



## CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA EM EDIFICAÇÕES: UM PACTO DE RESPONSABILIDADE.

Márcia Petrone / arquiteta  
Rua Professor Vilalva Júnior, 96. Sacomã  
CEP 04285-010 São Paulo - SP  
Telefone: (011) 63 4793

Este trabalho visa a busca de uma arquitetura que, com baixo consumo de energia, seja coerente com as condições climáticas, ambientais, econômicas e culturais nas quais se manifesta. O setor alva da pesquisa de pré-projeto é o de comércio e serviços, particularmente escritórios, inserido no panorama energético nacional atual, com vistas à aplicação na cidade de São Paulo. A tipologia investigada propõe a recuperação do domínio das técnicas de climatização natural dos edifícios de escritórios.

This effort aims at the search of an architecture that, with low energy consumption, be coherent with the climatical, environmental, economical and cultural conditions where it arises. The object of the pre-design research is the commercial and services sector, particularly offices. that inserts in the present national energy outlook, considering its employment in the city of São Paulo. The investigated typology purposes the recovery of the control of natural acclimatization techniques in office buildings.

### INTRODUÇÃO

A importância da qualidade do ambiente construído e a consciência sobre a questão energética exigem que sejam constantemente revistos e repensados até os aspectos mais primordiais relacionados a manutenção da vida e adaptação do homem e de suas atividades ao meio ambiente: como morar e como trabalhar são problemas fundamentais para qualquer sociedade e este "como" está intrinsecamente ligado ao "onde", ou seja, à arquitetura, que estabelece a relação entre os homens e o ambiente do qual participam.

A utilização racional de energia implica não somente em consumir menos, mas principalmente na adequação, otimizando o emprego da energia para determinados fins, eliminando desperdícios, desenvolvendo equipamentos com maior rendimento e adotando uma nova atitude de projeto, que tenta evitar a repetição das mesmas decisões que acarretaram em intervenções reparadoras nas construções anteriores.

### JUSTIFICATIVA

Atualmente, podemos constatar uma tendência bastante marcante de produção de uma arquitetura-padrão totalmente desvinculada do meio ambiente urbano no qual está inserida, oferecendo condições de habitabilidade abaixo das expectativas para seus usuários, acarretando em redução nos níveis de saúde e de produtividade dos mesmos por um lado, e elevando custos de funcionamento e manutenção dos edifícios, especialmente em iluminação e condiciona-

mento. por outro. Merecem menção esforços recentes no sentido do emprego de inteligência artificial no controle do consumo de energia de alguns edifícios importantes, com reduções significativas em casos isolados. No entanto, é sintomática a comparação do consumo de energia/desempenho desses edifícios inteligentes com os vários exemplares importantes de arquitetura tradicional, que sobrevivem no mesmo meio físico com desempenhos mais satisfatórios em ambos os aspectos.

Tendo em vista estas colocações, é de fundamental importância detectar nessas tipologias tradicionais quais os elementos responsáveis e em que medida essas características foram progressivamente abandonadas até se chegar a uma arquitetura que necessita de quantidades enormes de energia apenas para proporcionar condições de habitabilidade razoáveis. A recuperação do domínio das técnicas de condicionamento natural dos edifícios de escritórios, balanceando racionalmente os recursos naturais e os dispositivos de iluminação e climatização artificiais que possibilitam a ocupação dos espaços em condições específicas, como à noite, por exemplo, ou como complemento a fim de atender às exigências das tarefas desenvolvidas em cada sub-espaço é uma alternativa relevante, especialmente num cenário de crise energética, ameaça constante há quase duas décadas.

### OBJETIVOS

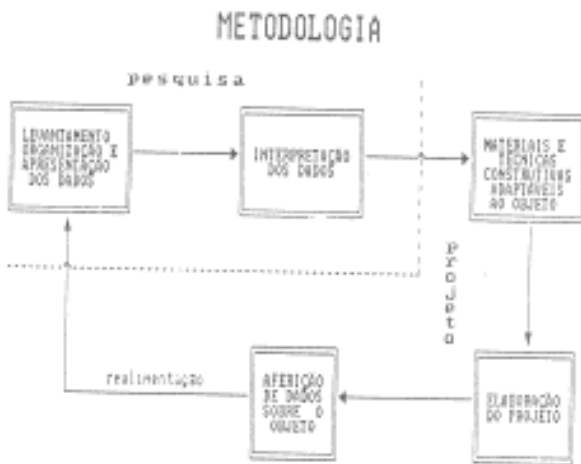
Não se espera operar um milagre e resolver o problema energético brasileiro, mas sim

dar uma contribuição plausível e responsável enquanto segmento profissional para reduzir a magnitude de um problema que é de todos, livrando-o do pesado ônus do desperdício provocado por uma arquitetura ineficiente.

Cada parte do trabalho é, em si, um fim o um meio para demonstrar que é possível produzir uma arquitetura condizente com seu meio, satisfatória aos usuários do ponto de vista das condições de habitabilidade, com baixo consumo de energia, e conseqüente redução de despesas para o setor público, encarregado de prover tal energia, e também um baixo custo global (construção e manutenção ao longo do tempo)- O principal objetivo do trabalho é a busca de uma arquitetura que, com baixo consumo de energia, seja coerente com as condições climáticas, ambientais, econômicas e culturais nas quais se manifesta.

#### METODOLOGIA

A metodologia do trabalho pode ser resumida em uma pesquisa de pré-projeto, pois estuda um determinado aspecto do projeto durante seu processo e simula o desempenho do objeto. quanto a esse mesmo aspecto, em comparação a seus similares.



Quadro 1 - Fluxograma. Metodologia

#### TRAÇADO DO PANORAMA ENERGÉTICO NACIONAL

A energia elétrica funciona como uma opção de energia "limpa", renovável, gerada no país e de matéria-prima nacional, sem custos de transportes, sem problemas estratégicas de fornecimento. Essa alternativa energética quase perfeita, que levou muitos a acreditarem que finalmente a arquitetura poderia se desenvolver independentemente de seu entorno. com energia segura e barata, e que a independência energética não tardaria a chegar, mostra já através de uma pequena comparação o grande distan-

ciamento entre o mito e a realidade nenhum recurso é infinito e fontes renováveis também alteram o ambiente; em se tratando de energias sempre há riscos, que podem ser maiores ou menores; se considerarmos os custos reais de produção (geração, transmissão e distribuição), essa forma de energia não é de modo algum barata e a transmissão a grandes distâncias provoca perdas consideráveis.

As seguintes conclusões sobre a importância desta fonte ao longo do tempo podem ser inferidas através da análise de dados estatísticos contidas no Balanço Energético Nacional de 1990- Ano Base 1989~. no folheto Estatísticas publicado pela Agência para Aplicação de Energia em dezembro de 1990 e nos Cenários de Demanda e Investimentos em Energia para o Ano 2000 no Estado de São Paulo<sup>3</sup>;

- a) forte tendência a substituição de outros energéticos (como lenha e petróleo) por hidreletricidade (e também produtos de cana) e um grande interesse das projeções de demanda neste sentido;
- b) crescente urbanização de áreas antes rurais e unia progressiva terciarização da economia nas grandes cidades do estado de São Paulo, modificando os padrões de consumo de energia, produtos e serviços da população e alterando a composição setorial do consumo de eletricidade (c) setor industrial se retraiu enquanto que o comercial se manteve praticamente estável);
- c) baixo rendimento médio da eletricidade no setor terciário (inferior a 50%) e eficiência média de utilização desta fonte estagnada nos mesmos valores (cerca de 45%) há pelo menos vinte anos.

Para alterar este panorama de ineficiência, suavizando os riscos de déficit e reduzindo a necessidade de investimentos para ampliar a oferta de energia elétrica, existe a alternativa de conservação de energia:

- a) o setor de comércio e serviço-- é o que apresenta o maior potencial de conservação de eletricidade;
- b) a adequação do padrão arquitetônica é o item que exige os menores investimentos (apenas 5% do total) e proporciona uma das maiores economias de energia (23%); o rendimento é de 3 a 9 vezes superior ao dos outros investimentos (a saber. em redução do desperdício, sistemas de controle e melhoria do rendimento de iluminação e ar condicionado).

#### IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DO SETOR DE COMÉRCIO E SERVIÇOS

É interessante notar que grande parte da economia de energia que pode ser conseguida depende de tecnologia já dominada há muito: a chamada arquitetura bioclimática remonta aos primeiros abrigos = proteção contra as intempéries. A adequação ao clima, no entanto. foi sendo progressivamente esquecida nas últimas décadas com a crescente importação de modelos econômicos e sociais desvinculados da realidade brasileira, que incentivaram a formação de

idades cuja configuração espacial 56 tende a agravar os efeitos nocivos sobre o clima (poluição sonora e do ar, ilhas de calor, impermeabilização dos solos etc.) e a reprodução sem nenhum critério senão o "estético", de modelos arquitetônicos cujo desempenho é inverso ao do abrigo. Mas São Paulo possui um grande poder de renovação de sua massa construída e talvez possamos ter uma nova cidade nos próximos dez ou vinte anos, desde que não sejam repetidos os mesmos erros de concepção nos novos edifícios.

As conclusões desta parte do trabalho nasceram principalmente da leitura dos relatórios de pesquisa da equipe coordenada por Alessandro Barghini<sup>4</sup> e são as seguintes.

- a) o setor de comércio e serviços é o mais propício para aplicação de medidas preventivas de conservação e utilização racional de eletricidade;
- b) os escritórios são responsáveis por cerca de 20X do consumo de energia, do setor e, se somados aos grandes estabelecimentos, quase 25X do setor, correspondem a mais de 45% do consumo, fato este relacionado quase que exclusivamente com os aspectos de sua arquitetura, pois os usos finais mais relevantes (iluminação = 50% e ar condicionado = 34% do consumo total de eletricidade destinados à manutenção das condições de habitabilidade) estão diretamente relacionados ao tipo de arquitetura e ocupação dos espaços;
- c) dependendo do projeto de arquitetura e instalações, podem ser obtidas economias de até 70% ou 80% no consumo, dispensando-se ar condicionado e utilizando-se iluminação artificial seletiva por tarefa para complementar a iluminação natural aproveitada ao máximo, desde que seja adotado este partido logo no início da concepção do edifício; e este tipo de solução é bem mais satisfatório aos usuários do ponto de vista do conforto ambiental;
- d) o potencial de conservação diminui e os investimentos necessários aumentam à medida que vão sendo tomadas as principais decisões de cada etapa do projeto;
- e) a coordenação do projeto arquitetônico com os de instalações elétricas, iluminação e ar condicionado estabelece os níveis de conservação possíveis de serem obtidos;
- f) o projeto de certa forma condiciona o regime de utilização dos equipamentos e a maneira de ocupação do espaço, estabelecendo deseconomias, porém o papel do usuário é fundamental, alterando o espaço projetado com seu uso, eliminando desperdícios ou investindo na reforma do edifício, na substituição dos equipamentos por outros mais eficientes e em medidas complementares de utilização racional.

A arquitetura de hoje precisa, portanto, ser adequada, pois suas conseqüências perduram pelo tempo de vida útil dos edifícios; há muito já se alardeia a momento de repensar a arquitetura moderna, que institucionalizou modelos e se transformou num estilo; se a arquitetura de hoje tem que mudar, ela precisa, mais que um rótulo, de

uma causa, uma razão forte e suficiente para melhorar.

#### CONCLUSÕES TÉCNICAS

Conservação e utilização racional de energia em edificações sempre esbarram em sua principal determinante: a *questão cultural*. Eliminar desperdícios requer investimentos, não simples aplicação de capitais, no que há de mais preciosa e construtivo numa sociedade: *consciência, participação e responsabilidade*.

Como o custo de conservação é inferior ao pago pela energia, seja qual for seu sistema de produção, o descaso com relação a oportunidade tão vantajosa só se explica pela desinformação de profissionais e usuários, pela carência de um suporte normativo e de legislação adequado e pelo imediatismo que impede um investimento inicial elevado para evitar desperdício ao longo do tempo; a falta de investimento inicial fica por conta do construtor e as contas mais altas para o consumidor ou usuário final reforça esta postura. O consumo energético durante a construção de um edifício (produção) é relativamente baixo, mas como sua vida útil é grande, os maiores consumos acontecem no período de seu uso. Dependendo da tipologia, o investimento para alimentação energética do edifício é maior que seu custo de construção. Segundo a artigo de Lucia e Juan Mascaró<sup>5</sup>, "está demonstrado que a orientação, a forma e a altura do edifício influem no consumo de energia E ... c,] ao considerar que o Brasil tem um clima favorável do ponto de vista energético. resulta inadmissível a situação atual de projetar desconsiderando a clima e o sítio como dados de projeto."

Também é notório o descaso do cliente e do usuário pela questão energética: o primeiro raramente solicita um projeto que não deva ter o máximo impacto visual e status com o menor investimento inicial possível dentro deste objetivo. o segundo é geralmente apático e rejeita qualquer responsabilidade sobre o edifício e seu uso. Esse tipo de resistência cultural é agravado pela falha preparação técnica e cultural de profissionais da construção civil, mal instrumentalizados, afastados do diálogo com a indústria, encarando a legislação como alibi ou fator limitante de caráter punitivo, apoiados somente no bom-senso para identificar e corrigir seus erros, sem critérios de avaliação das experiências e controle de qualidade. Num campo de atuação profissional assim despreparado, as leis correm grande risco de incentivar a especialização às avessas, com consultores desvinculados da concepção do projeto.

Como a conservação envolve a cultura, os principais recursos são os humanos. É bastante complicado fazer as pessoas emergirem de um estado crônico de acomodação e convencê-las de que cada segmento tem sua função: os técnicos do setor elétrico pre-

cisam definir os caminhos para a nossa realidade, os empresários devem racionalizar o máximo possível a utilização da energia em seus setores, as concessionárias (como empresas de serviço público) não podem esquecer a eficiência econômica e empresarial nem o compromisso social de prestação de serviços à comunidade, os profissionais de ensino e de comunicações tem que difundir por seus meios os conhecimentos e as informações vindas dos responsáveis pelas pesquisas; enfim, se cada um desempenhar com consciência seu trabalho e, como consumidor e cidadãos tomar atitudes coerentes com seu discurso, utilizando criteriosamente os energéticos e educando desde casa as gerações futuras, todos estarão resolvendo juntos um problema que é de cada um de nós: a busca de qualidade de vida para todos.

Portanto, conservação e utilização racional de energia são, acima de tudo, um Pacto de Responsabilidade

#### INSUMOS PARA PROJETO

Esta parte do trabalho consiste num roteiro auxiliar para o projeto e no estabelecimento de parâmetros para aferição de dados sobre o objeto.

Tecnologia das Edificações: possibilidades dos sistemas passivos e ativos de interação da edificação com o clima e o micro-clima urbano e energia embutida nos materiais e técnicas construtivas

#### 1) Forma do Edifício

a) *Orientação das Superfícies*: determina a quantidade de radiação incidente sobre cada fachada e define os respectivos tratamentos em termos de proporções e proteção contra radiação solar e também ventos dominantes e fontes de ruído externo; a planta retangular (não-laminar) é a forma mais favorável, se suas fachadas maiores forem orientadas para norte-sul e as menores (que podem ser cegas ou mais protegidas e destinadas a atividades de curta permanência), para leste-oeste.

b) *Proporções*: edifícios altíssimos consomem mais em estrutura, na elevação dos materiais na construção no uso de elevadores e bombas e exigem cuidados especiais com as fachadas; já os horizontais requerem mais cuidados com a cobertura; a altura ideal para os edifícios está entre estes extremos e varia com a latitude. Para otimizar a iluminação natural é preciso elevar a borda superior das janelas (e o pé-direito), colocá-las em mais de um lado de recintos pouco profundos e em mais de uma face do edifício de formas recortadas. Esta solução também favorece o conforto higrotérmico pela maior volume de ar e melhores condições para sua circulação (desumidificação, retirada do calor e higienização dos ambientes).

#### 2) Caracterização das Superfícies

a) *Proporção Cheios/Vazios*: porcentagem de aberturas superior a 35% aumenta bastante

a carga térmica a ser retirada, porém aberturas muito reduzidas prejudicam a iluminação natural; por onde penetra a ventilação entra o ruído externo e a proporção cheios/vazios com as fachadas e define a imagem do edifício e seu caráter; a variação da temperatura noturna é suficiente para provocar alívio térmico e as aberturas devem favorecer a aproveitamento desta ventilação; devem também ser protegidas da radiação solar direta. Quanto à cobertura, superfícies transparentes ou pouco isolantes e de cores escuras representam ganhos térmicos substanciais; é recomendável manter uma superfície iluminante máxima de 35% sobre áreas de curta permanência (circulações) e aproveitar o efeito chaminé e o efeito Venturi para exaustão do ar quente, que pode ser reforçada no verão por equipamentos de ventilação que consomem 10% da energia gasta pela ar condicionado

b) *Características de Vedos e Vãos*: aumentando a isolação da envoltória é possível garantir temperaturas interiores um pouco menores; pode-se aumentar a peso da edificação, proporcionando melhor amortecimento e atraso térmico, aplicar isolante em materiais leves, usar venezianas, quebrasóis, chicanas absorventes, coletores solares e outros detalhes construtivos tanto de ponta quanto tradicionais ou tirar partido do ar como isolante térmico e acústico. a escolha das cores claras, refletindo mais a radiação solar. reduz a energia a ser amortecida pelos vedos.

c) *Orientação das Aberturas*: os materiais transparentes permitem entrada de luz e bloqueiam saída do infra-vermelho; por isso devem ser orientados e protegidos para receberem radiação solar direta o menos tempo possível; das paredes e cores solares móveis. as exteriores e de cores claras são as mais eficazes; em geral, é conveniente orientar as aberturas para norte e sul e sombreá-las entre as 9:00 e as 15:00h, os sheds devem ser voltados para sul e todos os vãos de iluminação zenital ter possibilidade de sombreamento.

#### 3) Instalações e Equipamentos

a) *Iluminação*: em espaços maiores, a iluminação seletiva com trilhos eletrificados e a luz de tarefa (nível geral mais baixo e complementação por mesa) combinam suas vantagens: aproveitamento da iluminação natural, possibilidade de delimitação setorizado adequado quando o espaço não é total e continuamente utilizado, potência instalada menor por m<sup>2</sup> em iluminação artificial, além de flexibilidade de layout e possibilidade de controle das condições de conforto lumínico pelo usuário; as cores internas mais claras refletem maior porcentagem da luz, mas os brilhos (luminâncias) provocam desconforto visual; os equipamentos mais eficientes devem ser escolhidos a despeito de serem mais caros, pois o retorno financeiro com economia em iluminação e indiretamente em ar condicionado é rápido: lâmpadas fluorescentes de 32W, lâmpadas compactas fluorescentes, reatores de partida rápida e alto fator de potência, luminárias com superfícies internas refletoras, além da escolha de uma

altura de instalação que proporcione o máximo aclaramento sem ofuscamento otimizam a iluminação artificial.

b) *Condicionamento*: o rigoroso controle do regime e a escolha dos equipamentos mais eficientes têm uma influência menor, depois que se define a envoltória e intervenções posteriores acarretam custos altíssimos e só atenuam o problema; com pé-direito superior a 3,50m, caixilhos móveis permitindo ventilação natural no verão e higiênica no inverno, usa de ventilação mecânica sem refrigerar o ar, envoltória pesada num clima com amplitudes térmicas não muito pequenas entre dia e noite, tirando partido do amortecimento e do atraso térmica (elevação da temperatura interna após o fim do expediente tendo a noite toda para devolver o calar ao exterior então mais frio), potência menor em iluminação artificial aproveitando a natural e usuários sujeitos a condições de conforto higrotérmico mais adequadas (não cedendo ao ambiente taxas adicionais de calor e umidade resultantes do esforço de adaptação a altas temperaturas), é passível satisfazer naturalmente as condições de controle das fontes de calor externas e internas (sal, equipamentos e iluminação artificial e pessoas) e de retirada da carga térmica da edificação sem ar condicionado.

c) *Refrigeração e Cocção*: participação muito pequena nos escritórios, que pode ser reduzida, dependendo do programa funcional, a pequenas copas; o usa final aquecimento de água é pouca expressivo e se limita aos chuveiros dos vestiários de funcionários (da limpeza e manutenção) e torneiras elétricas de copas e cozinhas.

d) *Circulação Vertical*: Os ambientes de maior procura pelo público ou maiores necessidades de acesso devem estar nos andares mais próximos ao pavimento de acesso do público externa e os caminhos, ser amenos e legíveis; para os funcionários, caminhos para circulação rápida e eficiente entre os andares desestimulam, para os percursos mais curtos, o usa dos elevadores; para estes, a redução da número de paradas aumenta a eficiência (rapidez e economia) e o desligamento de alguns deles em horário-- de menor movimento e outras questões de regime complementam a racionalização do uso.

e) *Motores e Equipamentos Específicos*. Os motores para recalque da águas movimentada dos elevadores, ventilação e condicionamento e exaustão em cozinhas de refeitórios devem ser escolhidas por sua eficiência e seu dimensionamento e regime de funcionamento adequados determinam a economia de energia; para os equipamentos específicos de escritórios e equipamentos complementares (como os de segurança, por exemplo), a regra de escolha dos mais eficientes e o controle do adensamento dos espaços (aumento da potência demandada) são pontos a serem observados.

#### 1) Níveis de Exigência Psico-Físicos

a) *Segurança*: escadas de incêndio com antecâmara, portas corta-fogo, sprinklers, guarda-corpos nas passíveis rotas de fuga, piso adequado e escadas projetadas de acordo com as normas são tão importantes quanto a sensação de segurança que o usuário deve ter na utilização dos espaços; flechas, trincas e ruídos causam má impressão mesmo quando não há riscos.

b) *Amplitude Adequada*: vai além das dimensões propriamente ditas e varia entre a opressão e a despersonalização do local; função e número de funcionários "determinam" a tamanha dos locais de trabalhos mas o tratamento dos ambientes (cores, materiais e luz) e a lay out definem OS espaços e estimulam o usuário (circulações, referências, facilidade de concentração para o trabalho e comportamento com relação ao edifício); a amplitude envolve também a segurança (dimensões mínimas) e a imagem que o edifício transmite ao pública e aos funcionários.

c) *Temperatura-Umidade-Ventilação*: as condições de conforto higrotérmico são função de uma série de variáveis além destas, que são mensuráveis; dentre elas, aclimatação, idades sexo, raça, hábitos alimentares e estado de saúde do indivíduo, atividade e vestimenta influenciam na sensação de conforto; nos ambientes desconfortáveis por frio ou por calor, há riscos muito maiores para a saúde dos usuários e também acorra queda na produtividade; para suportar padrões de vestimenta de climas temperados, são importadas também limites de conforto que mantêm D ar muito fria e seco (23-C e 50% de umidade) e ele sã é filtrada quando vem da exterior e circula várias vezes. carregando fumaça, poeira e micróbios. Não abrir as janelas enquanto o ar condicionado estiver em funcionamento, desligar os aparelhas em recintos desocupados, não regular os termostatos para temperaturas muita baixar., ligar sistemas centrais mais tarde e desligá-los mais cedo são maneiras de reduzir o consumo do ar condicionado sem comprometer o conforto.

d) *Iluminação*: existe resistência cultural ao controle da iluminação pelos usuários em grandes escritórios; o costume de acesso somente via quadro de disjuntores e a Organização dos circuitos ignorando os espaços funcionais e seus horários de expediente par economia dificultam medidas de conservação; em projetos de iluminação uniformes executados de acordo com as normas. os níveis são determinados pela tarefa mais exigente, mas são obtidas condições de conforto insatisfatórias e inadequadas para a maioria dos usuários, pois variáveis como idade, raça, cor dos alhos e outras influem nos requisitos visuais e. mesma entre pessoas de visão normal, acuidade visual e sensibilidade ao ofuscamento variam; também a tarefa e os meios utilizados para executá-la implicam em requisitos de conforto diferentes e que precisam ser respeitados.

e) *Orientação e Domínio do Espaço*: além da mensagem do própria espaço, é conveniente manter um sistema de sinalização eficiente para otimizar o funcionamento dos elevados-

Desperdícios Conseqüentes de Comportamentos Passíveis de Serem Modificados e Modos de Uso e Ocupação do Espaço: Critérios de utilização dos edifícios e equipamentos

res e informar sobre o regime dos equipamentos; a facilidade de apreensão do espaço e a agilidade de circulação por ele ajudam a criar um domínio maior sobre o edifício e suas condições e a conhecimento e a personalidade conduzem à responsabilidade.

f) Ruído-Privacidade e Comunicação: os requisitos em escritórios são privacidade da conversação oral, garantia de comunicação oral, condições de concentração favoráveis e condições aceitáveis de conforto de forma a evitar a fadiga provocada pelo ruído; o ruído de fundo regula a clareza com que as mensagens são ouvidas; as fontes de ruído externo fixas (edifícios que abrigam atividades ruidosas) e móveis (veículos) e de ruído interno (equipamentos, instalações e pessoas) podem ser controladas com o uso de máquinas mais silenciosas e com boa manutenção, mas os arranjos espaciais mal formulados acusticamente e de reversão dificultosa e onerosa (como os escritórios panorâmicos multifuncionais) induzem os usuários a agravarem os problemas; quanto ao ruído externa, existe contradição entre o meio ambiente urbano agressivo. e o atendimento das necessidades de ventilação dos recintos de forma natural; a implantação bem planejada, a proteção das aberturas com materiais de desempenho adequado e o lay out que agrupa os espaços de acordo com seus requisitos acústicos, evitando contigüidades entre espaços de exigências muito distintas e locando-os a menor ou maior distância das circulações internas, minimizam os problemas nos escritórios.

### 3) Hábitos de Conduta no Espaço

a) *Controle das Condições de Conforto:* influencia no aumento do consumo de energia dos edifícios; quanto maiores e mais modernos, mais generalizado é o controle e portanto mais irracional. Lá o regime de utilização.

b) *Regime de Utilização:* determina a consumo de energia; em grandes edifícios modernos, a iluminação é toda ligada antes do início do expediente e só é parcialmente apagada após o término da limpeza (as luzes de segurança permanecem sempre acesas); o ar condicionado funciona o dia todo ou, por termoacumulação, a noite toda, aproveitando a tarifa horo-sazonal (edifício inteligente = projeto seletivo não de uso mas de consumo de energia). Com espaços mais compartimentados é possível manter um regime de utilização mais racional, tanto para iluminação quanto para ar condicionado, se os equipamentos setorizados permanecerem ligados apenas nos recintos ocupados e durante horários distintos de funcionamento; o período de limpeza e a iluminação de segurança não devem exigir que a edifício permaneça todo acesa muito além do expediente; além das medidas já citadas, um único elevador deve atender a cada chamada (no caso. o que estiver mais próxima do andar), pois é hábito dos usuários chamar todos os elevadores mesmo sabendo que só utilizarão a que chegar primeiro.

## ANTE-PROJETO DO EDIFÍCIO DE UMA SEGURADORA NA CIDADE DE SÃO PAULO

Como as preocupações técnicas e estéticas deste trabalho não estão a reboque das do Primeiro--- Mundo, mas sobretudo interessadas na adequação à nossa realidade, o projeto a seguir resumida em planta do pavimento tipo e corte típico aplica às condições reais todos os pressupostos fundamentados até aqui.

O terreno escolhido situa-se na Avenida Presidente Juscelino Kubitschek, 360s no Jardim Paulista, região com possibilidade de uso misto, grande acessibilidade e todas as condições de ruído, ventilação, iluminação e insolação representativas de um meio urbano típica no qual são construídos os escritórios de grandes empresas; no entorno, escritórios, prédios de apartamentos, lojas, magazines e restaurantes como os que são vistos em outros locais da cidade. Uma área de 273~, com taxa de ocupação máxima de 0,7, coeficiente de aproveitamento máximo 3 ou 4 para áreas maiores que 1000m~ com taxa de 0,52 e sem limitação de altura; os recuos mínimos exigidos são de 5m para frente e fundo e de 3m de ambos os lados acima do 22 pavimento. Por ocupar toda a área entre duas das esquinas da quadra, propicia a visibilidade quase que total da maioria das fachadas do edifício a partir da avenida e das fachadas posteriores a partir das ruas laterais D. Luisa Júlia e Dr. Renato Paes de Barros - Essa localização privilegiada em termos de visuais e acessos. atualmente desfrutada pelo edifício do Mac Donald's (desconsiderado para efeito da realização dessa pesquisa de pré-projeto), imputa ao edifício a responsabilidade de ser um referencial, além de ser eficiente energeticamente e correto quanto aos requisitos de habitabilidade

A imagem da seguradora a ser transmitida para seus clientes é sobretudo a de estabilidade- segurança, organização e seriedade, mas, ao lado do caráter de perenidade que repudia exagerados modismos e projetos de edifícios "descartáveis", uma atitude de renovação, agilidade, eficiência, enfim modernização, definem a linha de atuação de empresas eficientes e que investem no futuro para preservar uma boa imagem. Dentro destes princípios conservação e utilização racional de energia se justificam enquanto postura diante da realidade urbana de São Paulo, e a construção de um edifício com investimento inicial mais alto se explica tanto pela exigência de marcar presença quanto pela necessidade do emprego de materiais de boa qualidade que garantam um desempenho satisfatório ao longo da existência do edifício, tempo durante o qual a prédio economiza em energia, reformas corretivas e até mesmo em manutenções periódicas preventivas

Portanto, o investimento em projeto dá lucro.

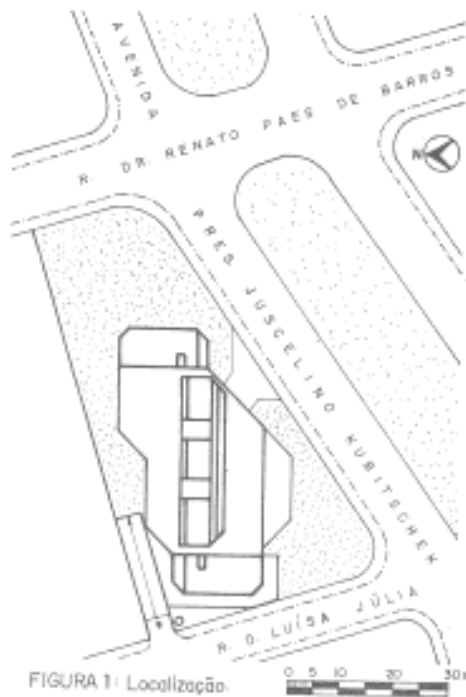
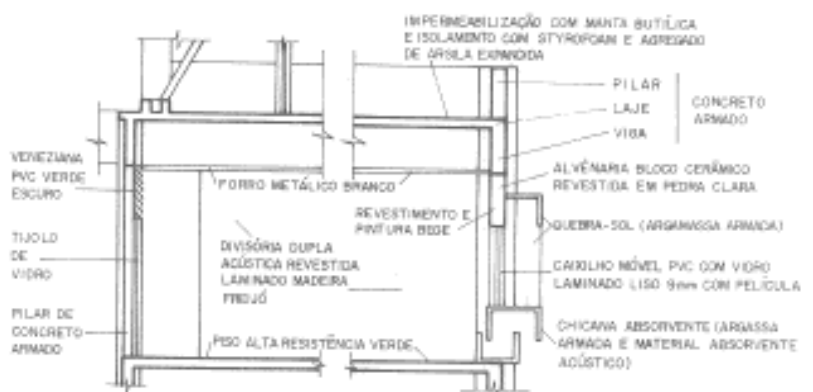
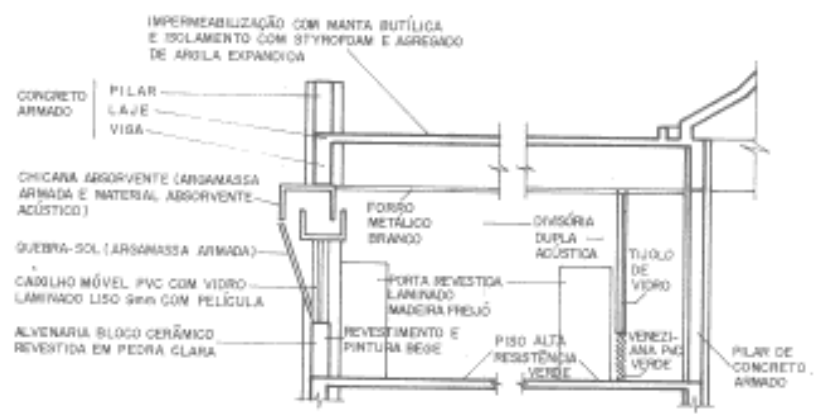


FIGURA 1: Localização.

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| 1 Área de Expediente de Menor Responsabilidade | 11 Escada Encoberta com Antecâmara    |
| 2 Área de Expediente de Maior Responsabilidade | 12 Elevadores                         |
| 3 Sala de Reuniões                             | 13 Shaft de Hidráulico                |
| 4 Sala de Recepção e Espera                    | 14 Shaft de Elétrica                  |
| 5 Sala de Gerência/Decisão                     | 15 Sanitário Masculino                |
| 6 Prunada de Telefonia                         | 16 Depósito de Material de Escritório |
| 7 Elevadores Panorâmicos                       |                                       |
| 8 Escada Panorâmica                            |                                       |
| 9 Copo   |                                       |
| 10 Sanitário Feminino                          |                                       |



FIGURA 2: Planta do Pavimento-Tipo e Programa Funcional.



FIGURAS 3 e 4: Descrição de Materiais Internos e Externos.

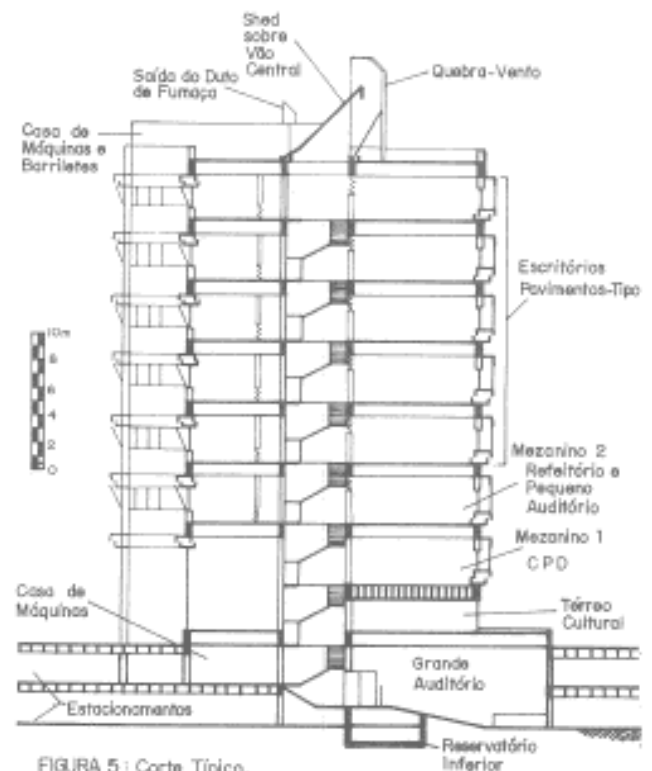


FIGURA 5: Corte Típico.

**VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO PROPOSTO NOS ASPECTOS DE CONFORTO AMBIENTAL E CONSUMO DE ENERGIA**

O processo de simulação de uso do edifício requer a conhecimento das características físicas do objeto e do regime de utilização do mesmo e supõe a comparação com seus similares, a fim de avaliar a relação de custo/benefício, ou seja, o aumento de qualidade conseguido mediante cada investimento.

Neste trabalho, bem como numa situação real de projetar um edifício mediante um programa de necessidades acordado com o cliente, o regime de utilização (horário de expediente) é dado conhecido; a que varia são as características físicas do objeto.

Os dados de regime considerados constantes para as diversas situações físicas do edifício são:

- a) ambiente 1: área de expediente de menor responsabilidade; área= 266,50m<sup>2</sup>; volume= 932,75m<sup>3</sup>; 45 funcionários; 6m<sup>2</sup> e 21m<sup>2</sup> funcionário; máquinas de escrever e calcular e computador com impressora por pessoa, fax e copiadora para cada 15 funcionários e PABX para cada 5; horário de expediente das 9:00 às 18:00h e horário de almoço variável de acordo com cada setor.
- b) ambiente 2.- área de expediente de maior responsabilidade; área= 121,35m<sup>2</sup>; volume= 424,725m<sup>3</sup>; 12 funcionários; 1m<sup>2</sup> e 35m<sup>2</sup> funcionário; máquinas de escrever e calcular e computador com impressora por pessoa, fax para cada 6 funcionários e PABX para cada 4; horário de expediente das 9:00 às 19:00h e hora de almoço das 13:00 às 14:00h.
- c) ambiente 3: sala de reuniões; área= 35,65m<sup>2</sup>; volume= 124,775m<sup>3</sup>; 14 funcionários (10 vindos da 1, 3 vindos de 2 e 1 vindo de 5); 2,5m<sup>2</sup> e ~m<sup>2</sup> funcionário; projetor, televisão, PABX e fax; horário de reuniões diária-- das 15:00 às 17:00h.
- d) ambiente 4: sala de recepção e espera; área= 17,5m<sup>2</sup>; volume= 61,25m<sup>3</sup>; 1 secretária; máquina de escrever, computador com impressora, fax, PABX e rádio; horário de expediente das 9:00 às 18:00h e hora de almoço das 13:00 às 14:00h; de 1 a 3 pessoas esperando em horários distintos pela manhã e à tarde.
- e) ambiente 5: sala de decisão; área= 37,50m<sup>2</sup>; volume= 131,250m<sup>3</sup>; 3 gerentes; 12,50902 e 4-1 funcionário; computador com impressora, fax e PABX por pessoa, rádio na sala; horário de expediente das 9:00 às 22:00h, variável para cada gerente e hora de almoço das 13:00 às 15:00h.
- f) horário de limpeza de 1 é das 18:00 às 19:00h e dos demais, das 7:00 às 8:00h.

Assim são definidas as primeiras variáveis físicas diretamente influenciadas pelo uso dos espaços:

- a) a iluminação artificial seletiva e com luz de tarefa, considerada constante para as diversas caracterizações físicas da envoltória, utiliza uma potência instalada de SW/m<sup>2</sup> para obter em todos os recintos, considerando a contribuição da luz natural

difusa de um céu parcialmente coberto (condição freqüente na cidade), um nível de aclaramento geral de cerca de 300lux, recomendado para circulação e tarefas menos exigentes; considera-se também o desligamento da iluminação geral antes e depois do expediente do setor (1 e 2) e no almoço variável por setor (1); a luz de tarefa utiliza uma potência instalada de funcionários que permanece ligada somente no expediente do funcionário.

b) a ventilação natural é feita pelas chicanas absorventes de ruído quando o ambiente estiver ocupado e pelas janelas abertas quando estiver vazio, ocasionando 5 e 15 renovações horárias respectivamente; para o cálculo do ar condicionado 52(o utilizadas 3 renovações horárias.

Como temos um projeto e a necessidade de averiguar se todos os pressupostos aplicados na sua melhoria foram realmente eficazes, nesta primeira etapa serão comparados os ganhos térmicos em diversas situações diferentes para cada ambiente do pavimento-tipo nos solstícios de inverno e verão e nos equinócios.

**Caracterização da envoltória:**

- A - vidro Antélio protegido
- B - vidro Antélio desprotegido
- C - vidro transparente comum desprotegido

**Situações:**

- 1- pavimento-tipo intermediário desocupado
- 2- pavimento-tipo intermediária ocupado
- 3-último pavimento sem forro desocupado
- 4- último pavimento sem forro ocupado
- 5- último pavimento com forro desocupado
- 6- último pavimento com forro ocupado

**Comparação dos Picos de Ganho Térmico para os Ambientes 1 e 2**

	AMBIENTE 1 (S/S)				AMBIENTE 2 (N/N)			
	IA/3C	5A/3C	2A/4C	6A/4C	IA/3C	5A/3C	2A/4C	6A/4C
VERÃO	301	311	571	581	461	471	671	681
EQUINÓCIOS	261	271	651	661	421	431	531	541
INVERNO	291	301	781	791	331	341	431	441

Tabela 1: Tabela comparativa dos picos de ganho térmico para a melhor e a pior situação de pavimento-tipo intermediário e do último pavimento, com e sem ocupação.

Desta análise conclui-se que: a) para ambos os lados do edifício (diferentes orientações), a situação projetada é a mais favorável de todas, tanto para o edifício ocupado como vazio (IA-2A e 5A-6A); a proteção criteriosa da envoltória é um esforço muito válido e significa reduções importantes nos ganhos;

b) a diferença entre os valores absolutos e relativos para os casos 1 e 5 ou 2 e 6 é bastante pequena, a que demonstra que uma cobertura projetada com os devidos cuidados de isolamento não representa um problema para o edifício;

c) na maioria dos casos, a diferença de tratamento das áreas transparentes da fachada é que determina os ganhos térmicos



do edifício sem ocupação, daí os valores encontrados para as situações A, B e C;  
 d) quanto mais eficiente for a envoltória do edifício, maior a porcentagem dos ganhos devida à ocupação (12mpadas + pessoas), daí a importância de um projeto de iluminação bem estudado e de se evitar o excessivo adensamento dos ambientes.

Curva de Ganhos Solares para o Verão

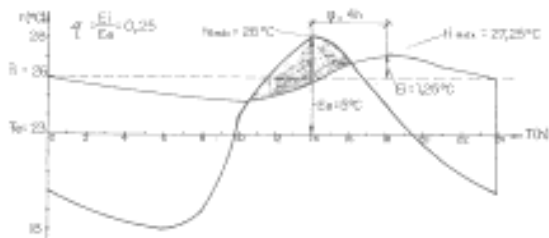


Gráfico 1. Variação horária das temperaturas externa e interna do edifício vazio sob ação das condições externas.

Podemos perceber os efeitos do uso de materiais tradicionais que proporcionam inércia ao edifício; o papel da inércia é tornar a temperatura interna mais estável que a externa (achatamento da curva); para o edifício projetado, as temperaturas internas são inferiores às externas (definidas de acordo com o calculador da temperatura horária de Koenigsberger<sup>6</sup>) das 10:00 às 16:00h no verão (durante a maior parte do expediente); também é importante o fato de a temperatura interna máxima ser inferior à temperatura externa máxima, a amplitude térmica interna é de 2,5°C enquanto que a externa é de 10°C, daí a importância do amortecimento; além disto, ela é atingida somente às 18:00h (ao final do expediente), daí a importância do atraso térmico. Após o fim do expediente é possível abrir todas as janelas para que a ventilação retire o excesso de calor do edifício, pois a temperatura externa está pelo menos 3°C mais baixa que a interna; só não é conveniente ventilar em demasia o ambiente quando a temperatura interna for mais baixa que a externa pois assim a ventilação acrescentará calor ao invés de renová-lo. Entretanto, com a ocupação, os ganhos térmicos podem resultar em uma curva de temperaturas internas muito diferente dessa, restringindo os horários de temperaturas internas inferiores às externas e tornando a ventilação forçada uma alternativa benéfica.

Hipóteses de Condicionamento

Com ar condicionado: o condicionamento é calculado para o verão considerando-se a hora de ganho térmico máximo; a temperatura externa é fixada em 32°C e a interna, em 24°C. Neste cálculo não está incluído o controle da umidade (calor latente). O re-

gime de cada ambiente é considerado em separado.

AMBIENTES		1	2	3	4	5
CONDICIONAMENTO	TR	7,15	2,60	1,27	0,45	1,06
CONDICIONAMENTO	AM	10,7	3,9	1,9	0,7	1,6
CONSUMO DE ENERGIA	kWh/m <sup>2</sup>	107,0	35,1	3,9	5,6	17,6

Tabela 2: Condicionamento artificial dos ambientes.

Com controle natural: conhecidos a taxa de ventilação, o atraso e o amortecimento é possível estimar a temperatura interna máxima pelo método simplificado de Croiset<sup>7</sup> do CSTB; para a utilização deste método é conveniente escolher o horário das 15:00h para realizar os cálculos. Com atraso = 4h e taxa de ventilação = 5(1/h), temos as seguintes situações:

- I) amortecimento= 0,25;
- II) piorando-se o amortecimento da envoltória para 0,35;
- III) utilizando-se carpete ou forro acústico, amortecimento= 0,50;
- IV) utilizando-se carpete e forro acústico, amortecimento= 0,65.

a) Verão.  $t_{ext} = 23^{\circ}\text{C}$  e  $E = 5^{\circ}\text{C}$

AMBIENTES	1	2	3	4	5
I	25,50°C	25,25°C	26,75°C	25,00°C	24,50°C
II	26,50°C	26,15°C	28,25°C	25,00°C	25,10°C
III	28,00°C	27,50°C	30,50°C	27,00°C	26,00°C
IV	29,50°C	28,85°C	32,75°C	28,20°C	26,90°C

Tabela 3: Temperatura interna máxima dos ambientes no solstício de verão.

b) Equinócios:  $t_{ext} = 20^{\circ}\text{C}$  e  $E = 5^{\circ}\text{C}$

AMBIENTES	1	2	3	4	5
I	22,25°C	22,50°C	24,24°C	22,75°C	22,00°C
II	23,15°C	23,50°C	25,25°C	23,85°C	22,00°C
III	24,50°C	25,00°C	28,50°C	25,25°C	24,00°C
IV	25,85°C	26,50°C	31,05°C	27,15°C	25,20°C

Tabela 4: Temperatura interna máxima dos ambientes nos equinócios.

c) Inverno:  $t_{ext} = 16^{\circ}\text{C}$  e  $E = 4^{\circ}\text{C}$

AMBIENTES	1	2	3	4	5
I	18,00°C	18,00°C	19,75°C	18,50°C	17,50°C
II	18,80°C	18,80°C	21,25°C	19,50°C	18,10°C
III	20,00°C	20,00°C	23,50°C	21,00°C	19,00°C
IV	21,20°C	21,20°C	25,75°C	22,50°C	19,90°C

Tabela 5: Temperatura interna máxima dos ambientes no solstício de inverno.

Desta análise conclui-se que: a) é possível utilizar somente climatização natural para controlar o conforto térmico, desde que a inércia do edifício seja alta;  
 b) como o volume de ar por pessoa é grande em todos os ambientes, a contribuição da umidade cedida ao ar pelas pessoas é pequena; assim sendo, podemos perceber que na situação I é possível manter as temperaturas. Máximas internas sempre na zona de conforto para todos os ambientes; o ambiente 3 é o mais problemático, mas como

seu uso é intermitente (sala, de reuniões) o problema é contornável;

c) Pelas situações propostas, nota-se a influência do tratamento acústico dos ambientes sobre seu desempenho térmico, o que deve ser observado para efeito de projeto;

d) a economia mensal no consumo de eletricidade por pavimento-tipo é de 3722,4 kWh dispensando-se o uso do ar condicionado (consumo este que seria ainda maior caso a envoltória do edifício não fosse tão eficiente).

#### Desenho Energético

Tendo em vista o conhecimento das características físicas do edifício e do regime de utilização do mesmo e tendo-se a certeza de que é possível utilizar com conforto somente a climatização natural para os pavimentos-tipo, podemos proceder à análise de desempenho energético do edifício como um todo. Para tal, são avaliados os consumos de eletricidade mensais para condicionamento artificial de CPD e dos Auditórios Grande e Pequeno, para iluminação dos estacionamentos, áreas de circulação e de apoio, refeitórios, auditórios, CPD e áreas funcionais do pavimento-tipo, para equipamentos específicos, para cocção e aquecimento de água e para transporte vertical.

Os valores absolutos obtidos permitem verificar que a participação por uso final é de 11% para condicionamento, 15% para iluminação artificial, 15% para cocção, 8% para transporte vertical e 51% para equipamentos específicos. Percebe-se que a atividade desenvolvida nos espaços passa a ter maior importância que a manutenção das condições de habitabilidade dos mesmos.

Também o consumo parametrizado do edifício que é de 7kWh/m<sup>2</sup>.~, demonstra que seu desempenho energético com conforto ambiental é bastante satisfatório, pois é inferior ao dos edifícios de tipologia tradicional, que apresentam consumos da ordem de 9 a 10kWh/m<sup>2</sup>.~ e também ao dos edifícios inteligentes, cujos consumos são da ordem de 18 a 20kWh/m<sup>2</sup>.~.

#### NOTAS

1 Balanço Energético Nacional de 1990 - Ano Base 1989. Ministério da Infra-Estrutura - Secretaria Nacional de Energia - SNE/MINFRA 1990.

2 Folheto Energia - Estatísticas. São Paulo, Agência para Aplicação de Energia, 1990.

3 GOLDENBERG, José et al. Cenário de Demanda e Investimentos em Energia para o Ano 2000 no Estado de São Paulo. São Paulo, CESP, 1986. 54p.

4 JORGE WILHEIN CONSULTORES ASSOCIADOS. Consumo de Energia nos setores de Comércio e Serviços: relatório final. São Paulo, ELETROBÁS-PROCEL 1989, mimeo. 97p.

JORGE WILHEIN CONSULTORES ASSOCIADOS. Pesquisa sobre Utilização de Energia no Setor de Serviços. Consumo de Energia nas Edificações: estudo paramétrico. São Paulo, ELETROBÁS-PROCEL, 1989, mimeo. 66p.

5 MASCARO, Lucia, MASCARO Juan Luis. É Possível Economizar Energia

nas Edificações, São Paulo Energia, São Paulo, 23. (3): 31-3, 1986.

6 KOENIGSMERGER, Otto et al. Vivienda y Edificios en Zonas Cálidas y Tropicales. Trad. Emilio Romero Ros. Madrid, Paraninfo, 1977.

7 CROISET, Maurice. L'Hygrathermique dans le Bâtiment. Paris, Eyrúilles, 1972.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Contradições do Nosso Modelo Arquitetônico- São Paulo Energia, São Paulo, 23, (3): 27-30, 1986.

2. Uma Arquitetura Imposta. São Paulo Energia, São Paulo, -5, (1): 24-30, 1984.

3. Um Banco e um Grande Negócio. São Paulo Energia, São Paulo, 5-2, (6): 20-4, 1989.

4. Anais do Simpósio Nacional de Conservação de Energia nas Edificações. São Paulo, EPUSP, 1989. 199p.

5. Tecnologia de Edificações/Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha. São Paulo, Pinis IPT, DEd de IPT, 1989. 708p.

6. BARGHINI, SPINELLI, GRIS, GRAÇA. O Impacto do Setor Terciário. São Paulo Energia, S210 Paulo, 3-3, (3). 26-8, 1987.

7. BAUMGART, Curt Otto. Center Norte: A Origem da Conservação no Projeto. São Paulo Energia, São Paulo, 46, (5): 6-11, 1988.

8. BECHTEL, Robert B. Simulation Techniques in Design Research. In: PREISER, Wolfgang F. E. Building Evaluation. New York, Plenum Press, 1989. p. 281-7.

9. CINTRA DO PRADO, L. Iluminação Natural. São Paulo, FAU-USP, 1962. p. 207-76.

10. CLAUDIO, Celina F. B. R. Considerações sobre Ecologia Urbana: um exemplo de adaptação climática. In: Sinopses 10. São Paulo, FAU-USP, 1987. p. 85-98.

11. HOPKINSON, R. G., PETHERBEIDGE, P., LONSMORE, J. Iluminação Natural. Trad. Antônio Sarmento Lobato de Faria. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1975. p. 164-96.

12. RIVERO, Roberto. Arquitetura o Clima: acondicionamento térmico natural. Porto Alegre, D. C. Luzzatto, 1986. 240p.

13. ROCHA, Silvério). Perda no Traço. A Construção São Paulo, São Paulo 2214: 4-9, 1990.

14. ROMÉRO, Marcelo de A., FROTA, Anésia de B. Legislação e Consumo de Energia. São Paulo, FAU-USP-AUT, 1989, mimeo. 15p.

15. SOUSA, Marcos de. Energia Poupada. A Construção São Paulo, São Paulo, 2155: 12, 1989.

Agradecemos o apoio e a colaboração do Prof. Luiz Carlos Chichierchio, decisivos na elaboração da conclusão deste trabalho.