (poluição, barulho, insegurança). Por serem edificações mais complexas, sofisticadas e espaçosas, com no mínimo quatro quartos, consomem necessariamente mais eletricidade para poderem se manter “funcionando”. Vide Figura 2.2.



**Figura 2.2 – Residência da Família Sobral em Brasília**

Fonte: PROJETO, 1988

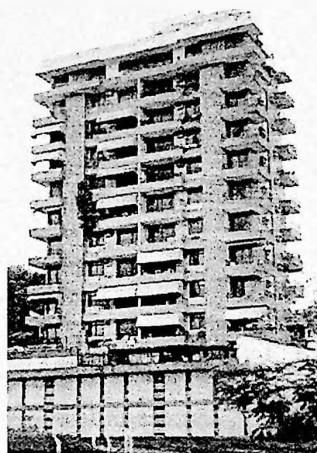
<sup>14</sup> Dentre 20 diferentes tipos de eletrodomésticos pesquisados (LA ROVERE, 1986).

Para a classe média fica mais difícil caracterizar um tipo de moradia porque existem variados modelos. Por isso, para esta classe foram selecionados os dois mais importantes, com estilos arquitetônicos distintos: antigo e contemporâneo. Um modelo antigo que ainda hoje encontra-se nos subúrbios em São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Manaus e Porto Alegre é o da casa "neocolonial" do período entre guerras. São as casas edificadas deslocadas do terreno ou no meio dele, com jardim, conservando um paralelismo rígido em relação aos limites do lote, o pé-direito alto que possibilita o emprego de bandeiras sobre portas e janelas, existência de balcões ou, pelo menos, um pequeno guarda-corpo de ferro batido conferindo-lhes uma semelhança com os velhos traços coloniais. Geralmente a família que habita corresponde à renda e ao consumo de eletricidade da classe média. Vide Figura 2.3.



**Figura 2.3 – Casa à Rua Frei Caneca  
em São Paulo**

Fonte: REIS FILHO, 1978



**Figura 2.4 – Prédio na Praia de Boa  
Viagem em Niterói**

Fonte: elaboração própria.

O outro exemplar de habitação da classe média importante de se mostrar, desta vez de estilo contemporâneo, é o tipo prédio com elevador. Estes surgiram com mais frequência a partir da década de 70. Foram acompanhando o avanço das técnicas construtivas e dos elevadores e hoje são os exemplares mais comuns vendidos ou alugados para a classe média. Geralmente, a localização é próxima a comércio e serviços diversificados. Vide Figura 2.4.

Já para a classe de baixa renda é interessante exemplificar uma moradia do tipo Conjunto Habitacional que ainda é o modelo mais implantado como solução para o problema de moradia no Brasil. O conjunto habitacional combina, em um só local,

uma série de funções, além de moradia abrange lazer, saneamento, sistema viário, emprego e educação. Os estilos arquitetônicos desses conjuntos são das mais variadas tipologias, mas verifica-se que em todos opta-se por elementos da arquitetura regional, divisão interna com uma média de dois quartos e materiais de baixo custo. Em alguns casos, faz-se uso de cores para delimitar a unidade residencial, quebrando o ritmo das formas simples dos sistemas construtivos convencionais empregados. Vide Figura 2.5.



**Figura 2.5 – Vila dos Ofícios em Curitiba**

Fonte: AU, 1997.

### **2.2.3. Equipamentos Elétricos Existentes nas Casas**

As residências apresentam “uma característica de trivialidade inerente a pequena variedade e a simplicidade dos usos de energia” (AROUCA, 1982). As finalidades básicas da eletricidade nas edificações são iluminação (lâmpada), conservação de alimentos (geladeira), aquecimento de água (chuveiro elétrico), condicionamento ambiental (ventilador, ar condicionado), lazer (TV, rádio) e serviços diversos (ferro de passar, máquina de costurar, liquidificador, aspirador de pó, etc).

Segundo AROUCA (1982), que desenvolveu um estudo sobre a demanda de energia residencial baseado no Anuário do Instituto Brasileiro Geográfico e Estatístico – IBGE, a quantidade dos equipamentos (elétricos) existentes nas casas variavam regionalmente de acordo com o uso final e a renda familiar. Sendo que, de uma maneira geral, o consumo de energia elétrica apresentou-se mais significativo em três equipamentos: geladeira, chuveiro elétrico e lâmpadas. Segundo os resultados do estudo, a participação da geladeira na estrutura do consumo residencial mostrou-se maior nas regiões de temperatura mais elevadas (Nordeste, Rio de Janeiro e Norte). Já o uso do chuveiro elétrico predominou nas regiões de clima mais frios (São Paulo, MG/ES, Sul e DF). O uso de lâmpadas apresentou maiores participações nas regiões Norte e Nordeste devido principalmente ao baixo nível de renda destas regiões, o que



implica em gastos com energia elétrica para um dos seus usos mais essenciais: a iluminação<sup>15</sup>. O efeito do consumo de energia elétrica segundo suas utilizações e o nível de renda familiar de AROUCA (1982) é apresentado na Tabela 2.3. Observa-se que a parcela de energia elétrica gasta em atividades de lazer apresentou-se proporcionalmente maior nas classes de menor nível de renda. A explicação para o fato se encontra na falta de lazer nas classes mais baixas em função de suas características sócio-econômicas.

**Tabela 2.3 – Participação do Consumo de Energia Elétrica no Brasil, por Nível de Renda, Segundo os Seus Usos (%)**

<b>Atividades</b>	<b>Renda</b>	<b>&lt; 2 s.m.</b>	<b>De 2 a 3,5 s.m.</b>	<b>De 3,5 a 5 s.m.</b>	<b>De 5 a 7 s.m.</b>	<b>&gt; 7 s.m.</b>	<b>Média</b>
Conserv. Alimentos		25,4	34,2	36,1	33,3	29,9	31,7
Iluminação		21,0	17,6	17,1	22,5	28,6	24,6
Lazer		16,4	10,4	8,8	7,7	6,3	7,5
Serviços		18,3	12,3	8,9	7,2	6,5	7,8
Condicion. Ambiental		0,6	0,9	1,4	1,5	2,9	2,2
Aquecimento d'água		18,2	24,6	27,6	27,8	25,9	26,2
Total		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

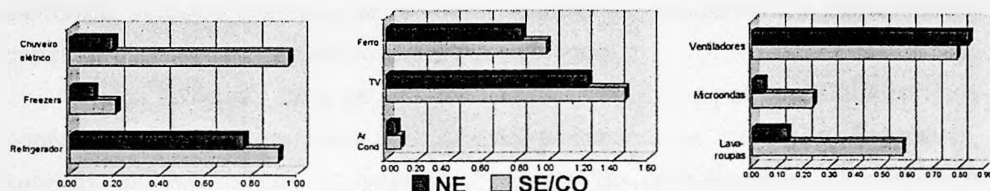
Fonte: AROUCA, 1982.

O mesmo ocorreu nas atividades de serviços, onde o consumo de eletricidade apresentou-se maior nas classes mais baixas. O ferro elétrico foi responsável pela maior parte do consumo nesta atividade. Cabendo ressaltar que este aparelho é encontrado em praticamente todos os domicílios, independentemente da região e do nível de renda familiar. Já a participação do consumo de energia elétrica para condicionamento ambiental foi maior nas famílias de maior nível de renda. Sendo a influência da temperatura um fator relevante. O uso da energia para geração de calor ambiental é pouco estudada no Brasil, mas sabe-se da sua influência no consumo de energia na Região Sul. O aquecimento elétrico da água apresentou-se somente representativo nas regiões Sul e Sudeste do país. Nas regiões Norte e Nordeste, o uso da água quente é bem reduzido, devido ao menor nível de renda e à temperatura média maior. Quanto ao uso do chuveiro elétrico é curioso ressaltar que na maioria dos países desenvolvidos é proibido fabricar e instalar estes equipamentos devido às normas de segurança existentes.

Pela atual Pesquisa de Posses e Hábitos de Uso de Aparelhos Elétricos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, iniciada em 1996 por SOUZA (1998), apenas 18% dos consumidores residenciais conhecem

<sup>15</sup> Nas áreas rurais a iluminação por eletricidade era de apenas 2%, correspondente ao nível de eletrificação das residências (AROUCA, 1982).

corretamente seu consumo mensal em kWh e 82% desconhecem a representatividade da energia no orçamento mensal, na Região Sudeste. Tem-se, ainda, que atualmente os principais aparelhos existentes nas casas são: refrigerador (posse média: 90% na Região SE – Sudeste / CO – Centro-Oeste e 75% na Região NE – Nordeste); ferro elétrico (posse média: 95% no SE/CO e 80% no NE); TV (posse média de aproximadamente 1,5 televisões por domicílio no SE/CO e de 1,2 televisões no NE); e ventiladores (78% no SE/CO e 83% no NE). Vide Gráfico 2.2.



**Gráfico 2.2 – Posse Média dos Principais Aparelhos**

Fonte: SOUZA, 1998.

O chuveiro elétrico só se mostrou significativo na Região Sudeste / Centro-Oeste, com uma posse média de 95% no total de famílias. No Nordeste este está presente em apenas 15% dos domicílios. Certamente, devido à temperatura mais alta desta Região. A mesma discrepância por regiões verifica-se para os aparelhos considerados utilizados por poucos: microondas e lava-roupas automática. No SE/CO, 23% das residências possuem microondas e 55% possuem lava-roupas; já, no NE, estes números caem para 5% e 13%, respectivamente. Devido ao menor nível de renda do Nordeste. Os freezers e aparelhos de ar condicionado também pouco usuais em residências, são mais significativo nas regiões SE/CO, onde o poder de posse é maior. Teoricamente, se fôssemos levar em consideração apenas o clima quente das cidades do Nordeste, deveria ser ao contrário. A pesquisa apontou, ainda, um significativo aumento do consumo elétrico residencial proveniente de aparelhos de nova geração tais como microcomputador, videocassete, secadora de roupa, máquina de lavar louças e forno elétrico<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Esses equipamentos ainda não foram estudados mais detalhadamente, o que deve ser um campo de pesquisa futuro.

### **2.3. Estabelecimentos Comerciais e de Serviços**

As classes comercial e de prestação de serviços (públicos e privados), conhecidas como setor terciário, são caracterizadas pela grande diversidade de ramos de atividades, apresentando segmentos bastante heterogêneos entre si.

Os edifícios / lojas comerciais são aqueles destinados à armazenagem e venda de mercadorias pelo sistema varejo ou atacado. Incluem-se a venda de produtos alimentícios, agropecuários, farmacêuticos, tecidos e artefatos, roupas e acessórios, móveis, decoração, ferramentas, madeira, material de construção, material elétrico e eletrônico, veículos, mercadorias em geral, aparelhos e equipamentos, combustíveis, papel, livros, artigos de escritório, entre outros artigos.

Já os edifícios / salas de serviços são os destinados às atividades de serviços públicos ou privados prestados à população, englobando as instituições financeiras, serviços de manutenção e instalação, serviços de comunicações, alojamento e alimentação, empresas transportadoras, laboratórios de análises, médico-hospitalar, administração e incorporação de bens imóveis, escritórios centrais e regionais de gerência, assistência social, entidades de classe e sindicais, instituições científicas, culturais, religiosas, entidades desportivas, museus, ensino, educação especial e cursos livres, cooperativas, sedes de administração pública federal, estadual e municipal, cartórios, entre outros.

Como pode-se perceber, o setor terciário é extremamente dinâmico. De um modo geral, funciona como complementar e impulsor de diversas atividades, cumprindo um papel importante na economia e em relação à demanda por eletricidade. Na sociedade moderna, este setor vem crescendo e se adaptando às mudanças conjunturais, principalmente devido às taxas de urbanização, ao crescimento populacional (com conseqüente crescimento de bens e serviços), ao nível de produção industrial e, especialmente, pelo surgimento de inovações tecnológicas, como a automação e a mecanização, que libera mão-de-obra da indústria para o setor terciário. Todos esses fatores interferem no consumo de eletricidade do setor que tende a crescer devido a sua modernização com a introdução de novos equipamentos, principalmente de informática, e novas modalidades de serviços.

Pela Tabela 2.4 a seguir nota-se que o setor terciário é o que apresenta as maiores taxas de crescimento do consumo de energia elétrica por Região em relação aos setores industrial e residencial, com exceção apenas da Região Norte.

**Tabela 2.4 – Taxas de Crescimento do Consumo de Eletricidade no Brasil e Regiões – 1996/1997 – (%)**

Classe	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Brasil
Residencial	9,7	8,1	7,0	6,7	8,8	7,3
Comercial	9,2	8,6	10,2	9,1	10,9	9,8
Industrial	-1,3	1,9	5,9	7,1	6,6	4,9
Outras	7,6	6,7	4,7	11,5	4,3	6,5
<b>Total</b>	<b>3,2</b>	<b>4,9</b>	<b>6,6</b>	<b>8,1</b>	<b>7,7</b>	<b>6,5</b>

Fonte: ELETROBRAS-PROCEL, 1998b.

É importante destacar que uma característica marcante deste setor é a informalidade. Nos últimos anos, a situação tem se agravado por diversos motivos: não crescimento da economia, êxodo rural, fraco desempenho industrial, baixos salários. Entende-se por economia informal a execução de atividades econômicas que não são declaradas, fugindo dos impostos que lhe são devidos<sup>17</sup>. Então o produto dessas atividades não são contabilizados, fazendo com que surjam problemas de subavaliação do consumo de energia e do Produto Interno Bruto – PIB.

Até onde se sabe, o setor terciário é responsável por aproximadamente 60% do PIB nacional e por um consumo anual de 47.073 GWh<sup>18</sup> de energia elétrica. Esses consumos são, basicamente, função das necessidades de condicionamento ambiental e iluminação, da utilização de equipamentos específicos de escritório e do padrão arquitetônico encontrado nos edifícios.

Diferentemente da arquitetura encontrada nos edifícios residenciais que são mais recatados porque abrigam a intimidade de uma família, a arquitetura encontrada nos edifícios comerciais e de serviços é mais vistosa, pois se abrem para visitas regulares. Há edifícios como escolas, que têm de ser bastante convidativos porque há pessoas que devem freqüentá-los obrigatoriamente. Igrejas, bancos, sedes da administração pública procuram marcar a sua função por meio de formas especiais que todos possam identificar. Geralmente recebem iluminação externa para ressaltar a sua presença durante a noite ou para marcar um letreiro ou propaganda existente em sua fachada. "Eis porque as edificações religiosas têm torres, os bancos usam materiais caros, as prefeituras costumam apresentar colonadas, portas altas e/ou escadarias de acesso. Além de se destacarem, se assinalando a si mesmos, esses detalhes acabam por transmitir identidade à cidade ou ao bairro em que estão implantados" (SANTOS, 1988).

Os grandes prédios administrativo-comerciais de diversos pavimentos e de

<sup>17</sup> Sonegação, caixa 2 das empresas, evasão de divisas, mercado de trabalho informal, contravenção e crime.

<sup>18</sup> Este valor inclui os setores comercial com 41.573 GWh (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 1999) mais prédios públicos federais, estaduais e municipais com 5.500 GWh (ELETROBRAS-PROCEL, 1998c). Não inclui o consumo do setor transportes.

arquitetura arrojada são os que mais se destacam, tanto pela presença na paisagem urbana quanto pelo consumo de eletricidade. Com relação a este assunto, tem-se o estudo comparativo entre quatro prédios comerciais desenvolvido por LOMARDO (1988), que teve por objetivo subsidiar modelos de projeção de demanda de energia elétrica baseados no uso final, fornecendo subsídios técnicos e econômicos a projetistas da construção civil. Utilizando-se de índices de intensidade de consumo por uso final, LOMARDO observou que a média das participações de consumo entre os prédios para condicionamento ambiental foi de 37,38%, o mesmo encontrado para iluminação. A participação do transporte vertical foi, em média, 1,03% se mostrando muito pequena frente aos demais consumos. "Outros" (uso de equipamentos elétricos e eletrônicos nos escritórios) apresentou participação elevada e com tendências ao crescimento, mas bastante diferenciada nos prédios observados, refletindo as diferentes estruturas de consumo. A intensidade média de consumo predial encontrada foi de 28,34 kWh/m<sup>2</sup>.mês.

Nos hotéis, o número de estrelas pode ser um indicativo da quantidade de equipamentos existentes no estabelecimento, onde muitos consomem energia elétrica para proporcionar o conforto considerado necessário para cobrir a classificação e alocação nas categorias. Grande parte dos hotéis no Brasil (42,2%) pertence à categoria 2 estrelas, que são meios de hospedagem simples, geralmente utilizando iluminação incandescente, aparelhos de ar condicionado de janela e aquecimento de água por chuveiro elétrico. Com 5 estrelas, tem-se 4,3% dos hotéis; com 4 estrelas, tem-se 14,2%; com 3 estrelas, 26,7% e com 1 estrela, 12,6% dos hotéis. Apenas 10% do total de 2.418 hotéis contabilizados pela EMBRATUR<sup>19</sup> apresentam sistemas de administração da energia, sendo que estes são praticamente inexistentes nos hotéis da classe econômica (1, 2 e 3 estrelas). Com base em pesquisa de diagnósticos realizados no segmento pela Companhia Energética do Estado do Ceará - COELCE e pela Companhia Energética do Estado de Minas Gerais - CEMIG, pode-se considerar um consumo específico médio de 15 kWh/m<sup>2</sup> para os hotéis.

Outro segmento, dentro do setor terciário, que merece destaque pela sua expansão na participação urbana e devido ao consumo de energia são os shoppings centers. Os shoppings são empreendimentos realizados por diversos agentes com expectativas distintas e, normalmente, não são elaborados com a preocupação de minimizar o consumo de energia elétrica, sendo o conforto dos consumidores a principal preocupação dos lojistas. Os shoppings centers, com relação à participação no comércio varejista, obtiveram uma representação de 17% no ano de 1995, mas até

---

<sup>19</sup> A EMBRATUR não cobre o total de meios de hospedagem, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Hotéis - ABIH, o número total no Brasil gira em torno de 9.000.

o ano 2000 estima-se uma participação de no mínimo 36% (O GLOBO, 1997). As regiões Sul e Sudeste respondem por 82,4% do número de *shoppings* no Brasil. O Estado de São Paulo responde por 60% da Região Sudeste em termos de unidades instaladas. No Rio de Janeiro, o consumo de energia elétrica em alta tensão do segmento de *shopping centers* no mercado da concessionária LIGHT correspondeu, em 1995, a 126.351 MWh ou 13,9% do consumo total do subsetor de comércio varejista (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1994). Os principais usos finais são iluminação, condicionamento de ar, refrigeração e cocção.

Por outro lado, no segmento do comércio tradicional, observa-se estabelecimentos de pequeno porte com um baixo índice de consumo de energia. Um bom exemplo da sobrevivência deste tipo de comércio popular e conservador é o da Sociedade dos Amigos das Adjacências da Rua da Alfândega – SAARA, no Centro do Rio de Janeiro, que reúne aproximadamente 1200 lojas em 11 ruas. Segundo VILLELA (1991), a semelhança entre os estabelecimentos facilita a análise sob a ótica do consumo de energia elétrica. Observou-se que 85% do consumo de eletricidade é relativo à iluminação, sendo que quase 100% das lojas utilizam lâmpadas fluorescentes sem a preocupação com a distorção de cores que é provocado por este tipo de iluminação. O percentual de despesas com energia elétrica é extremamente baixo, quando muito representando 2% do total de despesas.

Comparando-se o comércio tradicional com os *shoppings*, pode-se perceber que o processo de modernização das atividades terciárias traz embutida uma elevação no consumo específico da energia elétrica por área construída – superior a um estabelecimento tradicional de comércio com uma unidade do mesmo ramo instalada em *shopping center*. Tem-se o uso mais intenso da iluminação nos interiores, vitrines e letreiros como fator de atração das vendas, a crescente informatização do setor e a exigência de níveis mais elevados de conforto térmico.

Com relação aos prédios públicos, existem poucos estudos sobre a participação da energia elétrica em creches, escolas, hospitais, sedes das administrações públicas e outros. Os problemas sociais, políticos e econômicos são tantos que transcendem a questão energética. O controle dos gastos com energia elétrica e a manutenção predial são centralizados em setores especializados da Prefeitura, fora da unidade consumidora. Esta, portanto, desconhece o seu próprio consumo energético e quanto isso representa em termos financeiros. O que percebe-se é que a maioria das edificações públicas, salvo raras exceções, são antigas e apresentam padrões de conforto e consumo de energia elétrica inferiores aos prédios administrativos mais modernos. O que se tem sobre o assunto “prédios públicos” são estudos desenvolvidos pelo PROCEL a partir de 1994 para a realização de

diagnósticos energéticos em prédios-pilotos, que servem como "exemplos de sucesso". As atividades em andamento se referem a prédios tais como a Esplanada dos Ministérios e Banco Central (DF), Prédios do Centro Administrativo da Bahia, Tribunal de Justiça, Teatro Municipal e Prédio-sede de Furnas (RJ), entre outros. Somado a isto, tem-se campanhas de conscientização sobre o uso racional da energia elétrica entre os funcionários públicos que utilizam os prédios.

#### **2.4. Equipamentos de Infra-estrutura Urbana**

Os serviços de infra-estrutura urbana e os equipamentos públicos que consomem energia elétrica são tão determinantes na estruturação das cidades quanto o sistema viário ou o uso do solo. Ter luz, água e esgoto valoriza a rua e o bairro, e é de fundamental importância para a definição e ocupação do território. Nos dias de hoje, não há como viver em uma cidade se não houver a existência desses equipamentos. Nas cidades brasileiras, além de uma distribuição desigual dos equipamentos de infra-estrutura, típica dos países de Terceiro Mundo, não há padronização dos projetos. Estes variam de uma cidade para a outra, de acordo com as características topográficas e sócio-econômicas da região. Os planejadores urbanos interferem, na medida do possível, na implantação desses equipamentos e, com suas decisões morfológicas, fazem variar os consumos com eletricidade.

Neste estudo, os equipamentos de infra-estrutura foram ordenados começando pelos sistemas de iluminação pública, seguindo com o abastecimento de água e terminando com os de esgotamento sanitário e pluvial. Em todos eles, procura-se analisar suas características e componentes.

O sistema de iluminação pública que vemos nas ruas trata-se, na verdade, de duas redes em uma única que cumprem funções complementares, uma fornecendo energia elétrica aos usuários das edificações (rede de distribuição) e, a outra, alimentada pela primeira, iluminando as vias propriamente ditas. Do ponto de vista constitucional, a responsabilidade pela prestação do serviço de iluminação pública é de competência dos municípios. Mas, por se tratar, também, de um serviço que requer fornecimento de energia elétrica, está submetido, nesse particular, à legislação federal. A rede de iluminação pública ocupa um lugar de destaque na vida das cidades, pois permite aos habitantes dos centros urbanos desfrutar com segurança do espaço público durante o período noturno. E ao "iluminar à noite os espaços das cidades, temos que considerar também a responsabilidade pelo novo ambiente que se cria com a luz" (MIGUEZ, 1997).

Existem duas possibilidades para a forma de distribuição do sistema de iluminação pública - IP: 1) aérea/convencional ou 2) subterrânea. Nas linhas

subterrâneas, os custos se triplicam ou quadruplicam em relação à linha aérea convencional, o que faz com que este tipo de linha seja estritamente reservada a áreas de altíssima densidade populacional, onde a linha (ainda que muito mais cara) pode ser amortizada por um número grande de usuários (MASCARÓ, 1979).

O consumo específico de energia da iluminação pública é em grande medida inversamente proporcional a seu comprimento<sup>20</sup> mas também de acordo com o tipo de traçado das vias. No caso do traçado xadrez, o uso da energia é mais racional devido ao desenho lógico e de menor comprimento total. Já no traçado natural (orgânico), dependendo do caso, o comprimento de rede poderá ser sensivelmente maior. O consumo dependerá também, e fundamentalmente, do conjunto de equipamentos envolvidos em um ponto de luz (tipo de lâmpada, luminária, reator e comandos de acionamento). As lâmpadas são classificadas de acordo com o fenômeno que produz seu fluxo luminoso (incandescentes, vapor de mercúrio, fluorescentes, mistas, multivapores metálicos, vapor de sódio) e se constituem num dos principais componentes que ditam o consumo de energia elétrica nos sistemas de IP. As luminárias, por sua vez, devem promover uma adequada distribuição do fluxo luminoso produzido pelas lâmpadas, com o seu máximo aproveitamento. As luminárias eficientes são aquelas que apresentam um rendimento da iluminação superior a 75%. Os reatores são equipamentos auxiliares utilizados com as lâmpadas de descarga, suas características têm significativa influência no rendimento do conjunto de iluminação. Já os comandos para acionamento da iluminação podem ser o relé fotoelétrico e sua tomada, chave magnética ou caixas de comando (BARBOSA *et al.*, 1998).

No Brasil, o consumo de eletricidade na iluminação pública vem crescendo nas últimas décadas, ligado diretamente com o crescimento da urbanização. De 38 TWh em 1970 passou para 274,3 TWh, em 1997. Isso representa aproximadamente 3,5% do consumo total de energia elétrica do país. Estima-se que hoje existam 12,3 milhões de pontos de iluminação pública, o que corresponde a uma potência instalada de 2.470 MW, equivalente a um consumo anual de 10.670 GWh/ano<sup>21</sup>.

Com relação aos sistemas de abastecimento de água, pode-se, de uma forma muito simples, classificá-los em dois os tipos existentes: o individual e o coletivo. Os sistemas de fornecimento de água individuais são mais indicados para assentamentos de baixa densidade, apresentando-se como soluções precárias para os centros urbanos. Entretanto, enquanto se aguarda a implantação de soluções coletivas para o

---

<sup>20</sup> O custo específico diminui com o aumento dos quarteirões (MASCARÓ, 1979).

<sup>21</sup> Este cálculo leva em consideração a iluminação padrão – ruas, avenidas e viadutos – e a iluminação especial – praças, monumentos e festas comemorativas (ELETROBRÁS-PROCEL, 1998d).



abastecimento de água em determinadas áreas de uma cidade, as soluções individuais não devem ser de todo desprezadas, ainda que estas apresentem maior consumo energético associado. Quando a comunidade cresce e a densidade demográfica aumenta, a solução coletiva passa a ser mais econômica e permanente para o abastecimento de água.

O consumo de água se altera em função de uma série de fatores, tais como o clima, o padrão de vida da população, o sistema de fornecimento e cobrança (serviço medido ou não), a qualidade da água fornecida, o custo e o sistema tarifário, a pressão na rede distribuidora, a existência ou não de redes de esgoto, o tipo de uso, além de outros fatores menores (BAHIA *et al.*, 1998). Existe uma forte relação entre o consumo de água e o consumo de energia elétrica utilizada para disponibilizar esta água tratada à população.

Os sistemas de abastecimento de água são compostos por unidades de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição<sup>22</sup>. O consumo energético em cada uma destas etapas pode ser analisado a partir da Figura 2.6 abaixo.

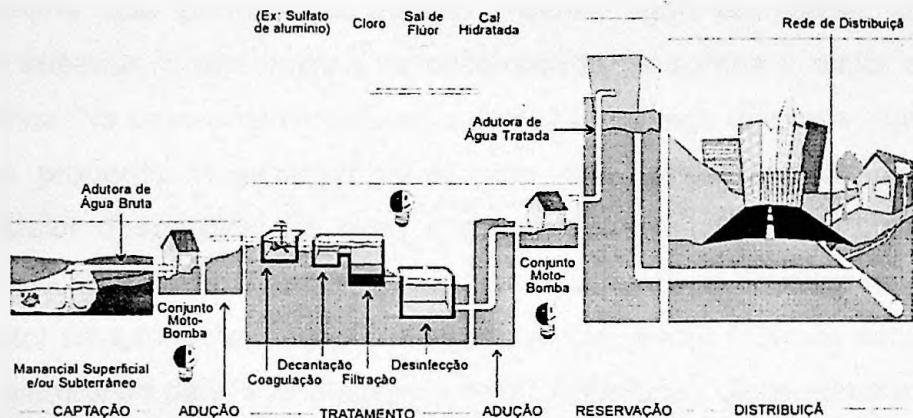


Figura 2.6 – Sistema de Abastecimento de Água (esquema)

Fonte: BAHIA *et al.*, 1998.

Sob o ponto de vista das instalações, a captação é a primeira providência de um sistema de abastecimento. Destinada a recolher a água, seja ela proveniente da chuva, de rios, de lagos, de fontes, ou do subsolo, a captação tem por fim dar condições para que a água seja retirada do manancial em quantidade capaz de atender ao consumo. O consumo energético nesta etapa é, normalmente, o de maior impacto no consumo total de energia elétrica de um sistema de abastecimento público de água. Já a adução, composta por um conjunto moto-bomba, destina-se a conduzir a água desde a captação até a comunidade abastecida. As adutoras, tubulações normalmente em derivações, ligam a captação ao tratamento ou o tratamento à rede

<sup>22</sup> A seqüência indicada não é obrigatória assim como a existência de todos os elementos mencionados.

de distribuição. O tratamento visa a eliminar as impurezas e/ou corrigir imperfeições que tornam a água inadequada para os fins a que se destinam. O tratamento também deve ser adequado à qualidade da água existente no manancial, sendo o mais simples quanto possível em função desta qualidade. A reservação tem como objetivo o acúmulo da água com propósitos de:

- atender à variação de consumo, nas horas em que este for maior;
- manter a pressão mínima, ou constante, na rede;
- atender às demandas de emergência, no caso de incêndio, ruptura da rede e outros imprevistos.

A distribuição constitui a etapa final do sistema, destinando-se a conduzir a água, através de tubulações presentes nas vias públicas, para os prédios e aos diversos pontos de consumo público. Importante estar atento para o nível de pressão disponível nas redes de distribuição, fato este intimamente ligado ao consumo de água e, como consequência, ao consumo de energia elétrica. Quando a pressão encontra-se numa faixa abaixo do satisfatório, o sistema encontra-se prejudicado, pois não conta com pressão mínima que permita ao usuário receber água em vazão suficiente no reservatório superior, o que implica na necessidade de bomba e maior consumo de energia elétrica. No caso oposto, quando a pressão for maior que o satisfatório, a rede estará mais propensa a vazamentos e, com isso, o desperdício de água será inevitável. Maior desperdício de água implicará, por sua vez, um maior gasto de energia elétrica para disponibilizar a quantidade excedente de água no sistema.

O setor de saneamento (água + esgotos) representa 2,3% do consumo global de energia elétrica do país, o que significa 6.471 GWh/ano<sup>23</sup>. Este número poderia ser maior, pois o saneamento básico no Brasil ainda se encontra aquém do nível satisfatório de atendimento. O quadro atual revela que 12% da população ainda não dispõe de abastecimento de água potável e que somente cerca de 10% dos esgotos sanitários coletados nas cidades recebem tratamento adequado (IPEA, 1995).

O sistema de esgoto sanitário de uma cidade é definido como o conjunto de obras e instalações destinadas a propiciar a melhoria das condições ambientais e sanitárias locais, conservando os recursos naturais e energéticos e eliminando focos de poluição e contaminação. O consumo energético específico em um sistema de esgotamento sanitário irá depender da forma como foi concebido, da localização física dos seus componentes e da seleção dos equipamentos nas seguintes etapas: coleta, tratamento e disposição final das águas.

A coleta dos efluentes, em uma rede de esgotos convencional, se dá através

---

<sup>23</sup> Este cálculo leva em consideração os sistemas de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, drenagem pluvial e tratamento de lixo (BAHIA *et al.*, 1998).

do coletor público localizado nas ruas (subsolo) das cidades. Em algumas situações a rede coletora poderá atingir cotas profundas, seja pela extensão da própria rede ou pelas condições topográficas do sítio (áreas com baixa declividade). Nestes casos, se faz necessária a instalação de estações elevatórias, que têm como função bombear o esgoto para que adquira cota mais elevada, possibilitando, assim, o seu lançamento para reiniciar outro trecho de escoamento por gravidade ou, finalmente, para a Estação de Tratamento de Esgotos – ETE.

As técnicas de tratamento de esgoto adotadas para um sistema coletivo tem por finalidade colocar os esgotos domésticos em condições de serem lançados aos rios, lagos ou mar em concordância com padrões técnicos e ambientais pré-estabelecidos. Nas ETEs convencionais os esgotos são encaminhados, inicialmente, para o tratamento preliminar onde, através de uma série de sistemas e equipamentos, são retiradas as impurezas mais grosseiras (sólidos, gorduras e areia). O material sólido removido é encaminhado para aterro e/ou incineração e o efluente do esgoto tratado segue para os tratamentos primário, secundário e terciário<sup>24</sup>. O tratamento primário remove os sólidos em suspensão que não foram eliminados pelo tratamento preliminar. O secundário remove o material inorgânico dissolvido, da matéria orgânica em suspensão fina e da matéria orgânica na forma de sólidos dissolvidos. E o terciário remove as substâncias que compõem os efluentes resultantes dos tratamentos anteriores. O tratamento pode ser complementado com a adição de cloro ou seus subprodutos como forma de desinfecção. O consumo energético associado nestas etapas estará relacionado a motores e bombas para deslocamento de líquidos, dosagens de reagentes e agitação mecânica, incluindo aí possíveis processos que necessitam de aeradores.

Garantidos os padrões de tratamento, os efluentes são lançados ao seu destino final. A formação de lodo proveniente desse tratamento gera a necessidade da sua disposição adequada. Por isso, o efluente é transportado por emissários e, quando necessário, são utilizados sistemas de moto-bombas para facilitar o processo de transporte até o corpo receptor.

Os sistemas de drenagem pluvial têm como função captar e conduzir, para cursos d'água disponíveis, as águas provenientes de chuva que atingem os núcleos urbanos onde não há condições para a sua infiltração natural. São sistemas concebidos, a partir das características topográficas e geológicas do solo, de modo a evitar inundações, erosões e assoreamentos, bem como a proliferação de doenças e

---

<sup>24</sup> É comum encontrarmos nas cidades sistemas apenas com as primeiras etapas implantadas, uma vez que essas são suficientes para garantir ao efluente características técnicas dentro de um padrão de qualidade aceitável (BAHIA *et al.*, 1998).

de áreas insalubres na cidade. O sistema de drenagem é composto por duas partes: macrodrenagem, formada por canais e galerias integrantes de grandes troncos coletores orientados segundo escoadores naturais, e microdrenagem, formada pelas estruturas locais coletoras de águas pluviais.

Em relação à engenharia do sistema, para a coleta das águas foi estabelecido, por legislação, que no Brasil deve-se adotar o sistema separador absoluto. A concepção desse sistema é esgotar as águas pluviais independentemente das águas residuárias das atividades urbanas. A grande vantagem são as canalizações de dimensões menores, tanto para os esgotos sanitários quanto para o sistema de drenagem pluvial. Sob o ponto de vista energético, há menor consumo de energia elétrica no sistema de esgotamento sanitário. Isto porque este é função do volume que, com a ajuda do sistema separador absoluto, fica praticamente constante uma vez que não sofre a influência de chuvas.

## 2.5. Espaços Externos

Para o arquiteto, o espaço externo nada mais é do que uma outra denominação para uma “arquitetura sem cobertura”, delimitada apenas por dois planos – o piso e a parede. Seriam, portanto, os espaços livres e arborizados dentro da malha urbana, não construídos, não destinados a grandes infra-estruturas e que atendem às necessidades sociais de convívio e lazer (IBAM, 1982). Tais são as reservas florestais, os parques, as praças, as calçadas e as áreas verdes de todas as dimensões.

As reservas florestais constituem áreas extensas “de preservação permanente” cuja função é conservar o equilíbrio do ecossistema natural de uma região. Geralmente não é admitido que se desenvolvam no seu interior atividades urbanas típicas. Por isso, o consumo de energia elétrica é muito baixo, praticamente desprezível em relação ao total de consumo de uma cidade, mesmo nas reservas abertas à visitação pública como é o caso dos Parques Nacionais de Itatiaia, Iguaçu e Serra dos Órgãos.

Já os parques são locais públicos onde predomina a vegetação natural ou cultivada, e que, pelas suas dimensões, se destacam dentro do tecido urbano. Podem ser orlas marítimas, as franjas de rios e lagoas, bosques naturais remanescentes dentro da cidade ou produzido através de obras de vulto como aterros e desmontes. A função principal dos parques é proporcionar à cidade áreas de lazer e recreação. São distintos das praças, pois oferecem maior variedade de programas e locais para utilização prolongada, tais como quadra, ciclovia, equipamentos para a prática de atividades culturais e esportivas, *play-grounds*, churrasqueiras, locais de descanso, centro de informações e outros. Além disso, os parques possuem sanitários, bares e

locais para estacionamento.

A praça é uma parcela do território urbano que configura um espaço público por excelência, ou seja, é de todos e está aberta a qualquer um, a qualquer hora. Do ponto de vista urbanístico, a praça se caracteriza pelo contraste com a malha urbana que a cerca. Ela é um vazio, no meio de cheios, quebrando a continuidade dos quarteirões edificados. As funções das praças são múltiplas, servem como marco de referência urbana, como pólo de convergência para a comunidade, funcionam como lugar das manifestações coletivas, abrigam atividades provisórias como feiras e circos, estimulam o convívio social, valorizam as áreas residenciais e possibilitam o cultivo de jardins e para plantio de árvores, denominadas áreas verdes.

As áreas verdes são os lugares das praças e ruas que recebem tratamento paisagístico especial. São as porções de espaço arborizadas e ajardinadas que funcionam como amenizadoras do ambiente urbano. São usadas para proteger as edificações e pedestres do sol, ventos, ruídos ou para criar isolamento visual. O consumo de energia, quando existe, é para iluminação cênica e/ou valorização de algumas espécies.

O consumo de energia elétrica tanto nas praças quanto nos parques, apesar de ser maior do que os encontrados nas reservas e áreas verdes, é muito menos intenso que o verificado nos espaços construídos. Se deve basicamente para a sinalização, a iluminação noturna de caminhos, monumentos e pequenas construções, e alguns motores de baixa potência para o funcionamento de chafarizes. Por vezes pode acontecer uma grande elevação no consumo em um curto espaço de tempo devido a festas e eventos especiais como carnaval, festas juninas, religiosas, aniversário da cidade, que geralmente utilizam os espaços externos. Este tipo de necessidade é conhecida como iluminação festiva. Assim como na iluminação pública padrão, encontrada nas ruas, o consumo de energia para iluminação dos espaços externos dependerá do conjunto de equipamentos envolvidos no ponto de luz, que geralmente são mais diversificados por não seguirem padrão algum.

Um ponto importante a ser ressaltado em relação aos espaços externos é que estes contribuem para o conforto térmico do ambiente urbano e, conseqüentemente, para um menor consumo de eletricidade com a climatização dos ambientes construídos. É impossível dissociar o conceito de conforto em um ambiente interno de um ambiente externo, já que um não existe sem o outro. No planejamento das cidades deve-se buscar uma distribuição criteriosa e equilibrada dos espaços externos, cuja implantação deve basear-se na análise dos elementos climáticos de uma dada região.

Segundo SCHILLER & EVANS (1991), os fatores que podem reduzir a qualidade bioclimática dos espaços externos são:

- Influências legais: os regulamentos municipais encorajam limites claros entre o espaço público e o privado, visando evitar a invasão gradual dos espaços públicos pelas atividades privadas, eliminando as desejáveis zonas de transição.
- Influências internacionais: inovações internacionais, modismos e influências, divulgados pelos meios de comunicação, são adotados sem considerar o contexto social, econômico e climático. Assim, o projeto do espaço se baseia em imagens de segunda mão que não possuem qualidades bioclimáticas adequadas às características da região.
- Tendências à monumentalidade: projetos urbanos de grande porte só podem ser produzidos quando os planejadores têm suporte político e financeiro. Os grandiosos planos urbanos freqüentemente mostram grandes eixos simétricos e monumentais flanqueados por prédios altos que prejudicam a correta ventilação do tecido urbano.
- Vandalismo e segurança: os espaços públicos tradicionais com boas qualidades bioclimáticas têm grande uso e vigilância das edificações próximas. Por outro lado, um grande número de espaços urbanos com excessiva separação entre áreas públicas e privadas, limita o uso e o controle social destas áreas. Estes espaços podem sofrer da falta de segurança e do vandalismo. Espaços a serem preservados requerem uma escala limitada e devem ser intimamente ligados às construções com as quais estão relacionados.
- Especialização: uma especialização das atividades e o uso específico dos espaços urbanos podem reduzir a demanda por espaços urbanos sociais, na medida em que cada vez mais atividades são abrigadas em edifícios com finalidades especiais e áreas privadas. As inovações tecnológicas, o crescimento urbano e o aumento no uso dos carros reduzem as atividades dos pedestres e as oportunidades para o contato social em espaços externos, desejáveis para a melhoria da qualidade bioclimática.
- Tráfego: as necessidades de tráfego limitam a forma geométrica dos espaços urbanos para circulação. Rótulas, linhas de visão, áreas de estacionamento, curvas projetadas de acordo com a velocidade, tendem a requerer espaços cada vez maiores. O movimento constante dos carros demanda vias de circulação contínuas que muitas vezes são abertas para o vento e dificultam o sombreamento.
- Padronização dos espaços: outra tendência, especialmente comum nos países em desenvolvimento, embora não ausentes nos desenvolvidos, é o aumento excessivo nas dimensões dos espaços externos, visando a uma melhoria da qualidade de vida. No entanto, o que se percebe são grandes áreas desprotegidas e sem qualidade bioclimática que limitam o uso desses espaços e aumentam a separação

física entre as residências, o que leva a um reduzido contato social.

- Falta de manutenção e organização social: as restrições financeiras em nível governamental também podem reduzir a qualidade dos espaços externos, já que o aumento das áreas de espaços públicos com vegetação arbustiva, grama, mobiliário urbano e superfícies pavimentadas para uso de pedestres e veículos, requerem recursos e administração para sua manutenção.

Durante muito tempo, especialistas acreditaram que a única função das áreas verdes das cidades era a de oxigenação da atmosfera, tanto que os parques e praças eram chamados de “pulmões das metrópoles” pelos higienistas (VIEIRA, 1994). Hoje já se sabe que a vegetação e as massas de água encontradas nas cidades têm diversas funções dentro da malha urbana, principalmente no que diz respeito aos poluentes e ao controle bioclimático das cidades.

As superfícies construídas acentuam os extremos de temperatura, enquanto as plantas são capazes de diminuí-los. Isto ocorre porque as superfícies construídas absorvem muito calor e o devolvem rapidamente, formando um meio super-aquecido, já que este calor fica aprisionado devido à geometria dos edifícios. A vegetação reduz as variações de temperatura diurnas, pois absorve uma quantidade maior de radiação solar durante o dia e a perde durante a noite. Em um meio urbano, grande parte das áreas verdes ficam fragmentadas na forma de gramados, pequenos jardins e por árvores que dão sombras às ruas. Estes elementos, em conjunto, são importantes, porém afetam somente o microclima onde estão localizados. Já os parques têm uma influência mensurável, uma vez que as noites mais quentes ficam mais frias, mesmo quando localizados em áreas densamente construídas.

E além dos elementos naturais, encontra-se, nos espaços externos, os elementos construídos. Estes podem ser horizontais (pavimentação, decks, cobertura de grama artificial, estruturas de cobertura) ou verticais (muros e cercas). Dependendo da forma como são projetados e das propriedades termodinâmicas dos seus materiais constituintes, poderão contribuir ou não para amenizar o clima urbano.

### CAPÍTULO 3 – TIPOS DE SOLUÇÕES PARA UM MELHOR APROVEITAMENTO DA ENERGIA ELÉTRICA NAS CIDADES

Pode-se dividir as soluções energeticamente eficientes para as cidades em: conjunturais e estruturais. Está se considerando neste estudo como soluções conjunturais aquelas de curto e médio prazos, referentes às alternativas tecnológicas, gerenciais e/ou que empregam fontes de energia solar e/ou eólica. Quanto às soluções estruturais, trata-se daquelas de mais longo prazo, que modificam, por completo ou em parte, a estrutura física da cidade, isto é, as soluções de desenho urbano e arquitetônico combinadas àquelas relativas à revisões das leis urbanísticas.

As soluções tecnológicas são as mais dinâmicas em termos de evolução temporal. Como é sabido, o mundo capitalista confere ao mercado uma competitividade própria caracterizada por constantes inovações industriais. Com o aprimoramento das técnicas, periodicamente novos equipamentos mais eficientes do ponto de vista energético vão sendo desenvolvidos e divulgados pelos fabricantes. Por isso, ao se buscar um melhor aproveitamento da energia elétrica, as "soluções tecnológicas" são as mais conhecidas e fáceis de se identificar e executar.

As soluções gerenciais dizem respeito a medidas simples a serem implantadas e que trazem retornos imediatos a baixo custo. Otimizar a máquina administrativa da Prefeitura, por exemplo, colabora para melhorar a iluminação noturna da cidade. E a imagem da cidade é um fator de atração de investimentos. Mas para que soluções gerenciais produzam resultados positivos, é necessário que cada um dos agentes da cidade (população, empresas, instituições/organizações e governo) cumpram o seu papel individualmente e participem das decisões em conjunto.

Quanto ao emprego de fontes alternativas no meio urbano, sabe-se que ainda é incipiente no Brasil e no mundo. As fontes de energia solar e eólica não apresentam vantagens comparativas para serem comercializadas nas cidades, por isso são utilizadas com mais frequência no meio rural, onde o abastecimento de energia não é ligado à rede. Mas essa situação tende a se modificar com a valorização mundial dos benefícios ambientais provenientes do uso de fontes alternativas.

As soluções estruturais de desenho urbano e arquitetônico são em sua maioria de traçados bastante simples e fáceis de se aplicar. Quase todas buscam sempre um mesmo enfoque: melhor aproveitamento da ventilação e iluminação naturais das edificações. Nos climas tropicais essas medidas contabilizam grande economia de energia através da utilização mais racional dos equipamentos de condicionamento ambiental, refrigeração e iluminação.

As leis urbanísticas que devem ser revisadas para fazer valer as condições de



desenho urbano mais adequadas às condições climáticas em uma cidade são:

- Plano Diretor
- Lei de Perímetro Urbano
- Lei de Uso e Ocupação do Solo
- Lei de Parcelamento do Solo
- Código de Obras e Edificações

Essas leis controlam o espaço físico do território urbano. Quando bem aplicadas, podem assegurar um crescimento saudável da cidade e a transformação, mesmo que lenta, na parte já edificada, através da inserção de novos conceitos urbanísticos baseados em questões ambientais e de eficiência energética.

### **3.1. Soluções Tecnológicas**

A modernização tecnológica é uma opção a ser seguida e sempre será apontada de imediato na tomada de decisão para a melhoria da eficiência energética nas cidades. Isto porque os equipamentos com tecnologias mais avançadas necessitam de menos eletricidade para produzir a mesma quantidade de serviços e/ou bens e duram mais. Mas antes da implementação de mudanças tecnológicas, é necessário levar em consideração os seguintes aspectos desse tipo de solução:

#### **→ Inovação Tecnológica**

Os produtos novos sempre encontram algumas resistências de inserção no mercado. Seja pelo elevado preço inicial ou mesmo pelos hábitos já criados pelos usuários que impedem ou retardam a mudança tecnológica. Para diminuir esse tempo de inserção de equipamentos com novas técnicas no mercado, os fabricantes devem insistir nos serviços de assistência técnica, prestando informações e monitoramento adequados. O caso da lâmpada de sódio é um bom exemplo de resistência de mercado. No início, as lâmpadas de vapor de sódio, ideais para a iluminação pública por serem mais eficientes e terem maior duração (espaçando a necessidade de troca de lâmpadas e manutenção), não foram bem aceitas pela população devido à sua coloração amarelada. Esse fato dificultou uma penetração mais rápida dessas lâmpadas que hoje são muito usadas nas vias de mais alta velocidade.

#### **→ Obsolescência Programada**

As tecnologias quando convenientemente escolhidas trazem ampla variedade de benefícios para seus usuários. Mas deve-se ter o cuidado para não se deixar levar pelo processo de obsolescência programada. Ou seja, a constante atualização dos produtos satisfaz simplesmente a uma demanda de renovação ao invés de aumentar o número dos que os possuem. A verdade é que a "guerra" das indústrias pelo prestígio dos consumidores, por si só, dá origem a uma demanda por novos produtos. Cada

uma pensa que com esses produtos encontrará um meio de se distinguir da massa anônima. Por isso, a substituição tecnológica deve se dar naturalmente quando equipamentos vão chegando ao final da sua vida útil ou apresentando defeitos. Como de qualquer forma terão de ser substituídos, deve-se procurar investir em equipamentos de última geração. Infelizmente não é o que acontece.

#### → Elevado Investimento Inicial

Para a implantação de soluções tecnológicas é necessário elevado investimento inicial. Os preços dos novos produtos são sempre mais elevados. O preço do mercado das lâmpadas fluorescentes compactas que são ideais para substituição das lâmpadas incandescentes, por exemplo, é de 10 a 30 vezes superior ao da lâmpada incandescente, o que tem inviabilizado uma forte penetração a curto prazo, principalmente nas construções residenciais. Sem subsídio, o investimento muitas vezes se torna inviável.

#### → Dependência de Produtos Estrangeiros

Os equipamentos com tecnologia que vale a pena ser consumida são, em sua maioria, importados ou ligados a empresas multinacionais. A execução de medidas de eficiência energética que necessitem a aplicação de produtos estrangeiros implica, portanto, em dependência tecnológica dos países industrializados. Toda vez que houver uma necessidade de assistência técnica ou substituição de produto está se contribuindo para um desenvolvimento da tecnologia alheia. A capacidade da indústria brasileira poderia ser prontamente desenvolvida caso houvesse demanda de mercado suficiente para os equipamentos nacionais tanto quanto o dos estrangeiros.

#### → Incompatibilidade Tecnológica

Antes dos equipamentos serem lançados ao mercado, passam por diversos testes (em condições ideais) que atestam sua vida útil e diversas outras características técnicas. No entanto, quando são utilizados em tempo real, os produtos começam a apresentar defeitos não detectados em laboratório. Um dos motivos se deve à má qualidade do fornecimento urbano de energia elétrica, onde a tensão varia ao longo do dia e da noite. Por isso, deve-se tentar, ao máximo, consumir produtos já aperfeiçoados tecnologicamente para tais situações e que tenham a sua qualidade atestada pelos órgãos responsáveis.

Para o meio urbano, as medidas que contemplam alternativas tecnológicas devem se concentrar principalmente na substituição dos sistemas de iluminação (dos espaços externos e das edificações) e dos equipamentos de condicionamento ambiental dos edifícios por outros sistemas, também artificiais, mas de maior rendimento. Assim, será possível elevar o custo/benefício da implantação de soluções tecnológicas.

### 3.1.1. Sistemas de Iluminação

A eficiência energética de um sistema de iluminação depende de todos os seus componentes, principalmente, lâmpadas, luminárias, reatores e dispositivos de controle automatizados.

As lâmpadas podem ser separadas em dois grupos: incandescentes e de descarga (necessitam de equipamento auxiliar para o seu funcionamento). Em ambos os grupos, pesquisa e desenvolvimento contínuos ao longo dos anos levaram a um aumento da eficiência de todos os tipos de lâmpadas (vide Figura 3.1).

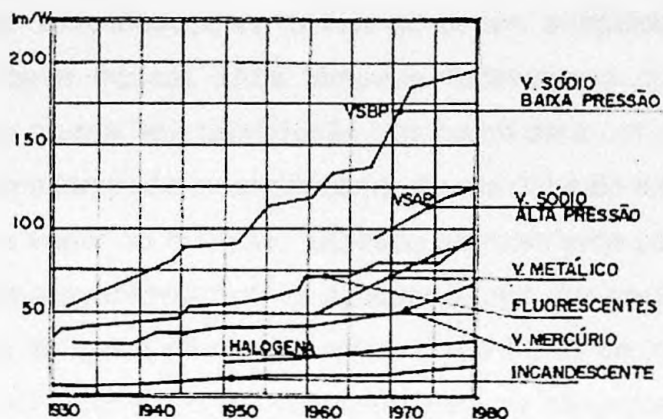


Figura 3.1 – Evolução da Eficiência das Lâmpadas

Fonte: ABILUX, 1992.

As lâmpadas incandescentes comuns são as fontes de luz menos eficientes, no entanto, por serem as mais baratas, são as mais utilizadas nas edificações residenciais e nos estabelecimentos comerciais e de serviços. A sua eficiência luminosa<sup>25</sup> é baixa, assim como é baixo seu tempo de vida, em média de 1.000 horas. Um outro tipo de lâmpada incandescente são as chamadas lâmpadas halógenas, que possuem maior eficiência luminosa do que outras lâmpadas incandescentes para uma mesma potência e vida, proporcionando uma luz "mais branca", uma melhor reprodução das cores e menor depreciação do fluxo luminoso. As lâmpadas incandescentes halógenas com refletor dicróico<sup>26</sup> são uma combinação dos benefícios das lâmpadas incandescentes halógenas com as vantagens de um refletor multifacetado que fornece um fecho de luz precisamente orientado e mais "frio" do que o obtido com as refletoras comuns. O resultado quanto à reprodução de cores é

<sup>25</sup> Eficiência luminosa é a razão entre o fluxo luminoso emitido (em lúmen) e a potência elétrica consumida (em Watt) (ABILUX, 1992).

<sup>26</sup> Por serem lâmpadas de 12V, possuem filamentos mais robustos, sendo necessário transformadores para uso na rede elétrica.

excelente, por isso são as lâmpadas mais difundidas entre as vitrines das lojas e comércio em geral.

As lâmpadas de descarga necessitam de um reator para controlar e estabilizar a sua corrente de partida e tensão de funcionamento. São elas:

- Lâmpada fluorescente: uma lâmpada de descarga de baixa pressão com vida útil bem mais longa que as incandescentes (média de 10.000 horas). Esse tipo de lâmpada é bastante encontrado nos estabelecimentos comerciais e de serviços e nas indústrias urbanas.

- Lâmpada fluorescente compacta: uma lâmpada de pequenas dimensões, com uma base especial onde se encontram o *starter* e o capacitor. Ideais para substituir as lâmpadas incandescentes, utilizando-se um adaptador que é o próprio reator e da mesma base (rosca). Uma lâmpada fluorescente compacta fornece o mesmo fluxo luminoso e uma boa reprodução das cores para um consumo menor de energia elétrica que uma lâmpada incandescente. A vida útil é de 8.000 horas.

- Lâmpada de vapor de mercúrio: utilizada normalmente para a iluminação de grandes áreas, têm uma aparência branca azulada e uma das vantagens energéticas é sua grande emissão de luz. A eficiência inicial (a 100 horas de trabalho) varia entre 30 e 60 lumens por watt<sup>27</sup>, conforme seja a wattagem e cor da lâmpada.

- Lâmpada mista: apesar de ser uma lâmpada de descarga, não usa reator, podendo ser ligada diretamente à rede. Isto significa que instalações de iluminação já existentes com lâmpadas incandescentes podem ser modernizadas utilizando lâmpadas de luz mista, que têm praticamente duas vezes a eficiência, sem custo extra de reatores ou fiação. Geralmente este tipo de lâmpada e as que serão descritas a seguir são encontradas na iluminação pública, nas praças e parques.

- Lâmpada de vapor metálico: com construção similar à lâmpada vapor de mercúrio, trata-se da mais eficiente fonte de "luz branca" existente atualmente. São recomendadas sempre que se deseja alto índice de reprodução de cores.

- Lâmpada de vapor de sódio: possui grande eficiência luminosa (83 a 125 lm/W), maior do que qualquer outro tipo de fonte luminosa policromática para uso generalizado. Possui vida média longa, entre 16.000 e 24.000 horas, e boa resistência a choques, vibrações e intempéries. O único inconveniente deste tipo de lâmpada é ter curva de distribuição espectral monocromática na cor amarela, distorcendo as outras cores. Por esta razão, só encontra sua aplicação onde a reprodução de cor é menos importante e onde o reconhecimento por contraste é predominante como na iluminação noturna de ruas e estradas.

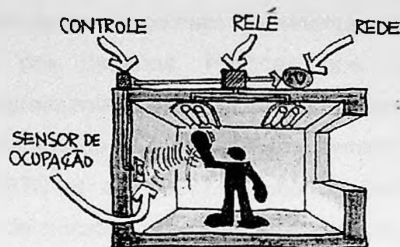
<sup>27</sup> Esse valor não inclui as perdas do reator, que devem ser somadas aos watts da lâmpada para se obter comparações com outras fontes de luz.

Mas para se obter, de fato, uma redução do consumo de energia elétrica no sistema de iluminação de edificações ou áreas externas urbanas, é necessário atentar também para a escolha das luminárias. As luminárias são equipamentos que têm as funções principais de controlar e distribuir a luz produzida pelas lâmpadas, proporcionando ventilação adequada e mantendo a temperatura de operação nos limites estabelecidos. Lâmpadas eficientes podem ter sua eficácia e vida útil comprometidas se luminárias de baixo desempenho forem empregadas. Além disso, o aumento no nível de iluminação conseguido pelas luminárias com melhor *design*, tanto de interior quanto de exterior e vias públicas, possibilita a redução no número de pontos de luz necessários. Um outro ponto a ser observado é a emissão de calor pelas fontes de luz artificial, que são valores importantes de carga térmica que podem ser reduzidos através de estratégias tais como ventilar as luminárias.

Os reatores são dispositivos utilizados para operação adequada das lâmpadas de descarga. Os reatores atuam de forma a limitar a corrente da lâmpada. Como cada lâmpada de descarga possui corrente diferente, para cada uma é necessário um reator diferente. Outro fator a ser observado na escolha correta de um reator é a tensão de alimentação do local onde será instalado. Os reatores convencionais e de partida rápida apresentam uma diferença fundamental quanto ao consumo de energia: enquanto o reator convencional só consome energia necessária para alimentar os filamentos da lâmpada na partida, os reatores de partida rápida estão constantemente consumindo energia para manter os filamentos aquecidos. A escolha entre um ou outro tipo de reator vai depender da aplicação e do estudo de custo-benefício de cada instalação. As novas tecnologias existentes no mercado de reatores são os de partida eletrônica. Tratam-se de reatores convencionais que usam no lugar do *starter* um circuito eletrônico. Estes reatores, do ponto de vista de economia de energia, se comportam de maneira similar aos convencionais, tendo sobre eles a vantagem de uma durabilidade maior. O rendimento dos reatores eletrônicos fica na faixa de 85% a 99%, enquanto os reatores tradicionais estão na faixa de 70% a 80%.

Quanto aos dispositivos de controle automatizados, tem-se à disposição no mercado nacional os seguintes tipos:

→ os sensores de presença, que ligam e desligam automaticamente a iluminação de interiores, conforme a permanência ou não de pessoas no recinto. O sistema consiste em um detector de movimento que usa ondas ultra-sônicas ou de radiação infravermelha, uma unidade de controle eletrônica e um interruptor controlável (relé) – vide Figura 3.2;



**Figura 3.2 – Sensores de Ocupação**

Fonte: LAMBERTS *et al.*, 1997.

→ os *dimers* para lâmpadas incandescentes, que gradua, através de um circuito eletrônico, a potência fornecida à lâmpada de acordo com a necessidade;

→ as minuterias (individuais ou coletivas), que mantêm acesas temporariamente as lâmpadas de locais de permanência não prolongada como corredores e garagens;

→ os interruptores temporizados (*timers*), instalados para controle da iluminação externa, letreiros, vitrines e luminosos; e

→ os relés fotoelétricos para a iluminação pública e iluminação externa, um fotoresistor com a finalidade de abrir e fechar o contato elétrico toda vez que houver uma variação na iluminação natural superior àquela para a qual foi calibrado.

Os dispositivos de controle devem ser largamente usados, pois permitem uma utilização da iluminação artificial de forma mais racional, reduzindo-se o consumo de energia elétrica das edificações.

### **3.1.2. Equipamentos Eficientes para Condicionamento Ambiental**

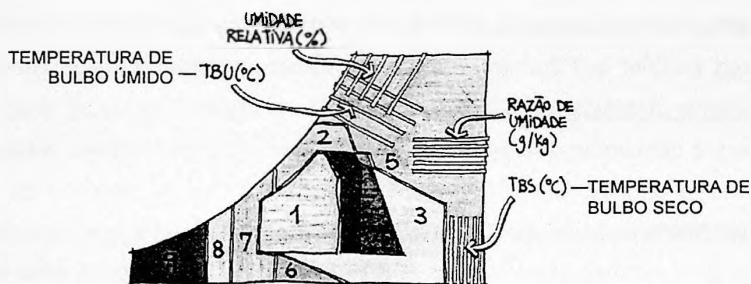
Os equipamentos para condicionamento ambiental devem ser adequados ao porte e tipo do edifício/ambiente. Por isso, deve-se primeiramente verificar as variáveis para os principais períodos do ano climático da localidade, através de um diagrama bioclimático, para, então, detalhar os cálculos da capacidade dos equipamentos. Muitas vezes, ao se estudar os diagramas antes dos cálculos, verifica-se que tecnicamente nem é preciso se utilizar de tais equipamentos.

Segundo LAMBERTS *et al.* (1997), a Carta Bioclimática de Givoni<sup>28</sup> é o diagrama mais indicado para o uso nas condições brasileiras. A carta se baseia em temperaturas internas do edifício, propondo estratégias de resfriamento ou

<sup>28</sup> Em 1969, Givoni concebeu uma carta bioclimática que corrigia algumas limitações do diagrama idealizado pelos irmãos Olgyay, os primeiros a aplicarem a bioclimatologia na arquitetura considerando o conforto térmico humano.

aquecimento para a manutenção do conforto térmico dos habitantes. "O clima interno em edifícios não condicionados reage mais largamente à variação do clima externo e à experiência de uso dos usuários. Pessoas que moram em edifícios sem condicionamento e naturalmente ventilados aceitam usualmente uma grande variação de temperatura e velocidade do ar como situação normal, demonstrando assim a sua aclimação" (LAMBERTS *et al.*, 1997). O uso da Carta Bioclimática é bastante simples. Na carta são identificadas nove zonas de atuação, a saber (vide Figura 3.3):

- |                                      |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. de conforto;                      | 6. de umidificação;                 |
| 2. de ventilação;                    | 7. de massa térmica p/ aquecimento; |
| 3. de resfriamento evaporativo;      | 8. de aquecimento solar passivo;    |
| 4. de massa térmica p/ resfriamento; | 9. de aquecimento artificial.       |
| 5. de ar condicionado;               |                                     |



**Figura 3.3 – Carta Bioclimática Adotada para o Brasil**

Fonte: LAMBERTS *et al.*, 1997.

Nas condições delimitadas pela zona de conforto haverá uma grande probabilidade de que as pessoas se sintam em conforto térmico. O organismo humano pode estar em conforto entre limites de umidade relativa (entre 20% e 80%) e de temperatura (entre 18°C e 29°C). Ressaltando-se que o conforto térmico só é possível em temperatura próxima aos 29°C se as pessoas estiverem vestindo roupas leves e submetidas a pequena quantidade de ventilação (FANGER, 1973). Se a temperatura do interior ultrapassar os 29°C ou a umidade relativa for superior a 80%, entra-se na zona de ventilação. Ou seja, bastará o uso de ventilação (mecânica ou natural) adequada para amenizar a sensação de desconforto térmico. Caso se entre na zona de resfriamento evaporativo, onde a Temperatura de Bulbo Úmido – TBU não excede os 24°C e a Temperatura de Bulbo Seco – TBS não ultrapassa os 44°C, é aconselhável o uso de vegetação, fontes de água ou outro recurso que se fundamente na evaporação da água diretamente do ambiente que se quer resfriar. Um exemplo desta estratégia de resfriamento é a típica fonte de água dos pátios árabes.

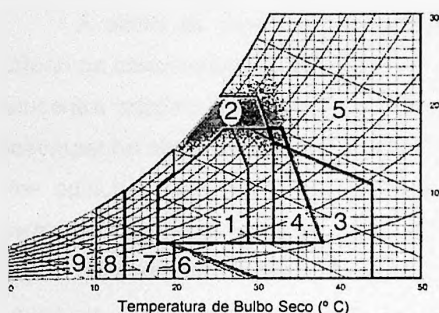
Em algumas regiões o clima pode ser muito severo, onde a ventilação e/ou o resfriamento evaporativo não são suficientes. Nestes casos, se está na zona de ar condicionado, onde a TBS é maior que 44°C e a TBU é maior que 24°C, tornando necessário o uso de aparelhos de ar condicionado para refrigeração e/ou desumidificação do ambiente. É importante frisar que o ar condicionado não se limita à aplicação para estas situações, podendo ser coadjuvante nas zonas anteriormente analisadas. Ao contrário, quando se está na zona de umidificação, onde a umidade relativa do ar é muito baixa e a temperatura inferior a 27°C, haverá desconforto térmico devido à secura do ar. Nestes casos, a umidificação do ar melhora a sensação de conforto, ainda que possa produzir um efeito de resfriamento evaporativo indesejável. Isso pode ser feito através da utilização de recipientes com água e hermeticidade das aberturas, o que ajuda a conservar o vapor proveniente das plantas e das atividades desenvolvidas no interior da construção. As baixas taxas de renovação do ar permitem manter o vapor de água a níveis confortáveis com mínima evaporação e resfriamento.

Nas zonas de aquecimento, a temperatura fica entre 10,5°C e 14°C na zona de aquecimento solar passivo e inferior a 10,5°C na zona de aquecimento artificial. O aquecimento solar passivo pode ser feito através da adequada orientação e cor dos fechamentos, do emprego de painéis refletorres externos ou dos coletores de calor no telhado. Lembrando que o uso híbrido dos dois sistemas (solar passivo e artificial) é a solução ideal para todos os casos, pois garante aquecimento estável a qualquer variação de clima ao mesmo tempo que reduz a dependência do consumo de energia nos dias um pouco mais quentes.

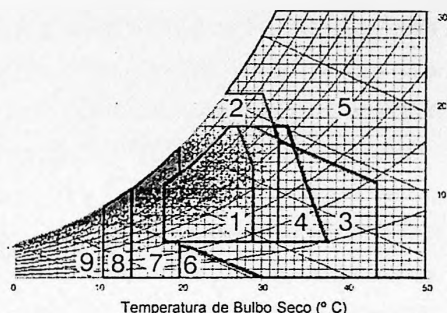
Dentro da delimitação da zona de massa térmica para resfriamento e da zona de massa térmica para aquecimento, pode-se fazer uso da inércia térmica de uma edificação para diminuir ou aumentar a amplitude da temperatura interior em relação ao exterior. Na zona de massa térmica para resfriamento, o calor armazenado na estrutura térmica da edificação durante o dia é devolvido ao ambiente somente à noite, quando as temperaturas externas diminuem. De forma complementar, a estrutura térmica resfriada durante a noite mantém-se fria durante a maior parte do dia, reduzindo as temperaturas interiores nestes períodos. Na zona de massa térmica para aquecimento, situada entre 14°C e 20°C, utiliza-se a massa térmica junto ao aquecimento solar passivo ou o aquecimento solar passivo com isolamento térmico. A primeira alternativa pode compensar as baixas temperaturas pelo armazenamento do calor solar que fica retido nas paredes da edificação, devolvido ao interior nos horários mais frios, geralmente à noite. Na segunda opção evita-se as perdas de calor da edificação pela cobertura e aberturas para o exterior enquanto se aproveitam os ganhos de calor internos, aumentando a temperatura interior.



Através do An<sup>o</sup> Climático de Referência, que contém valores horários de temperatura e umidade relativa, entre outros, pode-se plotar os dados de diversas cidades brasileiras diretamente sobre a Carta Bioclimática de Givoni, obtendo-se a resposta da real necessidade da utilização de sistemas artificiais para condicionamento ambiental. Como exemplo tem-se a Carta Bioclimática para a cidade de Belém do Pará – vide Figura 3.4. Em Belém se percebe uma grande concentração de pontos sobre a zona de ventilação (zona 2), representando a grande necessidade desta estratégia ao longo das estações do ano. Não há período de frio na cidade. A umidade relativa é bastante alta (normalmente acima dos 50%) e as temperaturas nunca são inferiores a 20°C. O clima quente é rigoroso, mostrando a necessidade de ar condicionado diversas vezes ao ano (zona 5). O conforto (zona 1) é quase ausente na capital paraense, representando apenas 0,7% das horas do ano.



**Figura 3.4 – Carta de Belém**  
Fonte: LAMBERTS *et al.*, 1997.



**Figura 3.5 – Carta de Curitiba**  
Fonte: LAMBERTS *et al.*, 1997.

Como contraponto à cidade de Belém, tem-se no Brasil a cidade de Curitiba (vide Figura 3.5). A Carta Bioclimática para Curitiba indica visualmente maior necessidade de aquecimento (zonas 7 e 8). Curitiba tem proporções de horas de conforto e de desconforto térmicos causado por frio: 20,9% e 79%, respectivamente. Portanto, deve-se garantir à edificação, a utilização de, pelo menos, duas estratégias principais: aquecimento solar e aquecimento artificial. O aquecimento artificial é pouco necessário, somente 11,7% do ano.

Os sistemas artificiais de condicionamento ambiental atualmente existentes podem ser classificados em três tipos: ar condicionado, ventilação mecânica e aquecimento. Por sua vez, os sistemas de refrigeração ambiental podem ser do tipo central, *self-contained* ou individual (aparelhos de janela). Após verificada a necessidade do uso de sistemas artificiais de condicionamento ambiental, a escolha do sistema adequado para um prédio vai influenciar significativamente no consumo e

na conta de energia elétrica do prédio ao longo de sua vida útil.

Nas residências, pequenos escritórios e serviços públicos, o sistema de ar condicionado mais utilizado são os aparelhos de janela. Para uma utilização mais racional desses equipamentos é necessária manutenção adequada por parte dos usuários, através das seguintes ações (ELETROBRÁS-PROCEL, 1994):

- proteger o aparelho dos raios solares;
- afastar cortinas das saídas e entradas de ar do aparelho;
- regular termostato adequadamente;
- manter os filtros limpos;
- evitar vazamentos de ar frio verificando a vedação do aparelho e das janelas;
- se usar o ar condicionado durante o dia e ele estiver instalado na fachada norte ou oeste, deve-se proteger a janela com toldo e/ou aplicar película protetora no vidro para impedir a entrada de calor.

A altura da base dos aparelhos de janela também deve ser observada com critério na construção dos edifícios. Em um cômodo, o ar mais frio – mais pesado – se concentra próximo ao piso. Desse modo, um aparelho de ar condicionado terá maior desempenho quanto mais alto for localizada a saída do ar-refrigerado para o ambiente. Nos edifícios mais modernos, muitos aparelhos são instalados numa altura baixa, geralmente embaixo da janela, porque foi o espaço previsto em projeto.

No comércio de maior escala, principalmente nos *shoppings*, e nos edifícios de empresas (administrativos), usa-se intensivamente ar condicionado central e self-contained. Para a seleção de um dos dois tipos, deve-se levar em consideração os seguintes parâmetros de um projeto: temperaturas do ar externo e do ambiente a ser condicionado, porcentagem de renovação de ar exterior, carga térmica, vazão de ar requerida no evaporador e condensador (máquinas resfriadas a ar) e pressão estática externa a ser vencida pelo ventilador do evaporador. Para a realização deste cálculo é necessário a contratação de um especialista. A última novidade tecnológica para condicionamento ambiental nos *shoppings* é a termo-acumulação, onde fabrica-se gelo em horário noturno (quando a energia é mais disponível) para ser utilizado no dia seguinte para a refrigeração do *shopping*. De dia o sistema funciona naturalmente, sem consumo de energia para a refrigeração (o gelo vai derretendo). Um exemplo de *shopping* onde esse sistema foi implantado é o *Shopping Amazonas*, em Manaus.

Os ventiladores também são amplamente utilizados em todos os tipos de edificações residenciais e comerciais/serviços, situadas nas regiões de clima quente. Principalmente os decorativos ventiladores de teto que, quando combinados com o sistema de ar condicionado, proporcionam melhor aproveitamento de ambos equipamentos. Há também algumas instalações especiais de ventilação mecânica do

tipo forçada, mas essas são muito pouco usuais.

Quanto ao sistema de aquecimento, este é muito pouco utilizado no Brasil. Somente se encontram esses equipamentos nas cidades do Sul do País. Mesmo assim só são usados em alguns períodos mais frios do ano, quando a arquitetura da edificação não prevê captação da radiação solar.

### 3.2. Soluções Gerenciais

A adoção de qualquer solução no *habitat* urbano, seja tecnológica, fontes alternativas, de desenho urbano ou de leis urbanísticas, requer, antes de tudo, a aprovação gerencial e democrática pelos agentes do desenvolvimento urbano. Os agentes são basicamente quatro grupos, segundo as filiações a que pertencem: população que pode e deve exercer pressões pelo que julga ser o seu direito; governos - existem três níveis de governo que atuam na cidade: o federal, o estadual e o local (municipal) – que dispõem de autoridade para fazer cumprir a lei; empresas privadas e grupos de capital que têm recursos financeiros; e instituições/organizações que, com o desenvolvimento de estudos e indicadores sociais e tecnológicos, são base para o funcionamento saudável da cidade.

O ideal é que os agentes tenham domínio sobre os princípios através dos quais os espaços se formam (e são ocupados) e sobre o consumo urbano de energia. Neste sentido, uma primeira solução gerencial a ser implantada seria a confecção de uma espécie de Balanco Energético Local, para se conhecer a oferta e o consumo de energia das edificações e instalações. Atualmente, no Brasil, tem-se como fonte de consulta: o Balanco Energético Nacional, editado pelo Governo Federal, e alguns Balanços de Energia Estaduais. O problema é que estes fornecem dados médios consolidados, o que dificulta em muito um controle dos energéticos e dos recursos naturais em nível local. Somente com este conhecimento é possível apontar outras soluções gerenciais com maior precisão, observando as reais necessidades e interesses da coletividade e a qualidade do meio urbano, as perdas de energia e as potencialidades locais para o uso de fontes alternativas.

Uma vez conhecido o consumo de energia, o segundo passo é a adoção de medidas gerenciais de Conservação de Energia. É possível elevar o padrão de vida, satisfazendo às necessidades básicas da população em relação à energia elétrica e demais energias, sem necessariamente aumentar o consumo na mesma proporção. Principalmente em se tratando de fontes de energia não-renováveis. Lembrando que o uso da energia elétrica não deve ser entendido como um fim em si mesmo. A energia elétrica é útil na medida em que proporciona serviços, tais como iluminação, climatização, refrigeração e trabalho mecânico, em formas que melhorem a qualidade

de vida em toda parte. As medidas de conservação de energia mais comuns em edificações e instalações são: substituição e remanejamento de lâmpadas e reatores, modernização e limpeza de luminárias, aproveitamento da iluminação natural, eficiência dos sistemas de ar condicionado, revisão dos contratos de energia, otimização no uso dos elevadores, modernização dos sistemas de distribuição de energia elétrica, entre outras.

Uma outra solução gerencial que merece destaque é o estímulo à implantação de medidas de eficiência energética através de incentivos fiscais. Como o retorno do uso eficiente não é imediato, para a execução de soluções conjunturais, é necessário que haja incentivos financeiros no capital inicial. Isto pode ser feito com impostos federais, estaduais ou municipais. No Imposto sobre Produto Industrializado – IPI (imposto federal), uma idéia a ser estudada poderia ser a de dar desconto para as indústrias que investissem em programas de conservação de energia e fabricação de produtos eficientes do ponto de vista energético. Ou então, no Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS, o Estado poderia cobrar uma tarifa menor para os produtos com tecnologia mais moderna e eficiente e para as placas solares e aerogeradores, facilitando, assim, a entrada dos mesmos no mercado, e também para os serviços de consultoria e assistência técnica voltados para a eficiência energética. E no caso do imposto municipal, um bom exemplo, mas que requer intensiva fiscalização, é a diminuição do Imposto Predial e Territorial Urbano – IPTU para quem plantar uma árvore no passeio público correspondente ao lote privado. Isto é uma atribuição da prefeitura e plantar árvores na cidade ajuda a diminuir os efeitos produzidos pelas “ilhas de calor” e, conseqüentemente, a energia necessária para por em funcionamento equipamentos de climatização.

A seguir são listadas outras soluções gerenciais de acordo com as responsabilidades individuais de cada grupo urbano.

A população deve:

- Estar consciente sobre as questões urbanas e energéticas;
- Participar de forma ativa nas decisões, negociando direitos e vantagens;
- Exigir qualidade dos produtos;
- Implementar medidas de eficiência energética, preferencialmente a “custo zero”<sup>29</sup>, nas suas moradias e locais de trabalho.

O Governo deve:

- Criar campanhas promocionais e educativas, via meios de comunicação e nas escolas, de forma a sensibilizar a população quanto às questões energéticas e

---

<sup>29</sup> Medidas a “custo zero” podem ser: remanejamento de lâmpadas, retirada de difusores das luminárias, alteração do horário de serviço, negociação do contrato de fornecimento de energia, etc.

ambientais;

- Incentivar a modernização das instalações públicas da cidade em parceria com fabricantes;

- Oferecer assistência técnica através da Companhia de Energia, realizando manutenção dos sistemas, evitando fugas de corrente, corrigindo fator de potência e acompanhando o consumo de eletricidade das edificações;

- Fiscalizar as construções para que estas estejam de acordo com as normas vigentes nas leis urbanísticas e dentro dos princípios bioclimáticos de desenho urbano;

- Oferecer energia a partir de fontes renováveis de energia;

- Manter a iluminação pública apagada durante o dia.

As empresas devem:

- Promover diagnósticos energéticos nas próprias edificações para verificar constantemente as condições operacionais das instalações e equipamentos;

- Garantir a qualidade dos seus produtos e a compatibilidade com a qualidade da energia fornecida;

- Articular com as universidades e centros de estudos para a realização de testes de laboratórios;

- Investir em desenvolvimento, pesquisa tecnológica e capacitação;

- Criar uma espécie de bônus na compra de lâmpadas e outros equipamentos eficientes, incentivando o crescimento da demanda por produtos e da indústria da eficiência energética.

As instituições/organizações devem:

- Ser participativa nas decisões;

- Organizar reuniões e encontros de trabalho entre os agentes do desenvolvimento urbano;

- Ampliar cada vez mais os campos do conhecimento energético, desde hábitos de consumo até as ciências dos materiais;

- Realizar pesquisas constantes para a verificação da aceitação tecnológica e interesses da população;

- Promover cursos de capacitação e treinamento em diversos níveis.

### 3.3. Fontes Alternativas

Outra solução fundamental para as cidades se tornarem menos dependentes do sistema de distribuição de eletricidade convencional e mais eficientes, é a adoção de fontes alternativas. Principalmente as fontes de energia solar e eólica. A seguir, serão descritos os sistemas possíveis de energias alternativas no meio urbano.

#### → Energia Solar

A energia contida na radiação solar<sup>30</sup> que chega ao topo da atmosfera terrestre é estimada em  $5,445 \times 10^{24}$  J/ano ou  $1,5125 \times 10^{18}$  kWh/ano, dos quais apenas 3,3% chegam à superfície terrestre devido à reflexão e absorção da radiação na atmosfera, o que significa uma radiação de nada menos que 178.000 EJ/ano<sup>31</sup>. Como o dimensionamento de equipamentos solares requer o conhecimento da intensidade e da composição espectral da radiação, que variam muito, costuma-se usar as informações das estações solarimétricas, existentes em muitas localidades, que fornecem dados e mapas confiáveis sobre as radiações medidas. Essas estações fornecem informações sobre radiação direta (é a parte da radiação solar que chega na superfície terrestre sem sofrer qualquer desvio, sendo medida por um instrumento chamado piroheliômetro) e difusa (atinge o solo em diversas direções devido à presença de componentes que estejam em suspensão na atmosfera, tais como nuvens, poeira e outras moléculas). A radiação total é medida normalmente através de piranômetro e a radiação difusa é obtida por diferença. Na Figura 3.5 a seguir, tem-se o mapa da radiação solar média anual em MJ/m<sup>2</sup>/dia no Brasil.



**Figura 3.5 – Radiação Solar Média no Brasil**

Fonte: TIBA, 1999.

<sup>30</sup> A radiação solar é a energia eletromagnética transmitida pelo sol, sob a forma de ondas curtas, que conseguem atingir o solo.

<sup>31</sup> Notas das aulas de "Fontes Alternativas de Energia", PPE/COPPE/UFRJ, 1997.

As principais características da radiação solar são: trata-se de matéria-prima inesgotável, em escala humana; matéria-prima não poluente; e não requer investimentos para a sua extração, transporte e estocagem. Já as principais desvantagens são: baixa densidade de energia (poucas centenas de cal/cm<sup>2</sup> dia); grande variabilidade, em função das condições atmosféricas; e disponibilidade limitada (6 a 8 horas por dia).

Os maiores sucessos solares têm sido aqueles em que as substituições de fontes de energia não encontram dificuldades com os padrões culturais do uso da energia. Exemplos: iluminação em residências (sistema fotovoltaico), aquecimento de água (coletores solares) e aquecimento de edifícios. A aceitação social da energia solar depende, dentre outros fatores, da conscientização da população e dos projetistas para a escassez de outras fontes de energia. No Brasil, o aquecimento de água, por exemplo, é normalmente feito usando-se chuveiro elétrico, que representa aproximadamente 1/4 do consumo elétrico total de uma residência (JANUZZI & SCHIPPER, 1991). A ausência de tubulação isolada de água quente na maioria das casas dificulta a substituição dos chuveiros elétricos por energia solar. Há um grande número de fabricantes, com centenas de coletores solares e tanques de armazenamento diferentes, mas há uma falta de conhecimento das necessidades do usuário e também da população sobre esses sistemas.

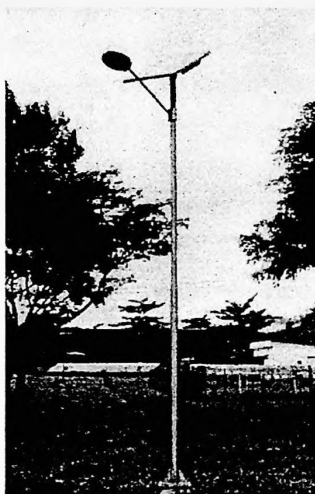
#### → Sistemas Fotovoltaicos

As células fotovoltaicas permitem a conversão direta da energia solar em eletricidade. Inicialmente tal tecnologia foi desenvolvida nas pesquisas espaciais pela confiabilidade e pela favorável relação potência - peso. Depois, no início da década de 70, com a crise energética várias tecnologias começaram a ser estudadas no intuito de viabilizar alternativas, dado o acréscimo do preço de petróleo. A linha de pesquisa concentrou-se na busca de novos materiais semi-condutores e no aumento dos rendimentos da conversão.

Os sistemas fotovoltaicos, de modo geral, são compostos dos módulos, dos controladores de carga e das baterias. Os módulos são geralmente constituídos de pastilhas de silício monocristalino, material de alta qualidade. O segundo elemento, o controlador de cargas, é um dispositivo de fundamental importância para preservar as baterias, aumentando a sua vida útil. Já as baterias são os elementos que armazenam a energia. Com o auxílio delas, os consumidores podem usar à noite ou em períodos de mau tempo a energia irradiada em dias de sol.

Para dimensionar um sistema fotovoltaico deve-se levar em conta as características da carga, o número de horas de funcionamento, a potência requerida (especificando tensão e corrente), a frequência de utilização, a característica do

sistema de armazenamento escolhido, a situação geográfica da instalação, a irradiação global no local e os dados meteorológicos ao longo do ano. As células solares são de alta confiabilidade, porém ainda caras em relação à outras tecnologias, apesar dos seus custos terem diminuído bastante ao longo dos últimos 20 anos. O uso do sistema solar fotovoltaico na iluminação é bastante praticado. As lâmpadas geralmente são de baixa potência e operam em 12 volts, Corrente Contínua – CC. Para iluminação pública o uso da energia fotovoltaica pode ser uma solução bem interessante para o meio urbano (vide Figura 3.6).



**Figura 3.6 – Poste com Célula Fotovoltaica (experiência do CEPEL)**

Fonte: elaboração própria

Outras aplicações possíveis são: na refrigeração de alimentos, semelhante à convencional, porém operando com corrente contínua e, em geral, devem ser refrigeradores de baixo consumo de energia, alimentação de 12 V ou 24 V; no bombeamento de água (irrigação, uso doméstico e animais) também pode ser feito com um conjunto moto-bomba (submerso ou de superfície) acionado por motor de 12 V - CC diretamente conectado ao arranjo fotovoltaico; nas telecomunicações é bem recomendado (estação de rádio, torres repetidoras de TV, auxílio à navegação, repetidoras de telefone celular e telefones de emergência); e nas estações remotas para monitoramento (condições climáticas, investigações científicas), potenciais utilizadoras desse sistema dada a confiabilidade do mesmo e a perfeita sincronia com as características da demanda (12 V - CC e carga variada junto com banco de baterias



para cerca de 30 dias)<sup>32</sup>. Para uso nos meios urbanos próximos à rede convencional, os sistemas fotovoltaicos devem ser bem estudados para não se tornarem inviáveis economicamente.

#### → Coletores Solares

Coletores solares, também chamados painéis solares, são equipamentos que absorvem a radiação solar, utilizando-a para o aquecimento de um fluido (líquido ou ar) em contato com ele. São economicamente viáveis e têm sido bastante aperfeiçoados.

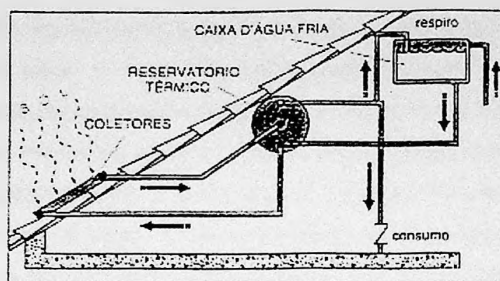
A superfície absorvedora é normalmente uma caixa metálica retangular de cobre ou de alumínio, hermeticamente fechada com cobertura transparente e pintada por dentro com uma tinta preta para maximização da absorção da energia solar (cerca de 93-95%). Para a cobertura transparente do absorvedor, pode-se recobri-lo com uma chapa de vidro com 2-4 mm de espessura (transmitância de cerca de 86-88%). Para o aquecimento de líquidos são utilizados tubos em serpentina em contato térmico com a superfície pintada, por onde circula o líquido a ser aquecido. O espaçamento entre os tubos (normalmente de cobre, com até ½" de diâmetro) é de no máximo 5 a 6" (MOREIRA, 1995). Com a finalidade de redução de perdas térmicas do coletor para o ambiente pode-se isolar a superfície inferior (em relação à exposição solar) com uma camada de lã de vidro. Em caso de vazamento, entretanto, este isolante se torna úmido, perdendo as propriedades de isolante, a menos que seja seco. Assim, pode-se usar, por precaução, isolantes com células fechadas (poliuretano, por exemplo).

Coletores solares para o aquecimento de ar operam sob o mesmo princípio que os coletores para aquecimento de líquidos. São mais simples porque não existem problemas de vazamento. O esquema básico utiliza duas coberturas de vidro e um isolamento para que a temperatura do ar seja um pouco mais elevada.

O sistema de aquecimento de água é constituído basicamente por coletores planos, tubulações e um reservatório térmico que normalmente possui uma resistência elétrica a ser ligada esporadicamente para conservar a água quente em dias chuvosos, por exemplo. Na Figura 3.7, a seguir, tem-se uma vista em corte de um sistema de aquecimento de água com coletor solar plano convencional.

---

<sup>32</sup> Notas da Visita à Casa Solar do CEPEL/ELETRÓBRÁS, 1998.



**Figura 3.7 – Sistema de Aquecimento de Água**

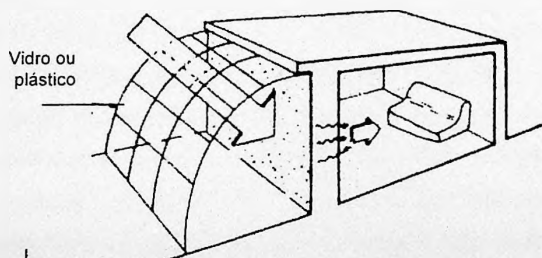
Fonte: HELIOTEK, 1999.

O dimensionamento dos coletores planos é bem simples, tendo os modelos de bom padrão capacidade de produzir entre 50 a 75 litros/m<sup>2</sup> dia de água quente na faixa de temperatura entre 45°C e 60°C, para as condições médias de insolação encontradas no Brasil. Já nas condições climáticas da Europa Central, por exemplo, para efeitos de comparação, a produção de água, para a mesma faixa de temperatura, é da ordem de 30 a 40 litros/m<sup>2</sup> dia. Atualmente, coletores solares para aquecimento de água têm sido aplicados para aquecimento de piscinas (que requerem água entre 20° e 30° C) e, principalmente, substituindo o chuveiro elétrico.

Para alcançar temperaturas ainda mais altas, desejável especialmente no caso de serem utilizados no setor comercial, são necessários coletores concentradores, com dispositivos óticos que concentram os raios solares em determinados pontos, chegando-se até 250°C em concentradores lineares.

#### → Aquecimento de edifícios

Nos últimos dez anos têm sido desenvolvidos materiais especiais para edifícios como espumas de plástico, vidros com camadas com o intuito de melhor aproveitar a energia solar, visando ao conforto térmico das pessoas durante dias mais frios na Região Sul do país. Um exemplo para tal finalidade, tem-se na Figura 3.8.



**Figura 3.8 – Aquecimento de Edifícios (Efeito Estufa)**

Fonte: SARTORI, 1987.

Esse sistema de aquecimento é passivo e sua função é captar e regularizar a distribuição da energia solar. A superfície transparente provoca um efeito-estufa. A radiação solar que passa por essa superfície é absorvida por uma massa intermediária (parede) que restitui ao interior da casa uma parte desta energia e com defasagem de tempo, o que é importante, pois o calor que é captado durante o dia pode ser repassado à casa durante à noite. É recomendável que a parede/laje que capta a radiação seja de blocos de concreto/concreto. Para se ter uma idéia, se a parede for de espessura de 30cm, o calor absorvido durante o dia será repassado à casa até durante oito horas após a descida do sol. Nada impede que uma abertura envidraçada seja feita nessa parede. Além do mais, adequadas aberturas também devem ser providenciadas no vidro ou plástico a fim de provocar uma ventilação durante os dias menos frios. A orientação dos vãos envidraçados devem ser para o Norte para melhor captação durante o inverno. No verão é preferível que a radiação solar direta não chegue à parede. Para isso, pode-se usar uma marquise ou persianas. É preferível ainda que a cor da parede seja escura, podendo ser além do preto, o marrom, o azul e o verde (SARTOTI, 1987).

#### → Energia Eólica

A Energia Eólica constitui-se numa das formas em que se manifesta a energia proveniente do sol. Os ventos são causados pelo aquecimento não uniforme da atmosfera resultante da incidência dos raios solares, conjugada com a orientação e movimentos da Terra.

O aproveitamento do vento como uma fonte alternativa de energia reveste-se de peculiaridades marcantes ditadas por duas características principais: baixa densidade energética e intermitência com que sopram. Essas características influem no modo de captação, conversão e aproveitamento da Energia Eólica, isto sem mencionar que os custos da energia gerada são função bastante dependente destas características. Em relação à primeira característica mencionada, é importante lembrar que a massa específica do ar é muito baixa, da ordem de  $1000 \text{ kg/m}^3$ . Este valor leva à necessidade de se aumentar o tamanho das instalações para que se possa captar uma quantidade razoável da energia disponível. Mas isso implica em maiores custos, maiores problemas mecânicos e de materiais, maiores riscos, etc. Já a intermitência com que sopram os ventos pode gerar, por exemplo, uma disponibilidade maior que a demanda e uma primeira consequência, resultante da não coincidência, é, evidentemente, a necessidade de sistemas de estocagem. Isto implica em maiores custos, sistemas e tecnologias mais complexas e confiabilidade menor.

As turbinas eólicas produzem eletricidade a custos competitivos com outras formas de geração elétrica convencionais como termo e hidrelétricas. Atualmente, os

custos da geração eólica se situam entre 40 e 60 US\$/MWh. Pode ser uma boa solução para o meio urbano, necessitando um estudo caso a caso. A maioria dos fabricantes de grandes turbinas oferecem modelos de 300 a 750 kW. Sendo que vários protótipos de 1 MW e 1,5 MW estão funcionando em vários países indicando que a tendência dos próximos anos é de utilização de turbinas eólicas a partir de 1 MW de potência nominal (OLIVEIRA *et al.*, 1998).

Nos sistemas de baixa potência a estocagem é, em geral, feita em baterias comuns e a energia elétrica, fornecida à carga, é na forma de corrente contínua. Nos sistemas de média potência (embora a estocagem em baterias e o fornecimento de energia elétrica na forma de corrente contínua sejam possíveis) pode-se justificar a utilização de esquemas mais complexos, sendo comum o fornecimento de energia elétrica na forma de corrente alternada. Sistemas de alta potência são ligados diretamente à rede de utilidade pública.

Para a determinação das potencialidades de uma região necessita-se basicamente de dados experimentais de direção e de intensidade dos ventos, o que, normalmente, são levantados e coletados pelas estações meteorológicas. A partir do levantamento regional, a escolha do local de instalação do sistema eólico é realizado levando-se em conta a topografia da região (entre outros fatores), que influi fortemente na estrutura dos ventos que sopram dentro da camada limite. É comum utilizar fórmulas simples para descrever a distribuição da velocidade dos ventos em função da altura. Em princípio, quanto maior a altura em relação ao solo, maior será a potência disponível do vento. Entretanto, esta regra estará devidamente condicionada aos custos da torre, que eleva e suporta a turbina eólica na altura conveniente. É de fundamental importância conhecer também o comportamento do vento, que é diferente para praticamente cada local devido aos efeitos combinados de viscosidade do ar, turbulência, relevo, vegetação e características de rugosidade da superfície.

### **3.4. Soluções de Desenho Arquitetônico e Urbano**

Diz-se, de uma edificação energeticamente eficiente àquela onde todas as possibilidades naturais de atendimento ao usuário foram esgotadas no seu desenho: luz natural e ventilação natural. Àquela onde, quando se tem a necessidade de usar sistemas de iluminação e de condicionamento artificiais, se usa racionalmente, de acordo com a capacidade limite dos equipamentos e consumindo energia elétrica em níveis adequados. Para se conseguir isso, é necessário a difusão do conhecimento

sobre os princípios urbanos e arquitetônicos e da arquitetura bioclimática<sup>33</sup> entre os planejadores e construtores. Através da correta distribuição dos espaços externos<sup>34</sup> e disposição dos elementos construtivos em uma cidade, pode-se conseguir um meio urbano mais saudável com edificações melhor iluminadas e ventiladas de acordo com as particularidades climáticas locais. As edificações, principalmente as pertencentes às classes de consumo residencial e comercial, quando mal dimensionadas para o *habitat* e clima a que pertencem, demandam maiores quantidades de energia elétrica para aliviar a sensação de desconforto ambiental dos seus usuários.

O território brasileiro está localizado geograficamente um pouco abaixo do trópico de Câncer (23° 27' N) e um pouco abaixo do de Capricórnio (23° 27' S), uma zona de Clima Tropical, o que significa dizer que os espaços construídos das cidades estão incluídos em um dos três tipos de climas da Tabela 3.1 a seguir:

**Tabela 3.1 – Classificação dos Climas Tropicais**

Quente-úmido	Quente-seco	Tropical de altitude
Pequenas variações de temperatura durante o dia	Consideráveis amplitudes de temperatura durante o dia (15°C);	as amplitudes diárias são bem marcadas, quente de dia e frio à noite;
Duas estações bem marcadas: verão (período das chuvas) e inverno;	duas estações: uma seca e outra de chuva;	duas estações: quente-úmida no verão e seca no inverno;
Radiação solar difusa e muito intensa;	radiação direta intensa;	Radiação difusa intensa no verão;
Alto teor de umidade relativa do ar;	baixo teor de umidade relativa do ar;	teor de umidade seco (aprox. 70%);
Ventos fracos;	massas de ar quente conduzindo partículas em suspensão nos seus deslocamentos no período seco;	ventos sudeste e leste no inverno seco e noroeste no verão chuvoso.
semelhança das variáveis climáticas de uma localidade para a outra	diferença das variáveis climáticas de uma localidade para a outra.	se dá predominantemente entre 400 e 1.200 m de altitude, entre 14 e 16° latitude sul;
Exemplo: Manaus	Exemplo: Sertão Nordestino	Exemplo: Brasília

Fonte: FERREIRA, 1985.

Conhecendo-se as características básicas desses climas tropicais, é possível, pelo desenho urbano, aproveitar as variáveis do microclima regional, utilizando-as em benefício do conforto térmico e lumínico das edificações.

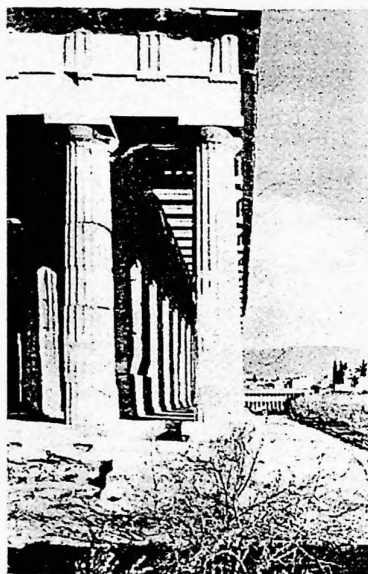
<sup>33</sup> A arquitetura bioclimática procura substituir os dispositivos mecânicos térmicos por sistemas naturais. A tendência é a radicalização ao ponto de excluir o fornecimento de energia pública ao prédio para fins de atendimento ao conforto ambiental (LOMARDO, 1988).

<sup>34</sup> Vide definição de “espaços externos” no Capítulo 2 – item 2.5.

### 3.4.1. Os Benefícios da Luz Natural

A iluminação natural e o controle da luz vêm sendo usados na arquitetura de diversas maneiras através das diferentes épocas. Um exemplo clássico é o do Panteão de Roma, construído em 27 a.C. e reconstruído em 115-125 d.C., monumento que marca o início da decadência do Império Romano e a tentativa de rompimento com a filosofia estática e de contemplação (ZEVI, 1994). Sua cúpula possui uma única abertura central por onde a luz solar penetra, projetando-se no interior como um feixe de luz concentrado que se desloca com o passar das horas, uma conquista dinâmica que produz, como resultado, uma ambiente envolvente.

Um efeito muito comum encontrado na antigüidade era o uso dramático da luz, como nos templos egípcios onde o eixo se orienta para o ponto onde o sol se levanta, de modo que seus raios, no início do dia, penetram no santuário e por instantes iluminam com uma luz misteriosa as estátuas dos deuses ali encerrados. Ou então, o efeito de luz e sombras no volume das fachadas, marcando o ritmo e usando os contrastes como meio de valorizar a composição, muito empregado nas regiões onde a luminosidade é intensa, e pelos gregos - que davam vida aos seus edifícios através das sombras projetadas pelas colunas externas nas fachadas (vide Figura 3.9).



**Figura 3.9 – Templo Grego, Atenas**

Fonte: MASCARÓ, 1989

A partir do século VIII, as ordens eclesiásticas favoreceram a propagação e o estabelecimento do estilo românico, onde os edifícios são baseados em simples formas geométricas e uso extensivo dos "óculos" (arcos redondos que permitiam a entrada da luz). E, como decorrência do estilo românico, surge o gótico que, com seu esqueleto de pedra, permitiu que as paredes fossem parcialmente abolidas, dando lugar a generosas aberturas para maior penetração da luz solar. Os "óculos" desenvolveram-se até chegar às magníficas rosetas e arcos pontudos com vitrais coloridos que, além de criar um ambiente místico, protegiam contra a chuva e o vento. Na renascença, a revalorização da antiguidade greco-romana e o interesse pelas formas clássicas levou ao aparecimento das janelas propriamente ditas, dimensionadas segundo as leis da lógica, coincidindo com a chegada dos fabricantes de vidro na França e Itália e assumindo uma importância maior, tanto no sentido estético como funcional. Antes a chamada janela nada mais era do que uma derivação da porta, conhecida como meia-porta. Por isso, até recentemente, muitas janelas eram parecidas com portas.

No século XVIII na Grã Bretanha, com os estilos georgiano e paladiano, há uma ordenação formal e uma simetria como nunca houve. As janelas e todas as aberturas, enfim, são disciplinadas. Para os locais onde foram desenvolvidos estes estilos, observou-se na época que, por diversas razões, dentre elas o clima, a melhor dimensão das janelas deveria ser 1/6 da largura do cômodo. Desta forma os ingleses, escoceses e irlandeses acreditavam estar proporcionando uma boa iluminação natural para os ambientes. Também é dessa época que começou-se a enfatizar o efeito panorâmico das janelas e a difusão da iluminação zenital. Em 1790 foi construído o Royal Opera Arcade, na Inglaterra, que era uma rua comercial coberta onde a luz natural penetrava através de *domus* circulares no teto. Anos mais tarde, o surgimento do vidro plano transparente e o desenvolvimento do concreto levaram a uma alteração profunda na arquitetura, no emprego das janelas e da iluminação natural. "À medida que a estrutura predial se torna independente, a sua envolvente vai se tornando mais leve, possibilitando vãos cada vez maiores" (LOMARDO, 1988). As janelas deixam definitivamente de ser buracos na parede, tornando-se elementos integrados aos planos dos edifícios.

No que diz respeito à arquitetura moderna não se pode deixar de citar o ambiente interno obtido pelas aberturas na Igreja de Notre Dame de Ronchamp, na França, construída em 1955. Sua iluminação natural é particularmente interessante porque uma parte da luz chega através de uma fina abertura entre o forro e a parede maciça e a outra parte pelas janelas desconstruídas e ranhuras abertas no encontro das paredes. A luz é difusa e ocasionalmente colorida em certas partes do interior ou

dirigida sobre pontos de interesse, lembrando o uso dado à luz nos prédios de estilo barroco (vide Figura 3.10).



**Figura 3.10 – Igreja de Notre Dame de Ronchamp, França**

Fonte: MASCARÔ, 1989

Na história da arquitetura brasileira, o uso da iluminação natural tem destaque na arquitetura religiosa mineira. Grande habilidade era demonstrada pelos construtores no que diz respeito aos efeitos da luz. Geralmente o altar-mór era dotado de verdadeiros jorros de luz provenientes das janelas rebuscadas da grande cúpula central, em contraste com a penumbra das capelas laterais. O uso do vidro nas janelas brasileiras é relativamente recente. Em 1760 apenas a Igreja dos Jesuítas e o Palácio dos Governadores, na Bahia, possuíam janelas de vidro. Em seu lugar usavam-se balaustres de madeira. No que diz respeito à arquitetura residencial, somente na segunda metade do século passado é que foi abandonado o velho hábito de se dormir em alcovas (locais sem iluminação direta), quando, então, surgiram novos sistemas de implantação das casas nos lotes, afastados dos vizinhos, e os poços de iluminação.

Nas décadas de 30 a 50, muitos arquitetos brasileiros demonstraram forte preocupação frente aos problemas de iluminação natural. Surgem os "*brises-soleils*"<sup>35</sup> que reduzem o excesso de luminosidade, sem impedir a visão. As primeiras utilizações se deram nos edifícios da ABL e do Ministério da Educação, ambos no Rio de Janeiro. No entanto, com o desenvolvimento tecnológico de diversos dispositivos de conforto lumínico, a arquitetura nacional foi tendendo a se incorporar ao rol do

---

<sup>35</sup>tradução: quebra-sóis.



"*international style*", onde a possibilidade de maior integração interior-exterior através de fachadas totalmente envidraçadas conquistou muitos adeptos em todo o mundo.

Nos dias atuais, o uso inteligente da iluminação natural é pouco difundido entre os projetistas, que se deixam levar pelas facilidades da especificação de padrões de janelas fornecidos pelos fabricantes. Além disso há um grande desconhecimento sobre as variações de aclaramento, em função de variações meteorológicas e da complexidade dos cálculos para a correta determinação da luz natural. A disponibilidade de luz natural para qualquer região é determinada pela quantidade de radiação solar em função do ângulo que os raios do sol apresentam com relação ao plano do horizonte. Este ângulo varia de acordo com os movimentos da Terra. Para cada hora do dia e época do ano tem-se a incidência de um ângulo diferente, dependendo da latitude, o que ocasionará luminosidades também diferentes.

O efeito luminoso da radiação solar num dia claro pode alcançar valores altos nas regiões tropicais, cerca de 80.000 lux numa superfície perpendicular aos raios solares. Por isso, a orientação do edifício deve ser cuidadosamente estudada através da utilização da carta solar<sup>36</sup>, que é bastante eficiente, pois ajuda a conhecer, segundo uma determinada orientação, toda a incidência solar numa edificação.

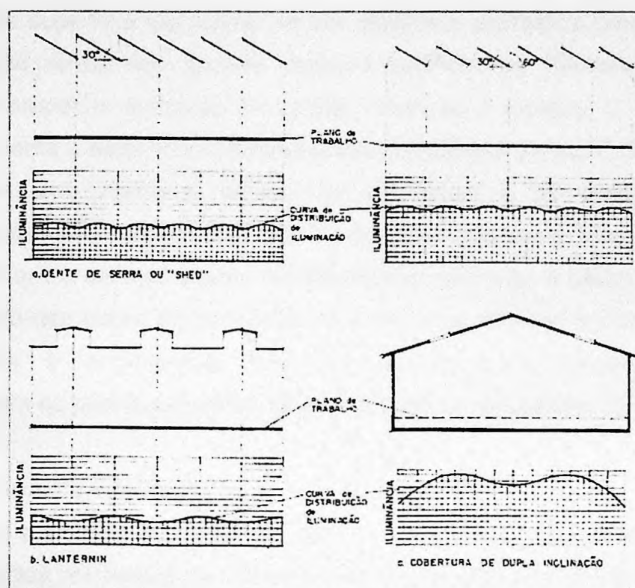
Um sistema de iluminação natural pode ser lateral ou zenital, feito tendo em vista a forma e a disposição dos ambientes, o tipo de tarefa visual que será realizada e considerações de ordem econômica. A iluminação zenital oferece maior uniformidade e iluminação média sobre o ambiente do que uma superfície iluminante lateral equivalente. É bastante útil, podendo iluminar locais sem paredes externas (e que, portanto, não se pode abrir janelas laterais) e, também, valorizar os ambientes arquitetônicos. Tem um custo inicial geralmente mais alto, apresenta maiores dificuldades para a limpeza e para a localização dos elementos de proteção solar e ventilação. Mas, em compensação, quando se usa a luz diurna zenitalmente, especialmente em locais amplos, podem-se adotar valores médios de iluminância<sup>37</sup> mínimos, em consequência de uma maior uniformidade obtida sobre o objeto observado. A enorme carga térmica existente sobre a cobertura de uma edificação, própria das regiões tropicais, deve ser levada em consideração no projeto de iluminação zenital, sendo necessário limitar a superfície a valores que não comprometam o desempenho térmico do ambiente.

A disposição da luz interior do local iluminado zenitalmente depende, dentre outros aspectos, dos tipos de elementos adotados no projeto (Figura 3.11). O

<sup>36</sup> Carta solar é a representação gráfica da trajetória aparente do sol.

<sup>37</sup> Iluminância é a quantidade de fluxo luminoso incidente por unidade de área iluminada. A unidade é expressa em lux (lx) (BARBOSA *et al.*, 1998).

elemento zenital tipo “dente de serra” (ou *shed*) orientado para o sul na região tropical fornece iluminação difusa e não precisa ser protegido da radiação solar direta. Sua eficiência luminosa é 30% de uma superfície iluminante horizontal. O elemento zenital tipo lanternim fornece iluminação direcional a qual, dependendo da orientação, pode ser simétrica através do dia (L-O) ou assimétrica (N-S). Sua eficiência luminosa varia entre 50 e 75% de uma superfície iluminante horizontal. A cobertura de dupla inclinação que contém superfícies iluminantes possui uma eficiência luminosa de quase 90%. Nesses casos, o ideal é aplicar telhas translúcidas.



**Figura 3.11 – Sistemas de Iluminação Zenital**

Fonte: ABILUX, 1992

A iluminação lateral é adequada para zonas próximas às janelas, onde é possível obter iluminâncias recomendadas para a tarefa visual a ser realizada. Nos locais iluminados lateralmente, o nível de iluminância diminui rapidamente com o aumento da distância à janela e proporcionalmente com o tamanho da mesma. Por isso, os valores que se fixam para a iluminância diurna são mínimos, em pontos ou zonas determinadas sobre o plano útil. Acredita-se que quanto maior a área iluminante, maior será a iluminância do local. Isto acontece dentro de certos limites. Um local com janelas grandes e decoração escura dependerá exclusivamente, para sua iluminação, da luz incidental que trará calor, criando desconforto térmico. Ao passo que um local com janelas médias e superfícies interiores claras, de alta

refletância, terá uma combinação adequada de luz direta e luz refletida, permitindo maior economia do ponto de vista energético.

A iluminância excessiva, seja via abertura zenital ou lateral, proveniente da abóboda celeste e do sol, deve ser controlada através do uso dos chamados "fatores de sombra". Estes, quando colocados exteriormente na abertura, fornecem proteção termoluminosa e interiormente só controlam a luz que entra no local. Seu desempenho depende da sua cor e de seu estado de manutenção. Beirais reduzem a iluminância à medida que sua largura aumenta, tanto nas proximidades da janela como no fundo do cômodo. Colocando quebra-sol externo nos elementos zenitais, obtém-se controle termoluminoso da superfície iluminante de alta eficiência energética porque permite o uso da iluminação zenital sem ganhos térmicos significativos. Difusores prismáticos melhoram o desempenho luminoso do zenital, mas não o térmico. O chanfrado da base zenital aumenta a eficiência luminosa e sua distribuição da luz. Pintar com cores claras as superfícies interiores diminui os contrastes e as possibilidades de ofuscamento, aumentando a eficiência através de maior refletância. Mas, qualquer que seja o tipo de fator de sombra usado, deverá sempre ser feito o balanço econômico energético de seu uso sobre a iluminação do local, para verificar o adequamento da solução adotada e providenciar, quando necessário, a iluminação artificial complementar com os padrões qualitativos e quantitativos requeridos.

#### **3.4.2. A Correta Ventilação para Climas Tropicais**

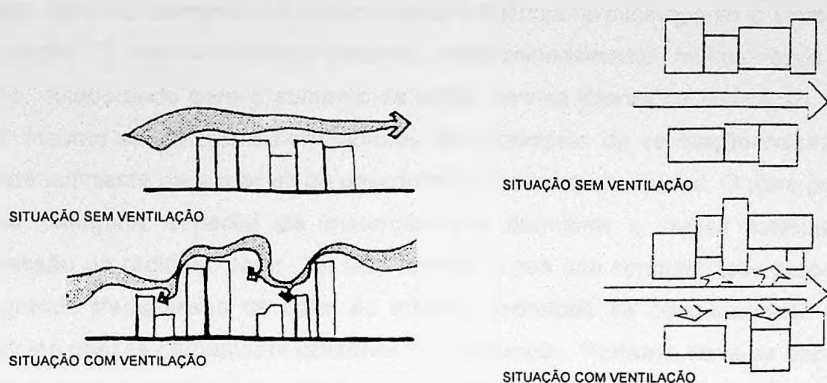
Utilizar os princípios da ventilação natural é essencial para a manutenção do conforto térmico dos residentes de cidades com climas tropicais. O movimento do ar no meio urbano é diretamente influenciado pelo volume das edificações e pela distribuição espacial das mesmas. Por isso, o tecido urbano para climas tropicais deve ser disperso, aberto e solto, permitindo a ventilação das formas construídas. Os edifícios muito próximos uns aos outros constituem barreiras efetivas contra o vento, favorecendo o armazenamento térmico (SANTOS, 1996).

Os espaços desalinhados ou intercalados entre os edifícios são fundamentais tanto em elevação quanto em planta (Figura 3.12). Os edifícios altos devem estar intercalados com edifícios baixos para que o vento possa penetrar no tecido urbano, porque quando todos os edifícios são altos é formado uma barreira onde o ar passa direto por cima<sup>38</sup>. Os logradouros públicos e vias que estiverem localizados perpendicularmente à direção dos ventos dominantes devem ter dimensões maiores, permitindo uma maior ventilação na malha urbana como um todo. Os lotes devem ser

---

<sup>38</sup> Nesta dissertação, está-se considerando um edifício alto quando este atinge 30 metros (N. do autor).

mais largos que compridos com a ventilação vinda da rua. A vedação com muros deve ser escassa e, de preferência, vazadas.



**Figura 3.12 – A Ventilação Através dos Elementos Construídos**

Fonte: SAMPAIO, 1995 e ROMERO, 1988.

Os espaços externos, principalmente os parques e as praças, também são essenciais para proporcionar melhor ventilação, pois produzem diferencial térmico que auxiliam a ventilação nas proximidades dos espaços construídos e porque criam porções ventiladas no tecido urbano que fica mais solto e aberto (Figura 3.13).



**Figura 3.13 – Espaço Entre as Porções do Tecido Urbano**

Fonte: ROMERO, 1988.

A situação individual das edificações também é fundamental e deve proporcionar maior integração da habitação com a paisagem. A correta orientação das aberturas do edifício, à direção dos ventos dominantes, pode auxiliar no aproveitamento da melhor forma possível dos ventos locais e na diminuição da carga térmica acumulada. Para a renovação do ar são necessárias aberturas para a entrada do ar (zona de alta pressão) e sua conseqüente saída (zona de baixa pressão) - ventilação cruzada. A existência de uma leve corrente de ar é responsável por boa parte da sensação de bem estar (conforto).

Existem três tipos básicos de tipologias de aberturas de janelas, a saber: de correr, pivotante horizontal ou vertical (MASCARÓ, 1991). No caso das janelas de

correr, a área de janela útil em termos de ventilação é de 50%, contrariamente às janelas pivotantes. Nas três tipologias o material usado no caixilho, que pode ser madeira, ferro ou alumínio, não exerce tanta influência térmica quanto o vidro usado na vedação. O vidro vem sendo utilizado indiscriminadamente, muitas vezes sem o caixilho, colaborando para o aumento da carga térmica interna da edificação. Nestes casos, mesmo se utilizando corretamente dos princípios da ventilação natural, esta não será suficiente para o alívio do desconforto térmico dos usuários. O vidro pertence a uma categoria especial de materiais que permitem a quase totalidade de transmissão da radiação solar. Tal fato somado à sua alta condutividade proporciona uma grande transmissão de calor ao interior, sobretudo se comparada às demais superfícies opacas comumente utilizadas na construção. Portanto, deve se especificar os vidros mais indicados<sup>39</sup> e, mesmo assim, não devem ser utilizados sem a mínima proteção.

Se a melhor orientação das aberturas (na direção dos ventos) coincidir com a pior orientação do sol (norte ou sul) devemos dar preferência à orientação dos ventos, já que é possível tratar o invólucro externo (paredes e cobertura) para que este conduza menos radiação para o interior sem prejudicar a ventilação natural. Uma maneira de proteger as aberturas é colocar externamente elementos de proteção como *brises-soleil*, muxarabis e pergolados. Estes elementos de proteção evitam a radiação solar sem impedir a penetração do vento.

Com relação às coberturas, existem as pesadas, que são caracterizadas pela sua disposição horizontal e, geralmente, são lajes de concreto ou volterrana<sup>40</sup>, e as coberturas leves, que são de telhas montadas sobre treliças. Sempre que se optar pelo uso de telhas tem-se a vantagem de poder ventilar a cobertura com maior facilidade, permitindo a saída do ar quente e diminuindo a carga térmica interior. Isto pode ser feito através da criação do ático<sup>41</sup>, de clarabóias, lanternins, cumeeira ventiladas e *sheds* (BARROSO-KRAUSE, 1990). Os beirais longos provenientes da cobertura e as varandas também devem ser bastante difundidos devido aos fatores positivos do seu uso. Eles protegem o ambiente interior da penetração dos raios solares e das chuvas, permitem a livre circulação do ar e protegem as paredes do desgaste.

As paredes, segundo sua orientação, recebem uma quantidade de calor que é sempre menos intensa que a da cobertura. Mas mesmo assim, os materiais

---

<sup>39</sup> Além dos vidros com cor, existem hoje vidros seletivos: desenvolvidos para não permitir a passagem de calor na mesma proporção que os vidros simples. (Notas das aulas da disciplina "Conservação de Energia em Edificações", FAU/UFF, 1999).

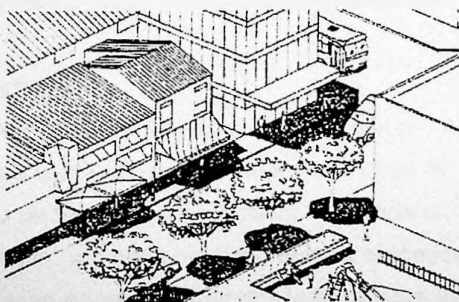
<sup>40</sup> A laje volterrana é feita de concreto alternado com tijolos furados de barro.

<sup>41</sup> O ático é um colchão de ar entre o telhado e o forro.

empregados na parede devem retardar ou mesmo impedir o acúmulo de calor durante o dia, protegendo o abrigo e filtrando da forma mais adequada os fluxos de calor, luz e ar que devem passar e quanto. Para isso precisam ter baixa inércia térmica, como é o caso das ripas de madeira ou dos tijolos vazados que permitem a circulação do ar. O cobogó, ou elemento vazado, pode constituir uma parede que fecha o prédio e evita a insolação excessiva sem impedir a passagem do vento. Oferece, ainda, proteção contra a chuva e dá privacidade sem eliminar a visão para o exterior. Existe sob mil formas e tipos.

Além da forma correta de se construir e distribuir as edificações entre si, visando a uma melhor circulação do ar, é preciso que elas estejam rodeadas de árvores que propiciem o sombreamento necessário e absorvam a radiação solar térmica, beneficiando o processo de filtragem do ar e produzindo oxigênio. O plantio de vegetação corretamente permite o esfriamento do ar que penetra no edifício e, caso seja necessário, permite também um redirecionamento do fluxo natural do vento de forma a melhorar o desempenho térmico do edifício, forçando o movimento do ar para o interior e não desviando-o. Deve-se conhecer os períodos de folhagem e os tipos de vegetação apropriada para cada localidade. E enquanto a planta não atinge a sua forma e aparência desejada, há necessidade de criar controles provisórios dos raios solares através de elementos construídos.

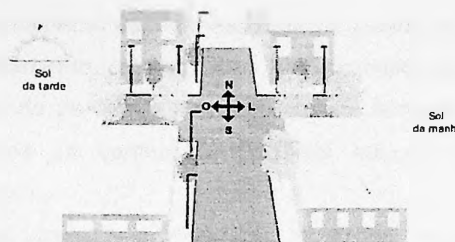
Nas ruas, os caminhos exclusivos de pedestres devem ser por superfícies gramadas ou por pisos com juntas bem largas, que alteram calçamento e grama, e densamente sombreadas por vegetação ou por outros elementos que proporcionem sombras, tais como marquises e portais (Figura 3.15). Isto atenuará a temperatura do ar circulante, proporcionando uma ventilação agradável nesses locais. Para os caminhos de veículos, a sombra pode ser menos espessa para evitar o acúmulo de poluentes abaixo das copas das árvores.



**Figura 3.14 – Esquema de Sombreamento para Pedestres**

Fonte: FROTA, SCHIFFER, 1988.

Ainda com relação à vegetação, para os novos bairros onde ainda não foi implantada a arborização, cuidados especiais devem ser adotados pelo planejador, no sentido de fazê-la de maneira adequada. Na medida do possível, tanto a rede de distribuição da energia elétrica e iluminação pública quanto a arborização de pequeno porte devem ser implantadas nas calçadas norte e oeste (sol da tarde), ficando reservadas as leste e sul para o plantio de árvores de maior porte, em conformidade com as dimensões da via pública (Figura 3.15), para uma melhor proteção da edificação e das suas aberturas.



**Figura 3.15 – Implantação de Rede de Iluminação Pública em Áreas Novas**

Fonte: BARBOSA *et. al.*, 1998.

E uma última variável, determinante para o bom desempenho térmico da edificação: a cor externa do invólucro. Deve-se escolher as cores mais adequadas para o nível de absorção de calor desejado. A cor externa determina a quantidade de calor a ser absorvida durante o dia e a ser liberada durante a noite. A cor clara (ou mesmo branca) e que brilhe apresenta vantagens em relação à escura, no que diz respeito à capacidade de reflexão do calor. Até o asfalto e os pisos adjacentes podem ser analisados segundo esse enfoque, lembrando que a sua manutenção terá de ser mais freqüente do que a manutenção em uma superfície escura.

### **3.5. Leis Urbanísticas**

As origens da legislação urbanística e edificatória no Brasil remontam às normas determinadas nas Cartas Régias portuguesas, onde as cidades deveriam ser implantadas em situação de fácil defesa contra os indígenas ou os inimigos vindos do mar. As leis definiam, assim, a cidade colonial, segura e contida, onde outro aspecto interessante era com relação à uniformidade dos terrenos que definiam a uniformidade das tipologias dos edifícios. O tema da higiene figurou nos debates urbanísticos no

final do século XIX devido ao surgimento da cidade industrial, marcada no início por precárias condições de saneamento. A legislação sanitária européia inspirou os códigos brasileiros, principalmente as leis inglesas e a lei francesa da higiene residencial de 1850, onde havia forte preocupação com o risco de epidemias e a conseqüente redução de mão-de-obra. Os códigos desenvolvidos sob a ótica higienista foram implantados pioneiramente em São Paulo, e tinham como objetivo proporcionar à população um ambiente saudável, através de uma correta ventilação das edificações, bem como evitar a criação de situações de ameaça para os vizinhos e para a comunidade como um todo. Nas primeiras décadas deste século, um novo paradigma começa a surgir: o do rendimento do solo urbano, adaptando a técnica imobiliária às propostas higienistas. A tese consistia basicamente na necessidade de pensar a higiene e o rendimento simultaneamente na cidade moderna, possibilitando uma política de adensamento urbano, mas sem congestionamentos. A principal proposta era a redução do pé-direito dos edifícios em andares, compensando essa contraposição à doutrina da ventilação higienista através da incorporação dos princípios da cidade-jardim.

Na cidade atual, as leis urbanísticas municipais seguem os parâmetros americanos da "cidade espalhada". Nesta, o desenvolvimento é baseado no uso intensivo do automóvel, priorizando o transporte individual, na construção de subúrbios de baixa densidade, estruturados a partir de casas unifamiliares, e na estratificação sócio-espacial do solo urbano. No entanto, este modelo gera processos de degradação dos centros urbanos, obrigando a população a desgastantes deslocamentos entre casa e trabalho, aumentando o volume de tráfego e, conseqüentemente, dos poluentes atmosféricos, e implicando na necessidade da criação de extensas redes de infra-estrutura e serviços (TOLEDO, 1999). Com o movimento ambiental, iniciado na década de 70, chega-se a um novo momento de revisão das leis, com o incentivo à cidade de porte médio e a incorporação de aspectos relativos à eficiência energética, clima urbano e preservação dos recursos naturais. Essas cidades, com densidades mais equilibradas de pessoas e atividades, pluralidade no uso e ocupação do solo e com um melhor relacionamento entre domínio público e privado, tem recebido apoio da Comunidade Européia, como meio de otimizar os custos com energia e os custos operacionais. Mediante essas evidências alguns países como a Holanda e a Austrália estão adotando medidas para intensificar a densidade urbana, baseadas em teorias de sustentabilidade. No Brasil, esses conceitos ainda são bastante tímidos.

Nessa linha de pensamento, a seguir são destacados alguns aspectos que deveriam ser incorporados nas nossas leis urbanísticas, de modo a contribuir para a



melhoria da eficiência energética e da qualidade de vida nas cidades brasileiras:

→ No Plano Diretor

O Plano Diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de 20 mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana<sup>42</sup>. Deve resultar de um processo que conte com a participação de todos os agentes locais, incorporando os interesses da população e protegendo o meio ambiente. Por isso, a sua preparação requer um processo aberto e democrático.

A formulação e a implementação das ações de um Plano Diretor devem orientar o desenvolvimento do Município, o planejamento, as decisões sobre o zoneamento e a subdivisão da terra e a revitalização da cidade. Podendo incluir, entre os seus objetivos, a racionalização do consumo de energia. Estruturas, formas e espaços urbanos adequados propiciam o aproveitamento das condições climáticas favoráveis. Assim, o planejamento pode se constituir em instrumento de uma verdadeira política energética.

A mobilização, a integração e a articulação do Poder Público são pressupostos básicos na elaboração de um Plano Diretor. Apesar de a decisão de elaborar um plano surgir dentro da Prefeitura, o conjunto da organização não estará necessariamente informado sobre o mesmo e é conveniente construir o espírito de equipe para o engajamento ativo no processo. Será necessário explicitar a sua importância e fortalecer a intenção da Prefeitura na sua elaboração, reforçar a vontade política e a determinação necessária à execução de ações previstas. A mobilização favorece a integração de políticas setoriais. É o momento propício à compatibilização das propostas dos agentes concessionários de serviços públicos com o planejamento urbano e à implementação de programas que visem ao uso racional de energia elétrica. O Prefeito, o Secretário de Planejamento ou o consultor poderão liderar este trabalho. O grau de dificuldade a ser enfrentado dependerá do tamanho da Prefeitura, da complexidade de sua organização e, bastante freqüentemente, das resistências políticas ao trabalho integrado.

O envolvimento da sociedade, através das suas diversas formas de organização, deve ser procurado para contribuir com a sustentabilidade das políticas de Governo, minimizando os efeitos negativos da descontinuidade administrativa nos Municípios. Dar espaço para expressar os interesses da população significa, também, possibilitar o controle social e o maior sucesso das medidas. Formas institucionais ou organizações coletivas também poderão estimular a inserção da sociedade: conselhos, comissões técnicas e até grupos de trabalho poderão assegurar a

---

<sup>42</sup> Artigo 182 da Constituição Federal.

contribuição social. Durante a elaboração do plano, a população que já está mobilizada pode ser também sensibilizada e tomar conhecimento de técnicas ou equipamentos eficientes, através de campanhas e distribuição de material informativo.

Uma vez elaborado o Plano Diretor, este deverá ser analisado e aprovado pela Câmara dos Vereadores. Para isto é indispensável o esclarecimento inicial dos Vereadores sobre a natureza e abrangência do plano e o estímulo à participação deles ao longo do processo, de forma a permitir o acompanhamento permanente dos trabalhos. Assim atuando, enriquece-se o processo da participação, valoriza-se a função do legislador, possibilita-se o surgimento das relações mais harmônicas e colaborativas entre os poderes e se estabelecem formas de trabalho que podem minimizar os conflitos que normalmente surgem.

Para a implementação do Plano será necessário selecionar o que deve ser realizado prioritariamente, observando os aspectos jurídicos, institucionais, financeiros e técnicos. A priorização envolve também aspectos políticos, na adequação das demandas sociais à existência de recursos.

O Plano Diretor pode, ainda, influenciar e estimular decisões do setor privado: construtores, incorporadores, empresários e comerciantes que, ao conhecerem as diretrizes urbanas, poderão pensar em propor seus empreendimentos com coerência com os princípios definidos no plano.

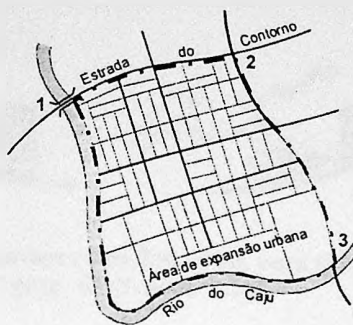
→ Na Lei de Perímetro Urbano

A Lei Municipal de Perímetro Urbano define uma linha fronteira de uma superfície que se quer ocupar com uma cidade, tanto para fins urbanísticos quanto para efeitos tributários. Além de diferenciar, no Município, as áreas urbanas e rurais<sup>43</sup>, a lei de perímetro urbano deve estabelecer também as áreas destinadas à expansão da cidade (vide Figura 3.16). Sem o perímetro definido é impossível qualquer planejamento urbanístico, pois apenas será considerado urbano o território que ficar da linha de perímetro urbano para dentro, e dificilmente a administração local será capaz de atuar efetivamente no controle da expansão horizontal da cidade. Em algumas cidades, o perímetro urbano é definido em capítulo da Lei de Uso do Solo. Além da superfície que, de qualquer jeito, já está urbanizada, na Lei é incluída uma franja de terra vazia que fica como reserva para a expansão de novos loteamentos. Cada vez que se for parcelar a terra para fins urbanos nessa franja, terão de ser obedecidos os padrões legais estabelecidos na Lei de Parcelamento previamente definida para a cidade. É nesse momento que se deve observar com cuidado todos os critérios para não serem incluídas áreas indesejáveis, tais como faixas de domínio de

---

<sup>43</sup> Há municípios que são completamente urbanos, tais como muitos municípios-sede de Regiões Metropolitanas (Rio de Janeiro, São Paulo e Recife).

rodovias, ferrovias, dutos e redes de transmissão, e respeitando obviamente os diversos interesses locais.



**Figura 3.16 – Exemplo de um Traçado de Perímetro Urbano**

Fonte: RABI *et al.*, 1999.

O desenho do perímetro urbano não segue modelos, pois depende essencialmente das condicionantes naturais dos terrenos que apontam direções lógicas em que pode ou não prosseguir o processo de urbanização. "O perímetro urbano bem desenhado sacramenta situações evitando que se cometam absurdos tais como permitir que a cidade se expanda sobre áreas pantanosas tendo que enfrentar depois imensos problemas com drenagem, evitar que se ocupe terra fértil que tem de ser plantada e não retalhada em lotes urbanos improdutivos e proteger mananciais de água cuja falta só será sentida quando a cidade crescer" (SANTOS, 1988).

Do ponto de vista energético, para a definição das áreas a serem incluídas dentro do Perímetro Urbano, devem ser observados, além dos fatores já citados, que há ainda os seguintes (RABI *et al.*, 1999):

- declividades acentuadas (superior a 30%) dificultam o acesso da iluminação pública e saneamento, aumentando o custo de infra-estrutura urbana e gastos com energia;

- os vales não devem estar incluídos como áreas urbanizáveis, pois a elevação da temperatura nesses, decorrente da falta de ventilação, ocasiona desconforto e o maior consumo de energia elétrica com climatização das edificações;

- as encostas podem ser aproveitadas para proteger as áreas urbanas do ar frio em regiões com inverno rigoroso ou também podem ser aproveitadas em regiões com verão rigoroso para reduzir as temperaturas (vide Figura 3.17);

- a latitude e a incidência de insolação nas áreas de encosta podem ser fatores determinantes da escolha das áreas urbanizáveis;

- aproveitar as massas de água existentes como limites, pois ajudam a

umidificar as áreas urbanas, principalmente as de clima seco, e a restabelecer um ritmo natural dos ventos cotidianos diurnos (do mar / lago) e noturnos (para o mar / lago);



**Figura 3.17 – Aproveitamento das Encostas para Delimitar Perímetro Urbano**  
Fonte: RABI *et al.*, 1999.

- garantir a inclusão de áreas verdes dentro do perímetro urbano;
- garantir sempre que possível a continuidade do tecido urbano de modo a proporcionar maior eficiência na utilização dos equipamentos urbanos, através da redução de energia nas redes de serviços públicos.

Quanto à extensão, o perímetro urbano não deve ser muito longo pois propicia uma ocupação dispersa, ocasionando deseconomia no consumo de eletricidade. Já um perímetro urbano muito reduzido poderá resultar em altos adensamentos de construções e aumentar o consumo de eletricidade da cidade destinado à iluminação e ao condicionamento ambiental. As fronteiras urbanas não têm existência própria e precisam ser revistas com frequência, principalmente nas cidades que crescem e mudam com mais rapidez. Dez anos é um prazo bem razoável (SANTOS, 1988).

#### → Na Lei de Uso e Ocupação do Solo

As leis de Uso e Ocupação do Solo (também conhecida como Lei de Zoneamento) são usadas há longo tempo no Brasil. Inspiram-se em rígidos conceitos de ordenação que visam a tornar as cidades mais eficientes em seu funcionamento, pondo cada edificação e cada atividade no seu devido lugar, subdividindo a cidade em zonas comercial, residencial, industrial, institucional, de serviços, etc (IBAM, 1994). Além disso a Lei define parâmetros para a ocupação do solo nessas zonas, em conformidade com a infra-estrutura disponível, densidade desejada e características ambientais próprias das áreas urbanas. Atualmente, valoriza-se o zoneamento como instrumento útil de previsão e controle dos limites volumétricos da cidade.

Somente as atividades nocivas à saúde, fontes de ruído insuportáveis ou desagradáveis à coletividade ficam separadas. Permitir a existência de usos e atividades de boa convivência evita desperdício de energia e aproveita a infra-estrutura de forma mais eficiente. Nos centros urbanos, a concentração de usos exclusivamente comerciais, por exemplo, sem residências, reduz o movimento e as

atividades no período noturno, permanecendo praticamente ocioso o serviço de iluminação pública. As atividades residenciais também não devem caracterizar uso exclusivo, pois isso facilita a segregação do espaço e cria áreas perigosas, sem animação em determinados períodos do dia ou da noite.

O macrozoneamento, ou os limites das zonas descritos na lei, são identificáveis a partir da caracterização da ocupação e dos aspectos que se pretende preservar, mudar, incentivar ou propor para cada área. São observadas a subdivisão visual existente – bairros, setores e as unidades espaciais identificadas, acidentes geográficos ou barreiras (rodovias e ferrovias) utilizadas como referências pela população, e as subdivisões contendo informações importantes para o planejamento urbano como setores censitários ou setores de atendimento de serviços públicos.

De acordo com os objetivos do desenvolvimento urbanístico de cada zona, é detalhada a relação dos usos permitidos e dos proibidos. Além de se denominar as zonas pelo uso predominante, existem outras seguintes formas:

- pelo estágio atual de ocupação: áreas parceladas e áreas não parceladas;
- pelas estratégias de ocupação: zona de adensamento, zona de ocupação prioritária, zonas de conservação ambiental, zonas especiais.

Uma vez definidas as zonas, são determinados os indicadores urbanísticos apropriados às características de cada uma. Os principais índices utilizados são (RABI *et al.*, 1999):

- Taxa de Ocupação do Lote – É a área mínima permitida para a projeção vertical da edificação no terreno expressa em porcentagem da área do terreno. Taxas de ocupação muito altas, excesso de pavimentação nas áreas de circulação ou mesmo a concentração de construções, tornam o solo impermeável, provocando o aumento das temperaturas, facilitando as inundações, na ocorrência de chuvas intensas, e aumentando o consumo de energia em diversos aspectos.

- Gabarito ou Altura da Edificação – O gabarito é o número de pavimentos da edificação. A altura da edificação é definida pela distância vertical, em metros, entre o ponto de cota mais alta da testada do lote e o ponto de cota mais alta da construção. Estudos mostram que um gabarito de dez pavimentos pode se considerar um gabarito “eficiente”. Há menor consumo de energia elétrica nos elevadores e bombas d’água e, além disso, edificações com gabarito ou altura muito elevados interferem no conforto térmico e lumínico quando projetam sombra nas edificações vizinhas mais baixas (MASCARÓ, 1996).

- Afastamentos das Divisas do Lote / Taxa de Impermeabilidade do Lote – Os afastamentos são as distâncias mínimas definidas para a localização da edificação em relação às divisas laterais, frontal e de fundos do lote. Uma vez definidas essas

medidas, pode-se ter maior ou menor espaçamento entre os edifícios, facilitando ou não a ventilação e a iluminação naturais.

- Coeficiente de Aproveitamento do Lote – Define-se como a relação entre a área total edificada e a área do lote. Este índice é muito importante para se evitar o adensamento ou a dispersão acentuados, indesejáveis do ponto de vista do condicionamento ambiental e do aproveitamento da infra-estrutura, respectivamente.

- Densidade de Ocupação – A intensidade de ocupação de determinadas zonas ou glebas pode ser determinada mediante a fixação da densidade, o que permitirá a flexibilização dos outros parâmetros. Não existem indicadores de intensidade ideais. Estes devem ser fixados para cada caso e deverão considerar a disponibilidade da implantação da infra-estrutura, a capacidade das caixas de rua da zona, as características culturais da população e os usos da área. Para esse índice deve-se assegurar a existência de espaços e áreas verdes em proporções adequadas.

Um ponto importante a ser observado (e controlado) é o microclima das diversas zonas da cidade. Isto pode ajudar na concepção de um zoneamento ambiental urbano, evitando-se a mudança climática em escala local causada pelos elementos urbanos, fenômeno conhecido como “ilhas de calor”<sup>44</sup>. Há uma correlação entre os tipos de usos do solo urbano e a variação das temperaturas superficiais. As zonas industrial e de tráfego urbano mais intenso são muito mais quentes que zonas residenciais arborizadas, por exemplo.

As principais causas que influenciam no aumento do calor nas zonas urbanas são: aumento da área da superfície construída exposta, aumento da poluição do ar, redução do fator de visão do céu, perdas de calor dos edifícios, aumento da inércia térmica na escolha dos materiais, aumento da impermeabilidade e redução da incidência dos ventos. Por esse motivo, os parâmetros urbanísticos definidos na Lei de Uso e Ocupação do Solo para a estruturação do espaço urbano, devem levar em conta seus efeitos sobre o clima urbano local.

#### → Na Lei de Parcelamento do Solo

O parcelamento do solo determina as formas de ocupação da cidade. Esta matéria é regulada, em parte, pela União através da Lei Federal 6.766/79, modificada pela Lei 9.785/99. Na Lei Federal estão estabelecidas as regulações das relações civis, comerciais e penais entre proprietários de glebas (lotes) e o poder público local (logradouros). As normas municipais, portanto, não podem dispor contrariamente, mas sim complementarmente ao estabelecido nessa Lei.

Além disso, entrando em matéria urbanística, a Lei 6.766 estabelece padrões

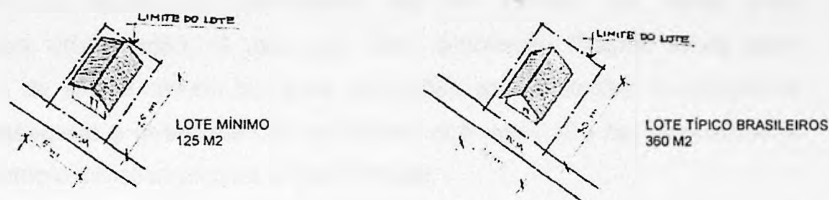
---

<sup>44</sup> Uma cidade de até 2.500 habitantes não gera uma ilha de calor significativa, mesmo em condições calmas (de falta de ventos) (ASSIS, 1990).

mínimos para o parcelamento do solo para fins urbanos em todo o território nacional. Devem ser destacados para fins deste estudo:

- O lote mínimo, igual a 125 m<sup>2</sup>, com 5 m de testada, para o uso residencial (vide Figura 3.18). Sendo que devem ser respeitadas as devidas dimensões máximas e mínimas, pois quanto mais estreito o lote mais difícil será construir uma edificação de centro de terreno, o que seria ideal para melhorar a ventilação entre as edificações.

- O percentual de áreas que deve ser transferido ao patrimônio público no ato de lotear, igual a 35% no total da gleba. Essas áreas são ocupadas com logradouros públicos e prédios públicos.



**Figura 3.18 – Dimensões dos Lotes**

Fonte: IBAM, 1994.

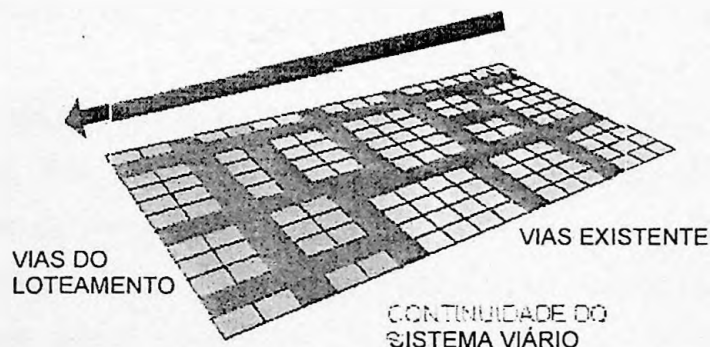
O parcelamento do solo significa a subdivisão da gleba em lotes destinados à edificação e pode ocorrer de duas formas: através da abertura de novas vias (loteamento) ou através do aproveitamento do sistema viário existente (desmembramento), desde que assegure condições mínimas de habitabilidade e regule as relações entre o Município, o empreendedor e o comprador das áreas parceladas. Observando que existem áreas que não podem ser parceladas tais como topos dos morros, margens dos lagos, lagoas, rios e demais cursos d'água, declividades maiores que 30% e vegetação de restinga são alguns exemplos mais comuns. A Lei do Parcelamento do Solo também dispõe sobre as dimensões e as hierarquias de vias, prevendo as reservas de áreas necessárias para implantação de equipamentos urbanos no futuro, sobre as obrigações do loteador quanto à provisão dos serviços de infra-estrutura básica (galerias de águas pluviais, redes de esgoto e de água potável, distribuição da energia elétrica, iluminação pública, arborização e sinalização), e sobre o remembramento de lotes.

Para a aprovação do parcelamento, a Prefeitura poderá exigir a utilização de equipamentos eficientes de iluminação pública, ou então, o plantio de árvores nos locais onde as condições climáticas recomendarem. As diretrizes paisagísticas e de arborização de ruas podem amenizar as condições desfavoráveis do clima tropical. Uma outra solução para um melhor aproveitamento da energia na cidade é, nesta Lei

sugerir ser levado em consideração as seguintes potencialidades locais: ventos favoráveis, orientação em relação ao sol, vegetação existente, as direções do crescimento da cidade, as indicações dos sítios que se apresentem seguros contra desastres naturais, os eficientes do ponto de vista do consumo de energia, os mais econômicos no fornecimento dos serviços públicos e os menos agressivos ao meio ambiente. Quanto mais fatores são considerados para a definição das áreas a serem loteadas ou desmembradas, mais harmônico e sustentável poderá ser o seu desenvolvimento.

É comum os loteadores destinarem ao fim público, as áreas mais desfavoráveis para urbanização. O que não deve acontecer. Praças, locais para escolas e postos de saúde devem ter boas condições de ventilação, iluminação e insolação para assegurar a qualidade das atividades que neles irão se desenvolver e para servir de exemplo construtivo para a comunidade.

Com relação ao sistema viário, as vias do loteamento devem se articular com as adjacentes, sejam existentes ou projetadas, além de estarem harmonizadas com a topografia local. Além de garantir a continuidade natural do sistema viário e a comunicação direta entre os bairros, promoverá o uso mais eficiente da infra-estrutura (Figura 3.19). A orientação conveniente das ruas com relação aos fatores climáticos locais e aos ventos dominantes, garante boas condições de ventilação nas áreas urbanas. Os efeitos da orientação dos logradouros serão diferentes segundo a latitude encontrada na cidade.



**Figura 3.19 - Continuidade do Sistema Viário**

Fonte: RABI *et al.*, 1999.

O comprometimento de grandes áreas com loteamentos parcialmente implantados, em locais de difícil ocupação ou superdimensionados em relação às reais necessidades da cidade, é hoje uma triste marca na maioria dos municípios que não pensaram no seu desenvolvimento. Através da definição de diretrizes voltadas para esse assunto nas leis urbanísticas, pode-se garantir áreas urbanas mais saudáveis.



→ No Código de Obras e Edificações

O Código de Obras e Edificações, de uso corrente nas Prefeituras do Brasil, atua como agente "legalizador" dos costumes construtivos, tratando de questões relativas à estrutura, função, forma, segurança e salubridade das construções nas zonas urbanas legais. Estabelece normas técnicas para a execução dos diversos tipos de construção, observando as características de cada edificação. Define os procedimentos de aprovação de projeto e licenças para a execução das obras, bem como os parâmetros para fiscalização e aplicação de penalidades. Contudo, tal instrumento não garante por si só que uma edificação não venha a ser afetada pela presença de construções vizinhas. Seu campo de ação restringe-se aos aspectos construtivos do prédio propriamente dito. Por isso, as diretrizes do Código devem estar integradas às outras leis urbanísticas.

Um problema dos Códigos de Obras é que estes fazem distinções dentro de uma mesma classe, como é o caso das casas populares incluídas na categoria geral de edificações com fins residenciais. Não obstante, acabam tendo caráter elitista, por não conseguirem absorver as motivações nem refletir as necessidades da classe de baixa renda.

No que toca à questão energética, os seguintes aspectos poderiam ser considerados nos Códigos de Obras (BAHIA *et al.*, 1997):

1. As coberturas devem ser isoladas termicamente e não devem armazenar calor, pois, sempre expostas à radiação, são responsáveis pela transmissão de calor para o interior e, conseqüentemente, pelo aumento da demanda por condicionamento artificial.

2. Exigir que estruturas, paredes e pisos das edificações possuam um bom desempenho térmico. Nos pisos, materiais que reflitam muito a radiação ou que tenham grande poder de armazenar calor devem ser evitados pois, à noite, o calor armazenado, ao ser devolvido para o ar, é direcionado para o interior da edificação.

3. Garantir que sejam explorados o uso de iluminação natural e renovação natural do ar, sem comprometer o conforto térmico das edificações, através do correto dimensionamento e posição das aberturas e vãos.

4. A vedação das aberturas deve prever a proteção solar externa sem o bloqueio da ventilação necessária à renovação de ar.

5. Sugerir que a renovação natural do ar seja feita através da ventilação cruzada nos compartimentos, a fim de se evitar zonas mortas de ar confinado.

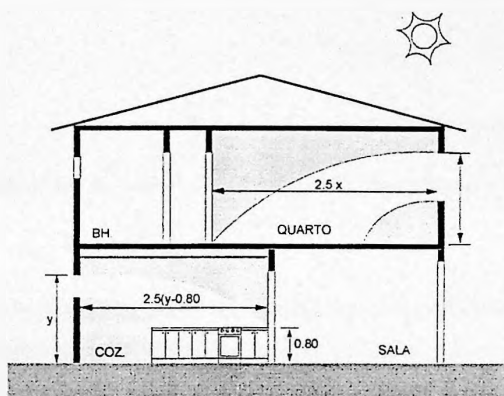
6. Admitir ventilação indireta ou soluções mecânicas, desde que tais sistemas se mantenham desligados quando o compartimento não estiver sendo utilizado. Uma

maneira de se garantir que os sistemas de ventilação sejam ligados apenas quando pessoas estiverem utilizando o compartimento é associar o seu funcionamento ao comando da iluminação.

7. Nos compartimentos de permanência prolongada deve-se dispor de vãos para iluminação e ventilação abrindo para o exterior da construção, sendo que poderão ser por varandas, terraços e alpendres.

8. Garantir que a profundidade máxima permitida aos compartimentos das edificações residenciais seja em função do alcance da iluminação natural.

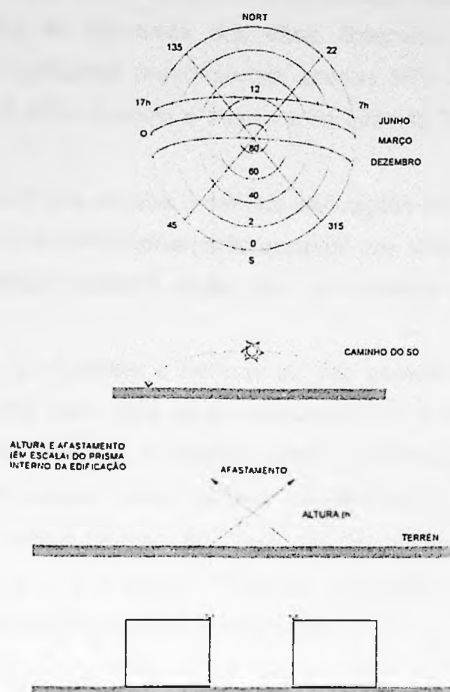
9. A profundidade máxima admitida como iluminada naturalmente corresponde a 2,5 vezes a altura do ponto mais alto do vão de iluminação do cômodo. No caso de cozinhas, a profundidade máxima admitida corresponde a 2,5 vezes a altura do ponto mais alto do vão de iluminação subtraídos 0,80 m. A razão de subtrair 0,80 m no cálculo da profundidade máxima deve-se ao fato de se considerar que o plano de trabalho a ser iluminado nas cozinhas está a 0,80 m do piso, ou seja, corresponde à altura das bancadas de pia, fogão e mesa. (vide Figura 3.20).



**Figura 3.20 – Profundidade Máxima Admitida como Iluminada Naturalmente**

Fonte: BAHIA *et al.*, 1997.

10. Permitir a construção de Prismas de Ventilação e Iluminação – PVI, tanto abertos quanto fechados, desde que a relação de sua altura com seu lado de menor dimensão seja de no máximo a prevista pelo estudo da carta solar da cidade, recomendando que seja considerada a possibilidade da garantia de sol na base do PVI (vide Figura 3.21).



**Figura 3.21 – Definição da Altura do Prisma de Ventilação e Iluminação - PVI**

Fonte: BAHIA *et al.*, 1997.

11. Os PVI's fechados deverão ser revestidos internamente em cor clara.

12. Exigir a proteção dos aparelhos de ar condicionado da incidência direta de raios solares e que sua base esteja situada a uma altura mínima do piso, para um rendimento da refrigeração de todo o compartimento.

13. Para as edificações não residenciais com grandes áreas construídas deverão possuir automação de procedimentos gerenciais que reduzam o consumo de energia elétrica. Os gerenciadores de energia auxiliam a automação dos procedimentos que reduzem o consumo de energia elétrica em edifícios. Isto se dá através do controle de itens como horário de ligar/desligar equipamentos de iluminação, ventilação e condicionamento do ar, programação de rotinas de limpeza, etc. A economia pode chegar a 20% do consumo mensal de energia elétrica, em relação a edificações sem a automação.

14. Estabelecer as seguintes proporções mínimas para os casos de ventilação cruzada: 1/6 da área do piso para os compartimentos de permanência prolongada, 1/8 da área do piso para os compartimentos de permanência transitória, 1/20 da área do

piso nas garagens coletivas.

15. Para o caso do uso de esquadrias basculantes, deverão ser observadas condições especiais para as aberturas dos vãos. Básculas que abrem a uma inclinação de  $30^\circ$  com a horizontal proporcionam apenas 36% de ventilação, sendo que esse valor baixa para 26% quando a abertura da báscula faz um ângulo de  $45^\circ$  com a horizontal.

16. As salas de aula das escolas e demais edificações destinadas a atividades de educação, deverão ter um dimensionamento especial das suas aberturas em razão da permanência de pessoas nesses locais ser em número maior num mesmo compartimento.

17. A construção de escadas e rampas de uso comum ou coletivo deverá, sempre que possível, contar com vãos para a renovação de ar e iluminação natural. Os requisitos mínimos para isso são: a abertura para ventilação permanente por duto ou por janela, abrindo diretamente para o exterior da edificação, deverá estar situada junto ao teto e ter área efetiva mínima de  $70\text{m}^2$ . Os dutos deverão ter dimensões mínimas de  $1 \times 1 \text{ m}$  e elevar-se no mínimo 1 m acima de qualquer cobertura, podendo ser protegidos contra intempéries, na sua parte superior.

18. Garantir que toda construção disponha de instalação de água quente com tubulação isolada. Tal medida se coloca como um incentivo ao uso de sistemas de aquecimento de água que não o chuveiro elétrico, como os coletores solares para aquecimento.

19. Os comandos para acender e apagar os pontos de iluminação deverão estar localizados nos acessos. Parte-se do princípio de que a distâncias maiores o usuário poderia se desestimular a apagar a luz do compartimento ao sair, provocando assim um gasto desnecessário de energia elétrica.

## CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DE CAMPOS

O município de Campos dos Goytacazes está situado na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro, uma região que atualmente encontra-se em estágio de estagnação econômica e onde grande contingente da população vive em situação de pobreza e desemprego. Um fenômeno aparentemente contraditório, diante dos potenciais agroindustrial e de recursos naturais, da localização geográfica e da infraestrutura regional disponível.

Campos é a "sede" dessa Região que limita-se ao sul pelo vale do Macaé e ao norte pela porção inferior do Rio Itabapoana, na divisa com o Estado do Espírito Santo, por onde passa o principal eixo de transporte rodoviário do Rio de Janeiro com a Região Nordeste do país (BR 101). A Região Norte Fluminense abrange ainda os municípios de Macaé, São Fidélis, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra, Conceição de Macabu, Quissamã, Cardoso Moreira e Carapebus (vide Figura 4.1).



Figura 4.1 – Mapa do Estado do Rio de Janeiro

Fonte: CIDE, 1998

A Região Norte é a maior em área do estado, cobrindo 9.755,1 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 22,2% da área total<sup>45</sup>. Desta área, mais da metade é zona rural, destinada à agropecuária, ou seja, uma área equivalente a 6.632 km<sup>2</sup> (IBGE, 1996b). Campos é o maior município, possuindo uma área total de 4.037,8 km<sup>2</sup> (CIDE 1998),

<sup>45</sup> A área total do Estado do RJ é de 43.909,7 km<sup>2</sup> (CIDE, 1998).

sendo 2.890 km<sup>2</sup> para a agropecuária (IBGE, 1996b).

A atividade agropecuária, que sempre esteve em destaque, está atualmente decadente devido a diversos fatores ligados ao endividamento empresarial, atraso tecnológico, insuficiência de recursos para investimentos e falta de política agrária. Segundo o último Censo Agropecuário, a terra em Campos destinada à agropecuária é mal utilizada, a saber: 6% são terras inaproveitáveis ou não utilizadas, 4% são matas e florestas, 57% são pastagens (naturais e plantadas) e apenas 33% são lavouras (permanentes e temporárias) (IBGE, 1996b). Mas apesar disso, a agropecuária –e o comércio que gira em torno dos seus produtos – ainda auferem um volume de negócios considerável para a região, além de emprego e renda, com a vantagem de fixar mão-de-obra.

A participação do Norte Fluminense no PIB Estadual, que atingiu R\$ 106,8 bilhões em 1997, foi de apenas 2,5% (R\$ 2,7 bilhões). O município de Campos contribuiu com R\$ 1,4 bilhões e Macaé com R\$ 0,8 bilhões (52% e 30% do PIB regional, respectivamente) (CIDE, 1998). Segundo estudos do Governo do Estado do RJ, no período de 1980/1994, enquanto o PIB estadual cresceu +13,4%, o PIB regional diminuiu -15,5%. O decréscimo só não foi pior devido ao impacto econômico positivo causado pelo desenvolvimento das atividades ligadas à extração de petróleo na Bacia de Campos, principalmente em Macaé (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997a).

A Bacia geológica de Campos, situada no Oceano Atlântico, comporta as maiores jazidas de petróleo e gás natural do país. A atividade de extração, iniciada em meados da década de 70, é feita em plataformas marítimas, beneficiando os municípios que pertencem ao “cinturão do petróleo”<sup>46</sup> através da receita oriunda do pagamento dos *royalties*. Em virtude disso, aos poucos as atividades econômicas e o perfil do emprego vão sendo alterados e novos investimentos são realizados em infraestrutura e reforma de escolas e hospitais. No entanto, é importante observar que esse “dinheiro extra” ajuda no curto/médio prazos mas não resolve todos os problemas. É necessário que a Região Norte e, especialmente o município de Campos, invista, de fato, em sua vocação econômica natural e supere entraves básicos para a consolidação de um pleno desenvolvimento.

Um entrave interessante de se comentar, que é característico da região, é o chamado “efeito fronteira”, que diz respeito aos incentivos fiscais diferenciados do estado vizinho. Para se ter uma idéia, em 1975, o Imposto sobre Circulação de Mercadorias – ICMS arrecadado na Região Norte Fluminense correspondia a 2,08%

---

<sup>46</sup> Os municípios que recebem *royalties* são: Armação de Búzios, Cabo Frio, Campos dos Goytacazes, Carapebus, Casimiro de Abreu, Macaé, Quissamã, Rio das Ostras e São João da Barra.

do Estado do Rio de Janeiro e 31,20% do ICMS do Estado do Espírito Santo. Em 1992, a arrecadação do ICMS na Região ficou em apenas 1,3% do total do estado e 6,8% do total do Espírito Santo (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997a). Esta perda é atribuída a empresas e projetos que em condições de igualdade deixaram de se instalar no Norte Fluminense e acabaram se deslocando para o Espírito Santo, em razão de melhores atrativos financeiros concedidos pelo Decreto-Lei no. 880/69.

Em termos de população, a Região Norte apresenta características de um bolsão subdesenvolvido. No período de 1950/1991, enquanto a população do estado cresceu 174% e a da Região Metropolitana aumentou 208%, o crescimento da Região Norte Fluminense foi de apenas 67%. Em 1996, contava-se 653.915 habitantes na Região Norte, cerca de 5% do total do estado, sendo Campos e Macaé os dois municípios mais populosos, com 389.547 habitantes e 113.042 habitantes, respectivamente (CIDE, 1998). A densidade demográfica regional é de 67 habitantes por km<sup>2</sup>, muito abaixo da média do estado, de 305 habitantes/km<sup>2</sup>. E, caso o esvaziamento e a migração continuem, este número tende a baixar ainda mais.

Parcela acentuada dos moradores das favelas e dos bairros e cidades da Região Metropolitana do Rio de Janeiro são egressos da Região Norte do estado. Esta migração, contudo, não se restringe apenas rumo às grandes cidades do Rio de Janeiro. Na própria Região verifica-se um crescente deslocamento da população dos outros municípios para o município de Campos e do meio rural para o urbano, que se instala nas áreas periféricas e favelas. Em Campos, em 1991 existiam 18.200 favelados, em 1995, passou para 45.000, distribuídos em 37 favelas (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997a).

#### **4.1. Breve Histórico**

A área onde hoje está situado o município de Campos era habitada por três nações indígenas: na divisa do Estado do Rio de Janeiro com o Espírito Santo estavam instalados os índios "Puris". Na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, convivendo em pequenas aldeias, encontravam-se os índios "Guarus" ou "Guarulhos". E, pela margem direita do Rio Paraíba do Sul, ocupando extensa área de alagados e pântanos, viviam os "Goytacazes".

Em 1530, a Coroa Portuguesa dividiu o Brasil em capitanias hereditárias, o domínio da área passou a ser da Capitania de São Tomé. O esquema de administração indireta e descentralizada era elementar, onde se transferia terras e responsabilidades a donatários e colonos para o cumprimento de tarefas correspondentes à instalação da rede urbana e à fundação de vilas e cidades, ficando

para a Coroa apenas os encargos de fiscalização (REIS FILHO, 1968). No entanto, o programa de administração indireta foi fracassando em alguns locais, revertendo aos poucos as terras novamente à Coroa. A Vila da Rainha, onde hoje é Campos dos Goytacazes, foi um dos locais fracassados. A povoação foi destruída devido aos constantes confrontos com os índios, sendo abandonada por completo em 1570.

A efetiva colonização da região só teria início em 1627, quando a Coroa Portuguesa doou glebas de terras da Capitania de São Tomé a "sete capitães"<sup>47</sup> que haviam participado das lutas contra os franceses no Rio de Janeiro. Nesse momento, a baixada de Campos passaria a ser utilizada para a criação de gado e plantação de cana-de-açúcar, a fim de atender ao crescente mercado no Rio de Janeiro.

Em 1648, o Governador Geral do Rio de Janeiro, Salvador Corrêa de Sá e Benevides, ao saber dos vastos e férteis campos, utilizando do seu poder e influência, conseguiu a doação das terras para seus filhos. A Capitania passou, então, a ser chamada de Capitania do Paraíba do Sul. Daí, iniciou-se um longo período de violentos conflitos de terras que envolviam, de um lado, a família Corrêa de Sá e, do outro, os descendentes dos "sete capitães", arrendatários e posseiros. Através do Ato de 2 de setembro de 1673, a Capitania foi desmembrada e a região de Campos se separou de Cabo Frio, passando a ser conhecida como Vila de São Salvador, uma região complementar à economia do Rio de Janeiro. Por essa época, superadas as disputas de terras, a atividade açucareira vai se consolidando lentamente. Os canaviais se estendiam entre o Rio Paraíba do Sul e a Lagoa Feia. Em poucos anos, a região prosperou.

Em 1813, instala-se Macaé, através do Alvará de 29 de julho de 1813, tendo o seu território saído de parte de Campos e parte de Cabo Frio. Em 1814, Campos perde novamente parte do seu território para a criação de Cantagalo, através de Alvará de 9 de março de 1814, e, em 1835, a Vila de São Salvador é elevada à categoria de cidade, com o nome oficial de Campos dos Goytacazes.

A partir daí, iniciou-se uma fase de grande progresso. A produção açucareira, que era feita em engenhos a vapor, passa a ser feita por usinas, e vai tomando, aos poucos, o espaço da pecuária. O primeiro engenho foi instalado em 1650, e um século depois já havia na região 50 engenhos<sup>48</sup>. A primeira usina foi a Usina Central do Limão, construída em 1879 (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1999a). Uma das particularidades da situação fundiária de Campos nessa época era a existência, ao lado de grandes latifúndios, de um grande número de

---

<sup>47</sup> Os sete capitães foram: 1. Miguel Maldonado, 2. Miguel da Silva Riscado, 3. Antônio Pinto Pereira, 4. João de Castilhos, 5. Gonçalo Corrêa de Sá, 6. Manuel Corrêa e 7. Duarte Corrêa (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1999a).



propriedades menores. Muitos dos antigos engenhos de açúcar passaram a ser absorvidos pelas usinas maiores, tornando-se verdadeiras centrais açucareiras.

Com a riqueza trazida pela cana-de-açúcar, Campos dos Goytacazes cresceu e se desenvolveu. As construções de sobrados e solares confortáveis se espalharam por todas as áreas próximas ao Rio Paraíba do Sul (vide Figura 4.2). Uma poderosa aristocracia agrária surgiu da atividade açucareira e passou a influir na política e no poder do Império de D. Pedro II. Em 1875, foi inaugurada a Estrada de Ferro Campos-Macaé, logo estendida até a altura de Niterói, permitindo expandir a área de influência. Por sua importância a cidade recebeu várias visitas do Imperador. A primeira visita foi em fins de 1846. A última foi em 1883, quando o Imperador inaugurou a luz elétrica na cidade.



**Figura 4.2 - Palácio do Comendador da Paraíba, hoje o Corpo de Bombeiros**

Fonte: elaboração própria

No final do século XIX, Campos possuía 27 Usinas. As cinco maiores em produção eram, pela ordem: Cupim, Mineiros, Santa Cruz, Tocos e Barcelos. O parque açucareiro produzia uma média anual de 363 mil sacos de açúcar, de 60 kg, e 5,4 milhões de litros de aguardente. A produção de álcool só seria inaugurada mais a frente pela Usina Paraíso.

O século XX começa com um importante plano de saneamento elaborado pelo engenheiro Saturnino de Brito (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E SAÚDE, 1943). Trata-se de um trabalho profundamente técnico e bem elaborado que procura indicar problemas não só sanitários mas, num sentido mais amplo, urbanísticos da cidade. A modernização urbanística da cidade porém só será efetivamente inaugurada com a criação, em 1913, do imposto de exportação do açúcar. A partir daí se iniciam a construção de residências, abertura de ruas, construção de vários logradouros

---

<sup>48</sup> Retirado da Enciclopédia Britannica do Brasil.

públicos e de mais de 400 km de estradas de ferro, próprias para o transporte da cana-de-açúcar. Viviam-se grande euforia nos negócios e na ampliação produtiva. Campos era então o segundo produtor do Brasil, somente superado por Pernambuco.

Na revolução de 30, foi criado o Instituto do Açúcar e do Alcool – IAA que consolidou a agro-indústria e incentivou a produção de "álcool motor", álcool anidro para ser adicionado à gasolina. Aproveitando as facilidades creditícias oferecidas pelo IAA, a produção passa a concentrar-se em um número menor de estabelecimentos, aumentando em muito a capacidade produtiva. Esta primeira fase de promoção à indústria do álcool relacionava-se mais com a conjuntura agrícola e do mercado de açúcar do que com a substituição de energia importada. O álcool representou, em 1941, menos de 1% do consumo nacional de energia. Como energético era insignificante, mas ganhava-se experiência com o seu uso. Por volta da mesma época da criação do IAA, foi criado o Departamento Nacional de Obras e Saneamento – DNOS para exercer a função de drenagem e saneamento nas áreas alagadas onde se alastrava progressivamente a malária. A rede de canais proporcionou a expansão da fronteira agrícola e das estradas, através da drenagem realizada.

A cidade, na década de 40, exibe edifícios de até dez andares, convivendo com sítios e chácaras ainda encravadas na área urbana. Em 1944 o governo municipal elabora um extenso plano de remodelação, extensão e embelezamento para a cidade que conta com a participação do famoso urbanista francês Alfred Agache. Mas deste plano, que previa a abertura de novas avenidas e grandes desapropriações da área central, pouco foi implantado. Vigoram ainda alguns alinhamentos de ruas e as galerias sobre os passeios da Praça São Salvador (IBAM, 1988).

A partir do final dos anos 50, inicia-se o esvaziamento econômico do Norte Fluminense. O Estado de São Paulo começa a conquistar espaços na indústria do açúcar e do álcool e muitas usinas campistas vão lentamente à falência. Em 1975, apenas seis famílias tradicionais campistas continuavam à frente das empresas que haviam herdado ou assumido o comando. Foi quando, incentivado pela primeira crise do petróleo, surgiu o Programa PROÁLCOOL, com ênfase na transformação do álcool hidratado em álcool anidro. As metas eram ambiciosas. Baseavam-se, principalmente no subsídio creditício para a construção de destilarias autônomas, contemplando também a expansão dos canais para novas áreas. Mas Campos perdeu o mercado do álcool para Piracicaba, que investiu muito mais, tanto na parte agrícola como na industrial, e desenvolveu importantes trabalhos de investigação e experimentação, especialmente em torno do Centro de Tecnologia da Coopersucar – CTC.

Paralelamente à crise econômica do setor sucro-alcooleiro de Campos, ocorreu a "descoberta" de petróleo e gás natural na plataforma continental da Bacia de

Campos, incentivada pelo alto preço do barril de petróleo importado. O petróleo foi anunciado oficialmente em 1974 com a descoberta do poço 1-RJS-9A<sup>49</sup>, que recebeu o nome de Garoupa. As reservas provadas de petróleo correspondem a 978 milhões de m3 (6,2 bilhões de barris), representando 87,6% das reservas do país. A produção só teve início na década de 80.

#### 4.2. Geografia Física

O Município de Campos dos Goytacazes estende-se por uma superfície de 4.037,8 km2, que subdivide-se em 15 distritos, a saber:

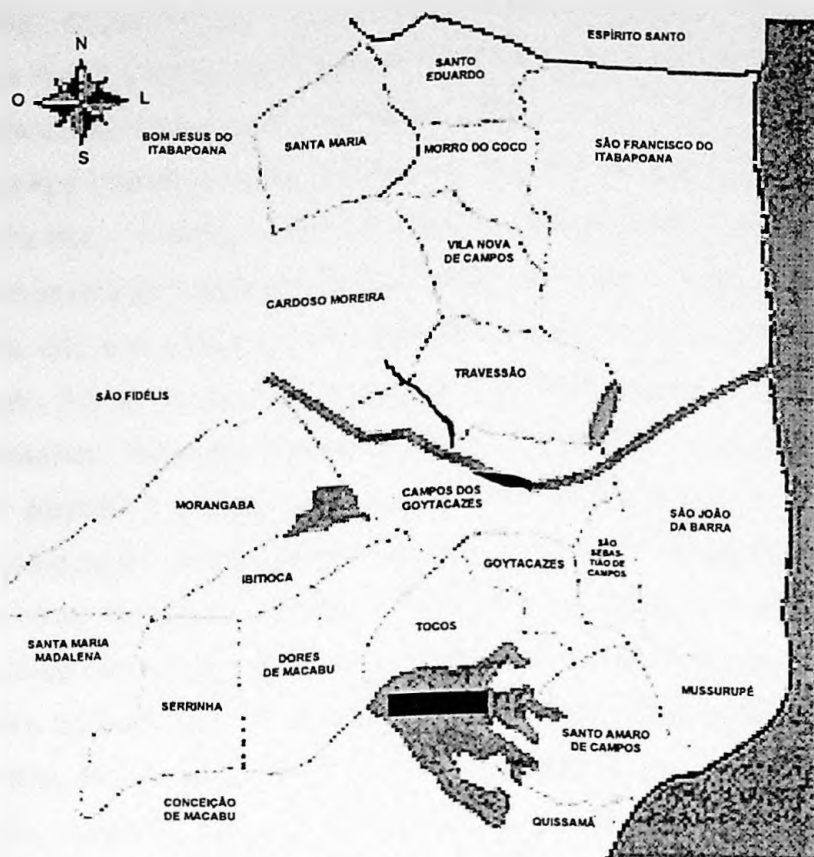
**Tabela 4.1 – Áreas dos Distritos de Campos**

Numeração	Distritos	Area
1o. SEDE	Campos dos Goytacazes	250,54 km2
2o. distrito	Goytacazes	83,26 km2
3o. distrito	Santo Amaro de Campos	304,60 km2
4o. distrito	São Sebastião de Campos	116,50 km2
5o. distrito	Mussurepe	235,90 km2
7o. distrito	Travessão	343,80 km2
9o. distrito	Morangaba	550,90 km2
10o. distrito	Ibitioca	224,00 km2
11o. distrito	Dores de Macabu	516,20 km2
12o. distrito	Morro do Coco	238,50 km2
13o. distrito	Santo Eduardo	294,50 km2
15o. distrito	Serrinha	226,20 km2
17o. distrito	Tocos	236,30 km2
18o. distrito	Santa Maria	276,60 km2
20o. distrito	Vila Nova de Campos	140,00 km2
<b>Total Município</b>		<b>4.037,80km2</b>

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1999a.

As coordenadas do 1o. Distrito-sede são: -21° 45' 15" de latitude sul e +41° 19' 28" de longitude oeste, numa altura média de 13 metros (CIDE, 1998), está distante 279 km do Rio de Janeiro e 248 km de Vitória (vide Figura 4.3).

<sup>49</sup> RJS-9A - Rio de Janeiro Submarino no. 9A.



**Figura 4.3 - Mapa do Município de Campos**

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 2000

O relevo campista se define por três unidades morfológicas: planície (com lagoas e rios), colinas e tabuleiros. Há algumas gerações atrás, esse tipo de relevo representou barreiras à penetração humana. Ainda hoje existem certas áreas que, na época mais chuvosa, só se alcançam com certo espírito de aventura e, em certas ocasiões, chegam a ser impossíveis. O Rio Paraíba do Sul corta o Município ao meio, de oeste para leste. Abaixo, ao sul do rio, estende-se a planície campista com o seu complexo de lagoas e rios formadores. Ao norte do rio, estendem-se os tabuleiros seguidos dos morros. Na parte ocidental, que abrange norte, noroeste, oeste e sudoeste, formam-se os últimos contrafortes da Serra do Mar (colinas).

A Planície deltaica do Rio Paraíba do Sul ocupa mais da metade do território (3.000 km<sup>2</sup>), onde se concentra o maior volume da economia, dos aspectos culturais e das tradições. A sua formação geológica é recente, por isso é uma das planícies mais férteis. Sua evolução está associada a movimentos do litoral e alterações do nível do mar que resultaram no avanço da linha de costa. Na composição do terreno predomina material siltico-argiloso depositado pelo transbordamento do rio. O "massapê" resulta da deposição dessa argila amarela sobre os sedimentos humosos (que preencheram os antigos pântanos). A acumulação fluviomarinha deu origem a

áreas deprimidas, descontínuas, que se distribuem próximo a desembocadura dos canais principais e em grande extensão, a oeste do Cabo de São Tomé. Constituem lagoas e depressões colmatadas (CODEMCA, 1995).

Os tabuleiros costeiros com altitude de 15 a 40 metros situam-se no norte da planície que circunda a cidade, e têm um tipo de relevo de topo aplainado, são bem ondulados e compostos por sedimentos terciários de origem continental (CIDE, 1990). A inexistência de rios e a presença de estreitos e raros córregos é devido ao trabalho intenso de erosão fluvial. A cana-de-açúcar é atividade recente, de 30 anos para cá. Antes eram plantados café nos morros, e arroz, feijão e milho nas partes baixas. A cana-de-açúcar passou a predominar, porque se descobriu que a região respondia com maior concentração de sacarose na cana, do que a plantada na planície. À medida que se caminha para o norte, a paisagem do tabuleiro vai cedendo o perfil para morros e vales. Separadas e eretas, surgem a Pedra Lisa, com seu pico de 726 metros, e a Pedra do Baú, menor, demarcatória do limite extremo norte, já nas bordas do Rio Itabapoana, onde desce a imponente Cachoeira da Limeira. Esses montes testemunhos são remanescentes de fenômenos tectônicos importantes, que se ajustaram na época das primeiras formações do relevo.

A região das colinas, de fisionomia ondulada, provoca grandes contrastes com o restante regional. É a Serra do Mar que, estendendo-se ao longo do litoral sul brasileiro, vem terminar nas margens do Rio Paraíba do Sul. Pelo lado campista é conhecida como Serra do Imbé. Um complexo de picos e montes com altitudes superiores a 800 metros, oriundo de processos de dissecação fluvial e constituído de gnaisses e granitos, de onde descem vários rios formados de cachoeiras e corredeiras. Destaque para a Cachoeira Tombo D'Água, situada na Fazenda Mocotó, que faz parte da APA do Desengano<sup>50</sup>. Apesar do grande desnível altimétrico existente, pontos mais elevados se sobressaem na paisagem, sendo o Pico de São Mateus o mais elevado, com 1.605 metros de altitude.

Quanto à hidrografia, o município de Campos é um dos mais bem dotados em recursos hídricos que, se adequadamente aproveitados, podem propiciar a complementação hídrica necessária à agricultura, via irrigação, dada a insuficiente precipitação na região. O Rio Paraíba do Sul, que vem de longe, do planalto paulista, é a espinha dorsal da estrutura hídrica de Campos, alargando-se pela vasta planície e recebendo esgotos de toda natureza que transformam seu leito num manancial lodoso e barrento. O seu mais importante afluente pela margem esquerda é o Rio Muriaé, que

---

<sup>50</sup> A APA (Área de Proteção Ambiental) do Desengano ou "Parque do Desengano", como é conhecido, possui 25.000 hectares e engloba os municípios de Santa Maria Madalena, São Fidélis e Campos. Foi criado através do Decreto Lei no. 250 de 13/04/70 (CIDE, 1990).

desce de uma altitude de 112 metros na divisa do Estado de Minas Gerais com o Espírito Santo, para chegar à planície, 100 metros mais baixo; seu leito, diferente do Rio Paraíba do Sul, é de sinuosas corredeiras e pedras de formação granítica.

O Rio Itabapoana na fronteira norte com o Espírito Santo e o Rio Macabu na divisa sul com os municípios de Conceição de Macabu e Quissamã delimitam o território, que possui diversas lagoas, mais de 500 km de rios e uma rede de 1.300 km de canais, a maioria com adução no Rio Paraíba do Sul, funcionando também como saneador. Um rio que também merece ser destacado é o Rio Imbé, que desce da Serra de mesmo nome, deságua na Lagoa de Cima, e continua por um canal retificado – o Ururai – até encontrar a Lagoa Feia. Em território campista o Imbé recebe alguns afluentes, que também descem da região serrana: rios Mocotó, Preto e Urubu.

A Lagoa Feia abrange os corpos d'água compreendidos entre as desembocaduras da margem direita do Rio Paraíba do Sul e da margem esquerda do Rio Macaé, comunicando-se com o oceano até o Terminal Pesqueiro de Barra do Furado pelo Canal das Flechas, um dreno artificial com 136 metros de largura e 14 km de comprimento que é controlado por uma bateria de 12 comportas manejáveis. A sua área é de 280 km<sup>2</sup> de superfície, sendo, portanto, a segunda maior em água doce do país. A sua área original era, aproximadamente, 1/3 maior que a área atual. Proprietários particulares foram realizando obras e tomando irregularmente as suas margens, aproveitando as drenagens efetuadas pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento – DNOS e as modificações introduzidas no escoamento das águas em direção ao Oceano.

Já a Lagoa de Cima, outra lagoa importante da região, origina-se da confluência dos rios Urubu e Imbé. Tem 18 km de circunferência, 20 km<sup>2</sup> de superfície e cerca de 4 metros de profundidade, o que torna propícia para banhos e para a prática de esportes aquáticos, e temperatura amena, permitindo também a atividade pesqueira. Suas terras marginais também estão em poder de proprietários particulares, restringindo assim o acesso do público em geral. Outras lagoas também importantes são: as Lagoas do Jacaré, Limpa, das Pedras, do Brejo Grande, do Campelo (na divisa Campos / São João da Barra), Salgada e do Pau Grande, todas resultantes do represamento de cursos d'água pela formação de restingas.

Ainda com relação à hidrografia, Campos possui uma região litorânea com 30 km de extensão. O litoral se desenvolve no entorno de um ponto de inflexão acentuado do desenho da costa fluminense, o Cabo de São Tomé, onde se destaca a Praia do Farol. Essa peculiaridade geográfica se traduz na incorporação ao seu território municipal de extensa plataforma continental, derivada da projeção dos pontos

extremos da linha costeira até o limite de 200 milhas, justamente onde se localizam as reservas de óleo e gás (entre os paralelos 22 e 23 sul e os meridianos 40 e 41 oeste).

O município de Campos apresenta um clima tropical quente e úmido. As chuvas, de formação local, caem com frequência no verão, devido ao forte aquecimento das superfícies neste período aliado às incursões da frente polar. Depois desse período vão se tornando mais esparsas. A partir de abril, há uma queda considerável no total pluviométrico. No inverno, apesar do maior número de invasões de massas frias, as precipitações por elas provocadas são pouco abundantes, principalmente pelo fato da massa tropical marítima, em ascensão sobre a frente polar, possuir pequena umidade específica. A máxima e a mínima precipitações acumuladas médias mensais são 198,4 mm (dezembro) e 23 mm (agosto) (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1999a). A umidade relativa do ar varia de 68% a 91% numa média geral de 79%. Para a evaporação, apontamentos sistemáticos indicam média anual de 796 +\_ 120 mm (CODEMCA, 1995).

Quanto ao comportamento térmico, Campos possui temperaturas médias relativamente elevadas no decorrer do ano (23,1° C), sendo fevereiro o mês mais quente (26,1° C de média) e julho o mês mais frio (20,1° C de média) (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1999a). De um modo geral, o verão é sempre muito quente e muito longo, estendendo-se de outubro a abril. O inverno é ameno só sendo possível falar em frio quando das invasões esporádicas do anticiclone polar. Mesmo assim, a média das mínimas do mês mais frio não fica inferior a 15° C (CIDE, 1990).

A radiação solar média diária mensal encontrada em Campos é de cerca de 4,80 kWh/m<sup>2</sup>.dia no plano horizontal, sendo 3,53 kWh/m<sup>2</sup>.dia a mínima e 5,83 kWh/m<sup>2</sup>.dia a máxima encontrada. As médias diárias mensais para os 12 meses do ano foram calculadas a partir do *software* Sundata, que gerou a Tabela 4.2 a seguir, com dados de localização, coordenadas, Unidade da Federação e distância em linha reta ao ponto especificado que foi: latitude -21.75 e longitude 41.32 (coordenadas geográficas da sede municipal). O Sundata foi desenvolvido pelo Centro de Pesquisas Elétricas da ELETROBRÁS – CEPEL. Baseia-se num banco de dados que contém valores de radiação solar para cerca de 350 pontos no Brasil. A busca é feita por meio das coordenadas geográficas (latitude e longitude) do ponto de interesse. O programa fornece os dados de radiação solar para três localidades disponíveis mais próximas, a escolher. Neste estudo foi escolhido o ponto existente na cidade de Itaperuna, antigo distrito de Campos.

**Tabela 4.2 – Radiação Solar Média diária mensal em Campos (kWh/m<sup>2</sup>.dia)**

Cidade: Itaperuna (longitude: 21.182°S, latitude: 41.188W) - RJ – distância: 28.07km												
MES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Radiação	6.06	5.89	5.28	4.39	4.00	3.53	3.75	4.47	4.28	4.86	5.25	5.83

Fonte: CEPEL, 2000.

Estas informações são imprescindíveis para a implementação da solução de substituição de chuveiros elétricos por coletores solares para aquecimento de água, conforme será visto no Capítulo 5. Os registros acusam luminosidade em torno de 4.420 horas anuais e insolação média de 53% das horas diurnas (CODEMCA, 1995). Em dias de insolação alta e em solos de baixa retenção de umidade, a lavoura não-irrigada, seca.

Os ventos na região de Campos vêm do nordeste, predominante 44% do tempo. O vento leste é a segunda maior predominância (14% do tempo) (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1999a). As medições de vento na estação meteorológica de Campos, para o período de um ano, são as seguintes (ELETROBRÁS, 1988): velocidade média = 2,75 m/s; velocidade máxima = 12 m/s; e calmaria = 29,19%. Na Praia de São Tomé, a velocidade média do vento é a mais alta, chegando a 4,1 m/s (vide Figura 4.4). Essa velocidade é favorável para o desenvolvimento de produção de energia através de aerogeradores, ainda mais porque Campos é uma planície. Poderia se pensar em energia eólica como alternativa para o incremento da produção de energia em alguns pontos do Município.



**Figura 4.4 – Ventos no Estado do Rio de Janeiro**

Fonte: SÁ, 1999.

No que diz respeito à vegetação, a área original de Floresta Estacional correspondia, aproximadamente, às áreas dos tabuleiros. É uma formação



condicionada pelo clima de duas estações bem marcadas, que promove a perda foliar no período de deficiência hídrica. Já a Floresta Ombrófila, encontrada nas elevações da Serra do Mar, é influenciada pela maior umidade nesta porção do território, possibilitando a existência de uma cobertura mais densa.

Essas florestas vêm sofrendo, desde a época da colonização, um intenso processo de devastação e encontram-se hoje bastante descaracterizadas pela transformação quase que total de suas áreas em zonas de cultivos, pastos e capoeiras. A Floresta Estacional foi a mais afetada por este processo, estando restrita a algumas manchas residuais no extremo norte do município e no distrito de Morangaba, na divisa com o município de São Fidélis. Já os remanescentes da Floresta Ombrófila podem ser encontrados na Serra do Imbé.

Ao longo do litoral campista, numa faixa de largura variável, estende-se um conjunto variado de associações vegetais, reunidas sob a denominação de Formações Pioneiras, influenciadas pela natureza dos solos, pela ação dos ventos e pela salinidade. Esta compreende a vegetação das praias, das dunas e das restingas, que apresentam situações bem problemáticas de instalação face as condições ambientais: solos pobres em nutrientes, bastante porosos e relativamente secos, além da enorme evaporação a que estão submetidos e a ação dos ventos cobrindo a vegetação pelo deslocamento das areias. Desta forma, somente aquelas espécies que incorporam uma série de adaptações conseguem sobreviver (CIDE, 1990).

#### **4.3. Evolução Demográfica**

Campos dos Goytacazes está entre os seis maiores municípios brasileiros em população fora das Regiões Metropolitanas e Capitais, com 389,5 mil habitantes, representando 60% do total da população da Região Norte Fluminense (CIDE, 1998)<sup>51</sup>. Os outros cinco municípios mais populosos são: Campinas (SP), São José dos Campos (SP), Ribeirão Preto (SP), Feira de Santana (BA) e Londrina (PR).

O Estado do Rio de Janeiro é um dos mais prejudicados dos estados da federação por sua Metrópole (a cidade do Rio de Janeiro) possuir enorme peso em relação aos outros municípios fluminenses, atuando como inibidor do crescimento do interior. Mesmo assim, o município de Campos possui uma alta relação população município / população estado.

---

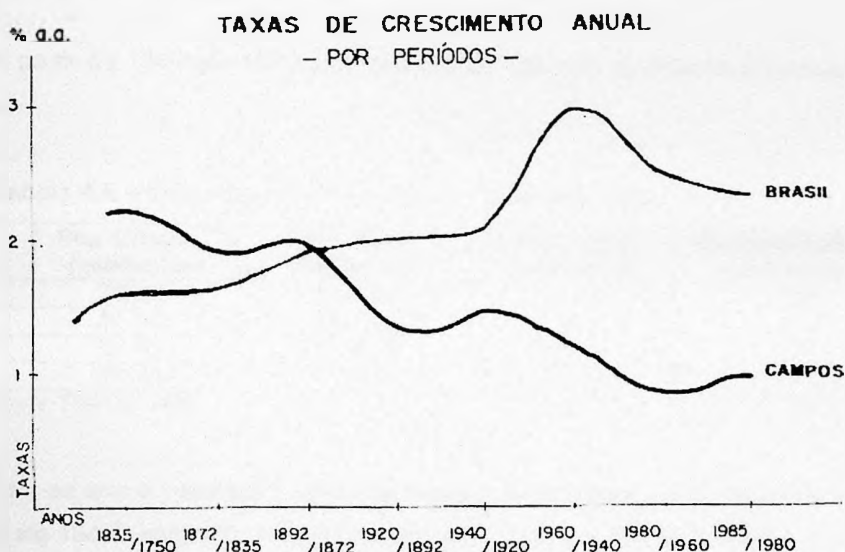
<sup>51</sup> Dados de 1996.

**Tabela 4.3 – Relação População Município / População Estado - 1996**

Cidades	Pop. Município / Pop. Estado
Londrina	4,68 %
Feira de Santana	3,59 %
<b>Campos dos Goytacazes</b>	<b>2,91 %</b>
Campinas	2,66 %
São José dos Campos	1,43 %
Ribeirão Preto	1,34 %

Fonte: CODEMCA, 1995 e IBGE, 1996a.

Ao se estudar a evolução da população de Campos, nota-se que esta relação de crescimento já foi bem maior. Campos, no início do século era um dos municípios mais populosos do Brasil. Atualmente, é um dos que apresentam as menores taxas de crescimento.



**Gráfico 4.1 - Taxas de Crescimento Anual da População, por Períodos**

Fonte: PINTO, 1987

Existem muitas variações nos números que quantificavam a população de Campos no passado, até que se realizou o Primeiro Recenseamento Nacional em 1872. Mesmo depois, existem algumas divergências estatísticas até o ano de 1920.

No final do século XIX, havia em Campos cerca de 105.534 habitantes, sendo 26.951 urbanos e 78.583 rurais (PINTO, 1987). Foi a época em que se verifica a chegada de muitos imigrantes, principalmente portugueses e sírio-libaneses. Ampliaram-se as vias urbanas, melhoraram as construções residenciais e comerciais,

o transporte urbano com bondes eletrificados substituíram os “burros” e os domínios das usinas de açúcar estavam se consolidando cada vez mais rápido.

A partir daí, a população de Campos cresceu em torno de 2% / ano, taxa de crescimento semelhante ao do Brasil como um todo na época. Em 1920, o IBGE registrava a seguinte posição para Campos:

Tabela 4.4 – População em 1920 nas Principais Cidades

Posição	Cidades	População Total
1a.	Distrito Federal	1.157.873
2a.	São Paulo	579.033
3a.	Salvador	283.422
4a.	Recife	238.843
5a.	Belém	236.402
6a.	Porto Alegre	179.263
7a.	Campos	175.850*

Fonte: PINTO, 1987. Nota: \*Urbana: 69.759 Rural: 106.091

A partir de 1940 até 1970, a população de Campos apresentava os seguintes números:

Tabela 4.5 – Evolução da População de 1940 até 1970

Anos	Pop. Urbana <sup>52</sup> (habitantes)	Pop. Rural (habitantes)	Pop. Total (habitantes)	Taxa média anual de crescimento (%)
1940	78.545	144.828	223.373	1,35
1950	91.245	146.388	237.633	1,54
1960	131.679	160.613	292.292	
1970	201.942	116.864	318.806	

Fonte: PINTO, 1987.

Tem-se que a população campista cresceu a uma taxa média anual de 1,35% (de 1920 até 1940), enquanto o Brasil crescia a pouco mais de 2%. Em 1950, Campos era o 8º município em população no Brasil e crescia 1,54% ao ano, enquanto o Brasil caminhava para taxas de 3%. Alguns fatores colaboraram com esta queda de crescimento populacional, entre os principais estão os decorrentes do início da crise da indústria açucareira, quando algumas usinas começaram a falir. Muitas famílias se deslocaram da zona rural para a cidade, onde começava a faltar energia elétrica e havia precário abastecimento de água. Observa-se, também, o início de um deslocamento de famílias campistas mais abastadas em direção ao Rio de Janeiro e Niterói. Já não havia mais expressão numérica e perdia-se possibilidades para a

<sup>52</sup> O IBGE considera população urbana, aquela encontrada na sede municipal (Campos) e nas sedes de todos os distritos do Município; todos os demais são considerados como população rural.

retomada do crescimento. Milhares de campistas foram habitar em "cidades satélites" ao Rio de Janeiro tais como Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Nilópolis.

Em 1960, a população rural decresce e Campos passa a ser o 11º município. Em 1970, a população urbana ultrapassa pela primeira vez o contingente numérico ruralista, que havia predominado por mais de dois séculos. O crescimento urbano, entretanto, foi relativamente lento: 0,97% (entre 1960 e 1970) e 0,95% (entre 1970 e 1980). Taxas altas, levando em consideração que no Norte Fluminense as taxas chegaram a negativas, tanto população rural como urbana. Os números desses períodos refletem a chegada das Leis Trabalhistas no campo. Demissões em massa, reclamações na Justiça do Trabalho. A caminhada do êxodo rural se deu em direção às grandes obras públicas implantadas no Rio de Janeiro pelo Governo Federal: Ponte Rio-Niterói, Metrô, Aeroporto do Galeão, duplicação de rodovias, etc. A mão-de-obra do Norte Fluminense incorporou-se a outros milhares de brasileiros, engordando as favelas cariocas. Em Campos, o fenômeno populacional acarretou em diminuição do padrão médio de vida da sociedade campista, redução de renda *per capita* e ampliação das desigualdades sociais. Um grupo minoritário ampliou suas rendas individuais, não mais de 5% do contingente populacional, e um abrangente e numeroso grupo somou alto volume de pobreza instalada.

Paralelamente a isto, entre os anos 70 e 80, surgiram também fatos positivos. Nesta época se instalaram as Faculdades Superiores, houve melhoria da oferta de energia elétrica, ampliação dos meios de transportes e suas interligações e transformação do Parque Industrial Açucareiro e Alcooleiro. Por consequência, desenvolveu-se a rede bancária e fortaleceu-se o contingente de funcionários públicos, trabalhadores da Petrobrás e imigrantes. Assim como nas décadas do fim do século passado, os imigrantes vêm representando, nas décadas recentes, fortes contingentes populacionais em Campos. 26,4% da população do Município é formada de não-campistas, atraídos pelas oportunidades. Vieram, principalmente, de municípios vizinhos ou de outros estados.

Em 1980, a população total de Campos era 348.461 habitantes, sendo 244.960 habitantes urbanos e 106.501 habitantes rurais (IBGE, 1980). A taxa de urbanização<sup>53</sup> no município era de 58,4%. O que demonstra o caráter misto da utilização do território. Em 1991, a população total era de 389.109 habitantes (324.667 urbanos e 64.442 rurais) (IBGE, 1991). A repentina queda da população rural é explicada em parte pela emancipação de Italva, em 1986, e de Cardoso Moreira e São Joaquim em 1989, antigos distritos com predominância rural.

---

<sup>53</sup> percentual da população residente em vilas e cidades.

Tal fato decorre, sobretudo, do processo de mecanização da lavoura canavieira campista, bem como da incorporação de áreas, antes destinadas às culturas de subsistência, ao domínio da cana-de-açúcar. Este processo, que produziu a saída de colonos e arrendatários, a diminuição da produção de alimentos e o abandono do campo, impulsionou, ao mesmo tempo, a urbanização municipal, principalmente o alojamento dos trabalhadores temporários no entorno da cidade (sede municipal), que voltam ao campo na época da safra, caracterizando a sazonalidade do trabalho até hoje encontrada em Campos. Na entressafra, há uma redução geral das atividades econômicas no município, ocorrendo um crescimento do número de ocupações informais, de caráter urbano, ligadas à prestação de serviços e ao emprego doméstico.

Veja na tabela abaixo os dados atuais da população por distritos:

**Tabela 4.6 – População por Distritos – 1996**

Numeração	Distritos	População (habitantes)		
		Urbana	Rural	Total
1o. + 2o. Distritos	Campos + Goytacazes	287.052	9.852	296.904
3 o. distrito	Santo Amaro de Campos	3.029	4.232	7.261
4 o. distrito	São Sebastião de Campos	6.223	8.102	14.325
5 o. distrito	Mussurepe	3.971	5.139	9.110
7 o. distrito	Travessão	10.847	7.729	18.576
9 o. distrito	Morangaba	1.599	2.051	3.650
10o. distrito	Ibitioca	833	1.954	2.787
11o. distrito	Dores de Macabu	2.392	4.507	6.899
12o. distrito	Morro do Coco	3.246	1.940	5.186
13o. distrito	Santo Eduardo	2.533	2.256	4.789
15o. distrito	Serrinha	519	786	1.305
17o. distrito	Tocos	4.895	3.407	8.302
18o. distrito	Santa Maria	2.607	2.113	4.720
20o. distrito	Vila Nova de Campos	3.858	1.875	5.733
<b>Total do Município</b>		<b>333.604</b>	<b>55.943</b>	<b>389.547</b>
<b>Total da Região Norte</b>		<b>531.588</b>	<b>122.327</b>	<b>653.915</b>
<b>Total do Estado do Rio de Janeiro</b>		<b>12.806.488</b>	<b>599.891</b>	<b>13.406.379</b>

Fonte: CIDE, 1998.

Os números do CIDE apontam que nos 1o. e 2o. distritos, concentra-se a maior parte da população do município, abrangendo em torno de 76% do total, sendo que desta quase 100% é classificada como urbana. Antes de 1996, o 2o. distrito ainda não era emancipado, sendo considerado como pertencente ao 1o. Distrito-sede. Por isso, os dados estão agregados. Mas, considerando-se uma densidade populacional de 889, 47 hab/km<sup>2</sup> (população do 1o. e 2o. distritos / área do 1o. e 2o. distritos<sup>54</sup>), pode-se estimar que no 1o. Distrito-sede tem-se uma população de 222.811 habitantes e no 2o. distrito, 74.093 habitantes, totalizando os 296.904 habitantes.

<sup>54</sup> Tabela 4.1

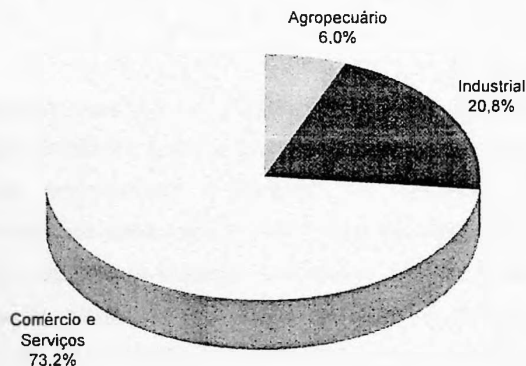
A distribuição espacial da população de Campos segue a tendência atual de concentração nas áreas urbanas, onde o predomínio da população urbana se acentuou pelo fenômeno da urbanização a partir da década de 60. As principais características do processo demográfico mais recente são a redução da participação infantil, o crescimento do contingente de jovens e o envelhecimento da população, com um número de idosos correspondendo a quase 10% do total.

Estudos apontam para um contínuo deslocamento da população de Campos do campo para a cidade, como consequência da redução das atividades agrícolas. As taxas de migração da área rural para a área urbana e de “urbanização” na sede municipal e nas vilas rurais são bastante altas, o que gera forte demanda por infraestrutura tais como energia elétrica, abastecimento de água, iluminação, saneamento básico, equipamentos de saúde, educação e lazer.

Para o ano 2000 estima-se que a população total de Campos é de 400.597 habitantes. Um crescimento de 2,8% em relação ao ano de 1996 (CIDE, 1998).

#### 4.4. Atividades Econômicas

Uma maneira de se começar a entender a economia do município de Campos, é examinando a quantidade de pessoal ocupado nas unidades locais, por setores de atividade econômica. Vide Gráfico Gráfico 4.2 abaixo.



**Gráfico 4.2 – Distribuição do Pessoal Ocupado pelos Setores da Economia**

Fonte: elaboração própria, a partir de MINISTÉRIO DO TRABALHO, 1997.

O setor agropecuário é responsável por apenas 6% das pessoas empregadas, o equivalente a 2.610 pessoas. Este número era maior antes da mecanização da lavoura, iniciada na década de 70 com o PRÓ-ÁLCOOL. Sendo que é importante lembrar que essa quantidade é relativa ao pessoal formalmente empregado, ou seja,

com certeza o número de trabalhadores no setor agropecuário deve ser maior e alcança o seu auge na época de colheita da cana.

Já o setor industrial, apesar de apresentar significativa quantidade de pessoal empregado, não se constitui em alternativa potencial à força de trabalho, principalmente para a população de baixa renda e proveniente do setor agropecuário, na medida em que alguns ramos industriais pressupõem trabalhadores mais qualificados. O setor industrial é responsável por 20,8% das pessoas empregadas, o equivalente a 8.999 empregados.

Merece destaque a participação do setor de comércio e serviços, onde existem 31.723 pessoas ocupadas, representando 73,2% do total empregado nos três setores. Esta ocupação adquire caráter especial, na medida em que boa parcela da população se insere nesse setor, assumindo inclusive ocupações que muitas vezes são combinadas com o emprego temporário no corte da cana.

A seguir, os setores da economia são analisados separadamente:

Com relação ao setor agropecuário, a coincidência de condições ambientais no trinômio: relevo, hidrografia e fertilidade do solo, acrescida da presença próxima de um grande mercado consumidor, representado pela Região Metropolitana do RJ, faz da Região Norte uma área com grande potencial para esse setor.

Em Campos há uma especialização do uso do solo, onde predomina um setor monopolista de produção agrícola, representado pela cana-de-açúcar. A partir da década de 70 houve um reordenamento na organização espacial do município, levando ao desmantelamento da produção de subsistência, em consequência de uma progressiva concentração de terras, e a transformação do pequeno produtor de cana em trabalhador volante, engrossando o conjunto de bóias-frias. Atualmente a produtividade média da lavoura canavieira é baixa, apenas 40/45 toneladas/hectare; isto porque somente 10% da terra é irrigada. A irrigação dos canaviais, associada a melhorias nas técnicas de plantação e colheita da cana, poderiam permitir uma produtividade média de até 90 toneladas / hectare (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997a).

Em 1997, verificou-se que 95,5% da área colhida na agricultura era representada pela cana-de-açúcar, conforme Tabela 4.7.

**Tabela 4.7 – Área Colhida - 1997**

<b>Agricultura</b>	<b>Area (ha)</b>
Alimentos	4.469
Cana-de-açúcar	96.104
<b>Total</b>	<b>100.573</b>
<b>Relação Cana/Total</b>	<b>95,5%</b>

Fonte: IBGE, 1997a.

Segundo os dados da Produção Agrícola Municipal fornecidos pelo IBGE, a quantidade produzida de cana-de-açúcar em 1997 foi de 4,3 milhões de toneladas.

A seguir, nas Tabelas 4.8 e 4.9, são apresentados os dados de quantidade produzida e área colhida dos outros alimentos das lavouras campistas. Merece destaque a fruticultura, que está começando a se desenvolver na Região, principalmente no que diz respeito à relação quantidade produzida / área colhida:

**Tabela 4.8 – Produção Agrícola Permanente – 1996**

<b>Produto</b>	<b>Quantidade produzida</b>	<b>Area colhida (ha)</b>
Banana (Mil cachos)	217	347
Laranja (Mil frutos)	6.750	135
Café(em coco) (Tonelada)	82	82
Maracujá (Mil frutos)	5.100	34
Coco-da-baía (Mil frutos)	120	20
Abacate (Mil frutos)	425	10
Limão (Mil frutos)	1.040	8
Tangerina (Mil frutos)	390	6
<b>Total</b>		<b>642</b>

Fonte: IBGE, 1997a.

**Tabela 4.9 – Produção Agrícola Temporária – 1996**

<b>Produto</b>	<b>Quantidade produzida</b>	<b>Area colhida (ha)</b>
Milho(em grão) (Tonelada)	1.551	1.362
Mandioca (Tonelada)	19.064	1.128
Arroz(em casca) (Tonelada)	1.584	528
Feijão(em grão) (Tonelada)	291	515
Abacaxi (Mil frutos)	3.030	101
Batata-doce (Tonelada)	948	79
Tomate (Tonelada)	1.824	48
Melão (Mil frutos)	336	41
Melancia (Mil frutos)	118	25
<b>Total</b>		<b>3.827</b>

Fonte: IBGE, 1997a.

Na pecuária, Campos representa uma média de 40% do efetivo do rebanho da Região Norte. Na Tabela 4.10 são apresentados os principais dados de Campos em comparação com a Região Norte:



**Tabela 4.10 – Efetivo do Rebanho (No. de Cabeças) – 1997**

Espécie	Região Norte	Campos	Campos/ R. Norte
Equino	19.218	8.602	45%
Bovino	526.430	227.184	43%
Suino	18.706	7.073	38%
Aves	148.898	51.739	35%

Fonte: IBGE, 1997b.

Em Campos, o abate é feito em três matadouros, dos quais dois abastecem o mercado local e o terceiro – FRICAMPOS – de maior capacidade (300 bois / dia) e mais adequadamente instalado, atende além da área de influência de Campos, a Região dos Lagos e o Grande-Rio.

Os números da Pecuária de leite e outros produtos de origem animal também merecem destaque. Em Campos são produzidos 21,9 milhões de litros de leite, 108 mil dúzias de ovos e 3.426 kg de mel (IBGE, 1997b).

O PIB do setor agropecuário em Campos foi de R\$ 79.383.000,00 em 1997, o equivalente a 5,5% do total do PIB municipal (CIDE, 1998).

No que diz respeito à Produção Industrial, Campos concentra o maior número de estabelecimentos industriais da Região Norte, somando um total de 687 empresas. Vide Tabela 4.11.

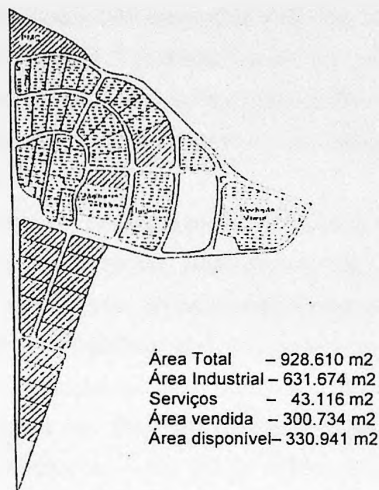
**Tabela 4.11 – Atividades Industriais – 1997**

Segmentos da Indústria	No. Estabelecimentos
Construção civil	214
Produtos Minerais não metálicos	125
Produtos alimentares, bebidas e álcool etílico	102
Têxtil, do vestuário, calçados e artefatos de tecidos	97
Papel, papelão, editoração e gráfica	30
Madeira e mobiliário	28
Metalúrgica	22
Borracha, fumo, couros, peles, diversos	22
Química de produtos farmacêuticos, veterinários, perfumaria e sabão	14
Mecânica	10
Material de transporte	9
Extrativa mineral	8
Serviços industriais de utilidade pública	4
Material elétrico e de comunicações	3
<b>Total</b>	<b>688</b>

Fonte: MINISTÉRIO DO TRABALHO, 1997.

Dessas 688 indústrias, 98,7% constituem micro e pequenas empresas, isto é, são indústrias com menos de 100 pessoas formalmente empregadas (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 1997).

Campos possui um distrito industrial próximo (2 km) ao Aeroporto Bartolomeu Lisandro<sup>55</sup>. Está localizado à margem da rodovia BR 101 (trecho Campos-Vitória) e a 5 km do centro da cidade. Apesar de ter sido estrategicamente implantado, sendo considerado um dos melhores distritos industriais do Estado do Rio de Janeiro, dotado de infra-estrutura completa e capacitado para acomodar qualquer tipo de indústria, o fracasso do distrito é um fato. Possui uma área total de 928.610 m<sup>2</sup> e até 1995 ainda havia 330.941 m<sup>2</sup> de área disponível (vide Figura 4.5).



**Figura 4.5 - Distrito Industrial de Campos - CODIN**  
CODEMCA, 1995.

Além disso, pelo Cadastro Industrial do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN, 1999), de todas as indústrias existentes em Campos, apenas uma opera no distrito industrial, a saber: Machado Viana Comércio e Indústria Ltda.

As outras indústrias de Campos encontram-se espalhadas pelo município. As que mais se destacam são: usinas de açúcar, indústrias de cerâmica vermelha, confecções e as indústrias de doces.

O lento e prolongado processo de declínio da lavoura canavieira campista nos anos 90 têm condicionado o encerramento das atividades de várias usinas de açúcar e destilarias. Atualmente apenas cinco usinas operam em Campos, a saber: Santa Cruz, Sapucaia, Paraíso, Cupim e Barcelos. A fabricação de açúcar é consideravelmente superior à de álcool. Mas apesar de ser uma produção significativa para o município,

<sup>55</sup> O aeroporto de Campos é operado pela Infraero e comporta a operação de aeronaves de pequeno porte, do tipo B-737.

sabe-se que esta já foi bem maior, assim como o número de usinas em funcionamento (vide item 4.1 - Breve Histórico).

Cerca de 80% das indústrias de cerâmica estão concentradas na Baixada, em torno do eixo da Estrada do Açúcar (RJ 276 - Campos / Farol de São Tomé). Na Baixada encontra-se reserva de matéria-prima abundante, cuja argila apresenta elevada qualidade. Mas esse tipo de indústria em Campos tem um desempenho discreto em relação ao seu potencial, produzindo apenas cerâmica vermelha, de baixo valor agregado. Pode se transformar num pólo industrial cerâmico 20 vezes maior, apoiado na oferta de gás natural que proporcionará melhores condições operacionais. As obras do gasoduto para o Pólo Cerâmico estão em curso e devem atender inicialmente 15 indústrias cerâmicas. A indústria cerâmica tem forte conotação social, por ser uma atividade empregadora que apresenta alta relação entre mão-de-obra ocupada e faturamento bruto.

As confecções que surgiram principalmente na década de 70, têm importância particular na geração de emprego e renda, pelo tipo de mão-de-obra que utiliza. O perfil da atividade é, predominantemente, de pequenas empresas, com dificuldades de acesso aos grandes agentes financiadores que produzem para fábricas maiores ou descarregam a sua produção no comércio, sem controle. O componente mais atuante está nas fábricas de calçados e no ramo do vestuário e artefatos de tecido, com destaque para o ramo das malharias e do *jeans*. Vale destacar que em Campos existem, também, muitas confecções de peças do vestuário que funcionam informalmente em unidades anexas às residências.

A fabricação de doces, tradicional em Campos, que era inicialmente artesanal, alcançou maiores proporções, com produção diversificada, oferecendo vários tipos com características próprias e sendo exportados para os estados vizinhos. A produção de açúcar local, a tradição e experiência acumuladas e a expectativa da diversificação agrícola com a produção de frutas, são fatores favoráveis ao desenvolvimento dessa indústria. A fabricação da goiabada é uma das mais tradicionais.

Em 1997, o PIB da indústria de transformação em Campos foi de R\$ 140.749.000,00, o da indústria da construção civil foi de R\$ 224.033.000,00 e o dos serviços industriais de utilidade pública foi de R\$ 57.402.000,00, perfazendo um total equivalente a R\$ 422.184.000,00 ou 29,1% do PIB municipal (CIDE, 1998).

Na indústria extrativa, tem-se a Bacia de Campos ocupando uma área de cerca de 100 mil km<sup>2</sup>, que se encontra a uma distância de 60 a 130 km da costa, com uma lâmina d'água que varia de 80 até mais de 1.600 m de profundidade.

Como é sabido, a Bacia de Campos é a maior província petrolífera do país. A produção brasileira de petróleo bruto e gás, por estado produtor, é apresentada na

Tabela 4.12. A exploração no mar representa 77% e 52% do total da produção nacional de petróleo e gás natural, respectivamente; e a Bacia de Campos (Rio de Janeiro) contribui com 95% e 71% de todo o petróleo e gás extraído do mar. Essa elevada produção significa uma importante fonte de arrecadação para a administração municipal, contribuindo com R\$ 8 milhões (em 1999) na composição da receita municipal de Campos dos Goytacazes (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1999b).

**Tabela 4.12 – Produção Brasileira de Petróleo e Gás – 1995**

Localização	Petróleo (mil barris/dia)		Gás (mil m3/dia)	
	Terra	Mar	Terra	Mar
Rio de Janeiro	-	855,89	-	15.745
Sergipe	24,13	14,25	190	2.274
R. Grande do Norte	83,78	12,58	1.045	2.077
Ceará	3,01	11,34	3	353
Paraná	3,70	2,44	118	102
São Paulo	-	2,24	-	1.330
Alagoas	4,59	0,72	1.768	416
Espírito Santo	10,27	0,36	893	7
Amazonas	33,89	-	2.097	-
Bahia	46,41	-	4.795	-
<b>Brasil</b>	<b>206,08</b>	<b>899,83</b>	<b>10.790</b>	<b>22.304</b>

Fonte: AGENCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, 1999.

No Setor de Comércio e Serviços, Campos dos Goytacazes apresenta-se como um importante centro ao nível regional, principalmente no que diz respeito à geração de empregos. São 31.723 no total.

No comércio varejista, destacam-se os estabelecimentos ligados à venda de tecidos e artigos do vestuário, mercadorias em geral, veículos automotores, peças e acessórios, produtos alimentícios, máquinas e aparelhos, móveis, material de construção, produtos farmacêuticos e artigos médicos. Segundo a Relação Anual de Informações Sociais – RAIS, em 1997, existiam um total 2.029 estabelecimentos ligados ao comércio varejista que empregam formalmente 8.397 pessoas, o equivalente a 26,5% do setor terciário de Campos (vide Tabela 4.13).

No comércio atacadista, destacam-se os estabelecimentos ligados à venda de produtos agrícolas "*in natura*", cereais beneficiados, farinhas, hortifrutigranjeiros, leite, carnes e outros produtos alimentícios, além de tecidos e artigos do vestuário e calçados. Em 1997, existia um total de 205 estabelecimentos ligados ao comércio atacadista que empregam formalmente 1.580 pessoas ou 5% do setor (vide Tabela 4.14).

**Tabela 4.13 – Número de Estabelecimentos e Pessoal Ocupado, Segundo os Gêneros de Comércio Varejista**

<b>Gêneros de comércio varejista</b>	<b>No. Estab.</b>	<b>No. Empreg.</b>
Tecidos, artigos de armarinho, artigos do vestuário e complementos, calçados, artigos de couro e viagem	513	1.858
Mercadorias em geral, com predominância de produto	165	1.056
Veículos automotores, motocicletas, partes, peças e acessórios	148	900
Produtos alimentícios e de bebidas	274	796
Maquinas e aparelhos de usos doméstico e pessoal, moveis, artigos de iluminação	161	722
Material de construção, ferragens, ferramentas	178	645
Produtos farmacêuticos, artigos médicos e ortopédicos	113	497
Combustíveis	80	496
Equipamentos e materiais para escritório, livros, jornais, revistas e papelaria	66	267
Não especializado, sem predominância de produtos	62	193
Artigos usados e artigos em geral, por catálogo ou pedido pelo correio	4	2
Outros produtos não especificados	265	965
<b>Total</b>	<b>2.029</b>	<b>8.397</b>

Fonte: MINISTERIO DO TRABALHO, 1997

**Tabela 4.14 – Número de estabelecimentos e pessoal ocupado, segundo os gêneros de Comércio Atacadista**

<b>Gêneros de comércio atacadista</b>	<b>No. Estab.</b>	<b>No. Empreg.</b>
Produtos agrícolas "in natura", cereais beneficiados, farinhas, amidos e féculas, hortifrutigranjeiros	32	522
Leite e produtos do leite, carnes e produtos da carne, pescados, bebidas e outros produtos alimentícios	35	502
Intermediários do comércio atacadista	34	138
Fios têxteis, tecidos, artefatos de tecidos, artigos do vestuário e complementos, calçados	23	88
Combustíveis	8	70
Artigos de escritório e de papelaria	16	63
Produtos extrativos de origem mineral, madeira, material de construção, ferragens	12	31
Eletrodomésticos e outros equipamentos de usos pessoais	8	39
Produtos farmacêuticos, médicos, ortopédicos e odontológicos, produtos de perfumaria	9	38
Maquinas, aparelhos e equipamentos para usos agropecuário, industrial, comercial e escritório	7	22
Resíduos e sucatas	4	7
Produtos químicos	1	6
Outras mercadorias em geral, não especificado	16	54
<b>Total</b>	<b>205</b>	<b>1.580</b>

Fonte: MINISTERIO DO TRABALHO, 1997.

A importância de Campos como centro regional de comércio e serviços também é confirmada pela presença maciça de estabelecimentos de serviços. São 1.603 estabelecimentos que empregam formalmente um total de 21.776 pessoas (ou 68,7% do total), sendo que os que se destacam são os ligados aos serviços de

administração pública, transporte rodoviário, atendimento hospitalar, atividades de ensino, organizações empresariais, profissionais, políticas e outras associativas, escritórios de locação de serviços temporários, bancos e instituições financeiras, restaurantes e escritórios de aluguéis de imóveis (vide Tabela 4.15).

**Tabela 4.15 – Número de Estabelecimentos e Pessoal Ocupado, Segundo os Gêneros de Serviços**

<b>Gêneros de serviços</b>	<b>No. Estab.</b>	<b>No. Empreg.</b>
Administração pública em geral, atividades de apoio, defesa e justiça	19	5.855
Transporte rodoviário de passageiros e cargas, em geral, e atividades auxiliares	124	3.880
Atividades de atendimento hospitalar, serviços de complementação diagnóstica ou terapêutica e outras atividades relacionadas à área de saúde, veterinários e serviços sociais	344	3.120
Ensino pré-escolar, fundamental, média, superior, cursos, educação supletiva, especial, continuada ou permanente, e aprendizagem profissional	123	2.199
Atividades de organizações empresariais e patronais, profissionais, sindicais, religiosas, políticas e outras associativas	155	1.219
Seleção e locação de mão-de-obra para serviços temporários, atividades de investigação, vigilância e segurança, limpeza em prédios e outras atividades de serviços prestados	103	1.109
Bancos comerciais, múltiplos, cooperativas de crédito, financiamento e investimento, atividades de intermediação financeira, seguros, previdência e outras atividades auxiliares	41	835
Restaurantes e estabelecimentos de bebidas, lanchonetes, cantinas e outros serviços de alimentação	148	734
Incorporação e aluguéis de imóveis, condomínios prediais	152	657
Atividades desportivas e outras relacionadas ao lazer	33	357
Atividades de rádio, televisão, distribuição e projeção de filmes e de vídeos	17	316
Estabelecimentos hoteleiros e outros tipos de alojamento	39	294
Atividades de correio nacional e telecomunicações	18	229
Lavanderias e tinturarias, cabeleireiros e outros tratamentos de beleza, serviços pessoais	60	195
Atividades jurídicas, de contabilidade e auditoria	80	178
Transporte aéreo de passageiros, carga e descarga, atividades auxiliares, agências de viagens e organizadores de viagem	13	107
Reparação e manutenção de máquinas, aparelhos eletrodomésticos e outros objetos pessoais	25	80
Limpeza urbana e esgoto	1	70
Aluguel de automóveis, máquinas e equipamentos agrícolas, para construção e outros tipos de objetos	14	66
Pesquisa e desenvolvimento das ciências físicas, de mercado e de opinião pública	2	62
Atividades de assessoria em gestão empresarial, unidades administrativas locais, serviços de assessoramento técnico e publicidade	26	61
Consultoria em sistemas de informática, manutenção e reparação de máquinas de escritório e de informática, e outros	12	44
Outras, ignorado ou não informado	54	109
<b>Total</b>	<b>1.603</b>	<b>21.776</b>

Fonte: MINISTÉRIO DO TRABALHO, 1997

O PIB do Setor Transporte e Comunicações em 1997 no município de Campos dos Goytacazes foi de R\$ 82.707.000,00; intermediação financeira de R\$ 43.703.000,00; administração pública de R\$ 103.682.000,00; aluguéis de R\$ 410.784.000,00; e outros serviços de R\$ 197.960.000,00; perfazendo um total de R\$ 838.836.000,00 para o Setor de Comércio e Serviços, o equivalente a 57,9% do PIB municipal<sup>56</sup>.

#### 4.5. Análise Energética

Para uma melhor compreensão da situação energética em Campos, é interessante que se conheça, primeiramente, o funcionamento do Sistema Energético do Estado do Rio de Janeiro como um todo e entender porque é especialmente notável a participação da Região Norte Fluminense em termos de produção de energia, onde a cidade de Campos é referência enquanto sede regional.

Sobre o Sistema Energético Fluminense, tem-se que a "recente" descoberta de grandes reservas de hidrocarbonetos na Bacia de Campos constitui-se um marco – talvez o mais importante – da evolução do sistema estadual. A produção de petróleo e gás natural, iniciada a partir de meados da década de 80, alcançou 93,4% da produção total de energia primária em 1997. A energia hidráulica permanece estagnada (com ligeiro declínio) e a sua participação ficou reduzida de 42,9% em 1980 para 5% em 1997 (vide Tabela 4.16).

**Tabela 4.16 – Produção de Energia Primária por Fontes – 1980 e 1997**

Fonte	1980		1997	
	10 <sup>3</sup> tEP	%	10 <sup>3</sup> tEP	%
Petróleo	1.430,0	33,0	30.363,7	83,1
Gás Natural "úmido"	171,2	4,0	3.752,3	10,3
Energia Hidráulica	1.858,7	42,9	1.813,9	5,0
Produtos da cana*	468,5	10,8	368,5	1,0
Lenha	402,5	9,3	223,5	0,6
Outras fontes primárias	1,2	0,0	27,6	0,1
<b>Total</b>	<b>4.332,1</b>	<b>100,0</b>	<b>36.549,5</b>	<b>100,0</b>

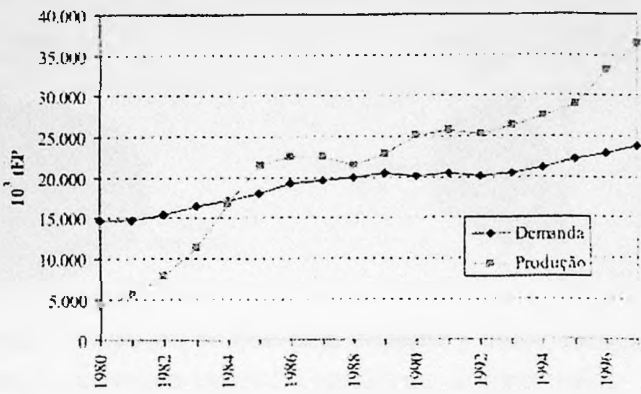
Fonte: GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997b.

Nota: \* inclui Caldo/Melaço e Bagaço.

Com esse crescimento da produção de energia primária de 13,4%a.a. (de 1980 até 1997), devido ao petróleo e ao gás, o Estado do Rio de Janeiro evoluiu da categoria de importador (do exterior e de outros estados), com saldo de dependência de 10,3 milhões de tEP em 1980, para a categoria de exportador, chegando a exportar

<sup>56</sup> O PIB total do município é de R\$ 1.447.887,00 (CIDE, 1998).

12,8 milhões de energia em 1997 (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997b) (vide Gráfico 4.3).



**Gráfico 4.3 – Evolução da Dependência Externa de Energia – 1980/1997**

Fonte: GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997b.

Mas apesar do superávit na produção de energia primária, o estado ainda está longe de alcançar a sua auto-suficiência energética. Ao contrário das fontes primárias, a produção de energia secundária apresentou crescimento de apenas 3,4%a.a. no período de 1980-97. Os derivados de petróleo e o gás natural se destacaram nas suas participações, com saldo de 35% e 31% para exportação, respectivamente. Já a produção de energia elétrica foi muito baixa, atendendo a apenas 39% do consumo final, o que obrigou a importação dos 61% restantes (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997b) (vide Tabela 4.17).

**Tabela 4.17 - Produção e Consumo das Principais Energias Secundárias por Fonte - 1997**

Fonte	Produção		Consumo		Déficit/ Superávit
	10^3 tEP	%	10^3 tEP	%	
Derivados de Petróleo*	10.426,2	41,3	6.160,1	31,1	+4.266,1
Gás natural	1.987,2**	7,8	1.355,3***	6,9	+631,9
Elettricidade	3.694,2	14,6	9.459,8	47,8	-5.765,6
Alcool Etílico	68,0	0,3	613,8	3,1	-545,8
Carvão Vegetal	3,0	0,0	65,9	0,3	-62,9

Fonte: GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997b.

Notas: \*inclui óleo diesel, óleo combustível, gasolina, GLP, nafta, querosene e derivados não energéticos do petróleo.

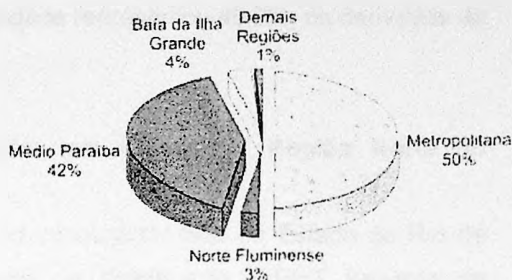
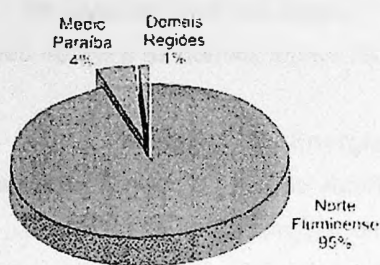
\*\*inclui gás natural "seco" e gás manufacturado.

\*\*\* inclui gás natural "seco", gás natural "úmido" e gás manufacturado.

A análise energética por região de Planejamento do Estado do RJ revela que a produção de energia primária concentrou-se na Região Norte Fluminense (95%) e a



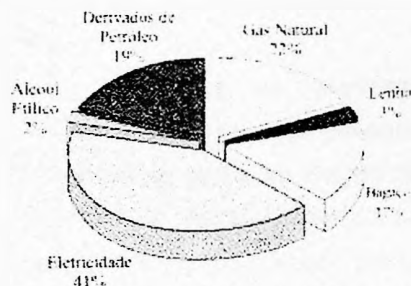
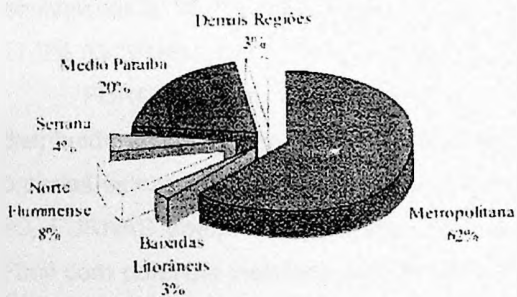
produção de energia secundária concentrou-se na Região Metropolitana (50%), em função principalmente da atividade de refino de petróleo, seguida pela Região do Médio Paraíba (42%), devido à produção de eletricidade (vide Gráficos 4.5 e 4.6).



**Gráficos 4.4 e 4.5 – Produção de Energias Primária e Secundária por Região**

Fonte: GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997b.

Quanto ao consumo de energia por região, vide Gráfico 4.6. Como é de se esperar, a Região Metropolitana se destaca, apresentando consumo de  $12.638 \times 10^3$  tEP, equivalente a 62% do total, seguida pela Região do Médio Paraíba com 20%. A Região Norte Fluminense, com um consumo bem menor, aparece em terceiro lugar, com um consumo de apenas 8% do total, o equivalente a  $1.584 \times 10^3$  tEP (CIDE, 1998).



**Gráfico 4.6 – Consumo Final de Energia por Região e**

**Gráfico 4.7 – Consumo Final por Fontes na Região Norte**

Fonte: GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997b.

O consumo final de energia por fontes na Região Norte é o seguinte: 41% é equivalente ao consumo de eletricidade, 19% de derivados de petróleo, 18% gás natural, 17% de bagaço de cana e 5% das demais (vide Gráfico 4.7).

Neste gráfico deve se chamar a atenção para a representatividade do bagaço de cana no Consumo Final na Região Norte (que já foi maior), mostrando a

importância, em termos energéticos, da indústria sucro-alcooeira para a Região. Nas outras Regiões, quando existe consumo de bagaço (que é raro), este não chega a participar com 2% (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997b).

No consumo final por fontes, a eletricidade representou 49,8%, os derivados de petróleo 40,2% e as demais fontes 10,0%.

#### **4.5.1. Produção de Energia Elétrica em Campos e Região Norte no Contexto do Estado do Rio de Janeiro**

O fornecimento de energia elétrica ao consumidor final no Estado do Rio de Janeiro é realizado por três concessionárias de distribuição: LIGHT Serviços de Eletricidade, Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro – CERJ e Companhia Energética Nova Friburgo – CENF. Além de suas capacidades próprias de geração, que não atendem à demanda, as distribuidoras compram energia elétrica do sistema interligado operado por FURNAS Centrais Elétricas para o atendimento de seus mercados.

FURNAS se encontra em processo de privatização e por isso teve a sua área nuclear transferida para uma nova empresa estatal, subsidiária da ELETROBRÁS, a ELETRONUCLEAR. Esta passou a possuir, portanto, as Usinas Nucleares de Angra I e II (antes pertencente à FURNAS), no município de Angra dos Reis, com 657 MW e 1.300 MW de potência instalada, respectivamente<sup>57</sup>. Em 1997, FURNAS gerou o equivalente a 35,9% da geração estadual e a ELETRONUCLEAR o equivalente a 27,9% (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997b).

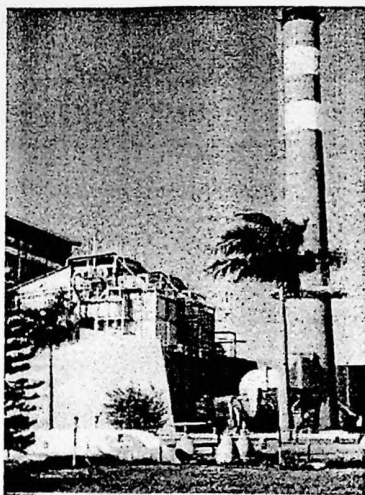
FURNAS não possui consumidores finais, repassando às empresas distribuidoras da Região Sudeste e parte do Centro-Oeste, a energia gerada em suas próprias usinas e a parcela da energia da Usina Hidrelétrica de Itaipú. No Estado do RJ, FURNAS opera uma das suas sete usinas hidrelétricas, a Usina Hidrelétrica do Funil com potência instalada de 216 MW, e duas usinas termelétricas, a saber: Usina Termelétrica de Santa Cruz, no município do Rio de Janeiro, com 600 MW de potência, e Usina Termelétrica Roberto Silveira, no município de Campos, com 30 MW (vide Figura 4.6).

A UTE Roberto Silveira exerce importante papel para a Região Norte Fluminense na área energética. Sua construção foi autorizada pelo decreto no. 49.638, de 30 de dezembro de 1960, sendo que o início das obras civis se deu em 1963. Os

---

<sup>57</sup> A Usina Nuclear de Angra 2 iniciou suas atividades recentemente.

principais equipamentos da Usina, tais como caldeiras e turbo-geradores, foram fabricados no Japão pela Mitsubishi em 1961<sup>58</sup>.



**Figura 4.6 – UTE Roberto Silveira, em Campos**

Fonte: elaboração própria.

A unidade 1 entrou em operação em dezembro de 1968 e a unidade 2 em março de 1971. Está previsto o aumento da capacidade de geração da Usina, passando de 30 MW para 106 MW, utilizando o gás natural provido pelo gasoduto Cabiúnas – Campos. A adaptação das caldeiras da UTE para queima de gás natural atende à exigência feita pela Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente para a concessão da Licença de Operação definitiva da Usina. O gasoduto, com 57,5 km de extensão em tubulação de 6" de diâmetro e pressão de 42 kg/cm<sup>2</sup>, possui em Cabiúnas uma estação separadora de gás com compressores que abastecem a UTE. Não há previsão de abastecimento de gás para a área residencial urbana.

A Usina possui uma Subestação anexa com um barramento de 69 kV e outro de 138 kV. Além de sua geração própria de 30 MW, que obviamente não atende à demanda de Campos, a UTE também recebe energia elétrica de uma subestação do sistema interligado (Subestação de Campos), que centraliza e repassa a eletricidade

---

<sup>58</sup> Caldeira: 67 T/h de capacidade, 1.360 m<sup>2</sup> de superfície total de aquecimento, 74 kg/cm<sup>2</sup> de pressão do projeto e as condições de vapor 65 kg/cm<sup>2</sup> a 485 °C e 60 kg/cm<sup>2</sup> a 480 °C no superaquecedor e na entrada da turbina, respectivamente;

Turbinas: 65 kg/cm<sup>2</sup> e 485 °C de condições de vapor, 3.600 rpm de velocidade, 715 mmHg de pressão de exaustão;

Gerador: tipo resfriamento interno, de dois pólos síncronos, de rotor cilíndrico com resfriadores de ar, 60 Hz de frequência e 0,8 de fator de potência (FURNAS, 1997).

para a cidade de Campos e circunvizinhas através de quatro circuitos de 69 kV e quatro circuitos de 138 kV (FURNAS, 1997).

A empresa distribuidora em Campos é a CERJ que atende um total de 60 municípios, localizados no centro-norte e extremo sul do estado. Sua área de atuação engloba cerca de 73% do território fluminense – 31.741 km<sup>2</sup>. No entanto, as nove usinas hidrelétricas<sup>59</sup> do seu parque gerador responderam em 1997 por 2,6% da geração estadual (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997b). A rede de distribuição da CERJ possui 30.720 km de extensão, sendo 21.699 km de rede urbano-aérea e 9.021 km de rede rural. As linhas de transmissão totalizam 5.170 km – 664 km em circuito de 3,5 kV, 2.533 km em 69 kV e 1.973 km em 138 kV – e existem 1.693 MVA instalados nas subestações distribuidoras (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (1994).

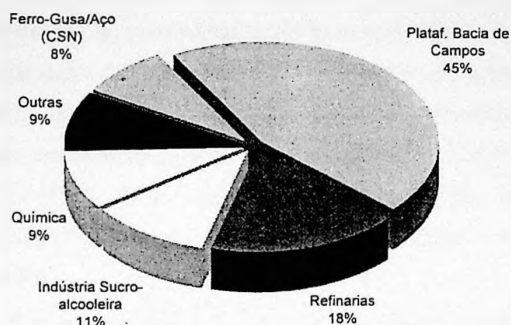
No município de Campos tem-se uma capacidade instalada de 189 MVA distribuída pelas 14 subestações existentes no município, a saber: Distribuidora de Campos (50 MVA), Abadia (1,5 MVA), Baixa Grande (15 MVA), Goytacazes (27,5 MVA), Guarús (15 MVA), Martins Laje (4,5 MVA), Mombaça (33 MVA), Outeiro (2,5 MVA), Santa Bárbara (1,5 MVA), Saturnino Braga (6 MVA), Serrinha (5 MVA), Tocos (2,5 MVA), Ururai (7,5 MVA), Vila Nova (17,5 MVA).

Não se pode deixar de analisar também o perfil da autoprodução que, sem dúvida, exercerá um papel decisivo na retomada do desenvolvimento econômico do estado e da Região Norte, possibilitando não só um alívio substancial da carga elétrica futura a ser demandada às concessionárias locais de eletricidade e o aporte adicional dos excedentes de energia ao sistema interligado. A regulamentação da figura do produtor independente e do autoprodutor de energia elétrica terá efeito alavancador dos investimentos privados em iniciativas dessa natureza. O decreto permite a construção de usinas hidrelétricas com capacidade de até 10 MW por autoprodutor e até 1 MW por produtor independente, além de termelétricas de qualquer potência, apenas com a autorização da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, criada em dezembro/1996. No âmbito empresarial, será necessário promover a difusão de informações técnicas e econômicas a respeito dos benefícios decorrentes da adoção da autoprodução / cogeração de energia (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1994). No Estado do RJ a autoprodução se caracteriza por sua origem exclusivamente térmica e por se concentrar em grande parte do setor energético.

---

<sup>59</sup> A CERJ é proprietária das usinas de Chave do Vaz, Franca Amaral (Rio Itabapoana), Coronel Fagundes, Euclidelândia, Morro Grande (Areal), Piabanha, Macabu (Rio Macabu) e Tombos, com potência efetiva de 60 MW (CIDE, 1998).

A Região Norte é referência no que diz respeito ao potencial da autoprodução no estado (vide Gráfico 4.8).



**Gráfico 4.8 – Perfil da Autoprodução de Energia Elétrica no Setor Energético do Rio de Janeiro – 1995**

Fonte: elaboração própria,

a partir do GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (1997b).

O complexo petrolífero da Bacia de Campos foi responsável pela geração de 167 MW, 45% do total estadual autoproduzido em 1997. As plataformas fixas respondem pela maior parte, utilizando o gás natural “úmido” como combustível. Este conjunto não interfere no sistema elétrico estadual por tratar-se de um sistema isolado, auto-suficiente em energia elétrica. As refinarias de Manguinhos e a de Duque de Caxias foram responsáveis por 18% do total autoproduzido.

Já a autoprodução de energia elétrica no parque agro-industrial suco-alcooleiro, concentrado na região de Campos, apesar de ainda alta, cresceu muito pouco no período de 1990-97, passando a ser responsável por 11% do total autoproduzido de energia em 1997. Este subsector não é auto-suficiente em energia elétrica, complementando suas necessidades, sobretudo na entre-safra, com eletricidade proveniente da rede da CERJ. Em 1997, a capacidade instalada de autoprodução das usinas e destilarias totalizou cerca de 40 MW, a partir do bagaço de cana. As usinas que aproveitam a energia a partir do bagaço no RJ são: Sapucaia, Santa Cruz, Paraíso, São José e Cupim, em Campos; Barcelos, em São João da Barra; a usina de Quissamã; a usina de Carapebus; Pureza, em São Fidélis; e Agrisa, em Cabo Frio (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997b). Este quadro pode ser revertido através do aperfeiçoamento das caldeiras utilizadas na cogeração

de eletricidade, possibilitando inclusive a geração de excedentes de energia para comercialização (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1994).

A disponibilidade de suprimento de energia elétrica deve-se alterar em 2004/06, dada a previsão de expansão do parque gerador e a previsão de mercado futuro. A parcela importada de outros estados deve reduzir de 61% para 44%, em função da entrada em operação da Usina Nuclear de Angra II, da implantação de três usinas à gás natural "seco", da conversão para gás natural e repotenciamento da UTE de Campos e da elevação do crescimento da autoprodução (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1994). Com relação aos investimentos previstos, estes totalizaram 4.179 milhões no período de 1995-99. Furnas participou com 55%, a Light com 36% e a CERJ com 9%.

Quanto ao potencial de geração por Fontes Alternativas para a expansão da oferta de energia elétrica no Estado do RJ, tem-se como opção as energias eólica e solar. O levantamento do potencial eólico nacional, realizado pela ELETROBRÁS (1988), identificou as duas regiões mais promissoras para a exploração: Planície de Campos, com um potencial de 142 a 284 MW, e Ilha de Guaíba, no litoral sul fluminense, com um potencial de 1 a 2 MW, segundo os critérios locais com potência média bruta maior que 80 W/km<sup>2</sup>, velocidade média do vento maior que 3,5 m/s e probabilidade de calmaria inferior a 25%.

Os dados de radiação solar também são promissores para a Região Norte Fluminense. Considerando as medições realizadas entre as 6 e as 18 horas durante quatro anos<sup>60</sup>, a média anual da taxa de radiação solar global diária para a Região de Campos equivale a 16,71 MJ/m<sup>2</sup>. A maioria dos dias do ano, mais precisamente 64% dos dias, possuem uma taxa de radiação acima de 14,4 MJ/m<sup>2</sup>, ideal para aquecimento de água através de coletores solares (ver item 5.2.3 do próximo capítulo). No entanto, nenhum dos projetos-piloto de exploração de energia solar foi realizado no município de Campos, nem coletor solar, nem sistema fotovoltaico. As áreas no Estado do RJ beneficiadas com projetos de energia solar são: área não eletrificada do município de Três Rios, comunidade de pescadores que vivem na Ilha do Martins, município de Itaguaí, nas Ilha de Jaguanum e de Itacuruçá, no município de Mangaratiba, e comunidade de Araçatiba, na Ilha Grande, município de Angra dos Reis.

---

<sup>60</sup> Entre junho de 1979 e agosto de 1983 (CAVALCANTI, s/data).

#### 4.5.2. Consumo de Energia Elétrica no Município de Campos

Com relação ao consumo de energia elétrica no município de Campos dos Goytacazes, tem-se que a CERJ fornece energia para cerca de 106.289 clientes residenciais, 11.713 clientes comerciais e/ou serviços privados, 587 do setor público, 479 industriais, 1.478 rurais e 22 unidades de consumo próprio, num total de 120.567 contas com um consumo total médio mensal de 35.563 MWh (CERJ, 2000)<sup>61</sup> (vide Tabela 4.18):

**Tabela 4.18 – Consumo Médio Mensal de Eletricidade no Município de Campos dos Goytacazes**

Classes de Consumo	Consumo		Número de Clientes*	Consumo por unidade (kWh)
	MWh	%		
Residencial	17.712	49,9	106.289	166,6
Comercial	7.945	22,4	11.713	678,3
Setor Público	2.315	6,5	587	3.943,7
Iluminação Pública	2.063**	5,8	-	-
Industrial	4.729	13,3	479	9.872,6
Rural	647	1,8	1.478	437,7
Unidades CERJ em Campos	58	0,2	22	2.636,4
<b>Total</b>	<b>35.469</b>	<b>100,0</b>	<b>120.567</b>	<b>295,0</b>

Fonte: CERJ, 2000.

Notas: \* contas faturadas

\*\*estimado a partir do conhecimento do parque de lâmpadas fornecido pela Prefeitura.

O setor residencial é a classe de consumo mais representativa em Campos com um consumo médio mensal de 17.712 MWh, o que representa 49,9% do total de eletricidade consumido. Levando em consideração que as 106.289 residências atendidas representam 100% das residências urbanas e rurais existentes, tem-se que 1 unidade consome em média 166,6 kWh num mês.

Em seguida vem a classe comercial e de serviços, representando um consumo médio mensal de 7.945 MWh (22,4% do total) para atender 11.713 estabelecimentos. A média de consumo por unidade comercial é de 678,3 kWh mensais.

O consumo do setor público inclui o consumo nos prédios públicos (federais, estaduais e municipais) somado ao consumo nos serviços públicos que são, respectivamente: 1.449 MWh e 866 MWh, totalizando 2.315 MWh, o equivalente a 6,5% do total. A média de consumo por unidade é de 3.943,7 kWh mensal. A iluminação pública também é bastante representativa, com um consumo médio mensal de 2.063 MWh, representando 5,8% do total.

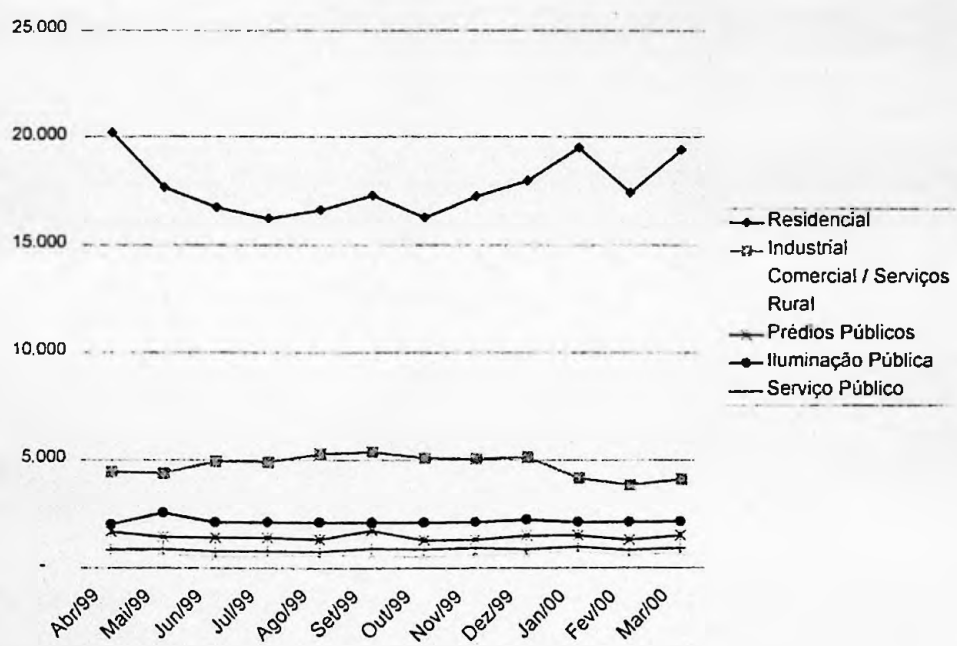
A participação do setor industrial é pequena, 4.729 MWh mensais (13,3%) para atender 479 estabelecimentos. Sendo que algumas indústrias açucareiras se utilizam

<sup>61</sup> média de abril/99 até março/2000.

da autoprodução e geram parte da energia elétrica consumida a partir do bagaço da cana, não elevando, assim, o consumo por unidade, que é de 9.872,6 kWh mensais.

O consumo médio mensal do setor rural representa 1,8% do total. Sendo que é importante frisar que este consumo rural não corresponde a unidades consumidoras que se encontram fora do perímetro urbano propriamente dito e, sim, são assim denominadas por causa do tipo de atividade que exercem. A CERJ possui esta categoria apenas para fins de cobrança de uma tarifa menor. A maioria desse consumo rural se deve, de fato, ao consumo de pequenos estabelecimentos comerciais ligados à venda de produtos agropecuários localizados, em sua grande maioria, dentro das áreas urbanas.

Na análise da evolução do consumo nos últimos 12 meses, por classe de consumo, tem-se que as classes residencial e comercial foram as que mais variaram ao longo dos meses. As curvas referentes às outras classes permaneceram praticamente estáveis (vide Gráfico 4.9).



**Gráfico 4.9 – Evolução do Consumo de Eletricidade**

Fonte: elaboração própria, a partir de CERJ (2000).

Analisando pelo gráfico o consumo energético do setor residencial, vê-se que este apresenta queda a partir do mês de abril/maio muito provavelmente devido à entrada do inverno, diminuindo a demanda de refrigeração. No mês de julho até setembro tem-se um aumento sutil devido ao maior consumo para aquecimento de água de chuveiro elétrico e com iluminação. A partir de outubro / novembro, quando começa o verão, o consumo elétrico aumenta até alcançar o nível máximo no mês de março / abril. Isto é devido ao aumento do consumo com refrigeração.



O consumo energético do setor comercial / serviços apresenta curva semelhante ao setor residencial. A diferença é que os aumentos de consumo vistos na curva são devidos ao aumento das demandas de ar condicionado e de refrigeração. No mês de setembro tem-se um pequeno aumento, provavelmente devido ao aumento da demanda por iluminação artificial.

As outras curvas dos outros setores praticamente não sofrem a influência das mudanças de clima e das estações do ano. O mesmo acontece para os prédios públicos onde não se tem muita refrigeração.

Para finalizar este capítulo, a seguir é mostrada uma estimativa do consumo de eletricidade distribuído pelos distritos (vide Tabela 4.19).

**Tabela 4.19 – Consumo Mensal de Energia Elétrica nos Distritos**

Distritos	População Total	Consumo Eletricidade	
		MWh/mês	%
Campos dos Goytacazes	222.811	20.287	57,2
Goytacazes	74.093	6.746	19,0
Travessão	18.576	1.691	4,8
São Sebastião de Campos	14.325	1.304	3,7
Mussurepe	9.110	829	2,3
Tocos	8.302	756	2,1
Santo Amaro de Campos	7.261	661	1,9
Dores de Macabu	6.899	628	1,8
Vila Nova de Campos	5.733	522	1,5
Morro do Coco	5.186	472	1,3
Santo Eduardo	4.789	436	1,2
Santa Maria	4.720	430	1,2
Morangaba	3.650	332	0,9
Ibitioca	2.787	254	0,7
Serrinha	1.305	119	0,3
<b>Total</b>	<b>389.547</b>	<b>35.469</b>	<b>100%</b>

Fonte: elaboração própria, a partir de CERJ (2000), CIDE (1998) e PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES (1999a).

Sabendo-se que o consumo médio total de eletricidade do município é de 35.469 por mês e que há uma população total de 389.547 habitantes, e considerando que todos se utilizam de eletricidade<sup>62</sup> (independentemente de serem considerados urbanos ou rurais), tem-se que o consumo per capita para Campos é de 91 kWh/mês. A partir daí tem-se uma estimativa de consumo por distritos, uma vez que sabe-se o número total de habitantes de cada distrito.

Como pode-se notar, o 1o. Distrito-sede, o distrito de Campos dos Goytacazes, é o mais representativo em termos de consumo de eletricidade. Este é responsável por 57,2% de todo o consumo do município. Em segundo lugar aparece o distrito de

<sup>62</sup> Isto é razoável na medida em que a zona rural que se tem em Campos é eletrificada em quase 100%, característico da atividade agro-industrial monopolista, representada pela cana-de-açúcar (N. do autor).

Goytacazes (a sudeste do Distrito-sede) com 19%, seguido dos distritos de Travessão (ao norte do Distrito-sede) com apenas 4,8%, e de São Sebastião de Campos (a leste do Distrito-sede), com apenas 3,7% do total de consumo. Estes quatro distritos juntos somam 85% do total. O consumo de energia elétrica nos outros distritos é praticamente desprezível, ficando entre 0,3% e 2,3%. Sabendo-se que esses quatro distritos mais representativos são distritos vizinhos, pode-se afirmar que esta área entre o centro-leste e o litoral é onde encontra-se a maior tendência para o desenvolvimento econômico e urbano do município de Campos dos Goytacazes.

## CAPÍTULO 5 - SOLUÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A ÁREA URBANA DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

Para a análise das possíveis soluções de eficiência energética para Campos dos Goytacazes não se abrangerá os 4.037,8 km<sup>2</sup> (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1999b) do território pertencente ao município. E, sim, especificamente a “cidade de Campos”, isto é, a área urbana do 1o. Distrito-sede, aquela delimitada pelo perímetro urbano. Esta escolha deve-se ao fato de ser esta a área mais desenvolvida do município e, conseqüentemente, a mais representativa em termos de população e de consumo de energéticos. O restante do território é pouco ocupado, possuindo os outros distritos áreas urbanas reduzidas, não delimitadas com clareza e muito pouco desenvolvidas, o que dificulta o seu estudo. Mas isso não significa que as soluções aqui estudadas para o 1o. Distrito-sede não possam ser replicadas para as áreas urbanas dos outros distritos ou, ainda, para outros municípios da Região Norte, desde que resguardadas as devidas proporções.

O 1o. Distrito-sede, também denominado Campos dos Goytacazes, possui uma área total (urbana e rural) de 250,54 km<sup>2</sup><sup>63</sup> e é subdividido em três sub-distritos (vide Figura 5.1).



Figura 5.1 – Foto de Parte da Área Urbana em Estudo

Fonte: elaboração própria.

A área mais urbanizada abrange apenas 23,3% do 1o. Distrito-sede. São 17,60 km<sup>2</sup> do 1o. sub-distrito, 14,43 km<sup>2</sup> do 2o. sub-distrito e 26,27 km<sup>2</sup> do 3o. sub-distrito, totalizando 58,30 km<sup>2</sup>, conforme Tabela 5.1 a seguir .

<sup>63</sup> Calculada a partir do Mapa Rodoviário de 1995, fornecido pela Prefeitura de Campos dos Goytacazes.

**Tabela 5.1 – Quadro de Áreas do 1o. Distrito-sede de Campos**

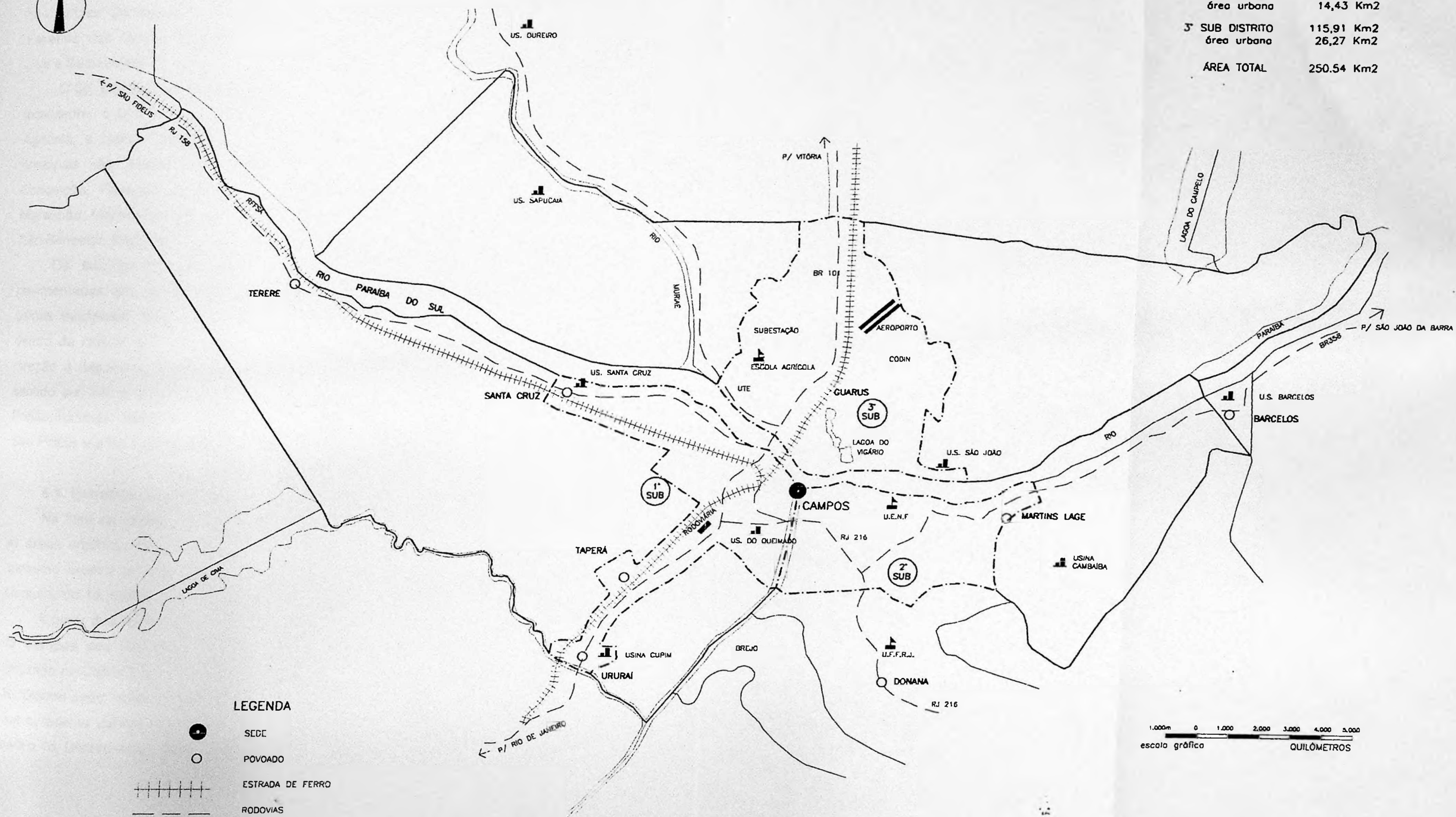
Sub-distritos do Distrito Sede	Área Total (km2)	Área Urbana	
1o. sub-distrito	100,10	17,60 km2	17,6%
2o. sub-distrito	34,53	14,43 km2	41,8%
3o. sub-distrito	115,91	26,27 km2	22,7%
<b>Total do Distrito-sede</b>	<b>250,54</b>	<b>58,30 km2</b>	<b>23,3%</b>

Fonte: elaboração própria.

Pelo Mapa do 1o. Distrito-sede de Campos dos Goytacazes (vide Folha A3 – próxima página) percebe-se claramente que o desenho da área urbana não é fruto de um planejamento prévio e, sim, da localização e do desenvolvimento das usinas de açúcar que sempre funcionaram como verdadeiros pólos de atração. Na tentativa de descrever a área urbana do 1o. Distrito-sede, tem-se que esta se inicia ao norte no 3o. sub-distrito, na saída da rodovia BR 101 no sentido para Vitória, seguindo na direção sudeste, contornando os limites do aeroporto e do distrito industrial e seguindo para o sul até encontrar a Usina São João, na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul. A leste, na estrada para a Usina Barcelos, na margem direita do Rio Paraíba do Sul, estende-se uma pequena faixa de área urbana. Ao sul a área urbana estende-se ao longo de todo o limite do 2o. sub-distrito com o 2o. Distrito até a Usina do Queimado, a oeste. Daí, deflexiona-se para a esquerda, no sentido sudoeste, no 1o. sub-distrito, criando uma grande “ponta” irregular de área urbana em torno da BR 101 (sentido Rio de Janeiro) e da RFFSA até o Povoado de Ururá, onde está localizada a Usina Cupim. A oeste surge outra grande “ponta”, na estrada para São Fidélis, se finalizando na Usina Santa Cruz. Daí, na altura do Rio Muriaé, o limite urbano segue novamente para o norte, fechando, dessa forma, o perímetro urbano.

O limite entre o 1o. e o 2o. sub-distritos é o canal Campos-Macaé que desemboca no Rio Paraíba do Sul, exatamente onde a cidade foi fundada – na Praça São Sebastião. O limite do 3o. sub-distrito com os outros dois sub-distritos é o próprio Rio Paraíba do Sul.

No 1o. sub-distrito encontra-se a porta de entrada da cidade, marcada pela existência da rodoviária interestadual e de um monumento em homenagem aos índios goitacazes. Os bairros principais do 1o. sub-distrito são: Alecrim, Alegria, Barro Branco, Boa Vista, Cacomanga, Cajueiro, Conceição, Conceição da Barra, Fazenda do Alegre, Fazenda Grande, Figueira, Goiabal, Iterere, Lameirão, Mangueira, Marreca, Maça da Canoa, Monjolo, Morro Bravo, Olinda, Passo Redondo, Pau Ferro, Queimado, Santa Cruz, Santa Rita, São José, São Marcos, Taperá, Vista Alegre e Ururá.



#### LEGENDA

- SEDE
- POVOADO
- +++++ ESTRADA DE FERRO
- RODOVIAS
- LIMITE DISTRITAL
- - - LIMITE DO PERIMETRO URBANO

#### ÁREAS

1º SUB DISTRITO	100,10 Km <sup>2</sup>
área urbana	17,60 Km <sup>2</sup>
2º SUB DISTRITO	34,53 Km <sup>2</sup>
área urbana	14,43 Km <sup>2</sup>
3º SUB DISTRITO	115,91 Km <sup>2</sup>
área urbana	26,27 Km <sup>2</sup>
ÁREA TOTAL	250,54 Km <sup>2</sup>

1.000m 0 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000  
escala gráfica QUILOMETROS

MAPA DO 1º DISTRITO SEDE DO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA A PARTIR DO MAPA RODOVIÁRIO DE 1995



Já no 2o. sub-distrito tem-se a zona comercial mais representativa de todo o município, o Centro Histórico, a classe mais abastada, o Hipódromo Lineu de Paula Machado, o Teatro Trianon, a Universidade e o Horto Municipal. Os bairros principais são: Airizes, Cambaíba, Curral Falso, Fazenda Boa Esperança, Fazenda Conceição, Fazenda das Dores, Fazenda Flora, Fazenda Floresta, Goiabal, Jenipapo, Martins Laje e Saquarema.

O 3o. sub-distrito é praticamente residencial de classe média baixa e onde estão localizados: o Distrito Industrial (CODIN), o Aeroporto Bartolomeu Lisandro, a Escola Agrícola, a Usina Termelétrica Roberto Silveira e a Lagoa do Vigário. Os bairros principais são: Abadia, Baronesa, Barra Seca, Boa Vista, Bom Jesus, Caconda, Conceição, Fazenda do Alto, Fazenda da Penha, Flexeira, Guarús, Mantiqueira, Maranhão, Morrinhos, Paraíso, Piedade, Porto do Bonde, Santa Luzia, Santo Antônio, São Benedito, São João, Sapucaia e Sítio Brejo Grande.

Os sub-distritos são interligados por uma importante rede de estradas pavimentadas que se estendem e atendem ao restante do município e a todas as usinas existentes. São duas rodovias federais e duas estaduais que passam por dentro da cidade de Campos. A BR 356 parte de São João da Barra e segue em direção a Itaperuna. A BR 101, no sentido norte, liga Campos a Vitória (ES) e, no sentido sul, faz a ligação do município com as cidades de Casimiro de Abreu, Rio Bonito, Itaboraí, Niterói e Rio de Janeiro. A RJ 158 realiza a ligação de Campos com São Fidélis e a RJ 216 liga a sede até o Farol de São Tomé, no litoral campista.

### **5.1. Estrutura do Consumo de Eletricidade da Área Urbana em Estudo**

Na falta de dados oficiais desagregados sobre o consumo de eletricidade para as áreas urbanas, será aqui considerado números aproximados e, também, que o consumo urbano de eletricidade da área em estudo é equivalente a totalidade de consumo do 1o. Distrito-sede.

A partir dos dados fornecidos pela CERJ (2000) para a totalidade do município de Campos dos Goytacazes e das estimativas de consumo mensal por distritos realizada no Capítulo 4 – onde tem-se um consumo médio de 20.287 MWh/mês para o 1o. Distrito-sede, foram realizados diversos cálculos e gerou-se a Tabela 5.2 a seguir, que apresenta valores médios de consumo mensal de eletricidade para o Município e para o 1o. Distrito-sede, segundo as diversas classes de consumidores.

**Tabela 5.2 – Consumo Médio Mensal de Eletricidade do Município e do 1o. Distrito-sede, Segundo as Classes de Consumidores**

Classe de Consumidores	Consumo (MWh)		No. de estabelecimentos	
	Município	1 distrito	Município	1 distrito
Indústrias	4.729	3.026	479	307
Comércio e Serviços	7.945	5.084	11.713	7.496
Residências	17.712	9.435	106.289	60.219
Setor Público	2.315	1.233	587	333
Iluminação Pública	2.063	1.477	-	-
Outros*	705	32	1.500	-
<b>Total</b>	<b>35.469</b>	<b>20.287</b>	<b>120.567</b>	<b>68.500**</b>

Fonte: elaboração própria, a partir de CERJ, 2000.

Notas: \*Rural e Unidades da CERJ.

\*\*Aproximado, pois não foi contabilizado o no. estabelecimentos referente a Outros.

Nota-se que, no 1o. Distrito-sede, o setor residencial é o mais representativo em termos de consumo de energia elétrica, com 9.435 MWh/mês, equivalente a 46,4% do total, seguido do setor comercial e serviços, com 5.084 MWh/mês, equivalente a 25% do total.

No caso do segmento industrial foi realizado o seguinte cálculo para se estimar o consumo médio de eletricidade: a partir do Cadastro Industrial do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN, 1999), foi possível extrair que 64% das indústrias cadastradas no município de Campos dos Goytacazes encontram-se no 1o. Distrito-sede. Apesar de nem todas as indústrias estarem listadas, sabe-se que no município todo 479 estabelecimentos industriais são atendidos pela concessionária de energia elétrica, então, proporcionalmente, estima-se que existem em torno de 307 indústrias na área em estudo (64%). Este número multiplicado pelo consumo médio mensal, por estabelecimento, de 9.872,6 kWh<sup>64</sup>, representa um consumo médio de eletricidade no setor industrial de 3.026 MWh/mês.

Para os estabelecimentos comerciais e de serviços está-se assumindo a mesma proporção adotada para o cálculo das indústrias urbanas. Com isso, dos 11.713 estabelecimentos atendidos em todo o município, apenas 7.496 estabelecimentos (64%) encontram-se na área urbana. Multiplicado este número pelo valor médio de consumo de eletricidade de 678,3 kWh mensais<sup>65</sup>, perfaz um consumo aproximado de 5.084 MWh/mês no setor.

Com relação ao setor residencial, está-se considerando que 100% das residências são abastecidas com energia elétrica. Para o cálculo do consumo do 1o. Distrito-sede, foi estabelecido, primeiramente, o número total de domicílios existentes:

<sup>64</sup> Vide Tabela 4.18

<sup>65</sup> Vide Tabela 4.18

**Tabela 5.4 – Número de Domicílios por Renda Familiar Declarada e Média Salarial no 1o. Distrito-sede de Campos**

Faixas (kWh/mês)	Classe I (< de 2 s.m.)		Classe II (2 a 5 s.m.)		Classe III (5 a 10 sm)		Classe IV (10 a 20 sm)		Classe V (> de 20 s.m.)		S/decla		Total	Méd
	%	Unid.	%	Unid.	%	Unid.	%	Unid.	%	Unid.	%	Unid.	Domic.	s.m.
0-30	37,4	3.865	31,3	3.237	10,1	1.044	1,0	104	1,0	104	19,2	1.984	10.340	3,17
31-50	50,0	1.707	35,3	1.205	-		2,9	100	-		11,8	401	3.414	2,50
51-100	30,8	3.244	33,7	3.546	9,6	1.013	1,0	101	1,9	202	23,1	2.432	10.538	3,73
101-150	27,1	2.991	40,2	4.437	4,7	515	2,8	309	2,8	309	22,4	2.476	11.038	4,14
151-300	16,0	2.743	36,7	6.297	16,6	2.842	5,9	1.016	1,8	304	23,1	3.961	17.163	5,26
>300	8,3	644	16,7	1.288	15,3	1.180	15,3	1.181	11,1	858	33,3	2.576	7.726	10,56
Geral	25,3	15.238	33,3	20.073	10,9	6.589	4,6	2.776	2,9	1.746	22,9	13.796	60.219	4,79

Fonte: elaboração própria, a partir de ELETROBRAS-PROCEL, 1997.

A Tabela 5.5 contém os consumos médios mensais por faixa de consumo e por classe de renda. A Classe II é a que apresenta o maior consumo total, com 2.857,1 MWh, seguido da Classe I, com 1.623,5 MWh, explicado pela grande quantidade de domicílios existentes, 20.073 e 15.238 unidades, respectivamente.

**Tabela 5.5 - Consumo Total de Energia Elétrica dos Domicílios por Renda Familiar Declarada no 1o. Distrito-sede de Campos (MWh/mês)**

Faixas (kWh/mês)	Classe I (< de 2 s.m.)	Classe II (2 a 5 s.m.)	Classe III (5 a 10 sm)	Classe IV (10 a 20 sm)	Classe V (> de 20 s.m.)	S/decla	Consumo Total (MWh/mês)
0-30	58,0	48,6	15,7	1,6	1,6	29,8	155,1
31-50	69,1	48,8	-	4,1	-	16,2	138,2
51-100	244,9	267,7	76,5	7,6	15,3	183,6	795,6
101-150	375,4	556,8	64,6	38,8	38,8	310,7	1.385,1
151-300	618,5	1.420,0	640,9	229,1	68,6	893,2	3.870,3
>300	257,6	515,2	472,0	472,4	343,2	1.030,4	3.090,8
Geral	1.623,5	2.857,1	1.269,6	753,5	467,3	2.464,0	9.435,1

Fonte: elaboração própria, a partir de ELETROBRAS-PROCEL, 1997.

O consumo médio mensal de eletricidade cresce com a classe de renda:

- Classe I - 106,5 kWh (1.623,5 MWh/mês / 15.238 domicílios);
- Classe II – 142,3 kWh (2.857,1 MWh/mês / 20.073 domicílios);
- Classe III – 192,7 kWh (1.269,6 MWh/mês / 6.589 domicílios);
- Classe IV – 271,4 kWh (753,5 MWh/mês / 2.776 domicílios); e
- Classe V – 267,7 kWh (467,3 MWh/mês / 1.746 domicílios).

Constatando ser as Classes Residenciais IV e V, as que realmente consomem mais energia elétrica.

Para o setor público, está-se assumindo que no 1o. Distrito-sede estejam

---

ocupantes por domicílio na área de concessão da CERJ (ELETROBRÁS-PROCEL, 1997).



locados 53,3% do total do consumo do setor no município – mesma proporção do setor residencial. Assim, tem-se em todo o município um consumo mensal de 2.315 MWh destinado a suprir os prédios públicos (hospitais, escolas, creches, prédios administrativos, etc - federal, estadual e municipal) e demais instalações comunitárias, com 587 estabelecimentos atendidos, e, no 1o. Distrito-sede, 1.233 MWh/mês de consumo do setor público, com aproximadamente 333 estabelecimentos atendidos.

Para a iluminação pública, tem-se um consumo anual equivalente a 17.729 MWh, ou 1.477 MWh/mês no 1o. Distrito-sede (cerca de 71,6% do total do setor de iluminação pública do município – consumo de 2.063 MWh/mês), calculado a partir do conhecimento sobre a quantidade e os tipos de lâmpadas existentes, conforme apresentado na Tabela 5.6 abaixo.

**Tabela 5.6 - Sistema de iluminação pública de Campos em julho de 2000**

Tipo de Lâmpada	Potência Unitária (W)	Potência Instalada (lâmp + reat)*	Município		1º Distrito	
			Quant. Lâmpadas	Consumo (MWh/ano)**	Quant. Lâmpadas	Consumo (MWh/ano)**
Incandescente	100	100	103	45,11	45	19,71
	150	150	123	80,81	30	19,71
Mista	160	160	4124	2.890,10	2271	1.591,52
	250	250	635	695,33	434	475,23
	500	500	44	96,36	32	70,08
Vapor de Mercúrio	80	89	14974	5.837,16	7359	2.868,69
	125	137	1148	688,87	1116	669,67
	250	266	1769	2.061,03	1449	1.688,20
	400	425	809	1.505,95	716	1.332,83
Vapor de Sódio	70	85	1534	571,11	1333	496,28
	215	236	125	129,21	-	-
	250	275	1552	1.869,38	1234	1.486,35
	360	396	134	232,42	134	232,42
	400	440	3412	6.575,61	2942	5.669,82
	800	864	8	30,27	8	30,27
	1000	1060	12	55,71	-	-
Vapor Metálico	400	435	543	1.034,58	485	924,07
	2000	2070	40	362,66	17	154,13
<b>T o t a l   A n u a l</b>			<b>31.089</b>	<b>24.762</b>	<b>19.605</b>	<b>17.729</b>

Fonte: Dados fornecidos pela CamposLuz, da Prefeitura Municipal de Campos.

Nota: \*refere-se a potência unitária da lâmpada + potência relativa à perda no reator.

\*\*consumo = potência instalada x quantidade de lâmpadas x 4.380 horas de utilização/ano.

Com relação à classe de consumidores chamada "Outros", na Tabela 5.2, esta refere-se ao consumo rural e ao consumo próprio da CERJ. Para o cálculo destes consumos no 1o. Distrito-sede, subtraiu-se do consumo total conhecido para o município (20.341 MWh/mês) todos os consumos calculados anteriormente para as classes industrial, comercial, residencial e público, restando, portanto, 32 MWh/mês referente a outros consumos. Optou-se por não fazer o cálculo do número de estabelecimentos existentes devido à grande incerteza de atividades envolvidas.

## **5.2. Soluções Eficientes para Redução do Consumo de Energia Elétrica**

### **5.2.1. Implantação de um Sistema Eficiente de Iluminação das Vias**

O potencial de economia de energia elétrica na iluminação pública do 1o. Distrito-sede de Campos é bastante considerável, em torno de 338 MWh/mês (1,7% do total). Isto pode ser conseguido através da substituição de componentes ineficientes do sistema (lâmpadas, luminárias e reatores) por outros mais eficientes.

Após a análise do parque de lâmpadas existentes, os seguintes critérios técnicos foram considerados para o desenvolvimento da proposta de melhoria da eficiência energética para o sistema de iluminação pública da área em estudo:

1. Substituição total das lâmpadas incandescentes e mistas existentes, e suas respectivas luminárias, por lâmpadas Vapor de Sódio de Alta Pressão – VSAP de maior eficiência, através da equivalência de lúmens.

2. Substituição total das lâmpadas do tipo VM – Vapor de Mercúrio, e seus respectivos reatores, por lâmpadas VSAP de maior eficiência, e substituição das luminárias em sua totalidade das lâmpadas VM 125, VM 250 e VM 400 e parcialmente (20%) das lâmpadas VM 80.

3. Substituição parcial das lâmpadas VSAP, e seus respectivos reatores e luminárias, a saber: lâmpadas de potências não convencionais VSAP 360 e VSAP 800 por lâmpadas de VSAP 250 e VSAP 400 (com instalação de economizador), respectivamente, com redução na potência instalada mas com ganhos luminotécnicos, advindo da substituição das luminárias antigas por outras mais eficientes.

4. As lâmpadas VSAP 70 e VS 400 devem ser mantidas, desde que sejam instaladas fotocélulas duplas e economizadores, respectivamente, com o objetivo de reduzir o número de pontos de luz ligados durante o dia e, dessa forma, reduzir o consumo de energia elétrica.

5. As 155 lâmpadas de Multivapores Metálicos – MVM de 400W e 17 lâmpadas MVM 2000 podem ser mantidas, por estarem sendo utilizadas em quadras e praças.

6. Substituição total de 90 lâmpadas MVM 400, e seus respectivos reatores e luminárias, por lâmpadas VSAP 250, por estarem sendo utilizadas em vias públicas que não solicitam um serviço especial.

7. Redução do número de pontos de lâmpadas de MVM 400 utilizadas em vias. Atualmente existem 240 lâmpadas de MVM 400 que são utilizadas em sistema de quatro pétalas e cada pétala comporta 2 lâmpadas, operacionalmente ruim para o sistema. Adotou-se eliminar 1 lâmpada em cada pétala, reduzindo-se para 120 lâmpadas, mantendo duas pétalas com MVM 400 e substituindo as outras duas lâmpadas, e seus respectivos reatores, por VSAP 250. Todas as pétalas (luminárias) também devem ser substituídas por outras de maior rendimento, resultando na melhor

qualidade do fluxo luminoso emitido.

Na Tabela 5.7 é apresentada a nova proposta, desenvolvida com base na metodologia adotada pelo Reluz, Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente, lançado recentemente pelo Ministério de Minas e Energia, através da ELETROBRÁS e em parceria com a ANEEL.

**Tabela 5.7 – Sistema de Iluminação Pública Proposto para o 1o. Distrito-sede de Campos**

Sistema Existente (tipo lâmpada)	Sistema Proposto (tipo lâmpada)	Pot. Inst. (lâmpada + reator)	Quant. De Lâmp.	Consumo proposto (MWh/ano)	Redução Prevista	
					Potência (kW)	Energia MWh/ano
Incandesc. 100	V. Sódio AP 70	85	45	16,8	0,68	3,0
Incandesc. 150	V. Sódio AP 70	85	30	11,2	1,95	8,5
Mista 160	V. Sódio AP 70	85	2.271	845,5	170,33	746,0
Mista 250	V. Sódio AP 70	85	434	161,6	71,61	313,7
Mista 500	V. Sódio AP 150	170	32	23,8	10,56	46,3
V. Mercúrio 80	V. Sódio AP 70	85	7.359	2.739,8	29,44	128,9
V. Mercúrio 125	V. Sódio AP 70	85	1.116	415,5	58,03	254,2
V. Mercúrio 250	V. Sódio AP 150	170	1.449	1.078,9	139,10	609,3
V. Mercúrio 400	V. Sódio AP 250	275	716	862,4	107,40	470,4
V. Sódio AP 70	MANTÉM *	85	1.333	496,3	0,00	0,0
V. Sódio AP 250	MANTÉM	275	1.234	1.486,4	0,00	0,0
V. Sódio AP 360	V. Sódio AP 250	275	134	161,4	16,21	71,0
V. Sódio AP 400	MANTÉM **	440	2.942	5.669,8	0,00	0,0
V. Sódio AP 800	V. Sódio AP 400 **	440	8	15,4	3,39	14,9
MV. Metálico 400	MANTÉM	435	155	295,3	0,00	0,0
MV. Metálico 400	V. Sódio AP 250	275	90	108,4	14,40	63,1
MV. Metálico 400	MANTÉM ***	435	60	114,3	26,10	114,3
MV. Metálico 400	V. Sódio AP 250***	275	60	72,3	35,70	156,4
MV. Metálic 2000	MANTÉM	2.070	17	154,1	0,00	0,0
V. Sódio 70	Fotocélula Dupla	---	1.333	---	0,80	3,46
----	Fotocélula Dupla	---	11.255	---	6,75	29,16
V. Sódio AP 400	Economizador	---	2.942	---	235,36	1.017
----	Economizador	---	8	---	0,64	276
<b>T o t a l   A n u a l</b>			<b>19.485</b>	<b>14.729</b>	<b>928,45</b>	<b>4.052</b>

Fonte: elaboração própria.

Nota: \*instalação apenas de fotocélula dupla. \*\*com instalação de economizadores.

\*\*\*com redução do número de pontos pela metade.

Mas para que o sistema de iluminação pública seja, de fato, eficiente, não basta apenas trocar os equipamentos atuais por outros de tecnologia mais moderna. É necessário que o sistema priorize os vários grupos de usuários, tendo como objetivos seu conforto e segurança, atendendo corretamente às suas necessidades visuais noturnas, ao mesmo tempo em que observa os aspectos técnicos relativos ao tipo de cada logradouro, à localização e espaçamento dos pontos de luz, aos critérios de reposição e manutenção e ao contexto urbanístico onde está inserido.

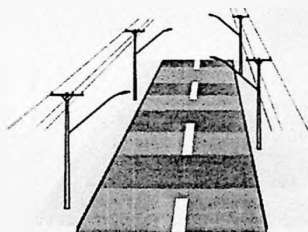
A iluminação nas vias de tráfego de veículos motorizados deve proporcionar uma rápida e confortável visão, permitindo ao motorista tomar decisões precisas, tais como freadas e/ou manobras. No caso de áreas residenciais e vias exclusivas para

pedestres, o principal objetivo deve ser orientar o deslocamento das pessoas e facilitar o reconhecimento facial. Os valores médios mínimos para os níveis de iluminância variam entre 10 e 20 lux (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992), de acordo com a classificação da via pública, tipo e volume de tráfego de veículos e/ou pedestres. Na proposta apresentada, alguns níveis luminotécnicos tiveram que ser adequados.

O posicionamento da luminária deve ser adequado à iluminância de forma a evitar o efeito de "ofuscamento", sensação desagradável causada por uma iluminação excessiva. Para limitar o ofuscamento devem ser utilizadas luminárias com reduzida intensidade luminosa ou refratores apropriados.

As relações entre fluxo luminoso e altura de montagem também são de extrema importância para uma correta iluminação. A utilização de lâmpadas com elevado fluxo luminoso em baixas alturas resultam no efeito de "zebramento", isto é, existência de sucessivas regiões claras e escuras, que causam fadiga visual ao motorista, constituindo-se em grande fator de risco de acidentes (Figura 5.2).

No caso do 1o. Distrito-sede de Campos, devem ser substituídos em torno de 30% dos braços existentes de forma a adequar o fluxo luminoso das vias.



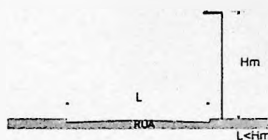
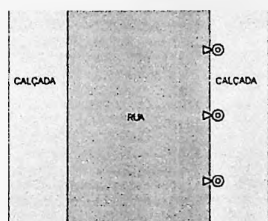
**Figura 5.2 – Iluminação de Via Apresentando “zebramento”**

Fonte: BARBOSA *et al.*, 1998.

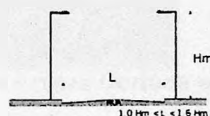
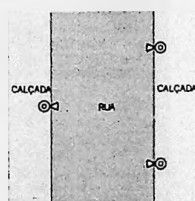
Na escolha da altura de montagem deve ser prevista a disponibilidade de veículos adequados à sua manutenção. A utilização de postes com altura de montagem superior a 14 metros poderá, eventualmente, impossibilitar a manutenção através de veículos convencionais. Deve-se verificar ainda determinadas características das vias, tais como volume de tráfego e importância para o comércio, considerando os transtornos que os serviços de manutenção podem acarretar.

Quanto à locação dos postes, deve-se dispor de maneira tal que se obtenha níveis mínimos de iluminância, observando os critérios de disposição das luminárias, tipo de lâmpadas e altura de montagem recomendados. Existem quatro tipos de posteação que podem ser adotados (vide Figura 5.3) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1992):

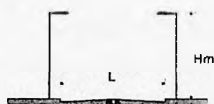
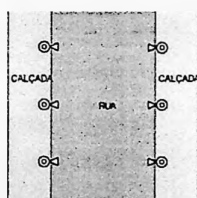
- unilateral, quando a altura de montagem ( $H_m$ ) é  $<$  ou  $=$  a largura da pista ( $L$ );
- bilateral alternada, quando  $1 H_m <$  ou  $= L <$  ou  $= 1,6 H_m$ ;
- bilateral frente a frente, quando  $L > 1,6 H_m$ ;
- central, quando  $L > 1,6 H_m$  e a largura do canteiro central for menor que 6 m.



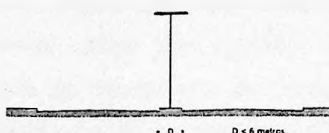
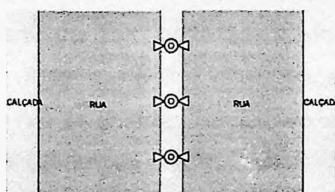
Posteação unilateral



Posteação bilateral alternada



Posteação bilateral frente a frente



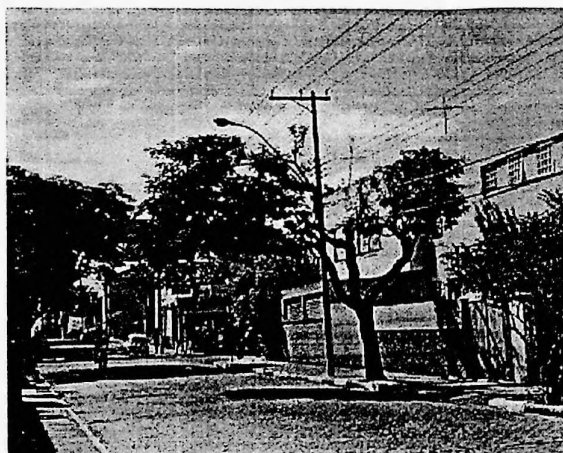
Posteação central

**Figura 5.3 – Disposição dos Postes nas Vias**

Fonte: BARBOSA *et al.*, 1998.

O espaçamento entre os postes deve ser menor ou igual a três vezes a altura de montagem. Com a utilização de luminárias eficientes, o espaçamento poderá chegar a até 5 vezes a altura de montagem (BARBOSA *et al.*, 1998).

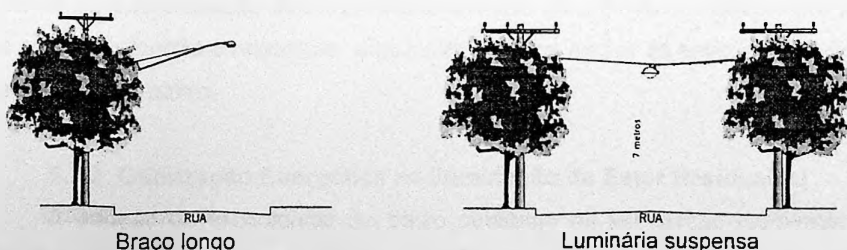
Todo um cuidado deve se ter com a iluminação de vias arborizadas. Ainda mais em Campos, onde há um sério problema de confronto arborização x equipamentos de iluminação pública, veja na foto um caso bem freqüente de mau desempenho da iluminação na Rua Voluntários da Pátria (vide Figura 5.4).



**Figura 5.4 – A Lâmpada ilumina a Copa da Árvore Cortada em “V”  
na Rua Voluntários da Pátria, em Campos**

Fonte: elaboração própria.

Uma rua ou avenida densamente arborizada ou sem poda adequada pode prejudicar o desempenho da iluminação da via. A lâmpada fica direcionada para iluminar a copa da árvore, deixando o passeio e a rua do entorno imediato no escuro. Para que isso não ocorra, deve-se analisar caso a caso e, se preciso, instalar postes com braços mais longos, com aproximadamente 5,6 metros de projeção, usado em vias com posteação unilateral ou central com uma largura que varie entre 6 a 12 metros. Ou, no caso de posteação bilateral, deve-se utilizar uma luminária do tipo suspensa (Figura 5.5). Podem haver casos de áreas tão densamente arborizadas em que a adoção dessas soluções não sejam suficientes, sendo necessário melhorar a iluminação existente através da utilização de iluminação complementar, visando principalmente à iluminação dos passeios.



**Figura 5.5 – Equipamentos Especiais para Áreas Arborizadas**

Fonte: BARBOSA *et al.*, 1998.

Com relação à iluminação ornamental, que tem como objetivo principal valorizar espaços abertos, calçadas, áreas ajardinadas e obras de arte, existe uma grande variedade de luminárias e postes disponíveis no mercado com diferentes estilos e distribuição de luz. A iluminação ornamental pode ser locada sem simetria, desde que preserve certa uniformidade luminosa, no mínimo 20 lux (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992). Devem ser utilizados os canteiros, evitando-se a proximidade a árvores com copa muito densa ou qualquer outro obstáculo que prejudique o seu desempenho. Pontos de interesse como bancos, escadas e caminhos devem ser bem iluminados.

E, além de todos os aspectos acima citados, é importante notar que o sistema de iluminação pública é prioritário na organização do espaço público sendo predominante em quantidade. Apesar da sua função noturna, seus equipamentos ocupam o espaço público de forma estável e permanente ao longo de todo o dia. Por isso, o sistema precisa estar organizado esteticamente e integrado ao ambiente urbano, mantendo uma relação compatível com os outros elementos do mobiliário urbano (rede de telefonia, engenhos publicitários, cabines e quiosques, sinalização de trânsito, estatuária, etc.) não podendo estar preocupado somente com a lógica do seu próprio serviço. Portanto, deve atender a três exigências paisagísticas básicas (IBAM 1996):

- de escala – a iluminação deve acompanhar a escala do espaço onde será implantada, não chamando atenção sobre si própria em consequência de sua altura ou envergadura exagerada;
- de ritmo – nos espaços de circulação, vias e calçadas, o sistema deve transmitir um movimento linear e contínuo. Nas praças, largos e parques, deve respeitar as suas características de permanência; e
- de flexibilidade – manipular as fontes de luz recorrendo a soluções que valorizem o espaço urbano sem deixar de atender às exigências de iluminância e integração à paisagem urbana.

Para se conseguir isso, a iluminação pública deve possuir uma harmonia formal através da padronização dos seus equipamentos garantindo, inclusive, mais agilidade na sua manutenção e reposição, o que não significa excluir as especificidades de cada caso, de cada bairro.

### **5.2.2. Otimização Energética na Iluminação do Setor Residencial**

A adoção de tecnologias de baixo consumo na iluminação residencial do 1o. Distrito-sede de Campos assume importância por ser este um segmento representativo no consumo de eletricidade. O setor residencial da área em estudo

consome 9.435 MWh/mês, conforme estimativas apresentadas na Tabela 5.2, sendo cerca de 24% equivalente à iluminação artificial (ELETROBRÁS-PROCEL, 2000), ou seja, 2.264,4 MWh/mês. Caso os domicílios substituíssem pelo menos um ponto de lâmpada incandescente de 60W, que seja habitualmente utilizada por mais tempo (por exemplo, na cozinha ou em área externa), por lâmpada fluorescente compacta de 15W (incluindo potência do reator acoplado), isto resultaria em uma redução de 293 MWh/mês no consumo de energia elétrica (1,4% do total).

A incidência de lâmpadas incandescentes de 60W instaladas nos domicílios localizados na área de concessão da CERJ é bastante elevada, conforme apresentado na Tabela 5.8 abaixo.

**Tabela 5.8 - Distribuição Percentual das Lâmpadas Instaladas nos Domicílios da Área de Concessão da CERJ**

Faixas (kWh)	INCANDESCENTES					FLUORESC		F. COMPACT		OUTRO	Domic. (un)
	25W	40W	60W	100W	150W	20W	40W	STND	CIRC		
0-30	0.62	20.62	75.05	1.44		1.86	0.41				10.340
31-50		39.41	57.65	0.59		1.18		1.18			3.414
51-100	0.53	20.56	73.64	2.11		2.81	0.35				10.538
101-150	0.16	19.19	75.48	0.97	0.16	2.42	1.45			0.16	11.038
151-300		16.47	72.90	2.30	0.09	2.30	3.81	0.97	0.53	0.62	17.163
>300	0.26	15.12	66.28	1.55		7.24	6.59	2.07	0.13	0.78	7.726

Fonte: ELETROBRAS-PROCEL, 1997 e Tabela 5.3.

A partir desses dados de distribuição percentual e sabendo-se a quantidade de domicílios existentes no 1o. Distrito-sede, por faixa de consumo<sup>67</sup>, pode-se calcular o número de domicílios que utilizam esses tipos de lâmpadas incandescentes, a saber: 7.760 unidades – 0 a 30 kWh; 1.968 unidades – 31 a 50 kWh; 7.760 unidades – 51 a 100 kWh; 8.331 unidades – 101 a 150 kWh; 12.512 unidades – 151 a 300 kWh; e 5.121 unidades – mais de 300 kWh. Perfazendo um total de aproximadamente 43.400 domicílios no 1o. Distrito-sede (72% do total de domicílios).

Com relação ao número médio de lâmpadas instaladas por unidade domiciliar, novamente o uso das lâmpadas incandescentes de 60W se sobressai. O número de lâmpadas varia de 2,88 unidades, nos consumidores da faixa 2, até 6,66 unidades, nos consumidores na faixa 6 (vide Tabela 5.9).

<sup>67</sup> Vide Tabela 5.3



**Tabela 5.9 - Número Médio de Lâmpadas Instaladas por Unidade Domiciliar**

Faixas (kWh)	INCANDESCENTES					FLUORESC		F. COMPACT		OUTRO	Domic. (un)
	25W	40W	60W	100W	150W	20W	40W	STND	CIRC		
0-30	0,03	0,97	3,53	0,07		0,09	0,02				10.340
31-50		1,97	2,88	0,03		0,06		0,06			3.414
51-100	0,03	1,11	3,99	0,11		0,15	0,02				10.538
101-150	0,01	1,08	4,25	0,05	0,01	0,14	0,08			0,01	11.038
151-300		1,09	4,81	0,15	0,01	0,15	0,25	0,06	0,04	0,05	17.163
>300	0,03	1,52	6,66	0,16		0,73	0,66	0,21	0,01	0,07	7.726

Fonte: ELETROBRAS-PROCEL, 1997.

O número médio de horas por dia que essas lâmpadas juntas são utilizadas variam de acordo com o tipo e faixa de consumo, variando também o consumo de energia elétrica. Na Tabela 5.10 tem-se o consumo médio mensal de eletricidade referente ao uso das lâmpadas de 60W por unidade domiciliar e no 1o. Distrito.

**Tabela 5.10 – Consumo Médio Mensal de Eletricidade das Lâmpadas Incandescentes de 60 W, por Unidade Domiciliar e do 1o. Distrito-sede**

Faixas (kWh)	Número médio de horas de uso / dia	Consumo Domic. (kWh/mês)	Unidades Domiciliares	Consumo Distrito (MWh/mês)
0-30	7,85	14,13	7760	109,65
31-50	7,21	12,98	1968	25,54
51-100	7,33	13,19	7760	102,39
101-150	7,15	12,87	8331	107,22
151-300	7,94	14,29	12512	178,82
>300	10,09	18,16	5121	93,01

Fonte: elaboração própria, a partir de ELETROBRAS-PROCEL, 1997.

Portanto, o consumo total do 1o. Distrito-sede, equivalente somente ao uso de lâmpadas de 60W, é de 617 MWh/mês.

Substituindo-se um ponto de lâmpada incandescente de 60W por fluorescente compacta de 15W, este consumo passaria para 324 MWh/mês – isto é, uma energia economizada em torno de 293 MWh/mês. Veja abaixo os consumos mensais de uma lâmpada de 60W e uma de 15W para o 1o. Distrito-sede, considerando, para efeito de cálculo, 5 horas de uso diário:

- Consumo 60W = 5 horas x 60W x 30 dias = 9 kWh/mês  
Para o 1o. Distrito = 9 kWh/mês x 43.400 domicílios = 391 MWh/mês
- Consumo 15W = 5 horas x 15W x 30 dias = 2,25 kWh/mês  
Para o 1o. Distrito = 2,25 kWh/mês x 43.400 domicílios = 98 MWh/mês

Analisando agora os percentuais apresentados na Tabela 5.11, relativos ao conhecimento dos novos modelos de lâmpadas compactas, obteve-se um percentual

de aproximadamente 54,6% de clientes que declararam conhecer estes novos modelos. Observa-se que este percentual cresce com a faixa de consumo.

**Tabela 5.11 - Percentual de Domicílios por Conhecimento de Novos Modelos de Fluorescentes**

Faixa (kWh)	0-30	31-50	51-100	101-150	151-300	>300	Geral
SIM	41,58	38,24	56,19	55,45	57,65	68,83	54,61
NAO	58,42	61,76	43,81	44,55	42,35	31,17	45,39

Fonte: ELETROBRÁS-PROCEL, 1997.

Apesar de considerável desconhecimento dos novos modelos (45,4%), há uma certa intenção dos clientes da CERJ em utilizá-los, conforme revelam os percentuais da Tabela 5.12. Aproximadamente 69% dos clientes estariam dispostos a adquirir os novos modelos de lâmpadas. Entretanto, a aquisição dependeria do preço, sendo que a maioria só pretende comprar caso o preço unitário não seja superior a R\$4,00.

**Tabela 5.12 - Percentual de Domicílios por Quanto Pagaria por uma Nova Fluorescente**

Faixa (kWh)	< R\$ 1	R\$ 1 a 4	R\$ 5 a 9	R\$ 10 a 14	R\$ 15 a 19	R\$ 20 a 30	Não Compra
0-30	25,00	21,05	5,26	3,95			44,74
31-50	14,29	21,43	7,14				57,14
51-100	19,05	33,33	9,52	5,95			32,14
101-150	19,77	19,77	18,60	1,16	1,16		39,53
151-300	19,72	39,44	20,42	2,82	0,70	0,70	16,20
>300	13,56	28,81	27,12	3,39	1,69		25,42
Geral	19,37	29,47	15,79	3,16	0,63	0,21	31,37

Fonte: ELETROBRÁS-PROCEL, 1997.

Portanto, para que a economia de energia calculada anteriormente seja alcançada, deveria ser implantado em Campos um mecanismo de incentivo, tipo Bônus, a ser criado pelo Governo em parceria com os fabricantes, para compra de uma nova lâmpada. Por exemplo, na entrega da lâmpada incandescente o consumidor pagaria R\$ 4,00 pela fluorescente compacta de 15W.

Estudos comprovam que a substituição das lâmpadas incandescentes é uma boa solução de economia de energia elétrica no setor residencial, principalmente as novas tecnologias que trazem a facilidade da rosca. Em projeção de demanda para 10 anos, realizada por MORET (1996), para o setor residencial do Estado de Rondônia, verificou-se que substituindo pelo menos seis lâmpadas incandescentes de 60W por fluorescentes compactas de 9W em cada domicílio, pode-se obter uma economia

equivalente a até uma usina com potência de 2,4 MW, levando em consideração incentivos fornecidos pelo setor elétrico para a troca das lâmpadas.

Um programa piloto de incentivo à difusão da tecnologias de lâmpadas mais eficientes no setor residencial, desenvolvido por FUGIWARA *et al.* (1996), nas cidades de Americana, Marília e Franca, em São Paulo, teve como resultado uma energia conservada de 2.710 MWh/ano e custo evitado de U\$730,00/kW, além de indicar que o preço ideal para o consumidor adquirir os produtos situa-se entre os limites inferiores de R\$5,27 a R\$7,91 e limites superiores de R\$11,70 a R\$17,54.

Os resultados obtidos na análise econômica de BURINI JR *et al.* (1993) sobre as principais alternativas tecnológicas disponíveis no mercado brasileiro para iluminação, indicam que a competitividade deste setor depende do número médio de horas de uso diário. No setor residencial, a lâmpada incandescente somente passa a ser competitiva em relação à fluorescente compacta se for utilizada por menos que 3 horas por dia.

A experiência de JANNUZZI (1993) na substituição de lâmpadas incandescentes de 60W e 100W por lâmpadas fluorescentes circulares de 22W e 32W, respectivamente, nas cozinhas das residências da cidade de Cosmópolis (SP), mostrou que cerca de 88% (amostra de 380 consumidores), consideram a nova iluminação melhor ou muito melhor que a anterior, sendo o principal motivo a sensação de maior luminosidade obtida (74% dos casos).

Uma maneira de se aproveitar ao máximo as vantagens das novas tecnologias e compor ambientes mais confortáveis e com luminosidades mais agradáveis é fazer uso do chamado *lighting design*, técnica que domina a utilização dos componentes do sistema de iluminação e que promove a integração da luz ao tipo de ambiente, combinando menor consumo de eletricidade com melhor resultado de percepção do espaço. A sala, o quarto, a cozinha e outros ambientes da casa devem receber uma iluminação diferenciada, na medida certa, com focos de luz dirigidos e de acordo com a sua função específica. A luz quando aplicada corretamente, consome eletricidade na medida certa, evitando desperdícios. Com planejamento, evitam-se salas de estar muito iluminadas, sombras no espelho do banheiro, má reprodução de cor na cozinha, ofuscamento no *hall* de entrada, para citar alguns exemplos.

Não adianta de nada ter lâmpadas de última geração caso não se procure usar de forma adequada os difusores, luminárias e equipamentos de controle de luz. Embutir lâmpadas em tetos falsos somente quando realmente for necessário e sempre utilizando lâmpadas refletoras ou outras adequadas, evitando, assim, o aquecimento excessivo que reduz a vida útil da lâmpada. A escolha das cores dos ambientes também é de fundamental importância. Cores escuras nas paredes e tetos diminuem

os índices de reflexão da luz e exigem lâmpadas de maior potência. Em áreas externas (jardins, estacionamentos, etc.) deve ser estudada a possibilidade de se instalar fotocélulas ou temporizadores para controle da iluminação. Dessa maneira, esses espaços tornam-se valorizados sem a necessidade de se consumir mais eletricidade para isso.

E nunca é demais lembrar que, para uma melhor otimização energética na iluminação artificial do setor residencial de Campos, se faz necessário evitar ao máximo que as lâmpadas fiquem acesas durante o dia, mesmo tratando-se de lâmpadas eficientes e/ou técnicas adequadas de utilização das mesmas. É sempre necessário que a residência tenha um desenho de arquitetura mais adequado no sentido de se aproveitar ao máximo os benefícios da iluminação natural.

As aberturas / janelas devem ser dimensionadas levando em consideração o aproveitamento da luz natural em todos os ambientes, seja através de aberturas laterais ou zenitais. Uma boa solução envolvendo a iluminação natural é através de telhas translúcidas que devem ser usadas com moderação para não causar desconforto térmico e, também, estarem acessíveis para que seja feita uma boa manutenção (limpeza). Quando possível, o uso do tijolo de vidro em escadas enclausuradas (de incêndio), que não podem ter janelas, é recomendado para uma melhor aproveitamento da luz natural nesses locais. Ao se construir, deve-se procurar evitar que a fachada de maior área fique posicionada diretamente na direção leste ou oeste, em função da luminosidade excessiva. Aberturas iluminantes corretamente dimensionadas, protegidas da ação direta do sol e mantidas em boas condições de uso, são fontes de luz eficientes e econômicas.

Uma proposta interessante para a conservação de energia através da utilização da luz natural seria a aplicação conjunta desse conceito à automação predial. Os circuitos de iluminação artificial seriam dispostos paralelamente à fonte de luz natural e acionados automaticamente por relés fotoelétricos, quando os níveis de aclaramento são mais baixos do que os pré-estabelecidos. Esta proposta acrescentaria aos custos apenas o acréscimo devido aos relés, mas que poderia ser compensado com a economia de eletricidade.

### **5.2.3. Implantação de Coletores Solares para Aquecimento de Água nos Setores Residencial Classe Alta e Hoteleiro**

Os setores que apresentam maior potencial em Campos para a implantação de coletores solares para aquecimento de água, a baixa temperatura, em substituição ao chuveiro elétrico são os setores Residencial de Alta Renda e o Hoteleiro. São 461 MWh (446 MWh/mês + 15 MWh/mês) de energia elétrica que podem deixar de ser

consumidos mensalmente no 1o. Distrito-sede (2,3% do total). A seguir, são realizadas as análises para cada setor separadamente, a começar pelo Residencial.

Na Tabela 5.13, pode-se constatar que a maioria dos domicílios da área de concessão da CERJ opta pelo uso de chuveiros elétricos no banho. Observa-se que o percentual cresce com a faixa de consumo.

**Tabela 5.13 - Porcentagem de Domicílios por Formas de Aquecimento de Água na Área de Concessão da CERJ**

Faixas (kWh)	Chuveiro elétrico	Gás de rua	GLP (gás botijão)	Boiler	Aquec. Solar	Outras formas	Não esquentada	No. Domic.
0-30	35,96		3,37			10,11	50,56	10.340
31-50	40,63					12,50	46,88	3.414
51-100	55,10		5,10			6,12	33,67	10.538
101-150	50,96	1,92	0,96		0,96	11,54	33,65	11.038
151-300	67,88		3,03			6,67	22,42	17.163
>300	84,72	2,78		1,39		5,56	5,56	7.726

Fonte: ELETROBRAS-PROCEL, 1997.

A partir do conhecimento desse percentual e sabendo-se a quantidade total de domicílios existentes no 1o. Distrito-sede, por faixa de consumo e por nível de renda (de acordo com Tabela 5.4), pode-se montar a Tabela 5.14. No total, são 34.730 domicílios que fazem uso do chuveiro elétrico para aquecimento de água.

**Tabela 5.14 – Número de Domicílios que Utilizam Chuveiro Elétrico, por Faixa de Renda e Por Faixa de Consumo**

Faixa (kWh)	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	S/decla	Total
0-30	1.390	1164	376	38	38	714	3.718
31-50	694	490	-	41	-	163	1.387
51-100	1.787	1954	558	56	111	1340	5.806
101-150	1.524	2261	263	157	157	1262	5.625
151-300	1.862	4274	1929	690	206	2689	11.650
>300	545	1091	999	1000	727	2182	6.545
Geral	7.801	11.234	4.125	1.981	1.240	8.349	34.730

Fonte: elaboração própria, a partir de ELETROBRAS-PROCEL, 1997.

O chuveiro elétrico é um aquecedor de passagem instalado na própria peça de utilização. O aquecimento da água é feito automaticamente ao abrir-se o registro de uso, com duas posições de temperatura a ser obtida – inverno ou verão. A resistência elétrica é acionada por pressão da própria água. A potência e preços variam conforme o tipo e modelo fabricado, podendo, nos modelos mais simples e de menor potência (4.400W) custar menos de US\$ 10 até, nos modelos mais sofisticados e alta potência (8.200W), alguns inclusive com controle eletrônico, custar acima de US\$ 250

(ABRAVA, 2000). Devido ao aquecimento imediato de temperatura da água antes do consumo, a potência do chuveiro elétrico é bem superior ao do *boiler*. Apesar da instalação ser bastante simples, muitos desses equipamentos não obedecem às normas brasileiras e dificilmente possuem o fio terra, por isso apresentam perigo de choque elétrico.

O consumo de eletricidade para banhos de chuveiro elétrico em um domicílio pode ser avaliado pelo tempo de duração do banho<sup>68</sup>. Apesar deste, bem como a frequência dos banhos, serem características culturais e individualizadas, no geral pode-se dizer que o banho de chuveiro elétrico costuma ter menor duração do que no de aquecimento central e que vários fatores contribuem para isso, um deles seria o conforto. Numa pequena amostragem feita por MOREIRA (1985), foi observado que o tempo de banho fica em torno de cinco minutos com o uso de chuveiro elétrico, podendo atingir até 15 minutos quando o aquecimento é central. Na mesma amostra, a vazão da água aquecida, em ambos os casos, ficou por volta de 7,5 litros por minuto.

Outros autores indicam valores diferentes:

- HORNAK (1981), 6 minutos por banho, 14 litros por minuto e temperatura aquecida de 41°C;
- CREDER (1988), 10 minutos por banho, 50 litros por pessoa por dia de água quente necessária a 60°C e 2,5 kW por chuveiro;
- ABRAVA (2000), 8 a 10 minutos de banho e vazão de 7 a 10 litros de água por minuto.

Para efeitos do cálculo de consumo de eletricidade, neste estudo será usado um tempo de banho quente de 8 minutos por ocupante e as seguintes premissas: pelo menos um chuveiro de 4.400W de potência média por residência, média de 3,7 pessoas por domicílio e um banho quente por pessoa por dia. Isso resulta em um consumo mensal médio para aquecimento de água por unidade domiciliar de: 1 chuveiro x 4.400W x 29,6 minutos x 30 dias = 65,1 kWh/mês.

Considerando o total de residências que utilizam chuveiro elétrico, estima-se um consumo de eletricidade devido ao chuveiro elétrico no 1o. Distrito-sede da ordem de 2.261 MWh/mês (24% do setor residencial), sendo a seguinte distribuição por faixa de consumo: Faixa 1 – 242 MWh/mês; Faixa 2 – 90 MWh/mês; Faixa 3 – 378 MWh/mês; Faixa 4 – 366 MWh/mês; Faixa 5 – 758 MWh/mês; e Faixa 6 – 426 MWh/mês. Destes consumos, 60,83% é consumido no período de Ponta (ELETROBRÁS-PROCEL, 1997).

---

<sup>68</sup> Considerando este como sendo o tempo efetivamente em que o equipamento está funcionando, não o tempo da pessoa no banheiro ou box (N. do autor).

Diante deste elevado consumo, a substituição dos chuveiros elétricos por coletores solares no setor residencial representa um mercado promissor, a curto e médio prazos. No entanto, a principal barreira encontrada para a implantação desta solução é o alto custo inicial da instalação dos coletores em residências já construídas, pois em sua grande maioria não tem previsto tubulação isolada de água quente e nem espaço na cobertura / telhado para a instalação dos coletores e a captação solar. Em virtude disso, e sabendo-se que, historicamente, as novas tecnologias sempre têm custos superiores às existentes, só se tornando competitivas após atingirem uma porção no mercado, sugere-se que esta medida seja implantada inicialmente apenas nas residências de alto padrão - onde o custo do coletor, proporcionalmente ao custo da casa, é baixo.

Está-se considerando neste estudo como residências de alto padrão aquelas situadas nas classes III, IV e V; são 7.346 domicílios que fazem uso do chuveiro elétrico. Desses, caso pelo menos as residências situadas a partir da terceira faixa de consumo (mais de 51 kWh/mês – 6.853 domicílios, 11,4% do total da área de estudo) conseguissem substituir seus sistemas atuais por coletores solares, já seria um grande ganho, pois haveria uma redução no consumo de eletricidade de cerca de 446 MWh/mês<sup>69</sup>.

Normalmente, em termos de dimensionamento, um metro quadrado de coletor é capaz de produzir 50 a 70 litros de água aquecida a 40°C – 60°C, em condição média anual de insolação. Sendo a fabricação do coletor constituída com área de coleta média em torno de 2 m<sup>2</sup> por unidade, para uma família média de 4 pessoas (típico em Campos) as empresas sugerem a instalação de áreas superior a 3 m<sup>2</sup> de coletores (MOREIRA, 1985). Acrescentando o reservatório, tubulação, conexão e instalação, o investimento inicial, sem considerar as obras necessárias a adaptação do sistema em residências já existentes, fica em torno de US\$200/m<sup>2</sup> (ABRAVA, 2000).

Sistemas de pequeno porte, com área até 20 m<sup>2</sup>, são em sua maioria do tipo termosifão. Um sistema bem simples que consiste na instalação do reservatório solar em nível superior ao do coletor. A água aquecida no coletor solar torna-se menos densa, ascende para o tanque solar, trazendo a água fria, mais densa do fundo do reservatório para a extremidade inferior do coletor solar, num movimento convectivo contínuo, funcionando assim como um sifão térmico. A água circula enquanto houver insolação ou até que a água do tanque atinja eventualmente a temperatura do coletor. A opção por estes sistemas solares traz como atrativo o uso individual, a auto-

---

<sup>69</sup> Dada a margem de imprecisão desta estimativa, não se está considerando a demanda necessária de um sistema elétrico complementar para suprir de energia o sistema quando em períodos de picos de consumos não previstos e para os dias sem insolação suficiente (N. do autor).

gerência, não possui peças móveis e os custos de manutenção e de operação são desprezíveis. Quando prevista no projeto de novas construções, seu investimento pode ser reduzido a menos do que 5% do custo final da obra.

Uma das dificuldades para a instalação do sistema em construções já existentes é justamente a localização do reservatório solar acima do nível do coletor, que é o posicionamento correto a fim de evitar inversão de fluxo e resfriamento da água, devido à baixa altitude das cumieiras dos telhados em muitas construções. Impedindo que o reservatório solar fique no forro para os coletores solares localizados nas abas dos telhados (vide Figura 3.7 – Capítulo 3). Nesses casos, o reservatório teria que ficar exposto acima do telhado, o que é anti-estético, necessitando de obras extras para fixá-lo ou, no caso de pequenas áreas instaladas, usar circulação forçada. Este sistema consiste na colocação de uma moto-bomba hidráulica, acionada por um controlador diferencial de temperatura, cuja função é a de comparar as temperaturas do coletor com a do reservatório solar e acionar o sistema quando houver água suficientemente aquecida no coletor (MOREIRA, 1985).

O posicionamento dos coletores – isto é, os ângulos de inclinação em relação ao plano horizontal e a orientação privilegiada para o Norte verdadeiro – também é de extrema relevância para maximizar a incidência da luz solar e o ganho de eficiência de conversão quando da instalação dos equipamentos. O posicionamento deve favorecer a situação mais crítica, no caso, o inverno, época em que normalmente se consome mais água quente. Existe uma forte variação da radiação incidente em um coletor solar de acordo com a inclinação à qual este é submetido. A melhor inclinação para um melhor aproveitamento solar é aquela que é igual à latitude do local mais dez graus. Em Campos a latitude é de  $21^{\circ} 45' 15''$ . Somando-se dez graus, tem-se que o ângulo de inclinação recomendado é de 30 graus.

Nas residências já construídas, caso o posicionamento dos coletores não possa seguir a forma de instalação ideal, será necessário conhecer a variação de energia disponível que a disposição das outras formas de instalação trarão e compensar com o aumento da área de coletores.

Outro problema que surge frequentemente, desta vez por parte do usuário residencial, é que, quando este troca o seu sistema convencional para solar, por questões de conforto e por considerar que a água aquecida pelo sol é "gratuita", aumenta o seu consumo. Por isso, no dimensionamento do sistema solar o tempo de banho a ser considerado deve ser mais elevado.

No caso do setor Hoteleiro, Campos já possui experiência bem sucedida da utilização do sistema solar que aponta grandes possibilidades de difusão e aceitação dessa tecnologia. São 18 hotéis no total do 1o. Distrito-sede, sendo que um deles



utiliza o coletor solar ao invés de chuveiros elétricos para aquecimento de água. Trata-se do Hotel Terrazzo, situado no Centro Histórico, à Rua Joaquim Távora. Um prédio de seis pavimentos, construído em 1980 e que utiliza o mesmo sistema de aquecimento solar desde então. Segundo seus administradores nunca foi preciso trocar os coletores, nem tampouco as instalações hidráulicas, e a única manutenção é a limpeza dos vidros dos coletores de três em três meses no começo da manhã ou final da tarde para evitar uma possível quebra do vidro devido ao choque térmico. São 16 coletores solares e dois reservatórios térmicos, que funcionam diariamente com o sistema do tipo termosifão, e um sistema auxiliar elétrico, ligado apenas nas noites de inverno, para atender 45 suítes e um banheiro de funcionários no andar térreo (vide figura 5.6). Em termos de consumo de eletricidade evitado, pode-se dizer que este hotel está deixando de consumir 1.610 kWh/mês, ou uma média de 35 kWh/mês por apartamento. Para este cálculo foram feitas as seguintes considerações: pelo menos um chuveiro de 4.400W de potência média por banheiro, um tempo de banho quente de dez minutos por hóspede, um banho quente por pessoa por dia, média de dois hóspedes por apartamento e taxa de utilização dos apartamentos (e chuveiros) em torno de 80%.

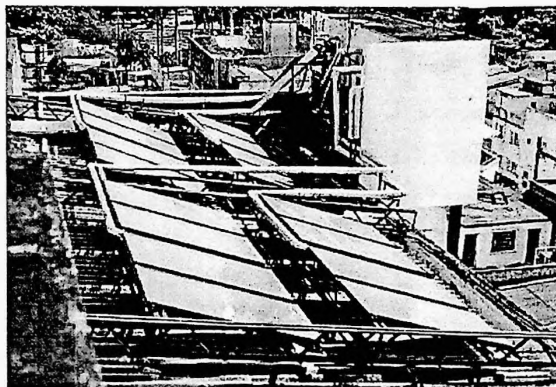


Figura 5.6 – Sistema de Aquecimento Solar do Hotel Terrazzo

Fonte: elaboração própria.

Dos outros hotéis, doze deles possuem números de apartamentos inferiores a 50 unidades. Nos outros cinco restantes o número de apartamentos varia de 54 até 75 apartamentos, perfazendo um total de 626 apartamentos em todo o 1o. Distrito-sede de Campos. Considerando que 70% dos apartamentos desses hotéis sejam suítes (438 unidades) e que estas possuem chuveiro elétrico para aquecimento de água, o consumo total de eletricidade estimado por mês é igual a 15 MWh/mês (438 chuveiros x 35 kWh/mês) que poderiam deixar de ser consumidos caso os sistemas de

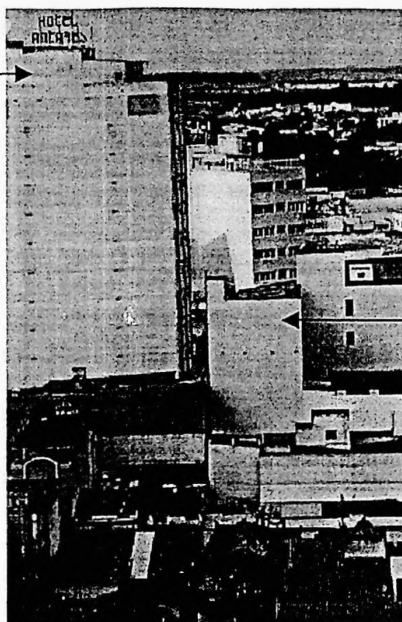
aquecimento de água fossem através de coletores solares.

Um fator positivo nos hotéis, em comparação com as residências, é com relação ao investimento inicial e manutenção. A grande diferença é que, enquanto nas residências a análise dos custos é feita geralmente pelas construtoras e não pelos usuários, nos hotéis é feita pelo administrador ou o próprio empreendedor que tem interesse de que os custos com energia sejam os menores possíveis pois, estes podem ultrapassar a 20% dos custos operacionais. Outra opção interessante para este setor é o casamento do aquecedor solar com o ar condicionado central. Isso pode ser feito colocando-se um condensador auxiliar na máquina de ar condicionado o que gera um volume de água quente muito grande mas com temperaturas ainda baixas para o consumo. O aquecedor solar é usado, neste caso, como complementar a temperatura.

Todos os detalhes da instalação e dificuldades para a colocação de coletores em edificações já existentes, citadas anteriormente para o setor residencial, também devem ser observados no caso do setor hoteleiro. Com o agravante de que todos os prédios dos hotéis do 1o. Distrito-sede tratam-se de construções verticais. No caso de construções acima de dez ou doze andares a instalação do sistema solar pode se tornar inviável devido à área da cobertura / telhado ser insuficiente para a colocação do número necessário de coletores para atender a demanda.

Um aspecto que também deve ser considerado é com relação as possíveis sombras que as edificações possam fazer umas nas coberturas das outras. Isto pode inviabilizar a substituição dos chuveiros elétricos e a conseqüente economia de eletricidade. Para resolver esse problema, e promover a difusão do uso da tecnologia de aquecimento solar para todos os outros potenciais setores (tais como clubes, hospitais, motéis, lavanderias, escolas), pode-se exigir, através da inserção de artigo específico na lei de zoneamento, que as edificações sejam afastadas suficientemente umas das outras e que todas possuam alturas médias semelhantes de acordo com a zona na qual está inserida (residencial, comercial, serviços, mista – se estas permitirem a construção de edifícios verticais). Evitando situações de sombreamento em algumas épocas do ano, como acontece com o Hotel Terrazzo (vide Figura 5.7).

Hotel Antares  
13 pavimentos



Hotel Terrazzo  
6 pavimentos

**Figura 5.7 – Hotéis de Diferentes Alturas na Zona Central**

Fonte: elaboração própria.

Para uma altura média de 24 a 30 metros na zona central / histórica, por exemplo, onde estão localizados quase todos os hotéis, deve-se ter uma área útil na cobertura de, no mínimo, 84 m<sup>2</sup> (77m<sup>2</sup> de área de coletores mais 10% para circulação) para a instalação do sistema de aquecimento solar. Veja cálculo abaixo.

Premissas:

- 10 pavimentos (incluído o andar térreo);
- 6 duchas por pavimento + 1 ducha de funcionários no andar térreo = 55 duchas no total;
- tempo de banho = 10 minutos;
- 8 litros de água quente por minuto;
- 2 hóspedes por ducha;
- 1 banho / dia / hóspede;
- taxa de utilização = 80%.

Cálculo: (55 duchas x 80 litros x 2 banhos) x 0,8 = 7.040 litros de água

Sabendo-se que é necessário 1,1m<sup>2</sup> de área de coleta para cada 100 litros de água (ABRAVA, 2000), tem-se pelo menos 77 m<sup>2</sup> para a instalação de 38 coletores.

E, além do incentivo através de leis urbanísticas, outros instrumentos também podem ser pensados. Não deve estar fora de cogitação a recomendação pelo poder público de o construtor instalar um sistema solar padrão, tal como é em outros tipos de instalações (hidráulicas, sanitárias, elétricas, gás). Em função do baixo percentual que isto significaria em uma construção nova, seria uma política plausível que poderia incentivar a energia solar decisivamente, contribuindo inclusive para o alargamento da escala de produção e o barateamento respectivo dos coletores solares.

Para finalizar, uma informação que não se pode deixar de se citar nesta parte do estudo é com relação ao aquecimento de água através do uso de gás natural. Este energético, caso chegue à zona urbana de Campos, é a única fonte de energia que pode ser competitiva economicamente com o aquecimento solar. Mas, apesar de estarem sendo construídos diversos ramais para a utilização do gás natural no pólo de cerâmica vermelha de Campos no 2o. Distrito (Goytacazes), não há previsão da sua extensão até a zona urbana do 1o. Distrito-sede.

Mas mesmo que esta extensão de ramal aconteça, deverá ser levada em consideração a resistência da população em utilizar o gás natural. Segundo a pesquisa de posse e hábitos do PROCEL, apesar de quase metade dos clientes da área da CERJ conhecerem o sistema a gás, 76% dos entrevistados não aqueceriam água para banho através do aquecimento a gás. Na Tabela 5.15, tem-se as vantagens e desvantagens apontadas na pesquisa, por faixa de consumo.

Tabela 5.15 – Vantagens e Desvantagens do Uso do Gás (%)

Faixas (kWh)	vantagens do gás				desvantagens do gás				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0-50	14,29				42,86			19,05	4,76
51-100				66,67			33,33		
101-150				20,00	55,00			15,00	
151-300	6,25			6,25	56,25			6,25	
301-500	14,58			10,42	41,67		2,08	8,33	
>500	16,13			9,68	35,48	3,23		12,90	
Geral	11,51			10,79	43,17	0,72	1,44	11,51	0,72

Fonte: ELETROBRÁS-PROCEL, 1997.

Legenda:

Vantagens:

- 1- mais econômico
- 2 - esquentar mais
- 3 - uso mais prático
- 4 – outras

Desvantagens:

- 5 – perigoso
- 6 – instalação
- 7 - menos econômico
- 8 - uso mais difícil
- 9 – outras

Nota-se que nas faixas de consumo mais altas (mais de 300 kWh/mês) o gás poderia vir a ter maior penetração por ser considerada uma de suas vantagens o fato de ser mais econômico. Como desvantagens foram apontadas: ser mais perigoso e de

uso mais difícil. No geral, 1,44% o consideram menos econômico.

#### **5.2.4. Revisão do Código de Obras de Campos**

Em Campos tem-se uma desordem urbana, em boa parte explicada pela instabilidade de leis urbanísticas impostas ao longo dos anos. Apesar da documentação sobre as leis ser esparsa, impedindo uma análise mais segura das suas proposições, pode-se afirmar que a atual configuração do espaço construído da cidade é resultado de uma sucessão de planos e normas mal implantadas, passando ora por períodos de fragmentação e dispersão, ora por sínteses globalizantes, através de leis gerais que procuraram consolidar e articular de modo abrangente o que antes estava fragmentado e disperso. Houve épocas em que havia total liberdade para a construção de edifícios, inclusive com isenção de impostos para edifícios com mais de dez andares, e, em outras, há preocupação ostensiva com o dimensionamento dos espaços. Nada assegura que se os planos e as leis, tal como foram elaborados, tivessem sido rigorosamente mantidos e obedecidos, a cidade estaria melhor nos dias atuais. Mas, sem dúvida, modificar completamente a tendência da legislação sem ao menos dar tempo desta operar foi muito mais prejudicial para o crescimento urbano de Campos. As diretrizes da legislação deveriam ter sido modificadas para acompanhar continuamente a evolução do espaço no tempo e não para impor ordenamentos que, na maioria das vezes, são subvertidos pelos fatos reais.

Muito do que foi previsto em legislação não corresponde ao efetivamente construído e muito do que foi construído sequer havia sido previsto. Exemplos não faltam. As margens da Lagoa do Vigário, em Guarús, ocupadas por favela, haviam sido destinadas a um parque zootônico. Diante do novo fato criado pela favela, a lei abriu espaço à ocupação de "interesse local". A rodoviária, depois de construída, provocou a valorização comercial do seu entorno que a lei indicava para outro uso, sendo depois modificada. Nas franjas da área urbanizada da cidade os canais servem mais à contenção dos loteamentos que à própria lei de perímetro urbano. A lei diz que é obrigatório que todas as edificações comerciais, públicas e de serviços tenham facilidade de acesso para deficientes físicos. Não é o que se constata. A famosa rua de pedestres, conhecida como Boulevard da Imprensa, e o Distrito Industrial, só foram instituídos em lei depois que já eram fatos concretos na cidade.

Atualmente, o município segue os seguintes estatutos urbanísticos: Lei no. 5.251, de 27/12/1991, que instituiu o Plano Diretor; Lei no. 3.710, de 3/06/1980, que dispõe sobre o código de obras; Lei no. 3.708, de 3/06/1980, que dispõe sobre o zoneamento urbano; e a Lei no. 3.709, de 27/05/1980, que dispõe sobre o parcelamento urbano. Sendo que, desde 1998, tramita na Câmara dos Deputados

projetos de lei para a revisão das três últimas, em conformidade com as diretrizes traçadas no Plano Diretor.

Longe de querer transformar a legislação em receituário arquitetônico, pois isto induz à inflexibilidade e pouca abertura para alternativas de produção criativa do espaço, a solução de revisar o texto do projeto de lei que dispõe sobre o novo código de obras de Campos dos Goytacazes, visando adaptá-lo à realidade energética e ambiental, é, antes de tudo, essencial para complementar a implantação das soluções sugeridas anteriormente.

O novo código de obras está organizado em dez capítulos e quarenta e três seções segundo escolhas tipológicas. Os títulos referem-se a elementos construtivos tradicionais (paredes, pisos, escadas, muros, fachadas, etc), ao uso das edificações (residências, hotéis, escolas, hospitais, escritórios, supermercados, etc) e ao tipo de equipamentos das edificações (elevadores, escadas rolantes, instalações, etc). A marca do código de Campos, porém, é a constante preocupação, ao longo do texto, com a apresentação dos projetos e o pagamento de taxas e multas, assim como com os alinhamentos, recuos, distâncias, alturas, áreas, proporções e declividades. Os edifícios saem pré-desenhados, da lei para o terreno. Apesar disso, o código faz uma ressalva, no Artigo 79: "é livre a composição de fachadas".

A seguir, baseando-se no Modelo para Elaboração de Código de Obras e Edificações do IBAM (BAHIA *et al.*, 1997), são apontados os artigos que devem ser inseridos, modificados ou retirados do texto, perfazendo um total de 25 itens alterados. Tentou-se aproveitar ao máximo a estrutura e o texto dos Artigos já existentes.

- Capítulo I – **Das Definições**, deve-se inserir: "Ático – espaço entre o telhado e o forro"; "Efeito Chaminé – pode ser obtido através da exaustão do ar quente pelo telhado"; "Ventilação Cruzada – quando os vãos de entrada e saída de ar encontram-se situados em planos (paredes) opostos ou adjacentes, evitando as zonas sem ventilação no ambiente"; "Ventilação Unilateral – quando os vãos de entrada e saída de ar encontram-se situados em um mesmo plano (parede)".

- Capítulo II – **Das Disposições Gerais**, deve-se inserir o seguinte Artigo: "Os projetos de construção e reforma de edificações deverão atender aos padrões mínimos de conforto e salubridade, aplicando os seguintes conceitos básicos que visam racionalizar o uso de energia elétrica nas construções:

- I – escolha de materiais construtivos adequados às condicionantes externas;
- II – uso das propriedades de reflexão e absorção das cores empregadas;
- III – emprego de equipamentos eficientes;
- IV – correta orientação da construção e de seus vãos de iluminação e ventilação em função das condicionantes locais;

V – adoção de iluminação e ventilação naturais, sempre que possível;

VI – dimensionamento dos circuitos elétricos de modo a evitar o desperdício em sua operação”.

• Capítulo V – Dos Elementos e Condições Gerais das Edificações, Seção IV – **Das Escadas e Rampas**, inserir o seguinte Artigo: “Sempre que possível, as escadas e rampas de uso comum ou coletivo deverão contar com vãos para renovação do ar e iluminação natural na proporção mínima de 1/8 (um oitavo) da área do piso no caso de ventilação cruzada ou o dobro no caso de ventilação unilateral. Parágrafo único – A área máxima para colocação de tijolos compactos de vidro, visando à iluminação natural das caixas de escadas enclausuradas, deverá ser de 1,00 m<sup>2</sup> quando a parede fizer limite com a antecâmara e de 0,50 m<sup>2</sup> quando a parede fizer limite com o exterior”.

• Ainda no Capítulo V – Dos Elementos e Condições Gerais das Edificações, Seção VII – **Das Fachadas**, deve-se modificar o Artigo 79. De: “É livre a composição de fachadas, excetuando-se as localizadas no entorno de bens tombados”. Para: “É livre a composição de fachadas e dos corpos em balanço, desde que sejam garantidas as condições térmicas e luminosas, excetuando-se as localizadas no entorno de bens tombados”.

• Ainda no Capítulo V – Dos Elementos e Condições Gerais das Edificações, deve-se renomear a Seção IX – Do escoamento das Águas Pluviais, que passaria a ser chamada de **“Das Coberturas e do Escoamento das Águas Pluviais”**, e acrescentar o seguinte Artigo: “As coberturas não deverão ser fonte importante de carga térmica para as edificações.

§1º - As coberturas de ambientes climatizados devem ser isoladas termicamente com a aplicação de camada de 2,50 cm de espessura de lã de vidro, lã de rocha, poliestireno expandido ou poliuretano extrudado.

§2º - Sempre que houver ático, este deverá ser ventilado”.

• Capítulo VI – Das Edificações Residenciais, Seção I – **Das Unidades Residenciais**, Artigo 99, deverá ser modificado no seguinte:

a) Quadro I (onde são especificados as dimensões mínimas dos compartimentos). De: “Vãos de iluminação e ventilação (fração da área do piso)”. Para: “Vãos úteis de iluminação e ventilação nos casos de ventilação cruzada (fração mínima da área do piso)”.

b) Ainda no Quadro I. Especificar que os vãos úteis de iluminação e ventilação para os banheiros deverão ter a proporção mínima de “1/8 (um oitavo)” da área do piso. Atualmente, não há especificação para os banheiros. Para os outros compartimentos, as especificações estão de acordo com o mínimo necessário nos

casos de ventilação cruzada.

c) §6°. De: "Os vãos de iluminação e ventilação, quando vedados, deverão ser providos de dispositivos que permitam a ventilação permanente dos compartimentos". Para: "Os vãos de (...) que permitam a ventilação permanente e proteção solar externa dos compartimentos. No caso de vedação com esquadrias basculantes, deverão ser observadas as seguintes proporções mínimas para o caso de ventilação cruzada:  $\frac{1}{2}$  (um meio) da área do piso para os compartimentos de permanência prolongada e  $\frac{2}{5}$  (dois quintos) da área do piso para os compartimentos de permanência transitória"<sup>70</sup>.

d) §7°. De: "Não se considerará que um vão ilumina e ventila todos os pontos do compartimento se distar de qualquer desses pontos o equivalente a duas vezes e meia a altura do compartimento, qualquer que sejam as características dos prismas de iluminação e ventilação". Para: "Não se considerará que (...) de ventilação. No caso de cozinhas, a profundidade máxima admitida como iluminada naturalmente corresponde a 2,5 vezes a altura do ponto mais alto do vão de iluminação subtraídos 0,80 m".

• Ainda no Capítulo VI – Das Edificações Residenciais, Seção I – **Das Unidades Residenciais**, Artigo 99, deverão ser acrescentados os seguintes Parágrafos:

a) "As especificações para vãos úteis de iluminação e ventilação apresentadas no Quadro I dobrarão para casos de ventilação unilateral".

b) "Deverão ser explorados o uso de iluminação natural e renovação natural de ar, sem comprometer o conforto térmico e acústico das edificações". Esta medida garante a difusão do uso de elementos de proteção solar tipicamente tropicais tais como beirais, varandas, brises e cobogós, que colaboram para reduzir a carga térmica no interior da edificação sem prejuízo da ventilação e iluminação naturais.

c) "Todos os compartimentos de permanência prolongada e banheiros deverão dispor de vãos para iluminação e ventilação abrindo para o exterior da construção, podendo ser isto feito através de varandas, terraços e alpendres desde que a profundidade coberta não ultrapasse a 2,00 m".

d) "A profundidade máxima permitida aos compartimentos de permanência prolongada será em função do alcance da iluminação natural".

e) "Sempre que possível, a renovação de ar deverá ser garantida através do efeito chaminé ou através da adoção da ventilação cruzada nos compartimentos, a fim de se evitar zonas mortas de ar confinado".

f) "Nos compartimentos de permanência transitória, com exceção dos

<sup>70</sup> Compartimentos de permanência prolongada são: salas, cozinha, dormitório, escritório, biblioteca e congêneres e os de permanência transitória são: banheiro, corredores, vestiário, depósitos, garagens, caixa de escada e congêneres (Projeto de Lei que dispõe sobre o novo Código de Obras do Município de Campos dos Goytacazes, Capítulo I – Definições, 1998).



banheiros, admitir-se-á ventilação indireta ou soluções mecânicas para ventilação, desde que tais sistemas se mantenham desligados quando o compartimento não estiver sendo utilizado”.

• Ainda no Capítulo VI – Das Edificações Residenciais, Seção I – Das Unidades Residenciais, Artigo 99, deverão ser retirados os seguintes Parágrafos:

a) §5°. “Pelo menos metade da área das aberturas de iluminação deverá servir para ventilação”. Esta recomendação limita a capacidade de criação do projetista no sentido do aproveitamento da iluminação natural, principalmente aquela proveniente da iluminação zenital. As aberturas para ventilação devem obedecer às especificações já estabelecidas no caput do Artigo 99 (Quadro I).

b) §9°. “A alteração das dimensões só será permitida em construção do tipo popular, cujos projetos são fornecidos pela Prefeitura Municipal”. Os projetos de casas populares devem obedecer os mesmos critérios de iluminação e ventilação estabelecidos para as outras classes de renda, mesmo porque os órgãos de governo devem servir de exemplo.

• Ainda no Capítulo VI – Das Edificações Residenciais, Seção III – Dos Poços de Ventilação e Iluminação das Edificações e Congêneres, o Artigo 107 deverá ser modificado. De: “As dimensões e seções horizontais mínimas dos prismas a que se refere esta seção serão proporcionais ao número de pavimentos da edificação, conforme a tabela que se segue”:

No. de Pavimentos	Ventilação + iluminação		Ventilação (m2)
	Poço principal diâmetro (m)	Poço secundário diâmetro (m)	
3	3,20	2,40	0,90
4	3,80	2,80	0,90
5	4,60	3,20	1,00
6	5,40	3,60	1,10
7	6,20	4,00	1,20
8	7,00	4,40	1,30
9	7,80	4,80	1,40
10	8,60	5,20	1,50
11	9,40	5,60	1,60
12	10,20	6,00	1,70

Para: “A largura mínima do prisma a que se refere esta seção deverá corresponder ao valor da sua altura, conforme recomenda a carta solar do município.

§1°. Não serão permitidos prismas fechados com menos de quatro faces.

§2°. Serão permitidos prismas fechados com seção circular desde que a relação entre sua altura e seu diâmetro seja de no máximo 1:1.

§3°. Os prismas fechados deverão ser revestidos internamente em cor clara e visitáveis na base, onde deverá existir abertura que permita a circulação do ar”.

Consegue-se, com isso, maiores distâncias entre fachadas em relação à altura dos prismas, garantindo a incidência solar nas áreas mais inferiores das empenas dos prismas por, pelo menos, duas horas diárias no período de inverno e favorecendo a iluminação e ventilação naturais para todos os compartimentos para eles voltados em qualquer época do ano.

- Capítulo VII – **Das Edificações Não Residenciais**, acrescentar o seguinte

Artigo: “A iluminação e ventilação dos compartimentos das edificações não-residenciais deverão obedecer os mesmos critérios estabelecidos neste código para as edificações residenciais, salvo critérios estabelecidos em casos específicos. Parágrafo único – Os compartimentos destinados a abrigar atividades especiais merecerão estudos específicos em função dos volumes diferenciados e do metabolismo do corpo humano relativo à realização de tais atividades”. As academias de ginástica são exemplos de espaços destinados a abrigar atividades especiais mencionados neste Artigo.

- Ainda no Capítulo VII – Das Edificações Não Residenciais, Seção II – **Das Escolas e Estabelecimentos de Ensino**, acrescentar o seguinte Artigo: “As salas de aula deverão ter aberturas para ventilação equivalentes a, pelo menos, 1/3 (um terço) da sua área, de forma a garantir a renovação constante do ar e que permitam a iluminação natural mesmo quando fechadas”.

- Capítulo VIII – Das Instalações e Equipamentos, Seção III – **Das Instalações Telefônicas, Elétricas e de Ar Condicionado**, deverão ser inseridos os seguintes Artigos:

a) “As instalações elétricas para fins de iluminação deverão obedecer aos seguintes dispositivos específicos:

I – todos os compartimentos edificados deverão dispor de comandos para acender e apagar seus pontos de iluminação;

II – os pontos de comando a que se refere o inciso anterior deverão estar localizados preferencialmente nas proximidades do local de acesso do compartimento e nunca distado mais de 8,00 m do ponto a ser controlado;

III – as medidas de que tratam os incisos anteriores não serão adotadas nos espaços de uso não privado, cujo controle da iluminação não deve ser realizado pelos usuários, de modo a não comprometer a segurança e conforto da coletividade”.

b) “Os aparelhos de ar condicionado deverão estar protegidos da incidência direta de raios solares, sem comprometer a sua ventilação”.

c) “A base do aparelho de ar-condicionado deverá estar situada a uma altura mínima de 1,50 m do piso, para um maior rendimento da refrigeração de todo o compartimento”. Aparelhos instalados sob os vãos das janelas, além de refrigerarem o

ambiente de forma estratificada, levam maior tempo para atingir uma refrigeração adequada e, conseqüentemente, consomem mais energia elétrica. Além disso, a altura de 1,50 m permite o acesso aos comandos do aparelho sem o uso de escadas ou instalações especiais.

d) "As edificações não-residenciais com área construída superior a 2.000 m<sup>2</sup> deverão possuir equipamento gerenciador de energia. Parágrafo único – Estão isentas deste artigo as edificações destinadas à estocagem de produtos que não demandarem refrigeração ou aquecimento do ambiente".

• Ainda no Capítulo VIII – Das Instalações e Equipamentos, Seção IV – **Das Instalações Hidráulicas e Sanitárias**, deverá ser inserido o seguinte Artigo: "Toda construção deverá dispor de instalação de água quente com tubulação isolada pelo menos nos chuveiros". Nessa medida e nas outras relativas às instalações estão incluídas todas as construções, tanto residenciais quanto comerciais, de serviços, etc., inclusive os hotéis, de forma a viabilizar a continuidade da solução sugerida anteriormente (item 5.3.3).

As modificações sugeridas no Código de Obras só terão validade em construções novas ou nas reformas<sup>71</sup>. Por isso, deve-se ressaltar que essas só serão percebidas no espaço urbano a longo prazo e quando todas ou, pelo menos, a maioria das construções estiverem de acordo com o estabelecido. Trata-se de uma modificação no padrão construtivo e cultural que irá depender da dinâmica de transformação e crescimento da cidade. Isso muitas vezes causa desestímulo ao seu emprego. Mas para que se comece a modificar é necessário que se comece imediatamente, acreditando-se que cada novo elemento introduzido no espaço irá modificar aos poucos o metabolismo de todo o conjunto.

Mas de nada adiantará inserir novos artigos no texto do código de obras se a administração local não se preparar para fiscalizar a sua própria legislação. O exercício de fiscalização urbanística é historicamente precário, ora confundindo-se com atividade meramente tributária, ora pecando por omissão diante da complexidade das leis. Deve-se investir, portanto, na capacitação dos técnicos municipais para lidarem com os temas incipientes, assim como desenvolver campanhas e trabalhos educativos junto à comunidade para divulgar a legislação e chamar a atenção para os problemas da cidade.

---

<sup>71</sup> Média de projetos aprovados anualmente na Prefeitura: 363 unidades residenciais, 64 unidades comerciais e 32 unidades mistas (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1999a).

### **5.2.5. Proposta de Conjuntos Habitacionais para Baixa Renda com Baixo Consumo Energético**

O conceito de que a casa popular tem que ser montada em um cenário de monotonia, com excesso de padronização das edificações, onde o clima não é levado em conta, isolando populações de baixa renda em áreas distantes dos núcleos urbanos, não procede mais nos dias de hoje. Este tipo de conjunto habitacional reunia moradores da mesma renda, com as mesmas expectativas, condenando-os a viverem em verdadeiros guetos. As novas soluções na área da habitação popular devem se encaminhar no sentido de não ferir o desenvolvimento natural da cidade, procurando preservar os valores de um bairro tradicional. Por isso, a solução aqui proposta é a de implantar conjuntos habitacionais para baixa renda com baixo consumo energético dentro dos limites urbanos já existentes, aproveitando os vazios urbanos, otimizando o uso da infra-estrutura, dos serviços comunitários locais e das escolas e hospitais e garantindo a ampliação das trocas sociais. Cabe aqui destacar que, na verdade, vazio urbano é uma expressão com alguma ambigüidade porque a terra pode não estar literalmente vazia, mas encontrar-se simplesmente desvalorizada com potencialidade de reutilização (PORTAS, 2000). No sentido mais geral denota áreas encravadas na cidade consolidada que podem ser ocupadas com habitações que são adequadas tanto ao meio natural, pois possuem elementos passivos da construção que integram luz solar e ventilação natural, quanto ao meio urbano, porque a sua implantação dentro da cidade permite que seus moradores fiquem posicionados próximos ao transporte e mercado de trabalho.

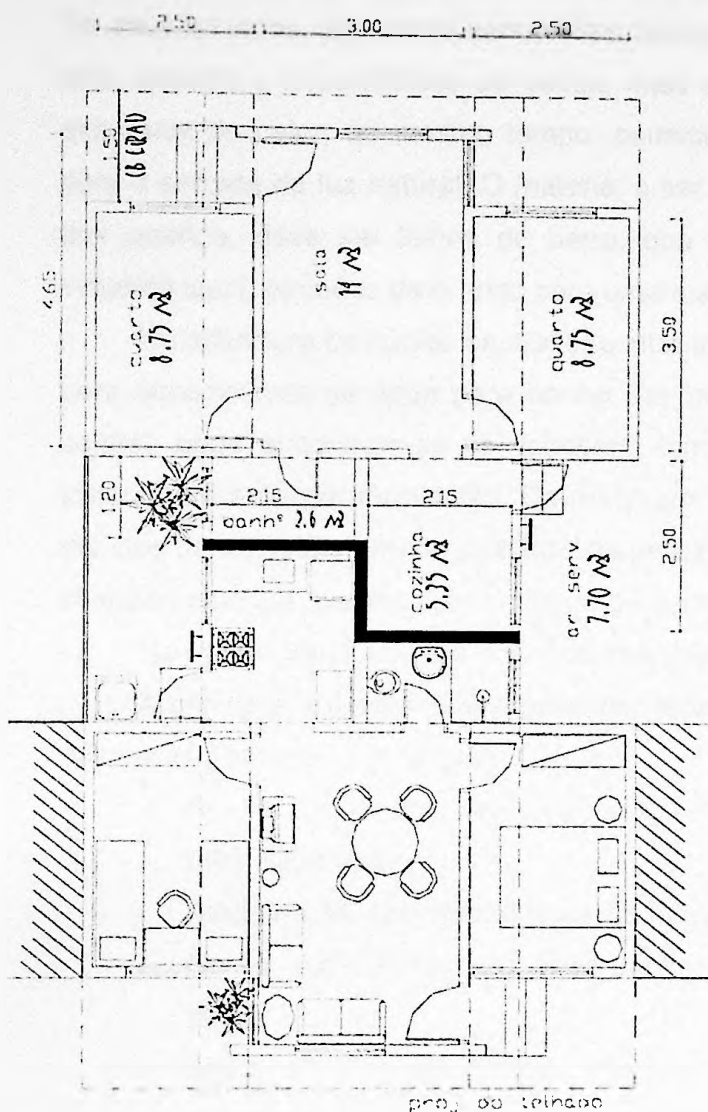
Campos tem um crescimento desordenado que está ligado diretamente à tradicional disputa de espaço entre lotes urbanos e canaviais. As ampliações do tecido urbano que se percebem hoje não atenderam necessariamente a critérios racionais. A ocupação é muito compacta em alguns locais, tendendo a verticalizar as construções, e muito dispersa em outros, propiciando o aparecimento dos "vazios urbanos". Como resultado, o espaço urbano constitui um desenho irregular, com formas "pontudas" (vide Mapa do 1o. Distrito-sede – Folha A3 na página 139), denunciando falta de um planejamento que levasse em consideração a peculiar evolução rural-urbana do município. Do ponto de vista energético, esse tipo de desenho não é o ideal pois propicia desintegração econômica, desperdícios energéticos e deseconomia na utilização dos equipamentos comunitários. A iluminação pública, por exemplo, na tentativa de cobrir toda a área, tem que acompanhar os prolongamentos desordenados, criando grandes extensões de rede para atender a uma pequena população da ponta. A área urbana do 1o. sub-distrito é a mais desarticulada, é praticamente em forma de "L" invertido, ligando a Usina de Santa Cruz (na estrada

para São Fidélis), a Usina do Queimado e a Usina Cupim, seguindo o entorno da BR 101 e da RFFSA (para o Rio de Janeiro). Um dos motivos pelos quais esse terreno central formado pelas pontas para São Fidélis e para Rio de Janeiro ainda não foi ocupado, é a existência no local de grandes lotes destinados ao cultivo da cana.

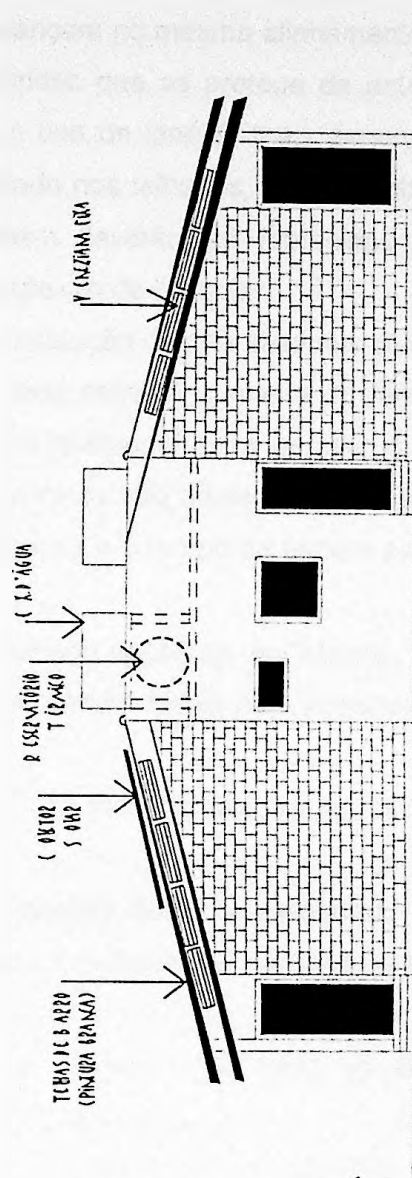
Teoricamente, o desenho ideal para a forma urbana é aquele que favorece um equilíbrio de densidade ocupacional, onde os equipamentos urbanos e os de locomoção são utilizados de forma otimizada por toda a comunidade. Uma boa solução seriam formas circulares, mas isso nem sempre é possível por causa das barreiras naturais, tais como lagos, lagoas, relevos muito acentuados e outras áreas onde é impossível a ocupação humana. Isto ocorre com frequência no 3º sub-distrito onde se tem um tipo de solo muito alagado, com brejos e terrenos sujeitos à inundação. Para "arredondar" um pouco mais a forma da área urbana do 1o. Distrito-sede e melhor aproveitar o vazio criado e as áreas ociosas, deveria se promover a revisão dos limites urbanos, a projeção de vias urbanas perimetrais e, principalmente, a construção de casas populares.

Uma proposta de desenho de casa popular adequada para Campos, tanto às características climáticas como sociais da cidade, encontra-se na próxima página. O projeto é um módulo de 46m<sup>2</sup> de área construída que possui um núcleo central onde encontram-se os pisos frios da casa (cozinha – 5,35 m<sup>2</sup> e banheiro – 2,60 m<sup>2</sup>) e o elo de ligação com outra residência que é geminada. Na outra parte da casa encontram-se dois quartos e uma sala de convivência. O material constituinte das paredes é o tijolo cerâmico, produto que deverá ser fornecido pelas indústrias do pólo cerâmico da região. O diferencial maior desta residência é o seu telhado que possui duas alturas de modo a criar uma abertura para a saída do ar quente e circulação da ventilação pelo forro, impedindo o acúmulo de carga térmica no interior. Para facilitar essa entrada de ventilação, as ruas das fachadas principais das casas deverão serem abertas na direção dos ventos dominantes, ou seja, direção nordeste.

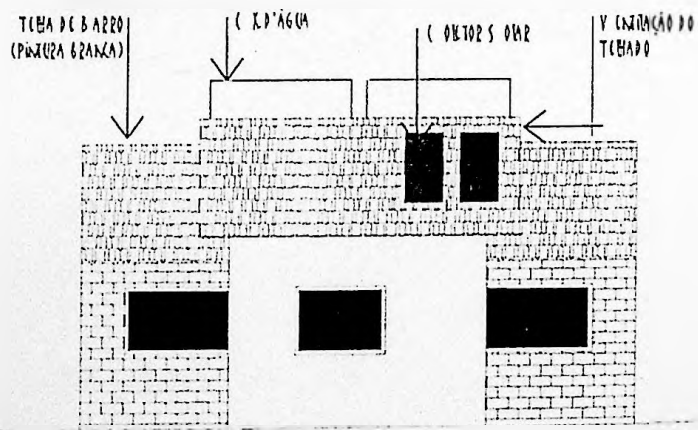
A sala tem dimensões 4,65 x 3,00 m (13,95 m<sup>2</sup> de área útil), avançando um metro em relação ao alinhamento dos quartos. Nesta diferença prevê-se uma abertura lateral comprida na junção das paredes que permite a entrada de luz natural. Como essa abertura não é vedada tem-se também a possibilidade de ventilação cruzada com a porta, com o objetivo de dissipar o calor transmitido pela parede. E, uma vez que o telhado é mais alto neste cômodo da casa, recomenda-se a colocação de venezianas fixas de fácil manutenção para forçar a ventilação do forro. Não se deve fazer uso de vidro.



PLANTA BAIXA



FACHADA LATERAL



FACHADA PRINCIPAL



PROJETO DE ARQUITETURA  
 CASA POPULAR EM CAMPOS  
 ÁREA ÚTIL = 40 m²  
 ÁREA CONSTRUIDA = 46 m²

Os quartos possuem dimensões 3,50 x 2,50 m (8,75 m<sup>2</sup> de área útil) cada um. Os seus telhados, apesar de serem mais baixos, avançam no mesmo alinhamento da sala, criando a possibilidade de beirais mais compridos que os protege da entrada excessiva de calor, ao mesmo tempo, permitindo o uso de janelas mais generosas para a entrada de luz natural. O material a ser utilizado nos telhados, seja da sala ou dos quartos, deve ser telhas de barro, que também deverão ser fornecidas pela indústria local, pintadas de branco para uma maior reflexão da luz solar.

Na cobertura do núcleo central encontra-se a instalação de dois sistemas solares para aquecimento de água para banho, um para cada casa. A cumieira do telhado central, onde encontram-se os coletores, tem altura suficiente para permitir que o sistema funcione por termosifão. Os reservatórios térmicos são apoiados em cima da laje dos banheiros, de modo a reduzir as perdas térmicas e o tempo de espera para a chegada da água quente nos pontos de consumo.

Na Planta Baixa, em um dos módulos, é apresentada opção de uso interno.

A princípio, existem quatro possíveis locais que seriam ideais para a instalação das casas populares em Campos, a saber:

- No 3o. sub-distrito, área vizinha à Termelétrica Roberto Silveira, na estrada para Itaperuna.
- Ainda no 3o. sub-distrito, área do Parque Eldorado, antes do aeroporto.
- No 1o. sub-distrito, área atrás da Rodoviária Interestadual, na beira da linha férrea.
- Ainda no 1o. sub-distrito, antiga área de plantação de cana da Usina Queimado, onde já existe uma via perimetral projetada.

O público-alvo do projeto devem ser as pessoas que atualmente são trabalhadores volantes, os órfãos das usinas de açúcar, ocupando subempregos na cidade, e os que vivem em áreas insalubres ou de riscos, em condições precárias.

## CONCLUSÃO

A pesquisa apresentada procurou evidenciar, através da realização de um estudo de caso, a importância de se englobar a dimensão energética no planejamento urbano das cidades brasileiras. Estas poderiam crescer e se desenvolver de maneira muito mais saudável, caso possuíssem uma configuração espacial menos intensiva em eletricidade e mais integrada ao meio ambiente.

Como foi constatado, existem soluções para melhor aproveitar a energia elétrica no espaço urbano, resta apenas saber quais são as mais adequadas, de acordo com a realidade de cada cidade. O primeiro passo para isto deve ser caracterizar a cidade, conforme foi realizado para Campos dos Goytacazes, abrangendo o máximo possível de informações tais como geografia física, evolução demográfica, atividades econômicas e, principalmente, o panorama do abastecimento e consumo de eletricidade. É preciso identificar e distinguir os elementos construtivos e equipamentos urbanos que consomem energia, tanto públicos quanto privados, como se dá o seu agrupamento dentro das diversas escalas urbanísticas (rua, quadra, bairro, distrito) e que importância têm no desenvolvimento regional. As soluções de eficiência energética, quando abordadas em sintonia com a questão urbana, se fazem consolidar naturalmente no espaço físico, interferindo de forma positiva na maneira de viver, morar e trabalhar dos cidadãos e tornando a sua aceitabilidade social mais democrática.

Conclui-se que Campos é um bom exemplo de cidade média que foi originalmente concebida sem observar qualquer regra de controle energético. O estudo prático, desenvolvido na sua área urbana, foi de extrema importância para mostrar a viabilidade da aplicação das soluções de eficiência energética.

Após a delimitação da área de maior potencial de economia de energia, no caso, o 1o. Distrito-sede, foram realizados diversos cálculos para a quantificação do consumo de energia elétrica. Isto porque não existem dados tão específicos disponíveis, nem mesmo na concessionária de energia elétrica local. E aqui cabe destacar mais uma contribuição desta dissertação, em fornecer esses dados que são fundamentais para um planejamento indicativo. Maior detalhamento foi dado às residências por tratar-se do setor mais representativo, com aproximadamente 50% do total de eletricidade consumido. Na análise foram considerados os consumos por classe de renda e por faixa de consumo.

Um conjunto de cinco medidas de uso eficiente de energia para Campos, que necessitam ser implementadas o quanto antes na cidade, foi apresentado como desfecho do estudo. São três soluções de caráter conjuntural e duas de caráter



estrutural, sendo necessário observar que seus resultados deverão aparecer em prazos diversos, de acordo com o tipo de solução e com a dinâmica de crescimento da cidade. A redução no consumo de energia elétrica pode chegar a 5,4% do total consumido atualmente no 1o. Distrito-sede, isto é, cerca de 1.092 MWh/mês ou 13.104 MWh/ano (vide Quadro abaixo), além dos benefícios ambientais e para a melhoria da qualidade do espaço urbano.

**Economia de Energia Elétrica no 1o. Distrito-sede de Campos**

Soluções de Eficiência Energética	Economia de Energia (MWh/mês)	Economia de Energia (MWh/ano)	Percentual de Redução (%)
Implantação de um sistema eficiente de iluminação das vias	338	4.056	1,7
Otimização energética na iluminação do setor residencial	293	3.516	1,4
Substituição de chuveiros elétricos por coletores solares para aquecimento de água nas residências de alto padrão e hoteleiro	446 + 15 = 461	5.352 + 180 = 5.532	2,3
<b>Total</b>	<b>1.092</b>	<b>13.104</b>	<b>5,4</b>

Fonte: elaboração própria.

Nas outras duas soluções, revisão do Código de Obras de Campos e desenho de arquitetura eficiente para conjuntos habitacionais de baixa renda, apesar de ser possível, optou-se por não contabilizar os ganhos energéticos. Seria uma estimativa muito hipotética e o resultado ficaria muito vulnerável.

Na implantação de um sistema eficiente de iluminação das vias, além da substituição de algumas lâmpadas por outras de vapor de sódio de maior eficiência e alguns componentes por outros de tecnologia mais moderna, foi enfatizada a necessidade de se priorizar os aspectos técnicos relativos ao tipo de cada logradouro, posicionamento da luminária, altura de montagem dos pontos de luz, locação e espaçamento dos postes, possíveis conflitos com a arborização, iluminação ornamental e inserção no contexto urbanístico. Princípios que vão de encontro à principal proposta deste trabalho.

Na otimização energética da iluminação do setor residencial, realizou-se os cálculos com base na substituição de apenas um ponto de lâmpada incandescente de 60W, que seja habitualmente utilizada por mais tempo (por exemplo, na cozinha ou em área externa), por lâmpada fluorescente compacta de 15W (com reator acoplado). Mas para que a economia de energia seja de fato alcançada, sugere-se a implantação de um mecanismo de incentivo, tipo Bônus, a ser criado pelo Governo em parceria com os fabricantes, para compra de novas lâmpadas. Tendo que se ressaltar que estas, mesmo sendo mais eficientes, sempre devem ser usadas de forma racional, levando

em consideração os conceitos do *lighting design*, técnica que combina menor consumo de eletricidade com melhor resultado de percepção do espaço.

Na substituição dos chuveiros elétricos por coletores solares, deve-se inicialmente ser concentrados esforços apenas nas residências de classe alta e nos hotéis. Isto porque trata-se de setores com elevado consumo de eletricidade para aquecimento de água para banho e, também, porque identificou-se ser estes os menos resistentes a principal barreira para a implantação desta solução, que é o alto custo inicial do novo sistema em edificações já construídas. Nas residências de alto padrão, o custo da instalação do coletor é proporcionalmente baixo em relação ao custo da casa e aos benefícios a serem alcançados, e nos hotéis, como geralmente a análise de custos é feita pelo administrador ou o próprio empreendedor, é grande o interesse de que os custos com energia e de manutenção sejam os menores possíveis.

A revisão do Código de Obras de Campos mostrou que é uma medida essencial para complementar a implantação das soluções de eficiência energética e colaborar efetivamente para a construção de cidades mais eficientes e agradáveis – aumentando o conforto e os níveis de qualidade de vida dos seus habitantes sem necessariamente aumentar o consumo de energia elétrica. São 25 itens a serem alterados no texto dos capítulos que abordam o dimensionamento dos elementos construtivos e das instalações de edificações residenciais e não-residenciais. Tentou-se aproveitar ao máximo a estrutura dos Artigos já existentes.

A proposta de desenho para conjuntos habitacionais com baixo consumo energético busca a simplicidade: um desenho adequado às características climáticas da região e que usa matéria-prima local (cerâmica vermelha). Esse tipo de construção deverá, a longo prazo, influenciar a construção de outras residências e difundir novos valores e padrões construtivos que priorizem a ventilação e iluminação naturais e o uso eficiente da eletricidade. Além disso, na medida em que é sugerido o aproveitamento dos vazios urbanos de Campos para a implantação das casas, busca-se influenciar também na modificação do atual estilo de desenvolvimento urbano, através da fixação de conceitos mais inovadores de integração da comunidade de baixa renda na cidade já “consolidada”.

Haveria a necessidade de se implementar ainda mais soluções na cidade de Campos, no entanto, seria fundamental uma pesquisa mais ampla e que envolvesse outros tipos de energia e outros enfoques, tais como o gás natural para uso nos transportes e indústrias cerâmicas e a questão do bagaço-de-cana nas usinas de açúcar. As outras leis urbanísticas, em especial o Plano Diretor e a Lei de Uso do Solo, também são pontos-chaves e devem ser motivo de interesse, não podendo ser

deixadas de lado em um planejamento mais integrado. Sempre que possível as soluções de eficiência energética devem estar respaldadas pelos estatutos e leis locais, que deverão ser revistas ao longo do tempo.

Outra conclusão importante que merece ser ressaltada: a implantação desses tipos de soluções também poderá se dar nas áreas urbanas dos outros distritos, por estes possuírem características sociais, econômicas e climáticas semelhantes ao Distrito-sede. Não sendo dispensado o estudo mais detalhado do consumo de eletricidade e de outras soluções peculiares.

Como sugestão para a continuidade e extrapolação da pesquisa, deve ficar registrada a necessidade de se dar atenção ao estudo de outras cidades, especialmente as de médio porte, situadas no Estado do Rio de Janeiro, onde a geração de energia elétrica a partir de fonte térmica e a poluição atmosférica deverão aumentar consideravelmente nos próximos anos. De acordo com a atual política governamental, o estado é um dos locais que mais têm projetos para a construção de usinas termelétricas, que provavelmente seriam desnecessárias, não fosse o grande desperdício de energia elétrica causado pelo inadequado modelo das nossas cidades. Lembrando sempre que, na escolha e implementação das soluções, deve se observar que uma boa solução para uma cidade pode não ser para outra, afinal as cidades são diferentes e cada uma deve encontrar o seu próprio caminho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABILUX (1992), Uso Racional da Energia Elétrica em Edificação: Iluminação. São Paulo, Associação Brasileira da Indústria da Iluminação / Agência para Aplicação de Energia / ELETROBRÁS-PROCEL.
- ABRAVA (2000), Manual Técnico de Aquecimento Solar. Rio de Janeiro, SEBRAE/RJ.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (1999). "Estatísticas", Conjuntura e Informação, n. 7 (out/nov), p. 15.
- ALBERNAZ, M. P., LIMA, C. M. (1998), Dicionário Ilustrado de Arquitetura. São Paulo, ProEditores.
- ARAÚJO, J. *et al.* (1993), Rational Energy Use in Brazil: policies, programs, results. Rio de Janeiro, UFRJ / COPPE - IEI.
- AROUCA, M. C. (1982), Análise da Demanda de Energia no Setor Residencial no Brasil. Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- ASHLAND CONSERVATION DIVISION HOMEPAGE (1998), [www.ashland.or.us](http://www.ashland.or.us).
- ASSIS, E. S. (1990), Mecanismos de Desenho Urbano Apropriados à Atenuação da Ilha de Calor: Análise de Desempenho de Áreas Verdes Urbanas em Clima Tropical. Tese de M.Sc., Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1992), NBR 5101/ Iluminação Pública: procedimentos. Rio de Janeiro, RJ.
- AU (1997), "Vila dos Ofícios", Revista Arquitetura e Urbanismo, n. 71 (abr/mai), pp.52-53. São Paulo, Editora Pini.
- BAHIA, S. R. *et al.* (1997), Modelo para Elaboração de Código de Obras e Edificações. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Administração Municipal / ELETROBRÁS.
- BAHIA, S. R. *et al.* (1998), Eficiência Energética nos Sistemas de Saneamento. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Administração Municipal / ELETROBRÁS.
- BARBALHO, A., BARBALHO, M. H. (1987), Energia e Desenvolvimento no Brasil. Rio de Janeiro, ELETROBRÁS.
- BARBOSA, R. *et al.* (1998). Manual de Iluminação Pública Eficiente. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Administração Municipal / ELETROBRÁS.
- BARROSO-KRAUSE, C. M. L. (1990) Coberturas, Conforto Higrotérmico, Edificações: Ponderações e Propostas para Clima Tropical Úmido em Situação de Verão. Tese de M.Sc., Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- BIBLIEX (1977), A Energia Elétrica no Brasil – da Primeira Lâmpada à ELETROBRÁS. Rio de Janeiro, Biblioteca do Exército Editora.

- BÔA NOVA, A. C. (1985), Energia e Classes Sociais no Brasil. São Paulo, Edições Loyola.
- BRUAND, Y. (1981), Arquitetura Contemporânea Brasileira. São Paulo, Editora Perspectiva.
- BURINI JR, E. C. *et al.* (1993) "Análise Econômica de Alternativas para Iluminação". In: Anais do VI Congresso Brasileiro de Energia, volume 3, pp. 799-810, Rio de Janeiro, Outubro.
- CAVALCANTI, E. S. C. (s/data), Analysis of Experimental Solar Radiation Data for Rio de Janeiro, Brazil.
- CEPEL (2000), [www.cepel.br/cresesb](http://www.cepel.br/cresesb)
- CERJ (2000), Consumo Médio Mensal de Energia Elétrica no Município de Campos, de abril / 99 até março / 00, por Classe de Consumidores. Niterói, Departamento de Regionais.
- CHALINE, C., DUBOIS-MAURY, J. (1983), Energie et Urbanisme. Paris, Press Universitaires de France.
- CHEN, A., AKBARI, H. (1994), "Heat Islands – And How to Cool Them", Center for Building Science News, pp. 6,13.
- CIDE (1990), Campos dos Goytacazes. Coleção Perfis Municipais. Rio de Janeiro, Governo do Estado do Rio de Janeiro / Centro de Informações e Dados.
- CIDE (1998), Anuário Estatístico. Rio de Janeiro, Governo do Estado do Rio de Janeiro / Centro de Informações e Dados.
- CODEMCA (1995), Campos dos Goytacazes: relatório panorâmico sócio-econômico com vistas a um desenvolvimento sustentável. Campos, SATER Engenharia.
- CREDER, H. (1988), Instalações Hidráulicas e Sanitárias. 4 ed. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda.
- CULLEN, G. (1973), The Concise Townscape. London, Architectural Press.
- ELETOBRÁS (1988), Atlas de Potencial Eólico. Rio de Janeiro, Fundação Padre Leonel.
- ELETOBRÁS (1998), Programa Nacional de Eletrificação Rural "Luz no Campo". Rio de Janeiro.
- ELETOBRÁS-PROCEL (1994), Manual de Conservação de Energia Elétrica em Estabelecimentos Comerciais e de Serviços. 3 ed. Rio de Janeiro.
- ELETOBRÁS-PROCEL (1997), Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo – Relatório Básico da Área da CERJ. Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, RJ
- ELETOBRÁS-PROCEL (1998a), "Plano Municipal de Gestão de Energia Elétrica da Prefeitura de Piracicaba", Projeto BRACEL. Comissão Europeia-ALURE /

- ELETOBRÁS-PROCEL / Prefeitura Municipal de Piracicaba-UGE / Companhia Paulista de Força e Luz. Piracicaba, SP.
- ELETOBRÁS-PROCEL (1998b), "Setor Comercial". Efficientia 98 – Seminário Internacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Outubro.
- ELETOBRÁS-PROCEL (1998c), "Prédios Públicos". Efficientia 98 – Seminário Internacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Outubro.
- ELETOBRÁS-PROCEL (1998d), "Iluminação Pública". Efficientia 98 – Seminário Internacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Outubro.
- ELETOBRÁS-PROCEL (2000). www.eletobras.gov.br/procel
- ÉNERGIE-CITÉS (1997a), "Campaña de lámparas fluorescentes compactas en el sector doméstico". In: Guía de Gestión Urbana de la Energía, p.20, Comissão Européia, Bruxelas.
- ÉNERGIE-CITÉS (1997b), "Mejora del Alumbrado Público". In: Guía de Gestión Urbana de la Energía, p. 9, Comissão Européia, Bruxelas, Bélgica.
- ÉNERGIE-CITÉS (1997c), "Arquitectura Bioclimática". In: Guía de Gestión Urbana de la Energía, p. 21, Comissão Européia, Bruxelas, Bélgica.
- FANGER, P.O. (1973), Thermal Comfort. McGraw-Hill Book Company.
- FARRET, R. L., PARETO JÚNIOR, V. E. (1981), "A Configuração Espacial do Modelo Energético", Revista Brasileira de Tecnologia, n.12 (abril/maio), pp.42-48. Brasília.
- FERREIRA, C. P. (1985), Alguns dados sobre o clima para a edificação em Brasília. Tese de M.Sc., UnB, Brasília, DF.
- FIRJAN (1999). Cadastro Industrial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, ENGE.
- FROTA, A. B., SCHIFFER, S. R. (1995), Manual de Conforto Térmico. 2 ed. São Paulo, Studio Nobel.
- FUGIWARA, J. K. *et al.* (1996) "Programa Experimental de Difusão de Sistemas de Iluminação Eficientes no Segmento Residencial – Elaboração de um Ferramental para DSM". In: Anais do VII Congresso Brasileiro de Energia, volume IV, pp. 2074-2086, Rio de Janeiro.
- FURNAS (1997). Usina de Campos. Campos dos Goytacazes, Folheto Técnico.
- GOLDEMBERG, J. *et al.* (1988), Energia para o desenvolvimento. São Paulo, T. A. Queiroz Ed.
- GOMES, F. A. M. (1986), A Eletrificação no Brasil. Caderno História e Energia, no. 2. São Paulo, Eletropaulo.

- GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (1994), Matriz Energética do Estado do Rio de Janeiro 1994 / 2004. Rio de Janeiro, Secretaria de Ciência e Tecnologia.
- GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (1997a), Diagnóstico do Norte Fluminense: situação atual e propostas para o desenvolvimento. Rio de Janeiro, Comissão Especial de Estudos para o Desenvolvimento da Região Norte Fluminense.
- GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (1997b), Balanço Energético do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Núcleo Superior de Estudos Governamentais / UERJ.
- HADDAD, J., AGUIAR, S. C. (1999), Eficiência Energética: Integrando Usos e Reduzindo Desperdícios. Brasília, ANEEL/ANP.
- HELIOTEK (1999), Sistema de Energia Solar. Fortaleza, Sollar Energia.
- HORNAK, J. P. *et al.* (1981), Final Report on the Advisory Services Provide to Study Solar Energy Possibility in the Queen Elizabeth Hospital in Bridge-town for the Ministry and National Insurance of Barbados. Barbados, PAHO.
- IBAM (1982), O Que é Preciso Saber Sobre Praças e Áreas Verdes. Rio de Janeiro, Centro de Pesquisas Urbanas.
- IBAM (1988), Legislação Urbanística Municipal no Brasil – centro de Campos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Administração Municipal / Ministério da Habitação, Urbanismo e Meio Ambiente.
- IBAM (1994), Desenvolvimento Urbano e Gestão Municipal – Plano Diretor em Municípios de Pequeno Porte. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Administração Municipal / Secretaria de Relações com Estados e Municípios.
- IBAM (1996). Manual para Implantação de Mobiliário Urbano na cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Administração Municipal / Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro.
- IBGE (1980), "Censo Populacional". [www.ibge.org.br](http://www.ibge.org.br)
- IBGE (1991), "Censo Populacional". [www.ibge.org.br](http://www.ibge.org.br)
- IBGE (1996a), "Contagem da População". [www.ibge.org.br](http://www.ibge.org.br)
- IBGE (1996b), "Censo Agropecuário". [www.ibge.org.br](http://www.ibge.org.br)
- IBGE (1997a). "Produção Agrícola Municipal". [www.ibge.org.br](http://www.ibge.org.br)
- IBGE (1997b). "Pesquisa Pecuária Municipal". [www.ibge.org.br](http://www.ibge.org.br)
- ICLEI HOMEPAGE (1998), [www.iclei.org/aplans/dadesap.htm](http://www.iclei.org/aplans/dadesap.htm).
- INSTITUT CATALÀ D'ENERGIA (1995), Optimização de la Gestión Energética em el Área Urbana del Maresme. Estudios Monograficos no. 4. Comissão Européia / Institut Català D'energia / Consell Comarcal del Maresme.

- IPEA (1995), Demanda, Oferta e Necessidades dos Serviços de Saneamento. Brasília, Ministério do Planejamento e Orçamento.
- JANNUZZI, A. M. (1993). "Experiência com substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes no setor residencial". In: Anais do VI Congresso Brasileiro de Energia, volume 3, Rio de Janeiro, Outubro.
- JANUZZI, G. M., SCHIPPER, L. (1991) "Structure of Electricity in the Brazilian Household Sector". In: Energy Policy, Butterworth-Heinemann.
- LA ROVERE, A. L. N. (1988), Energia, Cidade e Estilos de Vida. Tese de M.Sc., IPPUR/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- LAMBERTS, R. *et al.* (1997), Eficiência Energética na Arquitetura. São Paulo, PW.
- LEITE, A. D. L. (1997), A Energia do Brasil. Rio de Janeiro, Nova Fronteira.
- LOMARDO, L. L. B. (1988), Consumo de Energia nos Grandes Prédios Comerciais: Estudos de Caso. Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- LOY, D. (2000), "Solar Strategies of a European Capital: The Example of the City of Berlin". Seminário Brasil-Alemanha em Gestão Energética Municipal, Rio de Janeiro, Janeiro.
- MASCARÓ, J. L. (1979). Custos de Infra-estrutura: Um Ponto de Partida para o Desenho Econômico Urbano. Tese de Concurso de Livre-Docência, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/USP, São Paulo, SP.
- MASCARÓ, L. (1989), Luz, Clima e Arquitetura. 3 ed. São Paulo, Nobel.
- MASCARÓ, L. (1991) Energia na Edificação: Estratégias para Minimizar seu Consumo. São Paulo, Editora Projeto.
- MASCARÓ, L. (1996), Ambiência Urbana. Porto Alegre, Sagra-Luzzato.
- MIGUEZ, J. C. (1997), "O urbanismo luz". In: Anais do Primeiro Seminário Internacional sobre Eficiência em Iluminação Pública, pp. 62-66, Rio de Janeiro, 23-25 Julho.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E SAÚDE (1943), "Projetos e Relatórios – Saneamento de Campos". In: Obras Completas de Saturnino de Brito, volume VI, Rio de Janeiro, Imprensa Nacional.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (1981), Balanco Energético Nacional (Ano Base 1980). Brasília, Departamento Nacional de Política Energética.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (1992), Balanco Energético Nacional (Ano Base 1991). Brasília, Departamento Nacional de Política Energética.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (1999), Balanco Energético Nacional (Ano Base 1998). Brasília, Departamento Nacional de Política Energética.



- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (1997), "Energias Alternativas na Ilha do Mel". In: Consulta Nacional Agenda 21 – 100 Experiências Brasileiras. Governo Federal / UNILIVRE / Rede de Defesa da Espécie Humana, Brasília, DF.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO (1997), Relação Anual de Informações Sociais. Brasília, DF.
- MOREIRA, J. G. S. (1985), Energia Solar no Brasil: O Uso de Coletores Planos para Aquecimento de Água. Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- MORELLI, G. H. F. (1994), Micro e Pequenas Empresas: A Necessidade de Prioridade na Política Econômica. São Luis, SEBRAE/MA.
- MORET, A. S. (1996), "Impacto da Conservação de Eletricidade no Setor Residencial do Estado de Rondônia pela Troca de Lâmpadas Incandescentes por Compacta Fluorescente". In: Anais do VII Congresso Brasileiro de Energia, volume IV, pp. 2103-2117, Rio de Janeiro.
- O GLOBO (1997), "Shopping: Rio recebeu R\$700 milhões desde 94". Caderno de Economia e Negócios, março.
- OLIVEIRA, R. et al. (1998), "Abastecimento Energético Sustentável em Sistemas Isolados: o caso da Ilha Grande". In: Anais do III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, São Paulo, Junho.
- PEITER, P. C. (1994), O Desenvolvimento das Redes Elétricas de Transmissão no Brasil: dos Sistemas Locais aos Sistemas Interligados Regionais. Tese de M.Sc., IPPUR/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- PINTO, J. R. P. (1987), Um Pedaco de Terra Chamado Campos. Campos dos Goytacazes.
- PORTAS, N., 2000, "Do Vazio ao Cheio", Cadernos de Urbanismo, n. 2 (Jan), pp. 7-10.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES (1999a), Plano Estratégico de Campos. Campos dos Goytacazes.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES (1999b), ORÇAMENTO 1999. Campos dos Goytacazes.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES (2000), www.rol.com.br/campos
- PROJETO (1988), "Elvin Mackay Dubugras: quatro embaixadas e duas residências", Revista Projeto, n. 108 (mar), pp. 40-59. São Paulo, Projeto Editores Associados Ltda.
- RABI, N. et al. (1999), Planejamento Urbano e o Uso Eficiente da Energia Elétrica. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Administração Municipal / ELETROBRÁS.

- REIS FILHO, N. G. (1968), Contribuição ao Estudo da Evolução Urbana no Brasil (1500/1720). São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo.
- REIS FILHO, N. G. (1978), Quadro da Arquitetura no Brasil. São Paulo, Editora Perspectiva.
- RIBEIRO, F. S. (1997), "O Pobre Rural como Objetivo Explícito de Política da Eletrificação". XVI Conferencia Latinoamericana de Electrificación Rural, Santiago, Chile, Setembro.
- RIOLUZ (1993), "Instalação de Iluminação Pública nas Comunidades de Baixa Renda do Município do Rio de Janeiro". In: Relatório Final da Primeira Conferência de Cidades para o Século XXI – Reunião de Prefeitos, p. 74, Rio de Janeiro, Junho.
- RODRIGUES, F. M. (1986), Desenho Urbano: Cabeça, Campo e Prancheta. São Paulo, Projeto.
- ROLNIK, R. (1995), O que é Cidade? 3a. ed. Coleção Primeiros Passos, no. 203. São Paulo, Editora Brasiliense.
- ROMERO, M. A. B. (1988), Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano. São Paulo, PW.
- ROSA, L. P. *et al.* (1998), A Reforma do Setor Elétrico no Brasil e no Mundo: Uma Visão Crítica. Rio de Janeiro, Relume Dumará.
- SÁ, A. L. (1999), "Bons Ventos Sopram em Terras Brasileiras", CRESESB Informe, n. 5, (Maio), pp. 6-7.
- SAMPAIO, M. C. H. (1995), Conforto Térmico em Habitações Populares: Um Resgate da Arquitetura Bioclimática. Tese de M.Sc., Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- SANTOS, C. N. F. (1988), A Cidade Como um Jogo de Cartas. Niterói, EDUFF.
- SANTOS, M. M. F. (1996), Arquitetura e Uso Eficiente da Energia em Áreas Urbanas da Amazônia: O Caso de Manaus. Monografia do "Curso de Especialização em Sistemas Energéticos", Universidade do Amazonas, Manaus, AM.
- SANTOS, S. M. (1997), Uso Eficiente da Eletricidade no Rio Grande do Norte. Tese de M.Sc., Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica/UFRN, Natal, RN, Brasil.
- SARTORI, E. (1987), "Aplicação de Coletores Solares na Área Rural". In: Anais do Seminário sobre Aquecimento Solar como Alternativa de Conservação de Energia, pp. 61-71, Belo Horizonte, Agosto.
- SCHILLER, S., EVANS, J. (1991), "Design of Outdoor Spaces: Socio-political Tendencies and Bioclimatic Consequences". In: Alvarez, S. *et al.* (org), Architecture and Urban Space. Holanda, Kluwer Academic Publishers.
- SEATTLE PUBLIC ACCESS NETWORK (1998), www.ci.seattle.wa.us/light.

- SEBRAE (1998), Coletânea Estatística da Micro e Pequena Empresa. Brasília, Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.
- SINGER, P. (1979), Economia Política da Urbanização. 6a. ed. São Paulo, Editora Brasiliense.
- SOUZA, R. C. (1998), "O Comportamento do Consumidor Brasileiro Perante o Desperdício de Energia Elétrica: Resultados das Pesquisas do Procel". Efficientia 98 – Seminário Internacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Outubro.
- TIBA, C. (1999), "Atlas Solarimétrico do Brasil", CRESESB Informe, n. 5, (Maio), p. 8.
- TOLEDO, A. M. (1999), As Questões Emergentes de Conforto Ambiental e Conservação de Energia, nos Códigos de Obras e Edificações. Monografia de Disciplina "Conservação de Energia nos Edifícios", Faculdade de Arquitetura / UFRGS, Porto Alegre, RS.
- VIEIRA, F. M. (1994), Proposta de Roteiro para Análise e Concepção Bioclimática dos Espaços Externos Urbanos. Estudo de Caso: Praças. Tese de M.Sc., Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- VILLELA, L. E. (1991), O Consumo de Energia Elétrica no Setor Terciário, um Instrumento para Análise Sócio-econômico e Estudos de Mercado. Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- ZEVI, B. (1994), Saber Ver a Arquitetura. São Paulo, Martins Fontes.