

ARQUITETURA DE SHOPPING CENTER E O CONSUMO ENERGÉTICO

Kaarina Costa Ika, Msc em Arquitetura e Urbanismo
Aldo Carlos de Moura Gonçalves, Dsc. em Física
Faculdade de Arquitetura - UFRJ
Rua Henrique Morize, 48, Grajaú. CEP 20561-260 Rio de Janeiro/RJ
Tel/Fax: (021) 2382422 E-mail: aldocmg@proarq.ufri.br

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a influência da arquitetura no consumo energético no *Shopping Center*, baseado em parâmetros arquitetônicos de iluminação e climatização.

ABSTRACT

This paper endeavors to analyze the influence of the architecture in the consumption of energy in a *Shopping Center*, based on architectural parameters of lighting and climatic conditioning.

INTRODUÇÃO

O domínio pelo homem sobre o uso e transformação de fontes de energia criou um paradoxo entre o poder de destruir e construir. O desenvolvimento tecnológico permitiu um crescimento acelerado das cidades, e apesar da falta de critérios surge em paralelo uma conscientização direcionada para uso de recursos renováveis. O *shopping* como construção de grande porte intervém diretamente na infra-estrutura do seu entorno. Portanto, é necessário uma consciência dos empresários da construção civil, entre eles os empreendedores de *shopping center*, em relação ao consumo de energia na edificação. Nos edifícios comerciais os sistemas de iluminação e climatização representam a maior porcentagem do consumo de energia. Deve-se portanto compatibilizar os custos operacionais do edifício. Esse estudo tem por finalidade analisar a influência dos parâmetros arquitetônicos de iluminação e climatização, avaliando soluções racionais no plano energético.

SHOPPINGS SELECIONADOS

O *shopping* é um equipamento cujo espaço público é privatizado numa arquitetura que se desenvolve através da interiorização das lojas. Os *shoppings* selecionados são: Rio Sul, Fashion Mall e Via Parque. Todos localizados na cidade do Rio de Janeiro, com diferentes datas de inauguração e partido arquitetônico. A arquitetura desses *shoppings* demonstra uma seqüência na concepção do projeto arquitetônico com a valorização da integração entre o exterior e interior. O Rio Sul modelo tradicional, totalmente fechado e verticalizado, é considerado um marco por ser o primeiro *shopping* inaugurado no Rio. O projeto é do arquiteto Ulisses Burlamaqui, também classificado como *shopping* urbano.

Tabela 1 - Ficha técnica do Rio Sul

Tipo	Local	Inauguração	ABL(m2)	ATC(m2)	AT(m2)	Vagas
Regional	Botafogo	1980	48.700	152.000	23.700	3000

No Fashion Mall, as características são opostas na concepção do espaço ocupado pelo uso da iluminação e ventilação natural. O projeto é de autoria da arquiteta Maria Alice Marsillac, com o *mix* definido por lojas especializadas em alta moda e restaurantes sofisticadas. Ao todo são 145 lojas, entre as quais 15 destinadas à alimentação, conta ainda com 4 cinemas, sem loja âncora. O edifício é composto por dois pavimentos de lojas com estacionamento no terraço e subsolo, acessados por seis escadas rolantes e escadas fixas, e um elevador social panorâmico. A tipologia de "*shopping galeria*" localiza as lojas frente a frente, separadas por um corredor a céu aberto. A vegetação em jardins ameniza a temperatura como elemento de sombreamento.

Tabela 2 - Ficha técnica do Fashion Mall

Tipo	Local	Inauguração	ABL(m2)	ATC(m2)	AT(m2)	Vagas
Comunitário	São Conrado	1982	12.243	43.300	13.500	650

O terceiro *shopping* escolhido, é o Via Parque, projetado pelo arquiteto Sérgio Moreira Dias, com data de inauguração mais recente entre os demais. Segue a proposta de construir um local para a venda de produtos com qualidade e preços baixos para o consumidor e operação/manutenção de baixo custo para o lojista. A iluminação natural foi uma das técnicas adotadas no projeto para a redução no consumo de energia elétrica, proporcionando conforto ao usuário.

Tabela 3 - Ficha técnica do Via Parque

Tipo	Local	Inauguração	ABL(m2)	ATC(m2)	AT(m2)	Vagas
Outlet	Barra da Tijuca	1993	39.700	90.000	107.000	2.500

São 234 lojas-satélites, sendo duas lojas âncoras, seis cinemas, *mall* e seis praças distribuídas em dois pavimentos. A casa de espetáculos *Metropolitan* caracteriza-se como âncora de lazer com capacidade para 12 mil pessoas.

CARACTERÍSTICAS ARQUITETÔNICAS

O Rio Sul apresenta forma quadrada, verticalizado e totalmente fechado. A nova praça de alimentação no piso G3 (Terraço Rio Sul), está orientada para Leste e recebe o sol da manhã no verão e no inverno. A fachada principal, Av. Lauro Sodré, está voltada para orientação Oeste, representa incidência solar diária no período da tarde, tanto no verão como no inverno. O Fashion Mall tem forma retangular com as maiores fachadas orientadas para o eixo N/S, e a fachada de acesso principal, Estrada Lagoa Barra, voltada para Norte. A fachada Sul, recebe a incidência solar no horário da manhã no solstício de inverno e é prejudicada pela localização de blocos de edifícios residenciais localizados à frente. O Via Parque é formado por três blocos interligados, ao longo da extensão do terreno. A fachada do acesso principal na Avenida Ayrton Senna, está voltada para a orientação Oeste. Não possui proteção solar horizontal em suas fachadas. Após a inauguração foram instaladas marquises nos acessos principais para proteger as portas de acesso da incidência solar direta e das chuvas.

A iluminação natural é um recurso fundamental, e os três *shoppings* escolhidos fazem uso da luz natural no interior. O Terraço Rio Sul com fechamento em vidro no topo tem maior público no horário noturno. Com restaurantes e local para *shows*, que se estendem até as 3 horas da manhã. O Fashion Mall emprega no *mall*, ambos os tipos de iluminação: natural e artificial. Essa combinação promove um clima agradável com a integração do exterior. O *mall* no segundo piso não possui luz artificial, e no piso térreo durante o dia, permanece desligada na sua maioria. A forma da abertura retangular facilita a difusão da luz em toda a extensão do *mall*. A abertura superior maior que sua projeção direciona a luz para às fachadas lojas no *mall*, assemelhando-se ao lírio. No Via Parque o espaço nas praças caracteriza um átrio com fechamento no topo em vidro duplo.

O piso no mall do Rio Sul e Via Parque é em granito polido, material este que apresenta maior resistência ao desgaste diário. No Fashion Mall o piso também é em granito só que apicoado, não polido. Fácil manutenção, por que não é necessário encerar e diminuir o deslizamento, aumentando assim o conforto do usuário. O teto rebaixado do mall no Rio Sul é em painéis laminados na cor branca e com pé-direito de 3,30 m. O rebaixo no *mall* no andar térreo do Fashion Mall possui dois tipos: forro em gesso liso com pintura na cor branca e colmeias, ambos facilitam a propagação da luz. A cobertura da passarela no *mall* do segundo pavimento é em vidro incolor temperado 10 mm apoiado sobre pérgolas em concreto, com pé-direito de 3,50 m, permitindo ganho de calor. O teto no *mall* do Via Parque, nos dois pavimentos, não possui forro como os demais, somente pintura na cor preta e está "camuflado" por painéis coloridos horizontais. Ambos dificultam a difusão da luz entre o piso, parede e teto. A cobertura no Rio Sul e no Via Parque em laje de concreto é impermeabilizada e recebe isolamento térmico. No Fashion Mall a laje de cobertura não possui isolamento térmico, no entanto é ocupada pelo estacionamento no terceiro piso, isolando as lojas da radiação solar direta. Com o objetivo de facilitar a comparação entre os *shoppings*, foi elaborada a tabela com as características arquitetônicas de cada um.

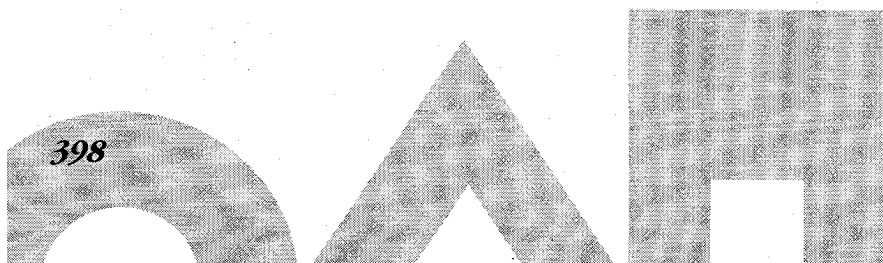


Tabela 4 - Características arquitetônicas

	Rio Sul	Fashion Mall	Via Parque
Forma	quadrada	strip retangular	blocos ligados retangular
Orientação	abertura orientada para fachada leste	eixo leste/oeste nas maiores fachadas	orientação NO pça alimentação
Aberturas	abertura envidraçada não influenciando o restante do edifício	lítrio a céu aberto topo maior que a projeção no térreo	átrio envidraçado fechamento opaco no centro da abertura
Invólucro inércia	bloco celular boa inércia	bloco celular boa inércia	bloco celular boa inércia
Revestimento externo	concreto aparente 55 % refletância	pint. branco concreto aparente 55% refletância	tijolo aparente, vermelho baixa refletância
Parede interna % refletância	cor branca 55 a 70% superfície refletora da luz	cor branca refletância 55 a 70%	tijolo aparente absorve a luz recebida em 65%
Teto % refletância	branco / alta refletância da luz	branco 55 a 70% alta refletância da luz	colorido 30% dificulta a difusão da luz
Entorno/vegetação	não há presença de vegetação	vegetação e ventilação natural	modesta presença de vegetação na fachada
Cobertura	laje tratamento isolamento	estacionamento protege da radiação direta horizontal	tratamento isolante na cobertura

CONSUMO ENERGÉTICO NOS SHOPPINGS

Rio Sul - A capacidade do sistema de condicionamento de ar instalado é de 1420 TR x 3, fornecida por três centrífugas e *fancoil* instalado nas lojas. A cobrança do consumo de energia elétrica é realizada sob tarifação horosazonal (ponta e fora de ponta), tipo azul e diferentes valores para cobrança, como nos três *shoppings*. A medição é feita através de um medidor de rua único tanto para o *shopping* como para a Torre. O resultado do rateio inclui a energia consumida com o funcionamento das bombas, ar condicionado e iluminação geral do *shopping*, sendo possível porque os escritórios da Torre não funcionam nos fins de semana. A demanda contratada nos demais *shoppings* divide-se em dois períodos - seco e úmido. Os valores de contrato são: no período seco, em horário de ponta, 3980 kw e fora de ponta, 4100 kw. No período úmido são respectivamente, 4820 e 4940 kw. Evita-se multa quando não ultrapassam 10 % do valor máximo. O fator de carga durante o ano oscila entre 0,93 e 0,95, é considerado satisfatório. Alcança maiores valores nos meses de maio a novembro, no período seco, quando o consumo do ar condicionado é menor, e representa 62% do consumo total do *shopping*.

Fashion Mall - O sistema instalado tipo *chillers* tem capacidade de refrigeração de 1500 TR, fornecidos por cinco máquinas que refrigeram as áreas de uso comum. Contudo, a intensidade de consumo total nas lojas é medido individualmente e debitado diretamente pela concessionária. Sendo assim, foi efetuado uma estimativa para o consumo total do edifício com base no fornecimento do consumo de algumas lojas comuns e outras de alimentação. A demanda contratada com valores inferiores ao Rio Sul, divide-se em: 1000 kw no período seco, e 1200 kw no período úmido. O consumo total do sistema de ar condicionado está estimado em torno de 85% do total, de acordo com a gerência de manutenção do *shopping*.

Via Parque - Comparado aos demais possui o sistema de condicionamento de ar mais eficiente entre os demais. A construtora optou por custos operacionais mais baixos, pela instalação sistema de termoacumulação com equipamentos de supervisão e controle computadorizados. Inicialmente as praças seriam a céu aberto. Entretanto, constatou-se que a grande quantidade de calor recebida no interior das praças aumentaria a carga de resfriamento das lojas, devido a quantidade de ar quente circulando em frente as lojas. Optou-se então pelo fechamento no topo da construção, estruturado por tesouras em madeira, em vidro duplo azul, sendo o vidro externo reflexivo. Outra medida adotada foi a instalação dos dutos com a "boca dos dutos" direcionadas para baixo a partir do rebaixo na laje do segundo piso, empurrando desta forma o ar quente para cima e isolando-o no centro. A demanda contratada máxima é de 3500 kw.

Para tornar possível a análise da luminosidade no interior do edifício, associando qualidade de iluminação ao consumo. Foram efetuadas medições no local em lux, a 0,75m do piso em diferentes locais e com faixas de iluminação baseadas na NB 5413:

Rio Sul - Os acessos nas escadas rolantes apresentam valores de 12 lux, e variam de 20 a 35 lux no 1º, 2º, 3º pisos. Os outros valores pertencem aos ao 4º andar com valores superiores, devido a nova instalação. - O acesso nas escadas fixas apresenta um iluminamento a partir de 20 lux, fornecido pela clarabóia artificial no rebaixo no segundo piso. - Corredor em frente as vitrines tem baixa medida de lux, a partir de 15 lux, mas com intervalo até 250 lux, por causa da luz advinda das vitrines das lojas. - Balcão de informação está entre a faixa de 40 a 80 lux. - Meio do corredor das lojas tem maior variação entre 20 a 200 lux com locais chegando a 400 lux. - Acesso dos banheiros, vão da faixa de 20 lux a 150 lux, referem-se a serviço. - Local com a praça de alimentação recebe maior faixa de lux, a partir de 45 lux a 140, e chegando a 2000 lux na praça de alimentação no Terraço Rio Sul (luz natural) - Local de *show* tem baixo valores de lux, entre 15 a 100 lux. - Os acessos principais ao *shopping*, chegam a 100 lux, pela luz do exterior. As lojas fornecem iluminação para o corredor, e consumo mensal de iluminação no Rio Sul representa 12% do consumo total de energia elétrica.

Fashion Mall - Ao contrário responde por valores superiores em todo o *shopping*. O acesso à escada rolante apresenta valores variando desde 25 a 350 lux, enquanto as escadas fixas, superiores ao Rio Sul, entre 150 a 350 lux durante o dia, e a noite de 15 a 80 lux. Em alguns locais no *mall* o nível de iluminação alcança a faixa de 70000 lux durante o dia. Os corredores em frente as vitrines apresentam durante o dia valores superiores a 450 lux, e 250 lux durante à noite. O uso da luz natural permite alcançar uma luminosidade uniforme com uma melhor distribuição em todo *mall*. Os locais com maior fluxo de pessoas apresentam níveis mais elevados de luminosidade, e o consumo da iluminação corresponde a 15% do consumo energético total.

Via Parque - Apresenta intervalos maiores em lux, principalmente nas praças de alimentação com o uso da luz natural. A área de circulação em frente as lojas tem a média de iluminação na faixa de 40 a 250 lux. O consumo com iluminação nas áreas comuns é relativamente alto no Via Parque, chegando a 18% do consumo total do *shopping*. Durante o dia a luz natural não é aproveitada nos corredores que ligam as praças, e nestes locais a iluminação artificial, luminárias com lâmpadas do tipo PL e PAR, é acionada durante todo o dia no *shopping*, exceto nas praças. A área central das praças não possui nenhum elemento com boa refletância que permita difundir a luz para as áreas adjacentes.

A comparação entre os três *shoppings* é baseada no cálculo das médias de consumo por uso final, através da razão entre a média anual do consumo total pela área total construída.

Tabela 5- Média Anual de Consumo de Energia nos Shoppings

Shopping Center	ATC m2	ABL/ ATC	Nº lojas	Ar cond. kwh/m2	Ilum. kwh/m2	Cons. total kwh/m2
Rio Sul	152.000	32 %	368	5,15	1,24	8,31
Fashion Mall	43.300	28 %	145	12,85	2,26	15,12
Via Parque	90.000	44 %	236	6,19	8,75	15,70

Observa-se que o consumo no *Via Parque* por m² é superior aos demais. No entanto um dos objetivos de projeto seria o de executar uma edificação com o consumo reduzido de energia. Nota-se, pela Figura 1, que este objetivo não foi alcançado.

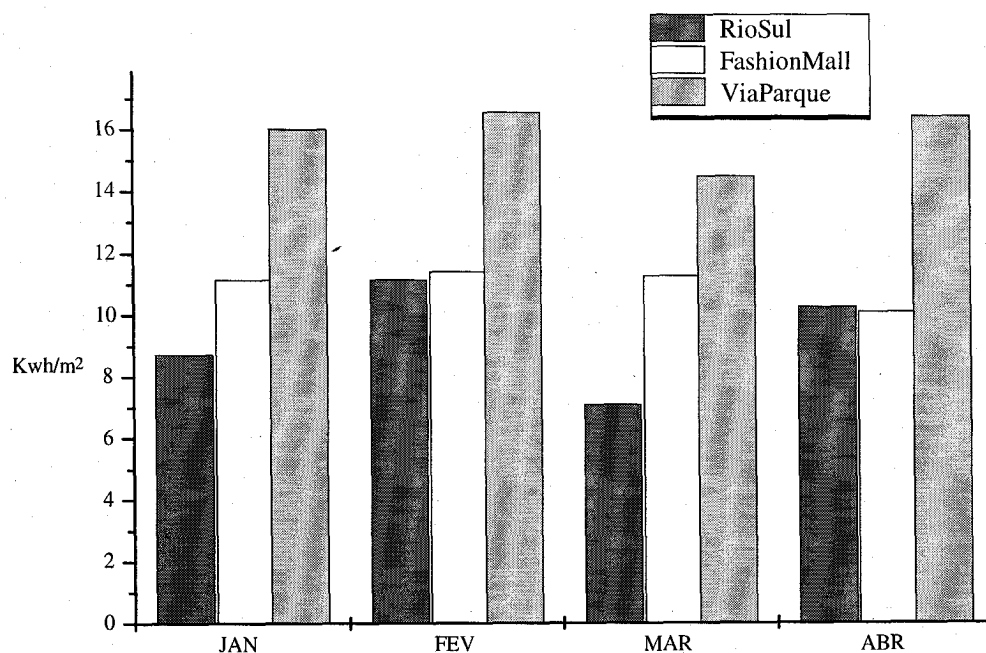
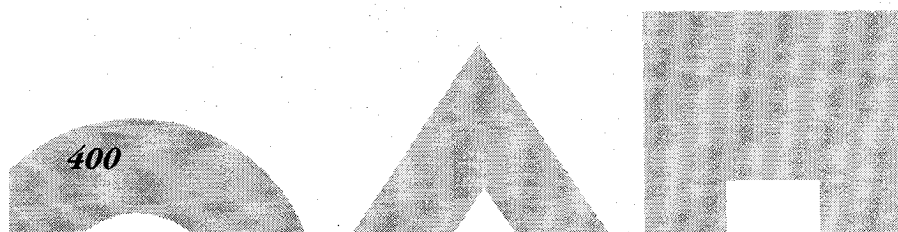


Figura 1- Consumo total em kwh/m² de cada shopping



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resumo comparativo entre os *shoppings*, referente a climatização e iluminação, será de grande auxílio nessa análise.

CLIMATIZAÇÃO

Rio Sul - Apresenta média anual no consumo total por metro quadrado inferior aos demais. O edifício não possui aberturas para o aumento no ganho de calor. Com equipamento com maior capacidade de potência instalada de 5160 TR entre os demais, como neste sistema está incluso o fornecimento de ar para os escritórios da Torre anexa, tal valor em TR (toneladas de refrigeração) não serve como parâmetro de comparação.

Fashion Mall - Apresenta alto consumo por m² com condicionamento de ar, devido ao equipamento instalado (*chiller*) ser antigo e menos eficiente entre os demais. A eficiência do sistema de ar condicionado instalado é prejudicada pelo fato das lojas funcionarem de portas abertas. Como a área de circulação em frente das lojas não recebe nenhum tipo de climatização artificial, ocorre troca de calor por convecção entre os ambientes interno e externo (*mall*) das lojas. Ainda, em frente as lojas do segundo piso, as pérgolas de concreto com cobertura em vidro incolor (transparente), permitem a passagem de infravermelho em 78%, acarretando em consequência um acúmulo de calor, pela radiação solar direta.

Via Parque - O projeto faz uso da luz natural e ainda na fase de projeto houve uma preocupação, em relação ao ganho de calor pelas aberturas. Foram tomadas duas medidas: - o fechamento em vidro duplo azul no topo da construção; - o sistema de dutos de refrigeração direcionados. Em relação ao equipamento instalado é o que apresenta maior eficiência entre os demais, com o emprego de termoacumulação, tornando possível ainda no horário de ponta reduzir a potência resfriando o ar com a água gelada acumulada em seus tanques.

ILUMINAÇÃO

Rio Sul - O consumo referente a iluminação também é inferior aos demais, apresentando contudo níveis de iluminamento em lux insuficiente em áreas comuns. Praticamente toda a iluminação do *mall* é dependente da iluminação das vitrines e dos "quiosques" de vendas no centro do *mall*. A iluminação no quarto andar, antes área de estacionamento, é uma exceção. As luminárias são espaçadas e cada uma com três lâmpadas tipo PAR, diferenciando-se assim dos outros andares. Alcança níveis mais elevados comparado aos pisos. Neste andar funcionam os cinemas, lojas de alimentação e mercadorias em geral, e o pé-direito é o dobro dos demais chegando a 6,00 m de altura.

Fashion Mall - Apresenta iluminamento excelente em toda a extensão do edifício. Os valores médios em lux atendem aos recomendados pela norma, e estão distribuídos uniformemente. O aproveitamento da luz natural foi decisivo para o baixo consumo e conforto dos usuários. Outro fator que propicia a melhor distribuição dos níveis de iluminação no Fashion Mall é a forma retangular de sua abertura ao longo de toda a extensão do *mall*, caracterizando um lúrio com a abertura superior maior que sua projeção. A iluminação artificial está conjugada a natural e alcança uma qualidade de iluminação superior aos demais *shoppings*, sem apresentar alto consumo de energia elétrica.

Via Parque - O nível de iluminamento é superior ao Rio Sul. No entanto o aproveitamento da iluminação zenital é prejudicado pela forma e localização das aberturas. A circulação entre as praças não recebe nenhuma parcela de iluminamento da luz natural nas praças, formando corredores como labirinto entre as praças. Outro fator que dificulta a difusão da luz é o emprego de materiais em cor escura (tijolinho aparente) nas paredes, consequentemente com baixa reflexão da luz recebida entre teto, piso e parede. Tornando necessário o aumento de fonte artificial. Resultando em consumo final por metro quadrado mais elevado, chegando a ser quatro vezes superior aos demais.

Como edifícios construídos, as soluções sugeridas servem para sinalizar possíveis melhorias no funcionamento de cada um.

- O emprego de uma melhor luminosidade em locais de acesso no interior do *shopping* Rio Sul, considerando que o consumo atual com iluminação não é elevado, portanto não representaria aumento significativo no consumo total da edificação.

- O Fashion Mall, o uso de ventilação cruzada no *mall*, através de aberturas na parte superior para captar os ventos dominantes. Ou ainda, o retorno de espelhos d'água ao lado das escadas fixas, como era no projeto original. Ambas são tentativas para reduzir a temperatura interna no *mall* principalmente no verão.

- A forma da abertura no Via Parque não beneficia as áreas adjacentes, contudo estas poderiam ter melhor difusão da luz com a troca do rebaixo no *mall*. Ao invés de teto pintado na cor preta deveria ser um teto liso em material com cor clara.

A iluminação natural (lateral e zenital) e artificial no edifício são de grande importância no projeto de um *shopping center* porque ambas determinam o sucesso do empreendimento. Juntas representam uma contribuição para a redução no consumo de energia elétrica e é de grande importância para o conforto lumínico.

Portanto, é necessário a otimização do projeto de iluminação, através do uso correto das aberturas (orientação e forma) e a escolha adequada das cores nos ambientes internos, para a melhor distribuição da luz. Evitando interferir diretamente no sistema de climatização com a produção de calor pelas lâmpadas artificiais. Sendo assim, a relação entre iluminação e climatização interfere no conforto dos usuários e no consumo de energia elétrica. Comprovando assim que a aplicação de princípios bioclimáticos no edifício *shopping center* traz benefícios tanto para o conforto de seus ocupantes como para as questões energéticas. Contudo, a complexidade desse empreendimento não permite somente a aplicação de recursos passivos de climatização e iluminação. É necessário o uso de equipamentos modernos para o seu funcionamento, e a automação no edifício é uma ferramenta que deve ser aliada aos parâmetros de arquitetura na prática de conservação de energia. Logo, o profissional deve ter maior conhecimento de ambos os meios para melhor utilizá-los e ser capaz de avaliar os seus efeitos, consequentemente com conhecimento específico a respeito das variações climáticas que intervêm no edifício e as técnicas para sua aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LAM, William M.C., *Sunlighting as Formgiver for Architecture*, New York, Van Nostrand Reihold Company, 1986.

LOMARDO, Louise Land Bittencourt, *Consumo de Energia nos Grandes Prédios Comerciais: Estudos de Caso*, Teses Msc. em Engenharia Nuclear e Planejamento Energético, COOPE, UFRJ, 1988.

PINTAUDI, Silvana Maria, *O Templo da Mercadoria, Estudo sobre os Shopping Centers no Brasil no Estado de São Paulo*, Tese de Msc. FAU, USP, 1989.