

# 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@proara.ufrj.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**

<b>Tipo</b>	<b>Local</b>	<b>Inauguração</b>	<b>ABL(m<sup>2</sup>)</b>	<b>ATC(m<sup>2</sup>)</b>	<b>AT(m<sup>2</sup>)</b>	<b>Vagas</b>
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 todo a extensão do *mall*. A abertura superior maior que sua projeção direciona a luz para às fachadas lojas no *mall*, assemelhando-se ao lítrio. 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 apicoadado, não polido. Fácil manutenção, por que não é necessário encerar e diminui 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 rebaixado 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 "camouflado" 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	lítro 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 centrifugas 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 iluminamento 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 iluminamento alcança a faixa de 70000 lux durante o dia. Os corredores em frente às 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.

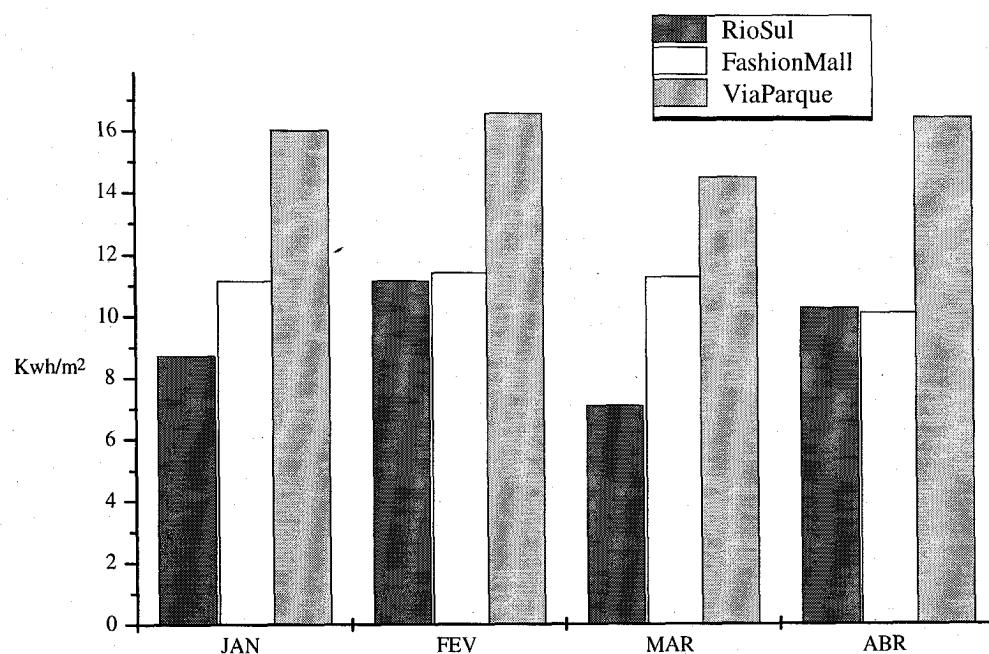
Via Parque - Apresenta intervalos maiores em lux, principalmente nas praças de alimentação com o uso da luz natural. A área de circulação em frente às lojas tem a média de iluminamento na faixa de 40 a 250 lux. O consumo com iluminação nas áreas comuns é relativamente alto no Via Parque, chegando a 18% 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 m <sup>2</sup>	ABL/ ATC	Nº lojas	Ar cond. kwh/m <sup>2</sup>	Illum. kwh/m <sup>2</sup>	Cons. total kwh/m <sup>2</sup>
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 m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> 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 lítro 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.