

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

EXEMPLAR REVISADO

Data de entrada no Serviço: 06./12./00

Ass: 

*luz na arquitetura contemporânea: a interface entre poética e técnica.
(um exemplo na obra de Jean Nouvel)*



Valéria Gabarra
prof. dr. Admir Basso

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Tecnologia do Ambiente Construído.

São Carlos
Julho/2000

DEDALUS - Acervo - EESC



31100017112

Class.	Tese-eesc
Cutt.	2500
Tombo	049/01

31100017112

dt 128º 9

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

G112L Gabarra, Valéria
Luz na arquitetura contemporânea : a interface
entre poética e técnica : (um exemplo na obra de Jean
Nouvel) / Valéria Gabarra. -- São Carlos, 2000.

Dissertação. (Mestrado) -- Escola de Engenharia de
São Carlos-Universidade de São Paulo, 2000.

Área: Tecnologia do Ambiente Construído.

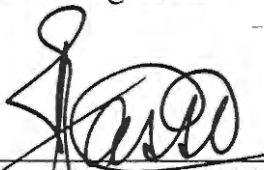
Orientador: Prof. Dr. Admir Basso.

1. Luz. 2. A nova transparência. 3. Os novos
materiais vítreos. 4. Novas fachadas. 5. Jean Nouvel.
I. Título.

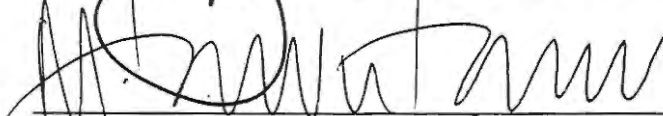
FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Arquiteta e Urbanista **VALÉRIA GABARRA**

Dissertação defendida e aprovada em 10.10.2000
pela Comissão Julgadora:



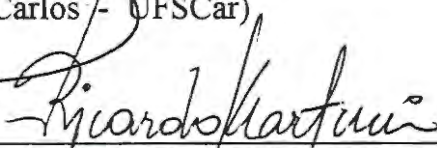
Prof. Doutor **ADMIR BASSO (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



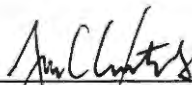
Prof. Doutor **MARCELO CLÁUDIO TRAMONTANO**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Doutor **MAURÍCIO RORIZ**
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)



Prof. Assoc. **CARLOS ALBERTO FERREIRA MARTINS**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Tecnologia do Ambiente Construído



JOSÉ CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

Este trabalho é especialmente dedicado a Aida, que sempre tive apoio e exemplo e a quem eu gostaria de homenagear todos os dias com a melhor parte de cada conquista.

Agradeço ao José Paulo, pelos melhores momentos desse percurso e pela compreensão e pelo carinho que tem enfrentado os problemas mais difíceis.

Agradeço a minha família:

*Maria Amélia, Marcelo, Regiane, Tida, Cado, Beto,
Samuel, Jorge, Tia Anete, Tia Alice, Carolina, Tia Amélia,
Ilma, Tio Buia, Henrique e Diva, Binho, Chico, Guilherme, Tio Tum.*

Agradeço meus queridos amigos:

*Lilian, Luciana Cortes, Andréa, Fernanda
Marcelinho, Luciana Prado, Angela, Cíntia
Marcos, Aurélio, Adriana, Jô, Bruna, Rejane
Stella, Rodrigo, Silvia, Renata Cabral, Renata,
Sandro, Ceila e todos os colegas da arquitetura EESC-USP.*

Agradeço especialmente:

*Rosana Caram, Marcelo Tramontano e Ivo Cesar Nicoletti,
pela disposição em ensinar e pela riqueza de seus conhecimentos*

Agradeço:

*Márcia Alucci e Maurício Roriz,
pelas sugestões em banca que muito têm contribuído para o desenvolvimento do tema*

*Admir Basso,
pela liberdade de desenvolvimento do tema*

*CAPES,
pelo apoio financeiro*

RESUMO / ABSTRACT	15 / 17
INTRODUÇÃO	19
PARTE I – CONCEITOS	23
CAPÍTULO 1 – POÉTICA: a nova transparência	27
1.1. De Maneira Geral, Uma Nova Estética em Fachadas.....	27
1.1.1. Real/Virtual - contextualizando a nossa era.....	29
1.1.1.1. A Nova Sensibilidade no Campo das Artes Plásticas.....	29
1.1.1.2. A Nova Sensibilidade na Arquitetura.....	31
1.1.2. As Novas Fachadas.....	36
1.1.2.1. As Superfícies e as Formas.....	37
1.1.2.2. A Nova Transparência.....	39
CAPÍTULO 2 – TÉCNICA: os avanços tecnológicos do final do século XX	43
2.1. A Situação Energética Mundial: a preocupação atual com o consumo de energia.....	43
2.1.1. Crise Energética e Degradação do Meio Ambiente.....	43
2.1.2. O Uso Excessivo de Energia Elétrica em Edificações.....	47
2.1.3. A Conservação de Energia e o Conceito de Sustentabilidade.....	53

2.2. O Uso da Luz Natural como Fonte de Energia em Edificações.....	55
2.2.1. Novas Fachadas, Novos Materiais e Sistemas Construtivos - apresentação de alguns dos novos materiais vítreos.....	57
2.2.1.1. Resultado da Composição e Tratamento das Superfícies de Diferentes Tipos de Vidros.....	63
2.2.1.1.1. Vidros e Películas Absorventes.....	65
2.2.1.1.2. Vidros e Películas Reflexivos.....	66
2.2.1.2. Fachadas Compostas por Vidros Duplos e Triplos.....	68
2.2.1.3. Fachadas Compostas por Vidros e Camadas Especiais Produzidos por Grandes Empresas do Setor Vidreiro – com propriedades passivas de transmissão da luz solar.....	70
2.2.1.3.1. Vidros Impressos.....	70
2.2.1.3.2. Vidros Duplos com Opções de Sombreamento.....	73
2.2.1.3.3. Unidades Transparentes com Propriedades de Redirecionar a Luz.....	74
2.2.1.3.4. Películas Especiais.....	76
2.2.1.4. Vidros e Equipamentos Adicionais de Controle Solar.....	79
2.2.1.5. Vidros Inteligentes – com propriedades ativas de transmissão da luz solar.....	85
2.2.1.6. Diferentes Combinações entre os Materiais da Fachada Dispostos em Peles Múltiplas.....	88

PARTE II – ESCOLHA DE UMA OBRA REPRESENTATIVA:	93
CAPÍTULO 3 – O INSTITUTO DO MUNDO ÁRABE de Jean Nouvel	97
3.1. <i>Sobre Jean Nouvel</i>	97
3.2. <i>Conceitos e Obra</i>	100
3.2.1. <i>Princípios Projetuais</i>	101
3.2.2. <i>A Busca pela Modernidade: questões contextuais e conceituais</i>	102
3.2.2.1. <i>Contextualidades</i>	103
3.2.2.2. <i>Especificidade</i>	105
3.2.2.3. <i>Virtualidades</i>	107
3.2.2.3.1. <i>Cenografia</i>	109
3.2.2.3.2. <i>Sobreposições</i>	110
3.2.2.3.3. <i>Desmaterialização</i>	114
3.2.3. <i>Instituto do Mundo Árabe: poética e técnica</i>	115
3.2.3.1. <i>As Dicotomias do IMA</i>	117
3.2.3.2. <i>Os Variados Efeitos da Luz Natural Alcançados por Diferentes Soluções Técnicas</i>	126
3.2.3.2.1. <i>Cenografia, Sobreposições e Desmaterialização</i>	126
3.2.3.2.2. <i>Qualidades do Vidro</i>	129
3.2.3.2.3. <i>Os Elementos que Filtram a Luz: três tipos de fachadas, três resultados diferentes da luz</i>	130
CONSIDERAÇÕES FINAIS	139
BIBLIOGRAFIA	145

RESUMO

O objetivo dessa dissertação é despertar o interesse do leitor pela conservação de energia através do ponto de vista poético de uma nova estética contemporânea. Nesse sentido caracterizou-se, em um primeiro momento, as evoluções tecnológicas que têm influenciado muitos arquitetos e artistas contemporâneos, bem como as atuais técnicas de conforto ambiental e economia de energia - com a apresentação sucinta de alguns dos novíssimos materiais vítreos que, dependendo da latitude, orientação e sistema construtivo, podem ser tão energeticamente eficientes quanto os tradicionais materiais opacos que têm dado bons resultados. Para exemplificar os conceitos levantados na primeira parte do trabalho, em um segundo momento, é fechada a discussão com a leitura de parte da obra do arquiteto francês Jean Nouvel, tomando como exemplo o Instituto do Mundo Árabe de Paris. Nessa leitura foi possível estabelecer os vínculos do arquiteto com a produção de imagens, transformando a pele do edifício em anteparos de informações que conectam o observador a outras realidades. Os conceitos de Jean Nouvel estão muito relacionados com a produção vítrea e introduzem um campo de investigação estética através do qual se pode aprender a técnica de conforto ambiental observando a contribuição do arquiteto na evolução dos materiais e sistemas construtivos de seu tempo.

ABSTRACT

The objective of this dissertation is to awake the interest of the reader for the conservation of energy through the poetical point of view of a new contemporary esthetics. In this direction it was characterized, at a first moment, the technological evolutions that have influenced many architects and artists contemporaries, as well as the current techniques of ambient comfort and economy of energy - with a short presentation of some of the latest glass materials that, depending on the latitude, orientation and constructive system, can be so efficient as the traditional opaque materials, given good results. To exemplify the concepts considered in the first part of this work, in a second moment, the discussion is closed with the reading of part of the work of the French architect Jean Nouvel, taking as example the Institute of the Arab World of Paris. In this reading was possible to establish the bonds of the architect with the production of pictures, transforming the buildin's skin into rampart of information that connect the observer to other realities. The concepts of Jean Nouvel are very related with the glass production and introduce a field of esthetics inquiry through which if it can learn the technique of ambient comfort observing the contribution of the architect in the evolution of the materials and constructive systems of its time.

INTRODUÇÃO

A escolha do tema que trata dos efeitos da luz sobre superfícies vítreas surgiu da observação do uso muito freqüente de fachadas inteiras transparentes que muitas vezes não possuem resultados técnicos de conforto ambiental satisfatórios. No entanto, através dos estudos descritos nessa dissertação, observou-se um campo de pesquisa novo e muito promissor - onde grandes arquitetos e empresas vidreiras detentoras de alta tecnologia têm estado muito interessados e empenhados em desenvolver sistemas vítreos altamente eficientes.

A princípio, o termo "transparência" esteve associado aos objetivos econômicos e higiênicos das edificações, com base em conceitos arquitetônicos de continuidade entre espaços e "transparências literais" alcançados através do vidro claro e sem reflexões. A ordem estética procurava evidenciar os sistemas estruturais do edifício (Modernismo).

Mas em alguns países, no início dos anos 80, os edifícios "caixas de vidro" passaram a dar lugar aos edifícios com superfícies brilhantes que explodiam em jogos de luz, reflexões e imagens - marcando um interesse renovado pelo termo que por muito tempo esteve associado à arquitetura Moderna.

A nova transparência está muito relacionada com questões da modernidade, onde projeções de imagens conectam o observador a outras realidades diferente daquele ambiente urbano, transportando-o a uma dinâmica de informações que se aproximam do momento no qual vivemos.

Atualmente a maioria das cidades se transforma de uma maneira muito rápida. São Paulo, por exemplo, num período de 5 anos, altera-se completamente. Essa efemeridade das paisagens urbanas é identificada como análoga às transmissões de imagens e luz, as quais em alguns poucos instantes evoluem transformando-se completamente sem uma lógica dominante.

Hoje em dia as imagens se proliferam pelo mundo inteiro. Machado (1993) coloca que já é comum dizer que entramos no universo das imagens e a cada dia multiplicam-se as telas de vídeo ao nosso redor constituindo novas paisagens. É importante observar que essa evolução das imagens vão estimular a imaginação dos homens e alterar completamente o conceito do belo.

Dessa forma, arquitetos e artistas contemporâneos, estimulados pelas novas técnicas e pela imediatez e

fugacidade da modernidade, desenvolvem uma nova poética fazendo uso dos jogos de luzes, imagens e reflexões através dos novos materiais vítreos - efeitos muito representativos do momento no qual vivemos.

Paralelamente às questões poéticas da luz, arquitetos e empresas vidreiras têm revolucionado também o conceito técnico de fachadas transparentes. Depois de algum tempo de sérias críticas relacionadas com o consumo de energia e degradação do meio ambiente, o vidro passa a ser ressaltado por sua principal qualidade - a de transmissão seletiva da luz - com o desenvolvimento de novos tipos de vidros, películas e sistemas construtivos que, dependendo da situação (latitude, clima, etc.), podem equipará-los aos tradicionais sistemas construtivos opacos que têm dado os melhores resultados de conservação de energia.

A dissertação está dividida em duas partes distintas, sendo que a primeira parte apresenta algumas questões conceituais relacionadas com a poética e a técnica de construção de fachadas (respectivamente capítulos 1 e 2); e na segunda parte, o trabalho procura exemplificar os conceitos colocados na primeira parte através da leitura projetual do Instituto do Mundo Árabe de Paris - uma pequena porção da obra do arquiteto francês Jean Nouvel (capítulo 3).

Dentro da segunda parte existia ainda um quarto capítulo que incluiria um arquiteto brasileiro na exemplificação prática da técnica e poética de novas fachadas. Mas observou-se que o arquiteto estudado, Paulo Mendes da Rocha, abria outras discussões sobre transparência e materiais, diferentes daquelas abordadas para essa dissertação; assim como as empresas vidreiras brasileiras também não produzem nenhum dos novos produtos vítreos. O caminho então, sem escolhas, foi abandonar, com muito respeito, o levantamento feito que apenas não faz parte desse tema de pesquisa.

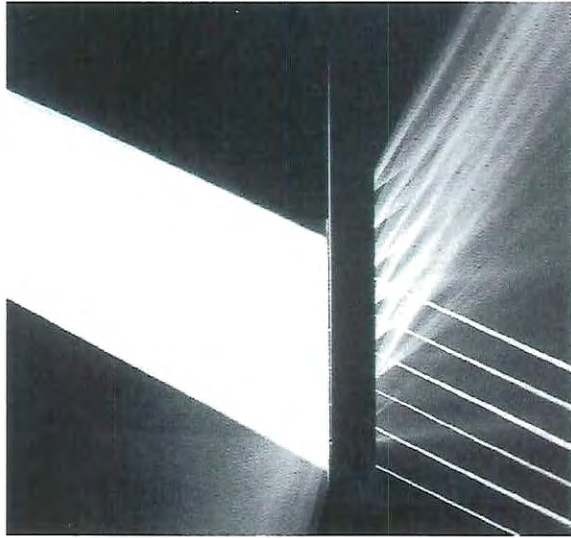
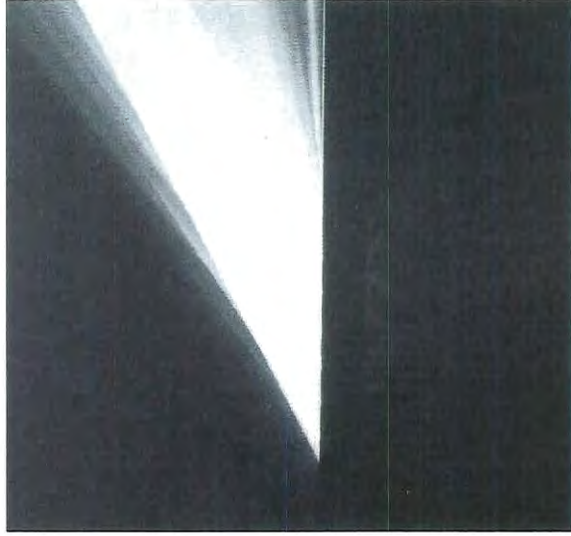
Mais detalhadamente, no Capítulo 1 procurou-se apresentar de maneira geral a nova transparência, diferenciando-a da transparência Modernista. Esse capítulo introduz o tema da poética da luz através de alguns exemplos de uma nova sensibilidade contemporânea nas artes plásticas e nas fachadas de edifícios de alguns arquitetos atuais. O tema será novamente resgatado com o aprofundamento na obra do arquiteto Jean Nouvel no Capítulo 3.

No Capítulo 2 serão colocados os problemas energéticos da atualidade, chamando a atenção para melhor

atuação dos arquitetos quanto ao desempenho luminoso e térmico de seus edifícios. Em seguida serão apresentados alguns dos novíssimos materiais vítreos desenvolvidos por grandes empresas sensibilizadas com os problemas de conforto ambiental e de desperdício de energia, que acarretam em degradação do meio ambiente.

Finalizada a primeira parte do trabalho que é um levantamento conceitual geral, na segunda parte do trabalho (Capítulo 3) aprofunda-se nas questões da nova transparência através da leitura de uma parte da obra de Jean Nouvel, tomando como exemplo o Instituto do Mundo Árabe de Paris. Nessa obra, Jean Nouvel procurou evidenciar o principal material construtivo da cultura árabe - a luz - e acabou criando um edifício que é um brinquedo de percepção da luz: Cada espaço do interior tem um resultado diferente de luz advindo de cada fachada específica. As qualidades de reflexões e transparências exploradas em cada superfície seja externa ou do interior e a sutileza de sua complexidade de superfícies e simplicidade de formas descrevem um edifício que irá exemplificar as discussões poéticas abertas no decorrer do trabalho, mostrando como os conceitos arquitetônicos são viabilizados e materializados através do conhecimento tecnológico.

A expectativa é despertar o interesse pela técnica de iluminação natural e conservação de energia através do domínio dessa técnica na produção poética de projetos contemporâneos.





PARTE I – CONCEITOS: Uma nova estética em fachadas e os procedimentos técnicos que possibilitam a sua existência:

*“(...) a história da arte é também a história dos meios que nos permitem dar expressão a essas idéias.”
(MACHADO - 1993:11)*

Para MACHADO (1993), nenhuma leitura dos objetos culturais recentes ou antigos pode ser completa se não considerarmos relevantes os conceitos de cada profissional e a lógica intrínseca dos materiais que lhes dão forma. Sem cultura e tecnologia pelo menos a história inteira da arte seria impensável.

A arte, denominada também de estética ou cultura e que a partir de agora será chamada de poética, e a tecnologia são portanto os elementos que vão constituir a arquitetura de qualquer tempo e lugar. Segundo MACHADO (1993), é impossível pensar numa época de florescimento cultural sem um correspondente progresso de suas condições técnicas de expressão, como também não é possível uma época de avanços tecnológicos sem conseqüências no plano cultural. Novos avanços tecnológicos implicam novas formas de ver, novos critérios de avaliação e novos conceitos de beleza.

Particularmente, a arquitetura sempre operou na intersecção perfeita entre arte e técnica. Os arquitetos, através de seus conceitos, criam a sua arte tendo em vista também a evolução das novas técnicas, além de também influenciarem nessa evolução com conceitos poéticos e técnicos, numa constante troca entre projetos e indústrias - fazendo evoluir a concepção de edifícios.

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

POÉTICA: a nova transparência.

A separação entre espaços internos e externos de edifícios por superfícies construídas pelos novíssimos materiais transparentes, translúcidos e reflexíveis das grandes empresas vidreiras segue discussões relacionadas tanto com a aparência do edifício, como paralelamente envolve questões técnicas de iluminação natural, aproveitamento de energia e redução de perdas ou ganhos de calor, tratando ao mesmo tempo de uma abordagem estética da arquitetura e da funcionalidade de uma edificação.

Para dar início ao trabalho, serão levantadas as questões conceituais gerais de uma nova estética na arquitetura, que busca traduzir a poética de nossa modernidade na linguagem de grandes nomes da arquitetura mundial e que tem influenciado a linha de produção de grandes empresas vidreiras nos países desenvolvidos. No próximo capítulo serão colocadas as questões ambientais e de economia de energia que também têm influenciado essa mesma linha de produção das indústrias e as concepções de fachadas, apresentando alguns dos produtos vítreos mais recentes. Essa primeira parte do trabalho procura esclarecer o interesse renovado pela transparência na arquitetura, tendo em vista não a continuidade do espaço, mas a obstrução do espaço contínuo através de reflexões de luzes e imagens nas superfícies vítreas.

1.1. De Maneira Geral, Uma Nova Estética em Fachadas:

Buscando-se uma certa abrangência dos grandes nomes da arquitetura mundial em meio a todas as diferenças existentes entre cada profissional e cultura de cada país, tentar-se-á citar alguns exemplos de fachadas da modernidade para um certo discernimento de uma poética contemporânea que será resgatada novamente na segunda parte do trabalho na obra de Jean Nouvel.

Levando em consideração as discussões poéticas brasileiras sobre a continuidade entre espaços internos e externos e a situação pouco avançada da indústria vidreira no Brasil, considerou-se que os arquitetos brasileiros não fazem parte dessa discussão (como os novos produtos vítreos também não são produzidos no Brasil). Alguns edifícios da Av. Berrini em São Paulo utilizam materiais vítreos importados e, enquanto discussão poética, esses edifícios apenas imitam o que está sendo produzido fora do Brasil em obras internacionalmente conhecidas de grandes nomes da arquitetura mundial, sem muita relevância para a arquitetura nacional e internacional.

Dando início à discussão poética, observa-se que desde os anos 20 que a arquitetura é construída com pele de vidro. A princípio essa transparência seguia objetivos higiênicos e mencionava suas propriedades formais unicamente para permitir que a arquitetura expressasse mais claramente o sistema estrutural, mas o conceito de transparência sofreu transformações e hoje está muito mais relacionado com as questões poéticas e técnicas da modernidade, como os jogos de luz e imagens que transformam a pele do edifício em anteparo de informações, conectando o observador a outras realidades e filtrando os fluxos energéticos - o que proporciona conforto ambiental no interior do edifício.

Já no início dos anos 80, arquitetos de países desenvolvidos procuravam afirmar a modernidade¹ de seus edifícios fazendo uso de avanços tecnológicos na pele das fachadas. Na Inglaterra, figuras como Norman Foster e Richard Rogers trabalhavam a arquitetura *High-tech*. No Japão desenvolvia-se uma arquitetura pluralista muito particular ao seu tipo de urbanismo² e economia³. Diferente de outros países, a França de Mitterand reconheceria no Instituto do Mundo Árabe de Jean Nouvel (IMA) a sua modernidade, que seria chamada por esses outros países de *French-tech* (COMPAGNO - 1996 e Jean Nouvel, extraído de entrevista a FUTAGAWA - 1996).

Em Jean Nouvel, especialmente o Instituto do Mundo Árabe pode ser considerado um exemplo francês diferente do *High-tech* da definição inglesa. Segundo Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA (1996), uma das maiores diferenças, considerando-se o IMA, é que nunca houve qualquer intenção de evidenciar do que é feito o edifício - a pele lisa e plana esconde a estrutura e não suporta dutos de água ou de ar numa tentativa de exibir o interior do edifício em sua fachada. Mesmo fazendo uso de tecnologias avançadas, a preocupação do arquiteto francês é sobre o símbolo e a metáfora, não existindo qualquer sugestão ao senso britânico do *High-tech*.

Essas diferenças entre os arquitetos de vários países impossibilita generalizar uma arquitetura contemporânea. Embora Jean Nouvel tenha sempre apoiado a modernidade que estava sendo desenvolvida em outros países, como na Inglaterra com Norman Foster ou Richard Rogers ou no Japão com Toyo Ito, existem muitas diferenças entre o seu trabalho e o de qualquer outro arquiteto que possa ser mencionado nessas linhas.

1.1.1. Real/Virtual - contextualizando a nossa era.

Em alguns países, no início dos anos 80, os edifícios "caixa de vidro" muito transparentes deram lugar a superfícies fantásticas que explodiam em jogos de reflexões de luzes e imagens, alterando e marcando uma nova evolução na concepção de fachadas. A nova transparência traria a tona uma nova poética na arquitetura - a estética da nova sensibilidade contemporânea; além de atender às necessidades técnicas e econômicas de conforto ambiental.

A exploração de imagens na pele dos edifícios faz com que as pessoas que caminham por aquele ambiente urbano se conectem a outras realidades, as das imagens expostas na pele dos edifícios, enriquecendo e aproximando nossas cidades ao dinamismo e efemeridade de nossa modernidade.

O cinema, a mídia, as novas técnicas de investigação e conhecimento científico (como o computador e a geometria fractal) repercutem nos sistemas de vida e pensamento dos homens, na sua capacidade criativa e nas formas de percepção do mundo. É importante observar que essa evolução das imagens e sua expansão pelo mundo inteiro vão estimular a imaginação e alterar completamente o conceito do belo. Assim, alguns arquitetos e artistas contemporâneos, seguindo os traços de sua época, vão refletir o momento no qual vivem, entendendo que o existente pode ajudar a definir idéias (MACHADO - 1993 e BOISSIÈRE - 1997).

1.1.1.1. A Nova Sensibilidade no Campo das Artes Plásticas.

Iniciando a análise através do campo das artes plásticas, podemos perceber que os avanços tecnológicos na era da informática têm despertado um novo interesse abrindo caminho para novas experimentações, como será colocado nas linhas que seguem:

Segundo MACHADO (1993), alguns artistas contemporâneos particularmente sensíveis às qualidades estéticas das imagens científicas, médicas ou industriais têm procurado se aproximar dos recursos tecnológicos utilizados na ciência e na engenharia para efetivar uma utilização intensiva desses meios, com vistas a explorar as liberdades do imaginário e as conseqüências em termos de invenção estética.

"(...) alguns eventos culturais (como, por exemplo, 'Les Immatériaux', organizado em 1985 por JEAN-FRANÇOIS LYOTARD, no Centre Pompidou em Paris) (...) exibem, como objetos de fruição estética, imagens (eventualmente também objetos e sons) derivados diretamente da pesquisa científica ou da atividade tecnológica. Determinados aparelhos ou instrumentos, tais como microscópio de varredura ou de força atômica, máquinas diversas usadas no diagnóstico médico, dispositivos de sensoriamento remoto ou de captação de sinais do espaço, estações gráficas utilizadas no campo da engenharia para projeto e simulação de processos industriais, produzem todos eles imagens insólitas, que podem, eventualmente, apresentar interesse estético, seja por analogia com obras artísticas conhecidas, seja pelo seu poder de evocação intelectual, emotiva ou sensorial" (MACHADO - 1993: 12).

"Hoje, os centros mais avançados de pesquisa estética - como o Media Lab do Massachusetts Institute of Technology (nos EUA), a Media Arts Section do The Canada Council, ou a seção Action Artistique da Cité des Sciences et de L'Industrie (na França) - estão localizados dentro de institutos de pesquisa tecnológica ou científica" (MACHADO - 1993: 25).

Num tempo em que as práticas tecnológicas emergem como uma epidemia ao nosso redor, não se pode mais fugir dessa discussão. A iconografia científica e tecnológica já é hoje uma referência constante no imaginário do homem contemporâneo (MACHADO - 1993).

Existe uma grande diferença entre a arte que hoje se produz, esculpindo os produtos "imateriais" da tecnologia e a primeira revolução da modernidade, as vanguardas do início do século XX. Enquanto estas últimas atuavam para uma pequena elite cultural, constituindo um segmento mais ou menos autônomo dentro da sociedade, com sua própria economia e seus valores particulares, o restante da sociedade se mantendo indiferente às suas conquistas, as artes produzidas no coração das mídias e das tecnologias colocam o artista no centro das engrenagens de poder, ao mesmo tempo em que afetam diretamente os modos de produzir e consumir, de comunicar e controlar da sociedade como um todo. Em contrapartida, essa nova arte, longe de se confirmar em museus, galerias ou salas de concerto, se fará penetrar em todos os lugares, difundindo-se por ondas eletromagnéticas ou por cabos telefônicos e ampliando-se ao infinito através dos satélites de comunicações. Pode-se dizer que essa arte tende a perder em concentração, estilo e refinamento, o que, por outro lado, ganha em amplitude, penetração e alcance social. Trata-se, acima de tudo, de fundar um imaginário social baseado na presença da mídia na paisagem urbana (MACHADO - 1993).

Para MACHADO (1993), não importa se o resultado dessa arte é bom ou é mal, se existem nessa direção sinais de progresso ou de catástrofe; o que interessa é perceber, através dessa nova cartografia das formas representativas, um espaço fértil de intervenção. A verdadeira arte de nosso tempo é duplamente motivada pela técnica e pelo imaginário. E talvez possamos aplicar à arte produzida com recursos tecnológicos o mesmo raciocínio que WALTER BENJAMIM (1968) apud MACHADO (1993) aplicou à fotografia e ao cinema - o problema

não é saber se ainda podemos considerar artístico um holograma, ou um espetáculo de telecomunicações, um gráfico de computador, um software de composição musical, etc; o que importa é perceber que a existência mesma dessas obras, a sua proliferação, a sua implantação na vida social colocam em crise os conceitos tradicionais e anteriores sobre o fenômeno artístico, exigindo formulações mais adequadas à nova sensibilidade que agora emerge. As novas tecnologias introduzem diferentes problemas de representação, abalam antigas certezas no plano epistemológico⁴ e exigem a reformulação de conceitos estéticos.

MACHADO (1993) enfim propõe que a questão principal não é saber se o artista se torna mais ou menos livre, mais ou menos criativo trabalhando no coração das máquinas, mas se ele é capaz de recolocar as questões da liberdade e da criatividade no contexto de uma sociedade cada vez mais informatizada, cada vez mais imersa nas redes de telecomunicações e cada vez mais determinada pelas representações que faz de si mesma através da indústria cultural.

A importância desses determinados instrumentos, processos ou suportes possibilitados pelas novas tecnologias é a sua repercussão nos sistemas de vida e de pensamento dos homens, na sua capacidade imaginativa e nas suas formas de percepção do mundo. Já é lugar comum dizer que entramos no universo das imagens. A cada novo dia, multiplicam-se as telas de vídeo (ou outras formas de espetáculo) ao nosso redor - construindo novas paisagens, insinuando novas escrituras e inventando outros códigos de representação (MACHADO - 1993).

1.1.1.2. A Nova Sensibilidade na Arquitetura.

Na arquitetura, podemos perceber que a tecnologia e o imaginário se imbricam no projeto da modernidade, alterando em definitivo a percepção e compreensão do mundo para alguns arquitetos sensibilizados.

"A evolução da imagem e sua expansão pelo mundo inteiro estimulam minha imaginação, tal como também o fazem alguns aspectos da investigação científica ou das estações orbitais." (Jean Nouvel apud BOISSIÈRE - 1997: 20).

As luzes noturnas e os avanços técnicos na fabricação e tratamento do vidro que dão riqueza de interpretações às fachadas produzem efeitos muito representativos de uma sensibilidade contemporânea.

Os efeitos dos vidros reflexivos fazem com que os edifícios tenham limites disseminados, onde o jogo de transparências, reflexões e refrações da luz acentuam e anulam a profundidade do campo de visão, ora mostrando uma perspectiva do interior ora desaparecendo a perspectiva com a projeção de imagens em algumas fachadas-telas. Um exemplo são as fachadas da Fundação Cartier de Jean Nouvel, onde dependendo da hora do dia e da posição do observador tem-se, nas superfícies transparentes reflexíveis, imagens da reflexão das árvores existentes no entorno ou a abertura da visão para os espaços internos do edifício. Além dos novos produtos vítreos, essa nova sensibilidade também pode ser apresentada pelo uso de telas de cristal líquido por onde se projetam imagens ou pela utilização de iluminação artificial de baixa voltagem na pele do edifício, proporcionando flutuação e leveza à edificação. Não há mais limites entre o real e o virtual, em arquitetura eles passam a configurar o mesmo espaço.



Fundação Cartier - as reflexões das árvores e as transparências para o interior.
(El Croquis 65/66, p.245)



(Lotus 84, p. 63)



(Lotus 84, p. 59)

Os efeitos do uso de iluminação artificial de baixa voltagem associado a sofisticados sistemas informáticos nas fachadas reproduzem a nova sensibilidade contemporânea e podem ser observados na arquitetura de Toyo Ito no Japão. O arquiteto toma o modelo de microprocessadores, luminosidade, movimento e informação para dar origem a um espaço que flutua (GLUKSMANN - 1996 e RILEY - 1996).

Na arquitetura de Toyo Ito não existe fachada rígida. Os interiores são curvos, existe uma fluidez permanente entre interior e exterior e as luzes proporcionam suspensão e flutuação. A Torre dos Ventos (Yokohama, 1986) é revestida por painéis refletivos em acrílico e por um forro de proteção em alumínio perfurado. Durante o dia é prateada e reflete o sol, mas a noite surge um verdadeiro caleidoscópio de luz indicando a “flecha do tempo” - visto que as projeções variam em função do ruído da cidade, da hora e da velocidade do vento. A iluminação artificial de baixa voltagem que se desprende em círculos, pequenos pontos e no eixo da torre tornam incompreensível a forma da edificação, que flutua erráticamente em pura luminosidade de sinais e fluxos (RILEY - 1996).



Torre dos Ventos (Arca 15, pp. 34e 35)

Ítalo Calvino apud RILEY (1996) comenta que as máquinas de ferro ainda existem, mas obedecem às ordens de componentes sem peso, para mostrar seu conceito de leveza. O tema de Calvino é literatura, mas suas observações nos são úteis para entender a estética da arquitetura aqui apresentada. Quando Calvino fala da poesia de Guido Cavalcanti, o “poeta da leveza”, a define como a mais leve possível, está em movimento e é um vetor de informação. A Torre dos Ventos de Ito quase pode ser analisada nesses termos. Difícil de descrever a luz do dia, a estrutura surge à noite por meio de milhares de luzes controladas por microprocessadores, cujos reflexos mutantes respondem as mudanças de sons e do vento. Segundo Toyo Ito apud RILEY (1996), a intenção foi separar os fluxos do ar (vento) e o ruído (som) do fluxo geral de tudo que rodeava o projeto e transformá-los em sinais de luz, ou seja, em informação visual. Em poucas palavras, foi uma intenção de

converter o entorno em informação.

O comportamento particular da economia do Japão⁵, o avançado sistema de informação e tecnologia, a evolução da indústria japonesa, as particularidades de seu urbanismo⁶ e “a visível tendência incontrolável da sociedade de consumo contemporâneo”⁷ levaram o Japão a esse tipo particular de arquitetura pluralista, onde são abordados, entre outros conceitos, o redescobrimto da leveza e da insubstancialidade, o reconhecimento da cidade como ficção e um espírito de experimentação. É a penetração, em todos os níveis da vida contemporânea, das tecnologias mais avançadas (BOGNAR - 1992).

Para BOGNAR (1990) apud PRATSCHKE (1996), nos anos 90 arquitetos e estudiosos parecem não ter outra escolha senão aceitar a cidade japonesa como a própria interação entre realidade e ficção. Ela seria, literal e semanticamente, imprevisível, abrindo possibilidades ilimitadas no campo da criação arquitetural. Exigiria, além disso, um design inovativo e experimental, capaz de estabelecer ligações entre realidade e ficção, criando novas virtualidades. Ou então, explodindo, efetivamente, as fronteiras entre realidade e ficção.

Aliada à especulação imobiliária, a tendência ao consumismo resulta, no campo da arquitetura, em uma certa idéia de efemeridade, claramente perceptível em boa parte dos projetos realizados no Japão. A arquitetura tradicional japonesa já continha essa idéia de efemeridade através das paredes que se abrem e configuram novos ambientes. Hoje em dia, em alguns casos, a expectativa de arquitetos em Tóquio é de que seus projetos permaneçam construídos por apenas alguns anos.

A cidade vive, aceleradamente, a passagem da idade das máquinas para a idade dos elétrons. O sentido de realidade vê-se enfraquecido por forças de simulação, e a própria realidade passa a ser apresentada como uma ficção (BOGNAR - 1992 apud PRATSCHKE - 1996). Pela primeira vez na história da arquitetura, em Tóquio, a essência do meio construído é produzida por imagens e informação. A cidade funciona, em grande parte, através de meios de tratamento e de transmissão de informações. O que resulta, segundo a formulação de Koji Taki, no surgimento, no Japão, da primeira sociedade pós-urbana do mundo (PRATSCHKE - 1996).

O interesse dos arquitetos pelos meios eletrônicos não é nenhuma expressão da fantasia tecnológica, nem simplesmente uma fascinação pelo atrativo estético da iluminação de baixa voltagem. Se passa na capacidade que tem os meios de comunicação eletrônicos ou os jogos de luzes e reflexões para representar a imediatez

e a fugacidade da vida contemporânea (RILEY - 1996).

A grande quantidade de imagens noturnas que representam esses tipos de edifícios iluminados desde o interior sugere que Ito não é o único que propõe uma arquitetura que é luz no maior grau possível. (Ito, "A Garden of Microchips: The Architectural Image of the Microelectronic Age" apud RILEY - 1996). A fascinação em nossos dias pela arquitetura leve está relacionada, de muitas formas, com os avanços tecnológicos mais recentes, mas também está relacionada com as imagens noturnas que temos hoje das cidades. O arquiteto Jean Nouvel, por exemplo, lança mão de materiais, luzes, cores e imagens que são quase diretamente transpostos do universo diário das cidades e seus subúrbios" (Jacques Lucan in HATTON, Brian - Nouvel: Jean Nouvel e Emmanuel Cattani apud SPERLING - 1996).

"É um problema que transcende a mera dimensão simbólica; a experiência da cidade se desenvolve durante a noite cada vez mais freqüentemente (...). Uma das vistas mais reveladoras da cidade contemporânea é a que temos através de um voo noturno: estruturas e densidades aparecem marcadas pela iluminação artificial sobre o fundo escuro da noite. Tudo isso proporciona à cidade uma verdadeira dimensão poética, inclusive por similaridade com a imagem que temos do cosmos..." (Jean Nouvel, extraído de entrevista a ZAERA - 1994: 34 e 35).

Assim, além dos reflexos, transparências e difrações da luz sobre as superfícies vítreas, também é característica comum no trabalho de Nouvel, o uso de formas de iluminação artificial de baixa voltagem como um meio expressivo. Segundo o arquiteto, a eletricidade é outra das invenções deste século, uma invenção que tem produzido uma verdadeira mudança em nosso mundo e devemos ser capazes de tirar partido dessas dimensões poéticas da tecnologia emergente (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

O fato de alguns projetos utilizarem um sistema informático sofisticado, luzes noturnas no maior grau possível ou de fazerem uso das reflexões e semi-transparências de produtos vítreos - proporcionando um jogo de imagens reais e virtuais - são signos do impacto da tecnologia sobre a superfície arquitetônica.

A influência das inovações tecnológicas e artísticas sobre o imaginário de alguns arquitetos e sobre suas formas de percepção do mundo e a incorporação dos novos materiais, dos jogos de luzes e dos meios eletrônicos às superfícies arquitetônicas contemporâneas resultou na transformação da pele do edifício.

1.1.2. As Novas Fachadas.

Pioneiramente, desde o final dos anos 70 que uma nova sensibilidade na obra de Jean Nouvel tem distanciado sua arquitetura da estética da máquina de princípios do século XX. Nesta mesma época existia uma tendência histórica que representava o oposto das novas idéias de Nouvel - era a arquitetura apresentada com o que poderíamos chamar de tecnologia pesada e um bom representante dessa arquitetura é o Beaubourg de 1977, onde seus tubos, vigas e cabos mostram uma boa dose dessa estética da tecnologia pesada. Jean Nouvel explica que, mesmo sendo um edifício considerado extraordinário, se comparado com a tecnologia de hoje deixa de ter sentido (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994 e em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

No mesmo ano em que o Beaubourg foi construído, Jean Nouvel projetava a clínica de Bezons e apresentava questões completamente opostas do edifício: No Beaubourg tudo é exposto, e no edifício de Jean Nouvel tudo está escondido - os detalhes de funcionamento do edifício que poderiam aparecer nas fachadas estão cobertos por uma pele metálica. O edifício trabalha com a idéia da metáfora que é diametralmente oposta à arquitetura mostrada pelo Beaubourg (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).



Centro Médico-Cirúrgico Val Nôtre-Dame.
Bezons, França, 1978-1980 (BOISSIÈRE - 1997 pp. 35 e 37)

Jean Nouvel observou que os pacientes da clínica permaneceriam internados por apenas curtos períodos de tempo (diálise e maternidade). Deste modo criou uma atmosfera de "hotel", "barco" e "trem" para o edifício, onde o revestimento externo lembra um vagão de trem, as janelas recordam motivos náuticos e o mobiliário interior sugere o de um navio (inclusive com cabine para os leitos) (BOISSIÈRE - 1997).

A estética que interessa a Jean Nouvel é o contrário da poética apresentada pelo Beaubourg. Para Jean Nouvel (em entrevista a ZAERA - 1994), não é preciso aparecer as engrenagens que fazem o edifício funcionar, a modernidade hoje seria exatamente mostrar a mágica sem mostrar o truque.

“O que hoje exigimos da pele de nossos edifícios é que não nos dê frio, que nos proteja do sol, que gradue a intensidade de luz em cada momento, mas, por favor, sem ter que suportar a presença do mecanismo que o produz. Tendemos até uma simplificação formal dos objetos, até uma inexpressividade formal em relação às funções. Creio que estas são as qualidades que fazem um objeto formar parte de nossa era” (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA -1994: 33).

Nouvel explica que os grandes projetos querem uma arquitetura mais atual, com a fantástica tecnologia de nosso tempo - e o arquiteto acredita que a tecnologia de nosso tempo já evoluiu a ponto de, como numa mágica, fazer funcionar sem mostrar as engrenagens que as movimentam (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA (1996). Trata-se da produção de um mundo contemporâneo que tende a melhorar suas performances simplificando os meios num processo que tende ao milagre. É isso, o milagre, o que não tem espessura e nem peso, que interessa ao arquiteto como problema estético (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

“Ter uma TV de 30mm de espessura, onde eu posso ver qualquer lugar do mundo ou minha própria imagem (...), aquilo que não explica o truque, mas que projeta a imagem... Quisera poder rodear-me de todo tipo de realidades virtuais sem chegar a ver os complicados mecanismos que as produzem” (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994: 33).

1.1.2.1. As Superfícies e as Formas.

A preocupação com as superfícies das fachadas dos projetos de Jean Nouvel também vai demonstrar uma mudança de direção após três décadas nas quais o debate sobre a arquitetura foi centrado fundamentalmente em questões formais (RILEY-1996).

Mudando o curso dessas décadas, alguns arquitetos contemporâneos investigam a natureza e o potencial das superfícies arquitetônicas em projetos que se destacam por suas inovações artísticas e tecnológicas. Interessando as qualidades visuais e materiais das superfícies e também o significado que estas podem transmitir (RILEY - 1996).

Diferente da importância que o Pós-modernismo deu à forma arquitetônica, muitos projetos contemporâneos demonstram a grande falta de interesse, às vezes até aversão, perante as considerações formais. De fato a maioria destes projetos poderia ser descrita como volumes regulares (“paralelepípedos”) e todos suprem a pouca importância de suas formas com uma sensibilidade cada vez mais evidente pela pele (RILEY - 1996).

Recentemente Rosalind Krauss tem analisado a interpretação fenomenológica da escultura minimalista que fazem certos críticos da arquitetura, e que implica uma mudança de tendência da forma para o tratamento das superfícies de muitos objetos contemporâneos. Segundo Krauss⁸ apud RILEY (1996), a escultura Minimalista buscou significado na superfície do objeto, explorando jogos de luz, e por isso o interesse por materiais translúcidos e reflexíveis.

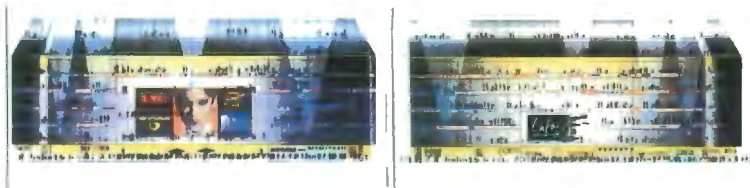
Esta interpretação da tendência da escultura minimalista a modificar o significado do objeto não na forma, mas na superfície, tem grandes implicações influenciando a nova transparência na arquitetura. O arquiteto Jean Nouvel expressa uma idéia semelhante quando descreve a Fundação Cartier como uma obra que converte em supérflua a interpretação dos volumes sólidos, numa poesia de "névoa e evanescência". Também as Galerias Lafayette, de Nouvel em Berlim, observada do exterior chega quase a ser um simples volume sólido, se não fosse sua complexa superfície que lhe confere riquezas de interpretações. A tendência que descreve Krauss abrange edifícios com superfícies transparentes, brilhantes e reflexíveis ou mesmo as telas de cristal líquido que mostram imagens registrando particularidades reais e contingentes no momento em que são observados (RILEY - 1996).



(El Croquis 65/66, p.255)

Galerias Lafayette em Berlim.

O edifício é praticamente um volume sólido, se não fosse a riqueza das superfícies das fachadas. Para Jean Nouvel, a pele do edifício invoca a estética minimalista, fundada nos logros artísticos recentes que buscam o significado essencial, a idoneidade, o que em arquitetura pode concretizar-se no paradoxo entre simplicidade e complexidade, ou entre forma e escala (BOISSIÈRE - 1997). Assim as complexas superfícies vítreas permitem melhorar a complexidade plástica de um edifício sem complicar as formas; jogar com a luz como forma de programar o espaço, modificar o lugar ao longo do dia e superpor signos - enriquecendo as superfícies das fachadas (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).



(GA document - 7, p.255)

1.1.2.2. A Nova Transparência.

Influenciados pelos aspectos de nossa cultura, arquitetos e artistas contemporâneos refletem novamente sobre as relações entre espaços internos e externos e entre percepção visual e estrutura. A nova transparência alude, mas não retoma a objetividade visual dos primeiros arquitetos modernos - sobretudo quanto à fascinação que exercem neles as estruturas de vidro.

No Modernismo, a transparência proporcionava a continuidade entre espaços internos e externos, e procurava evidenciar os sistemas estruturais. A nova transparência ora mostra a perspectiva através do material, ora esconde com imagens refletidas ou projetadas sobre a superfície das fachadas. Essas duas formas de leveza são distinguidas por John Rajchman apud GLUKSMANN (1996): Uma leveza Modernista própria da arquitetura do vidro, prioritariamente ótica e geométrica e sempre liberada do contexto (o estilo internacional); e outra leveza, a que mais interessa falar, própria da época da micro-eletrônica, que visa o grau zero de gravidade, privilegia o contexto regional, a proximidade e um espaço háptico (mais que ótico, que mexe com todos os sentidos). Portanto a arquitetura opõe à transparência modernista das fachadas de vidro para obter uma outra transparência, aquela das fachadas de cristal líquido ou das reflexões e semi-transparência dos novos materiais vítreos – verdadeiras telas que abrigam sempre mutações.



Ovo dos Ventos, Toyo Ito.

Riley (1996), p.21

Para retomar uma distinção de Colin Rowe citado por GLUKSMANN (1996), poderíamos opor à transparência literal, ligada a qualidade do vidro, essa outra transparência fenomenológica que joga com a ilusão e a limitação da aparição para criar efeitos de flutuação. É precisamente essa segunda transparência, aquela de uma virtualidade multisensível e extra rápida, que definiria a nova transparência na arquitetura.

A utilização freqüente de materiais transparentes, semitransparentes ou reflexíveis, como os diversos tipos de vidros, revestimentos plásticos translúcidos, duplas camadas de vidro que produzem muitas reflexões e um número aparentemente infinito de materiais perfurados, resultam em espaços muito diferentes dos espaços criados pelos primeiros modernistas, lugares de luz sem sombras como define Hilberseimer (RILEY (1996).

“O estudo de Ludwig Hilberseimer (do grupo dos primeiros arquitetos modernos), “Glasarchitektur” de 1929, representa a perspectiva racionalista e pode considerar-se como “antípoda” das atitudes contemporâneas. Para ele, a utilização do vidro na arquitetura persegue objetivos higiênicos e econômicos, mencionando suas propriedades formais unicamente para permitir que a arquitetura expresse mais claramente o sistema estrutural.” (RILEY - 1996: 9)

De fato os projetos mais recentes insinuam que a transparência também pode expressar as sombras da arquitetura. E os elementos estruturais, mais do que marcarem ou definirem um ponto de vista (como acontecia no Modernismo), eles se superpõem às camadas simples ou duplas dos revestimentos translúcidos, como os tabiques da Fundação Cartier. Para Jean Nouvel, a superfície tem uma certa primazia sobre a estrutura; e sua arquitetura não se destaca pela forma, sendo que toda a atenção é voltada para o tratamento da superfície. A estrutura, ainda que suporte de uma forma direta, não define a aparência do edifício. Outros projetos ainda praticamente eliminam a barreira entre suporte e superfície, como a Videogaleria de Vidro de Tschumi que não estabelece nenhuma distinção material entre as nervuras de vidro que lhe dão estabilidade e o revestimento envidraçado que fecha o espaço (RILEY - 1996).

A nova definição das fachadas propõe a supressão do espaço contínuo e não pretende evidenciar a estrutura, o que a difere bastante da definição dos arquitetos Modernos e do arquiteto brasileiro Paulo Mendes da Rocha que pretendia ser também objeto de estudo desse trabalho. Embora esse arquiteto tenha fascínio pela técnica e preocupações com a presença e textura dos materiais (Josep Maria Montaner in MENDES da ROCHA - 1996), suas aberturas transparentes propõem a continuidade entre espaços internos e externos; e a técnica que o arquiteto deseja evidenciar são os sistemas construtivos estruturais dos edifícios que no Brasil ainda são as estruturas de concreto. Além disso, a indústria brasileira do vidro ainda não acompanhou a evolução dos países de primeiro mundo, ficando difícil estabelecer relações entre a arquitetura colocada no trabalho e a arquitetura brasileira contemporânea.

Starobinski apud RILEY (1996) analisa o *"Poppaea's veil"*, símbolo de interposição e obstáculo, onde uma mulher é vista não completamente nua... mas vestida com um véu, *"uma perfeição que não é vista de imediato e que perante sua própria não aparição exige ser capturada de novo por nosso desejo"*. Ao descrever essa ação do observador, o autor fala de uma expectativa, preocupação e proteção. Essa metáfora de Starobinski é literária, mas pode facilmente ser deslocada para a arquitetura. Desta maneira, a fachada seria o véu interposto que desencadeia uma relação de distanciamento entre o observador do edifício e o espaço ou as formas que contêm, e um afastamento do observador e do mundo exterior.

A exemplo deste olhar, RILEY (1996) mostra os elegantes e finos Muros de Gelo em Radcliffe de Michael Van Valkenburgh. Feitos de metal fino e colocados no meio de uma corrente de água em condições ambientais geladas, revela-se como a essência da metáfora: Como o "*Poppaea's veil*", as paredes separam com um material efêmero (gelo) o observador e a paisagem, mostrando proteção e obstáculo e insinuando que o oculto fascina.



Neste e em outros projetos, a distância que se cria entre o observador e o espaço interior sugere, até certo ponto, um caráter "*voyeurístico*", que se faz explícito também no ginásio desenhado por Charles Thanhauser e Jack Esterson (Nova York, 1993). No lugar dos tradicionais vestiários para trocas de roupa e ducha, existe quatro cubículos independentes parcialmente fechados com vidro translúcido. Pode-se perceber de fora as imagens borradas dos esportistas enquanto se vestem, o que acentua o aspecto sensual. (RILEY - 1996)



Muros de Gelo, RILEY (1996) , pp. 34 e 35.



Vestiário do "Definitions Fitness Center Z"

RILEY (1996) , p.49

O fato de existirem tantos projetos atuais que podem ser considerados "transparentes" sugere um interesse renovado pelo termo que durante muito tempo esteve associado à arquitetura do Movimento Moderno. No entanto, a tensão criada agora entre o observador e o objeto a ser observado, através do uso da fachada como uma "membrana-véu", indica um distanciamento das atitudes do passado e uma necessidade de voltar-se a examinar o termo "transparência" e sua relação com a arquitetura (RILEY - 1996).

A nova atitude perante o olhar desperta uma nova maneira de se projetar. As fachadas para as quais se chama atenção neste trabalho realizam uma função específica: são inserções entre dois elementos e distanciam o observador.

Na descrição das fachadas de sua biblioteca, Koolhaas diz serem *"transparentes, às vezes translúcidas, às vezes opacas; misteriosas, reveladoras ou mudas... Quase naturais - como um céu nublado de noite, como um eclipse"*. (Rem Koolhaas e Bruce Mau in RILEY - 1996:15)

As "misteriosas" fachadas que descreve Koolhaas ou a "névoa e evanescência" com que Nouvel define a Fundação Cartier têm origem nas condições que Rowe e Slutzky, com um pouco de ironia, atribuem às *"superposições gratuitas que provocam os reflexos acidentais da luz sobre uma superfície brilhante ou translúcida"* (Rowe e Slutzky in RILEY - 1996:15).

Mas as palavras dos arquitetos Rem Koolhaas e Jean Nouvel não são simplesmente poéticas, e o efeito que descrevem não é gratuito tal como podemos perceber numa rápida análise da eletrodinâmica quântica: os materiais transparentes e translúcidos deixam passar um certo número de fótons (partículas de luz) e refletem parcialmente outros. Esta atividade na superfície da membrana transparente se produz mediante uma reflexão de pelo menos 16% das partículas de luz que rebatem nela, o que cria reflexos visíveis e uma luminescência palpável (Richard P. Feynman, "The Strange Theory of Light and Matter" in RILEY - 1996). A dupla camada de vidro proposta por muitos projetos atuais aumenta o potencial da superfície envidraçada de projetar fótons: 10% dos fótons que atravessam a camada exterior são refletidos pela camada interior, e, além disso, existem outros que rebatem entre ambas camadas. Os escritos de Feynman se referem especificamente ao caminho da luz através dos materiais.

A separação entre o interior e o exterior de uma edificação por painéis transparentes ou translúcidos dispostos em camadas faz surgir um espaço por onde circula o ar e um muro interior. Estas superposições põem em relevo a superfície arquitetônica e revelam o desejo de estabelecer uma complexidade superior, visual ou de outro tipo, na pele da estrutura. As razões que levaram a desenhar múltiplas camadas de material podem estar relacionadas também com a redução de calor ou de frio, separando o edifício da luz direta, do ruído e do calor; mas o desejo de separar a estrutura em camadas não é só uma questão técnica. Como o *"Poppaea veil"* de Starobinski, as camadas de transparência definem a relação do observador com o mundo e criam a supressão do espaço contínuo (RILEY - 1996).

Assim, a excentricidade destas soluções nos recorda, nestes projetos, que a separação não tem simplesmente uma finalidade funcional, mas também uma vontade visual e, definitivamente, cultural.

TÉCNICA: os avanços tecnológicos do final do século XX.

Hoje, a preocupação com o meio ambiente e com o consumo de energia tem que conviver com o que poderia parecer antagônico - a utilização cada vez mais extensa do vidro e de outros materiais termicamente ineficazes na construção civil. Porém os novos materiais vítreos desenvolvidos por empresas ou a utilização dos vidros em várias camadas têm se mostrado bastante eficazes, proporcionando eficiência térmica e luminosa se comparados com os materiais tradicionais opacos que sempre deram bons resultados.

Assim, por um lado, tem-se uma sensibilidade cada vez mais evidente pelos efeitos da luz sobre as superfícies das edificações, aumentando cada vez mais o interesse dos arquitetos pelas reflexões, transparências e refrações dos materiais vítreos; e por outro lado, o mercado dos novos produtos vítreos também é movimentado pela necessidade cada vez maior de edificações mais amigas do meio ambiente, onde possa existir a conservação de energia.

Portanto, para completar essa primeira parte do trabalho, neste segundo capítulo serão abordados com algum detalhe os problemas que nos levam a consciência por uma arquitetura ecologicamente correta, sendo citados a crise energética que teve início nos anos 70, assim como os problemas ambientais que nosso planeta tem sofrido e os desperdícios de energia elétrica nas edificações. Para finalizar serão apresentados alguns exemplos de novos materiais vítreos na expectativa de mostrar como pode ser usada a energia passiva do sol em programas de conservação na arquitetura.

2.1. A Situação Energética Mundial: a preocupação atual com o consumo de energia:

2.1.1. Crise Energética e Degradação do Meio Ambiente - a necessidade de mudanças.

Segundo GOLDEMBERG (1998), após a Revolução Industrial no final do séc. XVIII e particularmente no séc. XX, a agressão antropogênica ao meio ambiente tornou-se muito mais efetiva e importante, principalmente nos

países industrializados. O que caracteriza as mudanças ambientais causadas pela humanidade é o fato de ocorrerem num curto período de tempo (décadas) e como resultado, novos tipos de problemas ou áreas de interesse no campo ambiental se tornaram o objeto de estudo e de muita preocupação.

De modo geral todos estes problemas têm um grande número de causas - tais como o aumento populacional, o grande aumento no consumo energético pessoal devido a fortes mudanças de estilos de vida, o crescimento e a mudança de padrões da indústria, transporte, agricultura e até mesmo turismo. Contudo, GOLDEMBERG (1998) coloca que a forma como a energia é produzida e utilizada está na raiz de muitas dessas causas - estabelecendo-se fortes relações entre energia e os problemas ambientais.

Para BEHLING & BEHLING (1996), desde 1900 a população mundial triplicou em tamanho, a economia mundial cresceu 20 vezes mais, e a produção industrial aumentou 5000 %. A industrialização necessita e estimula um maior consumo de energia, convertendo matéria-prima em produtos manufaturados e estimulando o desenvolvimento de novos produtos através de inovações tecnológicas que aumentam a demanda de energia. Como os padrões de vida para uma grande parte da população aumentaram, essas inovações tecnológicas gradualmente tornaram-se essenciais. O telefone, a geladeira, o carro, a televisão, etc., continuamente tornaram-se partes essenciais da vida e aumentaram bastante a demanda energética do consumidor comum.

Contribuindo para esse quadro, até a crise do petróleo, com seu embargo em 1973, a energia tinha custos muito baixos e existia de forma abundante, com evidentes desperdícios (ROCHA - 1982). Mas PRADO (1992) alerta para o fato de que a energia vem se colocando como uma das questões mais importantes para a humanidade, na medida em que os recursos naturais não-renováveis são escassos e a geração de eletricidade custa muito e pode prejudicar o meio ambiente.

Para GOLDEMBERG (1998), os sistemas energéticos são a principal fonte das emissões de dióxido de enxofre (90% de todas as emissões). A produção de eletricidade a partir dos combustíveis fósseis é a principal fonte de óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, dióxido de carbono, metano, monóxido de carbono e particulados. As principais atividades que contribuem para o "efeito estufa" são: produção de eletricidade, transporte, indústria, construções e desmatamento – a contribuição global para o "efeito estufa" da produção de energia e de seu uso é de 57%. Estima-se que a refrigeração, os condicionadores de ar e as bombas de calor representam cerca de 25% do consumo global de CFC, a indústria de plástico representa 25-30% e o seu uso como solventes representa ao redor de 16%. Dentro desse quadro, o que os especialistas têm percebido é que as

emissões nas regiões desenvolvidas têm diminuído nas últimas duas décadas, enquanto que aquelas nas regiões em desenvolvimento têm aumentado. Uma compreensão melhor dessas fontes de poluição e suas emissões é essencial para a formulação de políticas capazes de reduzi-las.

As usinas hidroelétricas não produzem quaisquer poluentes associados com combustíveis fósseis, mas interferem no meio ambiente pela construção de grandes represas, formação de lagos e interferência geral sobre os fluxos dos rios. A relocação das populações é um problema social de magnitude em muitos casos (GOLDEMBERG - 1998).

A produção de eletricidade é responsável por aproximadamente um terço do consumo de energia primária mundial e as tendências indicam que ela vai se expandir nas próximas décadas: aproximadamente 2 bilhões de pessoas estão atualmente sem acesso a eletricidade. Uma vez disponível, sua utilização é muito conveniente e, assim, programas de eletrificação são muito fortes por todo o mundo (GOLDEMBERG - 1998).

Conforme CARAM de ASSIS (1996), antes da crise, havia poucos incentivos para que os órgãos públicos, os arquitetos e os construtores levassem em consideração os problemas energéticos através da longa vida útil dos edifícios. Porém hoje em dia, governos de países industrializados e de alguns países em desenvolvimento adotam medidas para limitar o consumo de energia de novas edificações e de edifícios já existentes, implementando, como coloca LAMBERTS et alii (1997), normas de eficiência energética em edificações perante a crise de energia e o alto consumo no setor de edificações. Atualmente o Brasil participa juntamente com Bangladesh, Botsuana, Índia e Nicarágua, entre outros, da lista de nações que ainda não possuem normas de eficiência energética em edificações.

Nosso planeta vem sofrendo contínuo desaparecimento de florestas, degradação da paisagem, perdas da biodiversidade, poluição do ar e da água e mudanças químicas da atmosfera - o que claramente reflete a impropriedade de nossas presentes atividades e a necessidade de uma proteção ambiental mais efetiva. BEHLING & BEHLING (1996) diz que a conseqüência da interdependência global foi ainda mais realçada pela crise energética de 1973, quando os estilos de vida que têm sido sustentados por um crescimento descontrolado do consumo energético em economias avançadas foram imediatamente colocados em questão.

Nossos estilos de vida e padrões de consumo têm fracassado em refletir nossos interesses. De fato, embora a eficiência energética tenha continuamente crescido, o crescimento dos níveis de consumo tem ultrapassado

qualquer ganho potencial feito a este respeito. Embora novas tecnologias tenham capacitado os combustíveis fósseis para serem utilizados de maneira mais eficiente, os custos envolvidos nesses melhoramentos têm os colocado fora do alcance de nações recentemente industrializadas, onde o crescimento nas emissões (poluição) está tomando lugar nos níveis mais assustadores. Assim, como evitar a destruição ambiental se o desenvolvimento econômico a promove é a tarefa que todos os profissionais devem assumir para mudar padrões de vida (hábitos da população) e aproveitar a energia solar em programas de conservação de energia (BEHLING & BEHLING – 1996).

Segundo BEHLING & BEHLING (1996), as crises energéticas de 1973 e 1979-81 ilustraram para os países industrializados a dependência nos altos níveis de consumo energético exigidos para suportar seus estilos de vida. A mensagem surtiu mais efeito do que o crescimento da consciência pelo meio ambiente. Esse melhor entendimento fortaleceu novas formas sustentáveis para o desenvolvimento, as quais trabalham de acordo com os interesses ambientais mais do que tentando dominá-los. Um importante componente deste debate tem focado sobre a reavaliação da forma e função urbana e práticas e procedimentos industriais e construtivos contemporâneos. Neste sentido tem existido uma crescente disposição para reconhecer a importância de questões relacionadas com a conservação de energia.

As desigualdades reconhecidas entre países industrializados e países em desenvolvimento são refletidas em seus respectivos níveis de consumo energético. A maior parte dos países europeus, por exemplo, consome aproximadamente 100 gigajoules de energia por pessoa por ano - o equivalente a 3,5 toneladas de carvão. Nos EUA e Canadá a quantia é de 10 toneladas por pessoa por ano. Num outro extremo, países que ainda persistem com baixos níveis de industrialização consomem apenas 0,1 toneladas - 1% da quantia da sociedade mais consumidora. Se as condições capacitarem sociedades em desenvolvimento a alcançarem os recordes atuais das nações industrializadas de níveis de consumo, então, com a vasta população existente nesses países, as implicações para a demanda energética global vão ser imensas (BEHLING & BEHLING – 1996).

Por isso o caminho percorrido pelos países mais desenvolvidos devem servir de exemplo, para que não se cometam as mesmas falhas nos países em desenvolvimento. Segundo BEHLING & BEHLING (1996), as economias dominantes já sofreram uma série de erros, e as novas economias podem usá-los como aprendizagem, tentando novos caminhos com possíveis maiores acertos, buscando o que GOLDEMBERG (1998) chama de "saltos tecnológicos".

Para GOLDEMBERG (1998), é fundamental que as tecnologias modernas sejam incorporadas prematuramente no processo de desenvolvimento, saltando tecnologicamente os caminhos tradicionais de desenvolvimento. Esse processo já está ocorrendo, como demonstrado pela impressionante rapidez na adoção e difusão de tecnologias inovadoras de ponta nos países em desenvolvimento. Um exemplo pode ser visto nas vilas da Índia onde a iluminação é fornecida por lâmpadas fluorescentes em vez das velhas e ineficientes lâmpadas incandescentes. Outras tecnologias menos espetaculares, como as usinas coletivas de biogás, podem servir a várias finalidades como energia para iluminação, bombeamento de água, produção de fertilizantes e tratamento de esgoto. A luz solar passiva pode ser incorporada em sistemas de aquecimento e iluminação. Tudo isso contribui para melhor aproveitamento da energia disponível, protegendo o meio ambiente.

Assim, o consumo de energia deve ser reduzido sempre que possível, pois isso aliviaria os problemas ambientais e também economizaria as fontes de combustível fóssil, cujas reservas não são infinitas. A "conservação de energia" também é justificada por outras bases além da proteção ambiental: ela é, em geral, econômica em termos de retorno de investimento (GOLDEMBERG - 1998).

Para CARAM de ASSIS (1996), a consciência da limitação das fontes energéticas traz hoje para a nova geração de arquitetos, a responsabilidade de projetar edifícios que procurem propiciar conforto em termos ambientais, sem implicar num alto custo energético.

2.1.2. O Uso Excessivo de Energia Elétrica em Edificações - os desperdícios que podem ser evitados pelos arquitetos.

"O controle do consumo de energia elétrica pelo arquiteto tem como critério central o conforto dos usuários."

(LAMBERTS et alii - 1997:7)

Nas duas últimas décadas tem aumentado a consciência sobre as implicações ambientais da arquitetura, sobretudo quanto ao consumo de energia dos edifícios. De fato, não dá para falar em economia de energia sem levar em consideração os materiais de baixa eficiência energética muito difundidos nos dias de hoje.

Trata-se das fachadas com superfícies metálicas, transparentes ou translúcidas traçando um caminho de uma

arquitetura que pode, além de ser uma forma de solução da construção com materiais de fácil encaixe da indústria moderna, definir ambientes confortáveis e com economia de energia elétrica. Mas esses materiais termicamente ineficazes, quando construídos em camadas e orientados corretamente, proporcionam beleza e eficiência energética se comparados com os tradicionais materiais opacos que atualmente dão bons resultados.

Porém, segundo CARAM de ASSIS (1996), a utilização e orientação indiscriminadas de fachadas envidraçadas não muito raramente tem gerado problemas de superaquecimento indesejáveis nas edificações, colaborando para um aumento considerável do consumo energético dada a necessidade de utilização de sistemas condicionadores e circuladores de ar.

Edifícios consomem metade da energia que é usada pela humanidade. A arte de edificar, como os padrões de consumo tem sido mudada dramaticamente nos últimos 2 séculos. A engenharia de edifícios e os modelos de homogeneidade ambientais têm induzido a um rápido crescimento do consumo de energia. No Brasil, por exemplo, segundo LAMBERTS et alii (1997), contradizendo uma grande diversidade climática, existem edificações sendo construídas de forma quase sempre padronizada, incorporando muitas vezes linguagens de outras culturas ou espalhando uma mesma tipologia por cidades de comportamentos climáticos distintos. Hoje, edifícios como o típico bloco de vidro para escritórios sem elementos móveis para sombreamento tendem a desperdiçar a maior parte da energia por não permitirem aos habitantes e usuários de participarem ativamente na conservação (ventilação e iluminação naturais).

MASCARÓ (1980) apud CARAM de ASSIS (1996) faz uma comparação entre vários edifícios procurando estabelecer a quantidade de anos que um edifício em uso gasta para consumir a quantidade de energia equivalente à necessária para sua produção. No caso de habitações demora-se quase 33 anos, mas no caso de prédios envidraçados de escritórios isto ocorre em pouco mais de 2 anos. Em escritórios com fachadas protegidas demora-se por volta de 10 anos.

Baseando-se nos estudos de CARAM de ASSIS (1996), toma-se como exemplo o comportamento dos vidros perante a incidência da radiação solar. Para CARAM de ASSIS (1996), uma das qualidades do vidro é admitir a luz do dia. Contudo, em climas tropicais como o nosso, o superaquecimento devido a presença de grandes áreas envidraçadas mal projetadas, cujo sistema construtivo não foi bem elaborado, é observado com frequência e sua solução posterior é dispendiosa e nem sempre eficiente.

Particularmente o vidro possui transmissão seletiva, ou seja, sua transmissão depende do comprimento de onda da radiação incidente. Sendo assim, as transmissões de luz e calor dependem do tipo de vidro. Alguns vidros não deixam as radiações ultravioletas desbotarem objetos internos à edificação, outros evitam que parte das radiações infravermelhas (as que mais aquecem) penetrem diretamente através do material. A combinação entre diferentes vidros em várias camadas intercaladas por camadas de ar, ventiladas ou não, e a orientação geográfica correta dessas fachadas podem trazer para essas edificações ambientes internos mais confortáveis (CARAM de ASSIS - 1996).⁹

Para determinadas regiões do espectro, o vidro comporta-se como se fosse um material opaco, não deixando que a radiação o atravesse. Para comprimentos de ondas inferiores à 300nm e superiores à 3.000nm o vidro apresenta comportamento opaco. Quando o vidro é exposto à radiação solar direta, toda energia incidente, quer seja ultravioleta, visível ou infravermelha, uma vez absorvida pelas superfícies internas, como paredes e móveis, transforma-se em calor. Essas superfícies aquecidas emitem radiação em torno de 10.000nm, e radiações com esses comprimentos de ondas não são transmitidas pelo vidro. Portanto, a radiação emitida pelo interior, devido a absorção da radiação solar incidente, fica presa ou armazenada no interior da edificação. Ocorrem trocas de calor com o meio externo apenas de forma mais lenta. Desta forma, ocorre uma elevação da temperatura interna além daquela obtida normalmente pela penetração direta através das janelas quando abertas - sendo assim, a questão da ventilação e orientação geográfica devem estar previstas no projeto, para não causar esse conhecido efeito "estufa" (CARAM de ASSIS - 1996).

Segundo LAMBERTS et alii (1997), até meados do século XX o arquiteto se via obrigado a considerar as condições climáticas para o projeto do envoltório das edificações. Mas a rápida evolução tecnológica pós-revolução industrial vem mudar esse quadro, embora ainda existam muitos exemplos arquitetônicos desse período onde se identifica a manutenção de princípios bioclimáticos notáveis. Contribuíram para retirar a função térmica do envoltório o desenvolvimento na área de sistemas estruturais, de produção do vidro e o advento da luz elétrica, além do fato de alguns profissionais terem se atraído demais pelo uso de fachadas inteiras de vidro, esquecendo-se do conforto ambiental. A função térmica das fachadas foi passada aos sistemas mecânicos de aquecimento e refrigeração artificiais, e as aberturas foram substituídas de sua função de fontes primárias de luz.

Assim, o uso excessivo de paredes externas com grandes áreas envidraçadas, sem elementos adequados de proteção, largamente adotados em muitos países, tem sido questionado mais recentemente devido aos

problemas gerados pelos ganhos de calor proporcionados. Dependendo da orientação geográfica e das características óticas dos vidros utilizados, essa utilização dos vidros na arquitetura, sem critério adequado, pode implicar diretamente num significativo acúmulo de densidade de energia térmica no interior das edificações, traduzindo-se em desconforto para os usuários, ou em grande consumo energético necessário para o condicionamento térmico das mesmas (CARAM de ASSIS - 1996).

Arquitetos, engenheiros e planejadores urbanos não são diretamente responsáveis pela construção ambiental, assim como um número crescente de edifícios são construídos sem cuidados com a qualidade ou eficiência e sem qualquer envolvimento de um profissional. Contudo eles são responsáveis pela ineficiência energética de seus edifícios projetados.

É na fase de projeto que as preocupações com o aspecto térmico e luminoso, assim como o acústico, o estético, o estrutural, devem emergir de tal forma que as decisões possam ser definidas antes e não depois do início da obra. Mesmo porque em determinadas situações há necessidade de se optar pela prioridade de um aspecto em detrimento do outro, opção esta só passível na fase projetual (CARAM de ASSIS - 1996).

Segundo LAMBERTS et alii (1997), o método pelo qual aplicamos uma tecnologia na construção de um edifício tem implicações diretas com a quantidade de energia consumida. Conforme BEHLING & BEHLING (1996), passamos a maior parte de nossas vidas dentro de edificações e consumimos mais do que a terça parte da energia mundial produzida aquecendo-as, esfriando-as ou iluminando-as. As enormes quantias de energia consumida por edificações refletem uma demanda no aumento contínuo das capacidades energéticas e acaba demonstrando a relação problemática entre arquitetura e tecnologia.

Nossa construção ambiental representa uma manifestação particular da inovação tecnológica e, por um outro lado, a arquitetura tem aumentado a necessidade de inovação tecnológica, estimulando o desenvolvimento da indústria. E assim, apenas juntas, elas podem melhorar o desempenho das construções e o conforto dos usuários (BEHLING & BEHLING – 1996).

GOLDEMBERG (1998) e BEHLING & BEHLING (1996), analisando o percurso de vários países, perceberam que enquanto nos países em desenvolvimento o consumo tem aumentado bastante devido ao crescimento populacional e à utilização de equipamentos cada vez maiores, nos países industrializados o consumo se estabilizou e tende a crescer numa taxa inferior a 1% ao ano nas próximas décadas – prevendo que, entre os

anos 2010 e 2020, é provável o consumo de energia dos países em desenvolvimento ultrapassar o consumo dos países industrializados. Isso deve-se ao fato de que, nos países industrializados, os avanços em vários setores – como o desenvolvimento de materiais e sistemas construtivos, as próprias leis, a tecnologia de equipamentos que promovem economia de energia, entre outros fatores – já estão acontecendo.

O consumo mundial de energia em edificações inclui desde a construção até o uso de aquecimento, refrigeração, iluminação e todos os utensílios domésticos e equipamentos de escritórios. As casas e edifícios utilizam uma quantidade substancial de energia tanto enquanto estão sendo construídos, como também para o funcionamento de seus equipamentos. Para o arquiteto cabe racionalizar o uso dessa energia, reduzindo o consumo para iluminação, condicionamento do ar e aquecimento da água (GOLDEMBERG – 1998).

Segundo BEHLING & BEHLING (1996), mundialmente edifícios consomem a metade da energia produzida pela humanidade. Os transportes consomem $\frac{1}{4}$ do total de energia e a produção industrial o restante ($\frac{1}{4}$).

No Brasil, o desperdício de energia elétrica é bastante elevado. As estatísticas mostram que as edificações residenciais, comerciais e públicas são responsáveis por 42% do consumo de energia – justamente o principal campo de atuação do arquiteto em termos de eficiência energética. Em 1992, isso representou 96 TWh de consumo, o que analogamente equivale a um potencial de energia instalado semelhante a duas hidrelétricas iguais a Itaipu. No setor residencial, o consumo de energia chega a 23% do total nacional, sendo que nos setores comercial e público chega a 11% e 8% respectivamente. No entanto, o potencial de conservação de energia em prédios quando já construídos pode atingir a casa dos 30% e em novas construções esse valor pode chegar a 50% (LAMBERTS et alii - 1997).

Segundo a “Energy and Environment Technology to Respond to Global Climate Concerns”, Scoping Study 1994, IEA/OECD, Paris, França (1994) apud GOLDEMBERG (1998), a média internacional do uso de energia residencial é 60% para aquecimento do ambiente, 18% para o aquecimento da água, 6% para refrigeração e cozinhar, 3% para iluminação e 13% para os utensílios domésticos. Essas porcentagens são apenas indicativas, já que existem amplas variações entre os países. Em geral, o aquecimento ambiente e da água não são necessários nos países em desenvolvimento, embora o ar condicionado o seja.

No Brasil, da porcentagem de 23% da produção nacional de energia elétrica que se destina ao uso da arquitetura residencial, o chuveiro é responsável por 23% desse valor (sendo que 70% do total nacional de moradias

possuem o equipamento); a geladeira é responsável por 33% (75% das casas); a TV, 3% (35% das casas); o ar condicionado, 7% (sendo que apenas 6% das casas possuem) e as lâmpadas incandescentes são responsáveis por 12% dos gastos (e 100% das moradias possuem). Já a porcentagem de 19% da energia elétrica que é gasta nas edificações comerciais e públicas, 24% é usada para iluminação artificial, 48% para o condicionamento de ar, 15% para equipamentos de escritório e 13% para elevadores e bombas (LAMBERTS et alii - 1997).

Analisando os valores colocados, podemos observar que a iluminação e o ar condicionado são grandes vilões no uso final da energia. Nos setores comercial e público, a demanda de energia para iluminação é muito elevada (em edifícios sem ar-condicionado, 90% do consumo é para iluminação). Alguns edifícios desse tipo funcionam durante dia e noite com iluminação de boa qualidade e em grande quantidade. Duas estratégias sistemáticas podem ser adotadas para reduzir o consumo para iluminação nas edificações: o uso de luz natural e o emprego de sistemas de iluminação artificial mais eficientes. O ideal é que ambos os critérios sejam considerados em conjunto, trabalhando-se a iluminação como um sistema.

Para LAMBERTS et alii (1997), a energia que a edificação consumirá tem se tornado um forte determinante no projeto. Segundo CARAM de ASSIS (1996), os erros de projeto são freqüentes quanto à forma, à posição, à orientação, à altura dos edifícios, à composição das fachadas e das coberturas. Identificada onde a maior parte da energia está sendo gasta nas edificações é possível estabelecer como o arquiteto pode atuar.

Assim, a concepção de um projeto arquitetônico envolvendo especificações dos elementos construtivos é muito importante para o aproveitamento e conservação de energia. Se os arquitetos e engenheiros tivessem mais conhecimento sobre a eficiência energética na arquitetura, nas especificações de materiais e cuidados na opção do sistema construtivo e equipamentos, os valores poderiam ser reduzidos e isso contribuiria para diminuir a necessidade de maior produção de eletricidade no país.

Para GOLDEMBERG (1998), embora esses problemas sejam sérios, o progresso em reduzir o consumo de energia em construções é uma das áreas onde tem sido obtido um sucesso substancial nos países industrializados – através de materiais e sistemas construtivos que permitem a conservação de energia, além da alta tecnologia das instalações, luminárias e lâmpadas.

Portanto, os gastos com iluminação e condicionamento do ar podem ser minimizados através de projetos mais

bem elaborados que aproveitem a energia natural em sua forma passiva (iluminação natural, ventilação natural e aquecimento solar) (LAMBERTS et alii – 1997); sendo que o sol pode auxiliar a economia de energia elétrica, juntamente com os novos materiais e os novos sistemas construtivos que estão disponíveis hoje principalmente no mercado dos países desenvolvidos, como veremos mais adiante.

2.1.3. A Conservação de Energia e o Conceito de Sustentabilidade.

Desde que a energia não é produzida, mas apenas transferida, todos os tipos de potenciais energéticos disponíveis representam uma forma de energia solar. A questão é diferenciá-los em formas não-renováveis e em formas renováveis de energia. Um conceito bastante atual desenvolvido por pesquisadores da área de conservação de energia, o de sustentabilidade, consiste em descobrir e aproveitar os recursos energéticos oferecidos pela natureza que não resultem em algum tipo de prejuízo ou destruição (BEHLING & BEHLING – 1996).

Antes da revolução industrial, os tipos de energia existentes eram apenas primitivos. A forma e o design das cidades, por exemplo, tinham muito cuidado em considerar as características do microclima local, com orientações para obter o máximo de vantagem da atividade solar; e a descoberta do fogo e da combustão da madeira e do adubo orgânico eram as únicas formas de energia - que, aliás, nunca deixaram de existir e, ainda hoje, persistem mesmo nas sociedades mais industrializadas. Mas o início das novas formas de organização industrial do séc. XVIII refletem uma evolução do poder do homem com a extração de recursos energéticos não-renováveis, os combustíveis fósseis e suas conversões em eletricidade, configurando formas mais avançadas de energia. O refinamento contínuo dessa nova tecnologia abriu novos horizontes para o desenvolvimento, o que, como já sabemos, aumentou ainda mais a demanda de energia com novos usos e novos padrões de consumo (BEHLING & BEHLING – 1996).

Portanto, a revolução industrial foi uma revolução baseada nos combustíveis fósseis. Contudo, isso marcou um dramático passo em termos de progresso inovador. Desde o estágio inicial as implicações negativas dessa tecnologia eram aparentes - cidades foram escurecidas pela fuligem, o céu continuamente era preenchido por uma densa fumaça comprometendo a saúde da população - crianças desenvolviam deficiências ósseas pela falta de exposição ao sol. A caça pelo progresso e a pretensão por crescente consumo de energia para alimentar novos estilos de vida têm sido a recompensa e a justificativa de grandes perdas na área ambiental (BEHLING & BEHLING – 1996).

Desde a revolução industrial do séc. XVIII até 1945, os recursos renováveis de energia, entre eles as vantagens da atividade solar, permaneceram subutilizados. Por esse longo período, os combustíveis fósseis e o poder nuclear pareciam ser as formas mais econômicas capazes de atender às futuras necessidades. Atualmente, o fim das fontes de energia não-renováveis e da tecnologia baseada nesses tipos de energia não é iminente (não está em via de acontecer), mas a hipótese não pode ser descartada e, ao contrário, é efetivamente prevista; além disso, tornou-se claro que nossos avanços tecnológicos têm tido péssimas conseqüências ambientais locais e globais. Assim, cada vez mais, nossas falhas no progresso tecnológico estão sendo questionadas (BEHLING & BEHLING – 1996).

Como as reservas de combustíveis fósseis são inevitavelmente finitas, a conservação representa o melhor tipo disponível de energia. Na verdade, muitos dos novos tipos de energia dos últimos 25 anos têm vindo da eficiência melhorada dos combustíveis fósseis, e isto ainda é um grande negócio para melhoramentos a este respeito. Também um importante aspecto mudando em direção a uma melhor eficiência energética é garantir que o tipo apropriado de energia é utilizado para cada tarefa em particular. A energia desperdiçada na produção e a energia desperdiçada no consumo, segundo BEHLING & BEHLING (1996), poderia promover um poder energético suficiente para aquecer todas as casas dos EUA. Mais detalhadamente, é manejando as origens mais profundas do dispendioso padrão de produção e consumo que iremos resolver a crise energética sem precisar aumentar mais a capacidade energética. É importante que reconheçamos a importância das mudanças de valores, de atitudes e de estilos de vida nesse sentido. Dever-se-ia também fazer uma troca paralela da produção de energia dos tipos não-renováveis pelos renováveis, e das tecnologias pesadas – baseadas no rígido e centralizado uso dos combustíveis fósseis – para tecnologias mais leves – que são ambientalmente beneficiadas e ecologicamente balanceadas. A tecnologia para aproveitar os vastos tipos de energia solar direta que este planeta recebe todos os dias gratuitamente já existe e será o componente central desta volta essencial às tecnologias de acordo com a natureza. Toda era é marcada por sua própria técnica de geração de energia, nós agora estamos entrando numa nova era solar.

Assim, o acontecimento designado com o nome de “crise energética” e a necessidade de conservação de energia vem colocar a “arquitetura solar”¹⁰ na berlinda (ARZOUMANIAN & BARDOU - 1980).

Desde que o vidro se tornou um material muito difundido na arquitetura, pôde-se observar muitas construções que mantêm sistemas artificiais para o conforto interno, independente se a temperatura externa é confortável ou

não. Mas para manter essa temperatura interna constante é necessário considerável consumo de energia. Em arquitetura, eficiência energética não significa desprover os espaços interiores de luz artificial ou de ar-condicionado (que já vimos serem consumidores em potencial de energia), mas sim saber quando e quanto são necessários. A partir daqui podemos estudar algumas decisões projetuais que implicariam em edifícios mais inteligentes, encontrando caminhos para melhorar a eficiência energética na arquitetura.

2.2. O Uso da Luz Natural como Fonte de Energia em Edificações - Materiais e Sistemas Construtivos:

Desde a época do Modernismo que a arquitetura encontrou sua mais pura expressão no mundo do comércio, onde novas conglomerações de multinacionais estavam famintas por edifícios que refletissem seu "status". Na época, armações muito transparentes de aço e vidro representaram perfeitamente o moderno meio dos negócios e foi um passo importante de libertação das tradições e das ornamentações do passado (BEHLING & BEHLING – 1996).

Mas esses edifícios caixa-de-vidro climatizados artificialmente durante o ano todo ficaram sujeitos a importantes debates, criticados por sua falta de conforto ambiental e desperdício de energia. Um exemplo é o projeto do Edifício das Nações Unidas de Wallis K. Harrison, onde Le Corbusier – que já tinha aprendido sua lição com seu projeto "*Salvation Army Cité de Refuge*" em Paris – escreveu para Warren Austin (senador americano) criticando a obra: "Creio, Sr. Senador, que é sem sentido construir um edifício com muito vidro sem estar equipado com *brise-soleil* em Nova York, onde o clima é terrível no verão. Digo que isto é perigoso, muito perigoso." (BEHLING & BEHLING – 1996).

A comunidade dos negócios adotou o estilo internacional (que, aliás por muitos anos foi a única opção de design) e, por um outro lado, junto com as construções em vidro cresceu também a consciência pela natureza e pelos desperdícios de energia. A torre de vidro representou prestígio, mas houve um reconhecimento que o meio ambiente afetava em muito a nossa qualidade de vida, e isso traduziu-se em várias medidas institucionais que buscavam recuperar o conforto ambiental de interiores por meios naturais. Adicionalmente, esses anos de 1970 foram marcados pelo crescimento da consciência pública e a formação de grupos de pressão pelo meio ambiente, como o "*Greenpeace*" e os "*Friends of the Earth*" (BEHLING & BEHLING – 1996).

Enquanto a tecnologia tem capacitado a produção em grande escala com qualidade e salvado mais vidas neste século do que em qualquer outra época da história, um outro lado mais obscuro da tecnologia tem também provocado muitos danos e devastações ao meio ambiente numa escala não prevista (BEHLING & BEHLING – 1996).

O questionamento de nossa relação com a natureza reflete a necessidade de novos valores e novas aproximações com o meio ambiente – aplicando-se aqui noções de sustentabilidade. Afinal de contas estamos construindo o futuro de novas gerações e não estamos aptos a compensar as perdas.

Preocupadas com estudos sobre impacto ambiental, empresas acabaram por descobrir materiais caros, mas que atendem às necessidades da construção civil, principalmente para esses edifícios que surgem para ter uma certa importância dentro da cidade. Trata-se de materiais transparentes e translúcidos que possuem propriedades de isolamento e reflexão das radiações, fabricados por grandes empresas que pesquisam boas soluções em arquitetura.

É reconhecido que a tecnologia promove muitas soluções – como alguns materiais e métodos construtivos que serão citados mais adiante –, mas não podemos deixar de reavaliar sempre nossos próprios estilos de vida e nossas práticas de produção e de consumo. Apenas uma relação dialética entre o nosso entendimento do meio ambiente e a tecnologia definirá o que BEHLING & BEHLING (1996) chama de “nova era solar”. É a futura direção ao novo e eficiente design tecnológico que constantemente experimenta novas formas, novos materiais e novos métodos construtivos.

Portanto torna-se agora importante integrar os efeitos da energia natural no processo de design. Tal como o processo de design de outras estruturas, como carros, *windsurf* e aviões, objetivam a funcionalidade e a eficiência para o aproveitamento da energia natural do vento e da água. A beleza dessas estruturas é aparente em todos, mas eles devem ser indiscutivelmente funcionais (BEHLING & BEHLING – 1996).

Em arquitetura, temas como luz, transparência e energia estão sendo muito discutidos em projetos contemporâneos. Diferente de muitos edifícios Modernos, a pele transparente de construções contemporâneas são membranas semi-permeáveis que drasticamente reduzem a demanda de energia de edifícios, proporcionando isolamento e conservação.

Hoje em dia, existe uma diversidade muito grande de bons materiais transparentes isolantes disponíveis no mercado. Outra gama de bons materiais isolantes também existentes no mercado vai desde o poliestireno até madeiras minerais e materiais naturais como a madeira, a cortiça, a palha e mesmo a pedra – que com certa espessura é um bom isolante -, mas nenhum desses outros materiais deixa passar a luz (BEHLING & BEHLING – 1996). Aqui o que nos interessa são os materiais transparentes e translúcidos, particularmente a grande variedade de vidros simples e compostos e a maneira como são colocados em camadas nas fachadas. É claro que existem diversos outros materiais como o policarbonato ou a chapa de alumínio perfurada, mas se abordássemos todos, o trabalho tornar-se-ia muito extenso.

Segundo BEHLING & BEHLING (1996), o vidro em camadas e/ou em combinação com outros materiais têm experimentado um fantástico aumento de suas performances nos últimos 20 anos. Um exemplo é o vidro float simples que tem valor de transmitância igual a 5,8; já para o vidro duplo simples esse valor cai para 3,0; o vidro duplo com camada de gás tem valor igual a 1,1; o vidro duplo com camada de baixa emissividade (low-E) e gás, 0,7; e o vidro triplo com camadas de baixa emissividade (low-E) e gás, 0,4. Como podemos observar, esse último vidro é mais do que 14 vezes melhor do que o primeiro.

Esses materiais mais detalhados é tema do próximo item, que abordará também alguns tipos de sistemas construtivos na expectativa de indicar melhor como a técnica pode entrar na concepção de um projeto.

2.2.1. Novas Fachadas, Novos Materiais e Sistemas Construtivos - apresentação de alguns dos novos materiais vítreos.

Tendo em vista as preocupações das empresas vidreiras com a elaboração de novos produtos que atendam a economia de energia e com o que os arquitetos estão buscando enquanto estética, surgem novos produtos no mercado e alguns deles serão apresentados aqui.

Através de séculos, entre acertos e erros, muitas estruturas energeticamente eficientes foram criadas utilizando diversos materiais transparentes, translúcidos e opacos, naturais ou reciclados, mostrando muitos exemplos históricos bem sucedidos. Esse conhecimento contribui para a responsabilidade de boa performance ambiental exigida nos dias de hoje entre o espaço construído e o não-construído. Passamos por uma época onde é preciso reviver e redefinir princípios muitas vezes esquecidos e negligenciados, mas que a partir de meados

do séc. XX foram reconhecidos por alguns profissionais, iniciando uma dependência da atividade humana em manter uma relação sustentável com o ambiente natural (BEHLING & BEHLING - 1996).

Nos anos 50, conforme COMPAGNO (1996), a censura cresceu contra os desperdícios de energia que ocorria nos edifícios com fachadas inteiras de vidro. Em 1969, Reyner Banham (*"The Architecture of the Well-Tempered Environment"*) falou contra os gastos energéticos excessivos dos sistemas artificiais de ar-condicionado e contra a separação da arquitetura e as condições climáticas locais e regionais. Logo depois da publicação e reconhecimento geral de seu ponto de vista, a crise mundial do petróleo (1973/74) somou um novo nível de urgência para a busca de soluções. Como as propriedades de transmissão da radiação de uma fachada de vidro representa vantagens e desvantagens, o arquiteto inglês Mike Davies, em seu artigo *"A Wall for All Seasons"* publicado em 1981, propôs o desenvolvimento de uma múltipla performance do vidro a qual poderia dinamicamente regular a passagem de energia do exterior para o interior e vice-versa.

A idéia de Mike Davies veio revolucionar os produtos de grandes empresas vidreiras, viabilizando tecnicamente o que durante muito tempo só foi possível através de dispositivos que se somavam às peles transparentes, o *brise-soleil*. Assim empresas começaram a investir na elaboração de novos tipos de vidros com capacidades ativas e passivas de proteção solar, os quais poderiam ser equiparados com os materiais opacos tradicionais que sempre deram bons resultados. Assim, a paixão pela arquitetura transparente passaria a ter um bom respaldo técnico.

Essa vedação "polivalente" é uma conversão da pele exterior de um edifício em uma composição de múltiplas camadas que promove conservação térmica e proteção solar, ao mesmo tempo que gera uma quantidade de energia necessária para operar o uso da edificação. Essa idéia de Davies é baseada nos princípios já explorados em outras áreas da tecnologia, tais como as células solares usadas em cápsulas espaciais e o vidro fotocromático que automaticamente escurece na presença de luz, usado como cenário em espetáculos (COMPAGNO - 1996).

Segundo COMPAGNO (1996), Mike Davies defendeu a produção desses vidros "inteligentes" para edificações e comparou essa "sempre" mudança de aparência da pele do edifício com as mudanças da pele de um camaleão. Conforme BEHLING & BEHLING (1996), a sofisticação e complexidade da estrutura de uma planta ou animal, a importância de um caos ordenado como aparecem em suas peles, carapaças e células, podem promover muitos indícios para a investigação contemporânea. Assim, COMPAGNO (1996) coloca que a semelhança desses sistemas com a pele do edifício fez Davies criar o nome "fachadas inteligentes" para essa aparência e técnica dinâmica de sofrer mutações e proporcionar economia energética nas fachadas.

Depois da tendência transparente da arquitetura dos anos 70, o desenvolvimento de uma nova transparência na arquitetura do vidro ganhou novo significado nos anos 80, no mesmo momento que as pressões eram por técnicas mais ecológicas e mais amigas do meio ambiente (COMPAGNO – 1996).

Deste modo fica esclarecido um ponto de mudança na concepção de fachadas, com o reconhecimento e a determinação da utilidade do enorme potencial da radiação solar, são as “fachadas inteligentes”.

Essas “peles vivas”, como classifica ARZOUMANIAN & BARDOU (1980), criam uma envolvente “viva” através da combinação complexa de diversos materiais (que muitas vezes quando isolados são considerados ineficazes), permitindo modificar a capacidade de transmissão de calor e de permeabilidade das radiações segundo os momentos do dia e as necessidades.

A noção de arquitetura solar acaba integrada no conceito de design ecológico, ou seja, de uma busca fundamental por um urbanismo e uma arquitetura que tenham em conta um projeto de sociedade a longo prazo, e assim exista o balanço do custo energético de cada operação que entra na concepção de um espaço, com a finalidade de escolher em cada caso a melhor solução energética através de materiais, programa, modelo solar, etc., sem prejuízos ao meio ambiente. Muitas vezes, o custo comercial imediato desses sistemas é bastante alto, mas se comparado com o custo ecológico e energético a longo prazo, o balanço financeiro final pode ser bastante favorável (ARZOUMANIAN & BARDOU - 1980).

Mesmo para os dispositivos opacos de controle solar, o custo inicial pode ser bastante alto. Na reforma do “*Los Angeles Federal Savings Bank*”, comparando o custo das telas de alumínio utilizadas em forma de persianas externas de 4 ^{dolars}/_{sq. feet} com o quanto foi economizado na instalação do ar-condicionado que custaria 6 ^{dolars}/_{sq. feet} de vidro e os aumentos que o edifício teria nos gastos de energia elétrica, ou seja 5 ^{cents}/_{sq. feet} por ano nas operações de refrigeração do ar, observa-se que o custo inicial que poderia parecer alto, foi bem mais baixo principalmente a longo prazo (OLGYAY & OLGAYAY - 1957).

O edifício de escritórios *Flintridge*, de Fairfield – Alabama, tem brises horizontais móveis que custaram 107.000 dólares. Os arquitetos estimam que economizaram 98.000 dolares em equipamentos de ar-condicionado, mais 16.000 dolares que foram reduzidos das dimensões de circulação do edifício, e ainda 1.000 dolares por ano nos custos de operação desse equipamento. Ou seja, no primeiro ano de construção do edifício, o preço do que foi economizado já era maior do que o preço do brise (OLGYAY & OLGAYAY - 1957).

No caso de alguns materiais mais recentes, os custos iniciais podem ser ainda maiores e, em alguns casos, os materiais permanecem mais caros do que a energia economizada por muitos anos ainda – o que dificulta a introdução desses materiais nas fachadas das edificações.

A seguir traçar-se-á um quadro das principais possibilidades de soluções em fachadas retiradas de RILEY (1996), onde se combina uma preocupação pelo meio-ambiente com o extenso uso do vidro e outros materiais termicamente ineficazes, procurando evitar ou minimizar o consumo de energia dos sistemas de iluminação, calefação e ar-refrigerado nas edificações:

A primeira aproximação é essencialmente passiva do ponto de vista técnico, já que utiliza sistemas não mecânicos para esquentar ou esfriar edifícios. Os recursos utilizados podem fazer uso da termodinâmica para criar sistemas que resfriam através de ventilação natural ou borrifos de água gelada ou aquecem através das radiações solares passivas. Na Coleção Goetz, de Jacques Herzog e Pierre de Meuron (1992), o clima frio de Munique é controlado através do fechamento com duas peles de vidro, contribuindo tanto para atenuar a luz como para atuar como uma chaminé - a medida que o calor se acumula na planta baixa (que está abaixo do nível do solo e, portanto, tem uma temperatura mais estável), se expande pelo espaço que existe entre as camadas de vidro e sobe para a planta superior, o que proporciona uma segunda fonte de calor (RILEY – 1996).



Coleção Goetz. RILEY (1996), p. 51.



Videogaleria de Vidro,
Bernard Tschumi
RILEY (1996), p.89.

Quando esses sistemas não mecânicos não são levados em consideração, pode acontecer como na Videogaleria de Vidro de Bernard Tschumi em Groningen - Países Baixos (1990), onde é encontrado um sistema que requer um alto consumo de energia para compensar a baixa eficiência térmica da pele envolvente. Os visitantes, então, têm que aceitar os inconvenientes que o clima os impõem: menos comodidade ou o uso restrito da instalação nos dias em que se chega a temperaturas extremas (RILEY – 1996).



Videogaleria de Vidro, Bernard Tschumi
RILEY (1996), p.89 e 90.

A segunda proposta encara o problema mediante a utilização de alta tecnologia. O Centro de Promoção Industrial de Norman Foster (Duisburg, Alemanha, 1993) é um edifício com uma fachada de vidro envolvida por outra camada de vidro. Entre as duas camadas existe uma só câmara de ar que vai desde o solo até a parte superior do edifício. Os grandes edifícios, em comparação com as construções menores como, por exemplo, a Coleção Goetz, absorvem muito mais o calor. Para controlar a entrada de calor, a câmara de ar do projeto de Foster dispõe de uma persiana móvel, que admite luz difusa mas desvia a luz direta. Com este sistema busca-se solucionar as diferenças microambientais entre os espaços interiores e exteriores eletronicamente, ou seja, sem depender do ajuste humano. Mas apesar da persiana ajustar-se automaticamente segundo a posição do sol, os trabalhadores da oficina podem ajustá-la como quiserem, abrindo as janelas da camada interior para ventilar as oficinas com o ar que circula por este espaço de vinte centímetros entre a camada interior e a exterior de vidro (RILEY – 1996).



Centro Industrial de Foster, RILEY (1996), p.145.

Para RILEY (1996), estas investigações devem possuir cada vez mais aplicações hoje em dia. Tem-se demonstrado que as "super-janelas", construídas com várias camadas de vidro e cavidades cheias de ar, tem boas propriedades de isolamento se comparadas com os materiais opacos que atualmente podem dar os melhores resultados térmicos.

Aqui também observa-se a classificação em vidros inteligentes. RILEY (1996) diz que mais interessantes ainda do que os materiais com alta resolução e essencialmente estáticos são os que Stephen Selkowitz e Stephen Lasourd denominam vidros "inteligentes", que ativamente regem as mudanças de condições luminosas e

climáticas. Entre estes cabe mencionar o vidro fotocromático, que inverte a densidade ótica quando é exposto a luz e o vidro termocromático, que se converte em translúcido quando alcança um grau térmico preestabelecido. (Stephen Selkowitz e Stephen Lasourd, *“Amazing Glass”* apud RILEY – 1996). Já os vidros eletrocromáticos, consistem numa montagem de camadas múltiplas através das quais se pode fazer passar uma corrente elétrica de baixa voltagem provocando que os ions se afastem até as camadas exteriores onde podem absorver os raios infravermelhos que emitem calor e onde transmitem comprimentos de onda visíveis.

Todas essas alternativas aludem uma maneira de construir que aproveita a luz natural, mas não desperdiça a energia economizada na climatização artificial do ambiente iluminado naturalmente.

Essas alternativas colocadas servem para aludir os materiais que serão apresentados a seguir. Para abordar o problema, optou-se por uma divisão didática onde serão esclarecidos e exemplificados alguns tipos de vedações transparentes, translúcidas e reflexivas, como os vidros simples, coloridos ou com películas em uma ou várias camadas aderidas entre si (painéis simples), os vidros duplos e triplos separados por camadas de ar (painéis compostos) e os vidros especiais com propriedades passivas de isolamento ou de desvio da luz, os dispositivos que protegem os vidros dos raios solares diretos, os vidros inteligentes que possuem propriedades de se auto-regularem fabricados hoje por grandes empresas e as várias camadas de pele de um edifício construídas separadamente que proporcionam várias reflexões da luz.

É claro que uma combinação entre esses vários elementos proporcionará melhores resultados técnicos e estéticos. Os modelos e sistemas apenas serão descritos separadamente com a finalidade de permitir uma melhor compreensão das possibilidades que oferecem sob os efeitos da radiação solar, mas sempre será interessante combinar dois ou mais modelos ao mesmo tempo, procurando a orientação solar e ventilação adequadas e, quando for necessário, combinar o projeto da fachada com o projeto elétrico de iluminação.

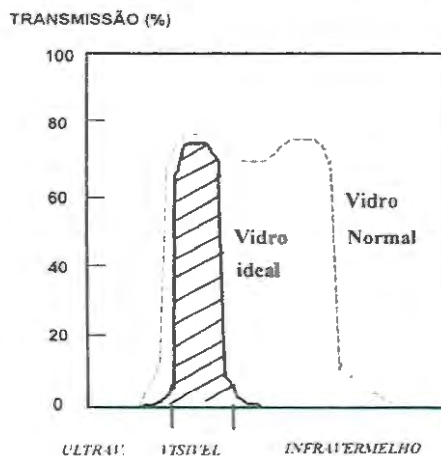
A combinação entre os dois projetos de iluminação, natural e artificial, também proporcionará os melhores resultados técnicos e econômicos para o edifício (LAMBERTS et alii – 1997).

Nessa área não existem regras, apenas um conhecimento dos efeitos energéticos dos materiais e sistemas construtivos, do clima de cada região, das técnicas de iluminação e o bom senso podem resultar em projetos bem elaborados. Sendo assim, experiências pontuais não devem ser consideradas estereótipos —a arquitetura solar é oposta à idéia de modelização e estandardização (ARZOUMANIAN & BARDOU - 1980).

2.2.1.1. Resultado da Composição e Tratamento das Superfícies de Diferentes Tipos de Vidros.

Não seria possível falar em arquitetura hoje sem mencionar os diversos tipos de vidros difundidos pelo mundo inteiro. A transparência do vidro é sua mais importante propriedade para o uso em edifícios. Nos vidros incolores a luz é praticamente toda transmitida sem dispersões. Os vidros simples transparentes são os de emprego mais comum nas edificações e transmitem quase todas as radiações diretas do espectro solar, desde 315 até 3000 nm. Esse alcance estende-se desde o ultravioleta (entre 315 e 380nm), passando pelo visível (entre 380 e 780nm) e vai até o infravermelho próximo (entre 780 e 3000nm). Isso se traduz em boa visibilidade, porém alta transmissividade da radiação solar para o interior, pois os três tipos de radiações existentes possuem efeitos físicos e biológicos muito distintos e por isso é importante considerá-las individualmente enquanto energia transmitida para o interior da edificação (COMPAGNO – 1996, CARAM de ASSIS – 1996 e LAMBERTS et alii – 1997).

Um vidro, que poderíamos chamar de "ideal" para regiões de clima quente, deve deixar passar apenas as radiações visíveis (responsáveis pela iluminação), e deve barrar as radiações ultravioletas (que desbotam superfícies e objetos do interior das edificações) e as infravermelhas (as maiores responsáveis pelo superaquecimento interior dos ambientes) (CARAM de ASSIS – 1996).



Vidro Ideal (para regiões de clima quente),
CARAM de ASSIS (1996), p. 122.

O vidro mais simples é opaco às radiações ultravioletas com comprimentos de onda abaixo de 315nm e às radiações infravermelhas distantes maiores que 3000nm, absorvendo-as completamente – isso faz com que o vidro aqueça. Os comprimentos de onda acima de 2500nm não são emitidos pelas radiações solares diretas, mas pelos corpos aquecidos pelo sol (COMPAGNO – 1996).

O olho humano é capaz apenas de detectar a luz no intervalo de comprimento de onda entre 380 e 780nm. A

intensidade espectral da radiação solar alcança o pico em aproximadamente 550nm, ou seja, nessa região do espectro está a máxima intensidade de luz que o olho humano pode sentir da radiação solar (COMPAGNO – 1996).

As proporções de energia relativa contidas nas radiações solares estão entre 1 e 5% para as radiações ultravioletas, entre 41 e 45% para as radiações visíveis e entre 52 e 60% para as radiações infravermelhas próximas. Neste último intervalo, do infravermelho próximo, estão os raios que mais contribuem para os ganhos de calor e observa-se que eles se encontram em maior proporção no espectro solar (CARAM de ASSIS – 1996).

Float	Espessura	Transmissão relativa ao intervalo característico (%)			Transmissão Total da Amostra (%)
		ultra-V	visível	infra-V	
Incolor	4 mm	39	88	77	78
	6 mm	38	86	70	72
Cinza	4 mm	14	57	56	54
	6 mm	12	46	43	42
Bronze	4 mm	14	61	57	56
	6 mm	11	49	54	52
Verde	4 mm	18	71	43	48
	6 mm	16	68	40	45
Refletivo Incolor	6 mm	6	34	60	53
Refletivo Prata	6 mm	18	54	63	60
Refletivo Cinza	6 mm	11	43	72	63
Refletivo Bronze	6mm	5	28	45	40
Refletivo verde	6 mm	5	53	42	43
Lam. Incolor	6 mm	2	85	63	65
Lam. Cinza	6 mm	1	45	55	51
Lam. Bronze Claro	6 mm	1	53	55	52
Lam. Bronze Escuro	6 mm	1	31	42	38
Lam. Verde	6 mm	2	81	65	66
Lam. Rosa	6 mm	1	52	55	52
Lam. Azul	6 mm	1	75	65	64

Tabela de Transmissão da Radiação Solar de Diferentes Tipos de Vidros, CARAM de ASSIS (1996), p. 90.

Embora estejamos particularmente interessados nas propriedades óticas dos vidros, não poderíamos deixar de considerar suas propriedades térmicas correndo o risco de ganhar ou perder calor aleatoriamente, com prejuízos no conforto ambiental do edifício. Segundo COMPAGNO (1996), em painéis simples de vidro float¹¹ incolor, a transmissão térmica é um fator crítico, podendo ocorrer ganhos e perdas excessivas de calor e, desta maneira, provocar gastos com sistemas artificiais de climatização.

Para se obter melhores resultados térmicos poder-se-ia fazer uso, é claro, de outros sistemas, como brises ou painéis compostos, embora para todos os sistemas seja muito importante a definição correta do tipo de vidro. Assim, seguindo uma ordem didática imposta dos sistemas que serão abordados, em primeiro lugar o que poderia melhorar é a opção correta do vidro escolhido sendo diferentes conforme a espessura, a cor e o tratamento dado, como podemos observar na tabela de transmissão da radiação solar¹² de CARAM de ASSIS (1996).

Os vidros geralmente são bons condutores de calor, entretanto são os únicos materiais de construção com capacidade para controlar de forma racional e seletiva a radiação solar, ou seja, a luz e o calor que interferem no ambiente (LAMBERTS et alii – 1997).

A partir do vidro float¹³, considerado o maior avanço em termos tecnológicos do setor vidreiro, surgiram outros processos com relação ao tratamento dado aos vidros – como a têmpera, a deposição de óxidos nas superfícies dos vidros, a aplicação de películas de controle solar, a inserção de películas polimétricas entre lâminas de vidros e outras combinações afins – permitindo ao vidro uma capacidade de absorção mais seletiva da radiação luminosa, tornando-os mais eficientes (CARAM de ASSIS – 1996).

Assim, procurando atender às necessidades do mercado, os grandes fabricantes lançam vidros absorventes de calor, reflexivos, temperados, aramados, laminados, perfilados, blocos de vidro, etc. O arquiteto deve conhecer as propriedades e possibilidades de cada vidro e exigir catálogos técnicos que especifiquem corretamente os vidros, classificando-os quanto a resistência, a transparência aos três tipos de radiações solares, dimensões, colocação, etc. (CARAM de ASSIS – 1996).

O vidro float torna-se laminado através da introdução de película de polivinil butiral (PVB), incolor ou colorida, entre duas ou mais placas de vidro plano. As lâminas de vidro e a película de polivinil butiral encontram-se firmemente aderidas, propiciando cor permanente ao produto e resistência no caso de quebra do vidro. Seu uso é indicado para balaústres, vitrines, clarabóias, parapeitos, visores de piscinas, carros blindados – podendo atingir espessuras até 60mm (CARAM de ASSIS – 1996).

Segundo CARAM de ASSIS (1996), entre os vidros, os laminados em geral apresentam os melhores resultados na redução da radiação ultravioleta. O laminado bronze, porém, apresenta níveis muito baixos de transmissão dos raios visíveis, necessitando cuidados ao ser indicado.

2.2.1.1.1. Vidros e Películas Absorventes.

Em películas absorventes e/ou vidros absorventes¹⁴ ocorre uma diminuição da transmissão das radiações solares. Esses materiais são escuros e acabam absorvendo mais luz do que calor, por isso é preciso tomar cuidado ao especificar esses tipos absorventes, pois eles podem diminuir muito a transmissão dos raios

visíveis e isso implicaria num aumento de gastos com energia para iluminação artificial (LAMBERTS et alii – 1997).

Como podemos observar na tabela anteriormente colocada de CARAM de ASSIS (1996), entre os vidros absorventes estão os de coloração cinza, bronze, rosa, verde e azul. Entre esses destaca-se o bronze, o verde e o azul. O bronze é indicado para evitar descoloração de objetos, pois transmite muito pouco a radiação ultravioleta, apesar de alterar a visão da cor dos objetos e de proporcionar índices muito baixos de claridade. O vidro verde é o mais extensamente utilizado no país, pois o óxido metálico utilizado para dar sua coloração é particularmente bom absorvente de radiações de comprimento de onda entre 700 e 2500nm, justamente as do infravermelho próximo maiores responsáveis pelo aquecimento. O vidro azul é ainda mais eficiente que o verde, praticamente zerando a transmissão do infravermelho próximo. Além disso, tanto o verde como o azul possuem ótima transparência à luz visível (CARAM de ASSIS – 1996 e COMPAGNO – 1996).

Uma desvantagem dos absorventes é o aumento da temperatura própria do material. Na fabricação de carros, esses vidros são freqüentemente utilizados já que a corrente de ar que se forma quando o veículo está em movimento acaba resfriando as superfícies aquecidas. Na arquitetura eles podem ser usados nas camadas mais externas, absorvendo os raios infravermelhos e, mesmo com a re-irradiação de ondas longas, a segunda pele absorveria menos calor (COMPAGNO – 1996).

2.2.1.1.2. Vidros e Películas Reflexivos.

O vidro reflexivo inclui-se na categoria dos vidros de controle solar e propõe-se a cumprir três funções básicas – melhor controle da insolação, maior conforto visual e efeito requintado. É fabricado através de dois processos: no primeiro, uma das faces do vidro recebe pulverização catódica de ions metálicos após a linha de produção; no segundo, chamado pirólise, ocorre a deposição de óxidos metálicos diretamente sobre o material ainda na linha de produção, proporcionando máxima resistência ao desgaste. Suas espessuras variam de 6 a 10mm. Atualmente tem como suporte o float incolor ou colorido que é de perfeito paralelismo. É usado para obter eficiência térmica, chamado também de termo-reflexivo. A camada óxida reflexiva acentua o grau de reflexão em um das faces do vidro, fazendo com que durante o dia, a visão da parte interna seja superior à externa, configurando um efeito “espelho”. Durante a noite, com a inversão da iluminação, o fenômeno muda de sentido, invertendo o lado da placa sobre o qual se verifica o efeito reflexivo. O vidro reflexivo pode ser lapidado,

temperado, incorporado ao laminado, ou ser usado em sistemas de envidraçamentos isolantes através de vidros duplos e triplos, duplas camadas de pele, etc. (CARAM de ASSIS – 1996).

As películas reflexíveis e/ou os vidros reflexivos¹⁵ reduzem a transmissão total da radiação solar, mas nem sempre reduzem apenas a transmissão do infravermelho como procuram parecer - muitas vezes, atenuam bastante a transmissão de luz visível (CARAM de ASSIS – 1996 e OLGAY & OLGAY – 1957).

Segundo LAMBERTS et alii (1997), as películas reflexíveis são compostas por uma camada metálica em um substrato transparente, produzindo uma aparência de espelho. Os vidros reflexivos já vêm com uma espécie de película reflexível incorporada na sua constituição. Existem películas mais reflexíveis à onda longa, outras mais reflexíveis às ondas curtas, e também películas reflexíveis em ambos os aspectos. Pode-se dizer que as películas reflexíveis à onda curta reduzem o ingresso de calor ao interior e que as reflexíveis à onda longa reduzem as perdas de calor para o exterior. Este tipo de película ou vidro também tem reduções na sua capacidade de transmitir a radiação visível.

Os vidros reflexivos apresentam-se nas cores prata, cinza, bronze, verde e incolor. Entre eles, chamam a atenção o de coloração cinza e o incolor. O reflexivo cinza, bastante difundido entre as edificações brasileiras, propicia um dos maiores índices de transmissão justamente no infravermelho e um dos menores índices de transmissão dos raios visíveis, atenuando apenas a iluminação natural – esse vidro, em particular, mostra como é importante o conhecimento das propriedades espectrais dos vidros, para que se possa tomar decisões corretas na escolha do material. O reflexivo incolor, ao contrário do que parece, também apresenta um dos menores índices na transmissão dos raios da luz visível. Já os reflexivos verde e bronze atenuam realmente a região do infravermelho, reduzindo o calor. Entre os floats reflexivos, o que apresenta maior transparência a luz visível é o prata. Todos esses dados podem ser verificados na tabela de CARAM de ASSIS (1996).

Empresas estrangeiras em países de primeiro mundo, como a *Pilkington* e a *Corning Glass*, produzem outros tipos de camadas reflexíveis que podem ser aplicadas em vidros incolores ou coloridos. Segundo COMPAGNO (1996), algumas dessas finas camadas transmitem a maior parte da luz visível e possuem níveis altos de refletância no limite infravermelho. O desenvolvimento de camadas para superfícies vítreas pode melhorar muito o desempenho dos edifícios com pele de vidro, aproveitando o máximo da iluminação natural e evitando perdas ou ganhos de calor. Essas películas serão abordadas num próximo sub-item, pois entendeu-se que possuem maior complexidade do que as colocadas aqui.

A aparência das fachadas, o controle solar e a redução da emissividade do vidro podem ser alcançados através do uso correto de vidros laminados, reflexivos, fachadas com vidros duplos, triplos, múltiplas camadas de pele, etc. Essas últimas construções, mais elaboradas, serão abordadas nos próximos sub-itens - seguindo uma ordem crescente de complexidade.

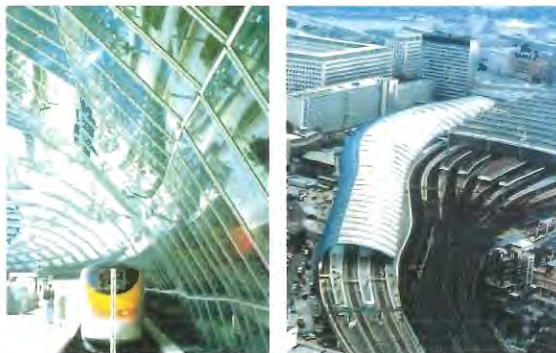
2.2.1.2. Fachadas Compostas por Vidros Duplos e Triplos.

Aumentando um pouco o grau de complexidade das fachadas, nesse sub-item serão analisados alguns painéis compostos de vidros duplos ou triplos separados por camadas de ar preenchidas ou não por algum tipo de gás ou película. Em seguida serão levantados alguns tipos de vidros e películas especiais elaborados por grandes empresas do setor vidreiro, como a *Pilkington* e a *Corning Glass*.

Hoje, por razões ecológicas, fachadas feitas por apenas uma camada de vidro não são muito aceitáveis. Os vidros em camadas simples funcionam melhor como ampliadores das oscilações térmicas externas; entretanto esse tipo de vedação ainda é muito usada para ambientes de circulação, halls de exibição, jardins de inverno, certas zonas de estações de trem, metrô (COMPAGNO – 1996).



TERMINAL DE WATERLOO – COMPAGNO pp. 24 e 25 / e RILEY p.93 e 97



Como exemplo de "single-glazed hall" tem-se o "London Terminus of the Channel Tunnel Rail Link – The New Waterloo Internacional Station", oficialmente aberta em 1994. A estrutura do telhado foi desenvolvida por Nicholas Grimshaw & Partners em associação com o engenheiro estrutural Anthony Hunt. Este sistema com apenas uma camada de vidro também permite os movimentos independentes de todos os painéis de vidro, um aspecto que é essencial sob as condições produzidas pela força do vento, expansões térmicas da construção em aço e as torções causadas pelos trens entrando e saindo da plataforma (COMPAGNO – 1996).

Para alcançar melhores performances e propriedades específicas, os vidros simples foram associados a outras folhas de vidro separadas entre si por cavidades seladas preenchidas com ar desidratado, ou gases inertes como argônio, criptônio ou xerônio, películas absorventes, películas refletoras, etc. Deste modo, a passagem de calor do lado mais quente para o mais frio é retardada, isolando os espaços internos dos espaços externos da edificação. A escolha da composição desses painéis conforme a orientação da implantação também determina os níveis de perdas ou ganhos de calor alcançados (COMPAGNO – 1996).

A resistência térmica de um painel composto de vidros e cavidade preenchida com ar desidratado é baixa. Usando gases inertes como o argônio, criptônio e xerônio, os valores podem ainda ser reduzidos. Isso deve-se ao fato desses gases terem condutividade térmica e propriedades de convecção menores se comparados com o ar normal (COMPAGNO – 1996).

As perdas de calor da superfície do vidro por radiação podem ainda ser reduzidas pela aplicação de películas de baixa emissividade (“low E”) (COMPAGNO – 1996).

Os valores de transmissão podem ainda ser mais reduzidos pela introdução de um terceiro painel de vidro ou através de camadas “a vácuo” entre os painéis de vidro. A opção de criar vácuo na cavidade economiza os custos envolvidos com o uso de gases inertes, mas causa outros problemas já que as folhas de vidro devem ser capazes de suportar as forças de expansão térmica e do próprio vácuo sob as quais ficarão submetidas (COMPAGNO – 1996).

Todos os tipos de vidros podem ser usados na composição desses painéis. Segundo OLGAY & OLGAY (1957), diferentes tipos de vidro em um mesmo painel podem evitar que mais raios ultrapassem a pele do edifício. Para LAMBERTS et alii (1997), vidros duplos e tripos são melhor indicados para climas frios, pois permitem bom isolamento suavizando as oscilações externas no interior, ao mesmo tempo que controlam os raios solares diretos.

Em todos os casos, como na tabela de Transmissão das Radiações (de CARAM de ASSIS – 1996), podemos perceber que, tanto a cor, como o tipo de vidro, suas espessuras, diferentes composições, películas presentes, tipo de gás, etc., interferem nas propriedades finais, sendo muito importante a análise de catálogos técnicos bem informados para a correta especificação dos materiais de composição.

2.2.1.3. Fachadas Compostas por Vidros e Películas Especiais Produzidos por Grandes Empresas do Setor Vidreiro – com propriedades passivas de transmissão da luz solar.

Alguns vidros e as camadas especiais são fabricados hoje por grandes empresas estrangeiras, como a *Pilkington* e a *Corning Glass*, e a maioria está disponível apenas nos países de primeiro mundo. Esses vidros têm uma configuração que lhes dá uma medida adicional de inércia térmica e as camadas são compostas por elementos especiais desenvolvidos por tecnologias mais recentes que lhes atribuem propriedades óticas e térmicas específicas. Entre eles estão os vidros impressos ("*fritted glass*"), os vidros com elementos capazes de provocar sombras aos raios diretos e os vidros ou unidades transparentes com propriedades de redirecionar a luz; e também as películas "*cold mirror*", "*anti-reflection*", "*dichroic*", "*angular selective*" e "*holographic diffractive*".

2.2.1.3.1. Vidros Impressos.

Pequenos desenhos estampados sobre um vidro liso podem proporcionar à fachada um efeito de "véu", esse é o vidro impresso ("*fritted glass*"). Esse efeito pode ser usado como principal componente de um conceito de design em uma edificação.

Painéis de vidro impresso ("*fritted glass panes*") estão disponíveis no mercado em diversos padrões como pingos, linhas e malhas. Esses padrões são aplicados sobre vidros fora da linha de produção por rolos ou silk-screen. Existem em várias cores e bem interessantes são os padrões prateados que refletem imagens do entorno. Todos eles produzem efeitos interessantes tanto durante o dia como a noite (COMPAGNO – 1996).



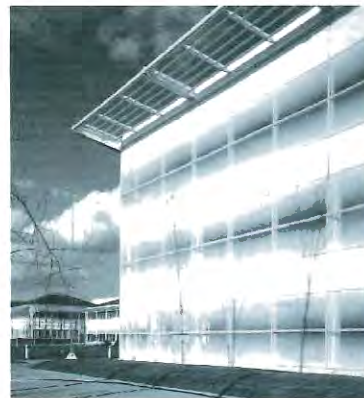
Painéis de vidro com padrões impressos.
COMPAGNO (1996), p.39.



"B8" building, Stockley Park, Londres, 1990, Ian Ritchie
COMPAGNO (1996), p.64 .



"B3", today British Petroleum, Stockley Park, Londres, 1989, Norman Foster,
COMPAGNO (1996), p.63.



O vidro impresso foi usado por Jean Nouvel para as Galerias Lafayette (Berlim) e para o projeto da Torre Sem Fim (Paris). Em Galerias Lafayette os desenhos formam um véu sobre as fachadas ricas em reflexões e luzes, aludindo os cones localizados no interior do edifício. Na Torre Sem Fim, esse vidro está localizado no alto, próximo ao topo, sendo mais denso quanto mais no alto estiver. Nessa torre, a cor prata dos motivos reflete o céu, e quanto mais denso é, mais confundiria o que é torre e o que é céu, desmaterializando-se no ar – contribuindo para parecer literalmente uma torre sem fim como era intenção do arquiteto.

Galerias Lafayette – Vidros impressos
COMPAGNO (1996), pp.98 e 99.

Torre Sem Fim
El Croquis 65/66, p. 143.



De uma outra maneira o vidro impresso foi utilizado no edifício da Fábrica Cartier projetado por Jean Nouvel em 1990. Ao longo da fachada, o nome da empresa "Cartier" se repete. Esse "motivo" foi feito com padrões impressos sobre as duas camadas de vidro do edifício, criando um contraste entre a palavra e o fundo, um jogo do positivo e do negativo que evita a monotonia que poderia ser causada pela repetição; além disso, quando o sol incide sobre a fachada, a sombra do nome "Cartier" é projetada sobre chão e paredes, enriquecendo as superfícies (COMPAGNO – 1996).



COMPAGNO (1996), p.65.



Cartier Building, Fribourg, Switzerland, 1990. Jean Nouvel.

El Croquis 65/66, p. 21.

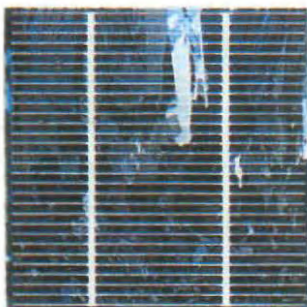
O Aeroporto de Munich II (1991-92), é outro exemplo do uso do vidro impresso ("fritted glass"), onde promove-se proteção contra o clima proporcionando uma porcentagem de sombreamento para os passageiros, ao mesmo tempo que cria uma certa transparência utilizando vários padrões de vidro impresso. Isso distancia espaços internos dos espaços externos (COMPAGNO – 1996).



Painéis de vidro impresso com vários padrões criaram uma transparência controlada no corredor de passageiros do Munich II airport, 1991-92, Murphy & Jahn
COMPAGNO (1996), p.39.

2.2.1.3.2. Vidros Duplos com Opções de Sombreamento.

Outros exemplos de vidros especiais são os vidros que possuem opções de sombreamento solar incorporadas nas cavidades entre duas ou mais folhas de vidro. Trata-se de persianas muito finas ou estruturas similares posicionadas de acordo com um ângulo escolhido de radiação solar, podendo ser fixas ou controláveis. Quando fixas podem ser usadas em fachadas voltadas para o Sul (hemisfério Norte), bloqueando os raios diretos do verão sem reduzir os níveis de iluminação natural ou os ganhos energéticos no inverno quando o sol está mais baixo. Opções controláveis manualmente ou eletronicamente melhoram a capacidade de controle dos raios solares diretos nas horas indesejáveis, independente da localização das fachadas (COMPAGNO — 1996).



Painel de persianas entre duas placas de vidro, COMPAGNO (1996), p.49.

Localizados dentro dos painéis de vidro, os elementos sombreadores não sofrem deposição de partículas e não necessitam limpeza. Mas por não estarem localizados externamente, o painel todo sofre aumento de temperatura já que os raios atravessam o primeiro vidro e por isso é importante a escolha correta tanto da composição dos vidros como da opção de sombreamento e orientação solar.

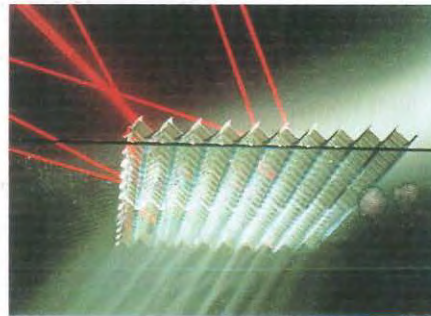
Um exemplo é o *Louverre*®, introduzido no mercado em 1983 pela *Corning Glass*, Nova York, em colaboração com o especialista em vidros James Carpenter. O painel é composto por vidro duplo e uma camada tipo persiana, combinando qualidades de transparência e efeito de sombra. A espessura de 1mm das tiras da persiana são espaçadas 3mm uma da outra e o ângulo de inclinação é definido no estágio de fabricação. O arquiteto Norman Foster gostaria de ter usado o *Louverre*® na fachada do *HongKong & Shanghai Bank*, mas infelizmente o cliente não autorizou – provavelmente por razões de custos (COMPAGNO – 1996).

2.2.1.3.3. Unidades Transparentes com Propriedades de Redirecionar a Luz.

Vidros especiais podem ter também propriedades de redirecionar a luz. Trata-se de um tipo completamente diferente de proteção solar que explora princípios óticos como a reflexão, a transmissão ou a refração, afim de bloquear, por um lado, a luz direta do sol e, por outro lado, admitir a luz difusa no interior ou refletir a luz direta para o teto do cômodo interior proporcionando uma segunda fonte de luz natural (COMPAGNO - 1996).

O sistema "*light-grid*" tem sido desenvolvido pela *Lichtplanung Christian Bartenbach and Siemens A. G.* Esta opção consiste de persianas plásticas especiais que possuem uma parte revestida por alumínio puro altamente reflexivo; as persianas são organizadas num padrão de malha regular para criar fluxos de luz bem próximos um do outro. O formato especial das persianas e o alinhamento das aberturas em direções corretas cria uma situação pela qual a luz difusa pode facilmente penetrar pelo cômodo enquanto a radiação direta é refletida. O sistema "*light-grid*" é usado principalmente em envidraçamentos horizontais. Como a orientação deve corresponder exatamente ao ângulo da luz direta incidida nos painéis de vidro, a persiana é construída especificamente, adequando-se à localização específica do edifício e orientação do sol (COMPAGNO - 1996).

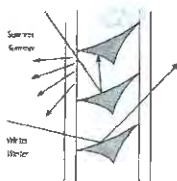
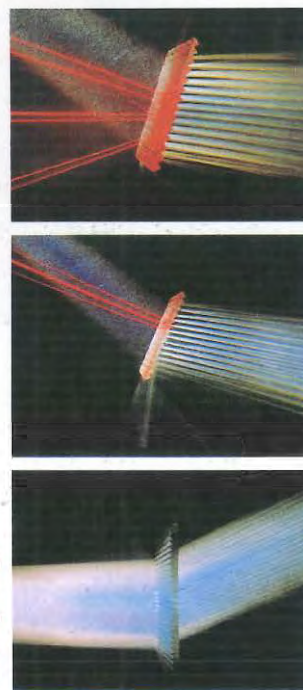
O sistema "*light-grid*" reflete a luz direta, mas permite que a luz difusa penetre no ambiente.
COMPAGNO (1996), p. 72.



Uma outra possibilidade para o controle da luz natural é apresentada pelo sistema prismático feito de painéis transparentes de acrílico (PMMA). Um sistema desse foi desenvolvido para a *Siemens A. G.* pela *Lichtplanung Christian Bartenbach*. O modo pelo qual esse sistema prismático de luz natural trabalha é redirecionando toda a luz direta que cai sobre um determinado ângulo incidindo sobre um dos lados do prisma. Como este ângulo de operação tem limites muito bem definidos, o painel prismático deve constantemente mudar seguindo as posições do sol. Para aumentar os limites do ângulo, um dos lados do prisma pode ser coberto com alumínio puro - isto capacita o sistema de ser construído na posição vertical (COMPAGNO - 1996).

O redirecionamento da luz difusa pode ser alcançado através de outros painéis prismáticos de controle de luz localizados atrás dos painéis prismáticos de sombreamento e redirecionamento da luz solar direta, levando a luz natural até as partes do edifício que localizam-se mais distante das aberturas. Assim, painéis prismáticos refletores de luz solar direta e de luz solar difusa, quando posicionados corretamente segundo o percurso do sol, podem reduzir o consumo de energia em iluminação artificial (COMPAGNO – 1996).

- a) Painéis prismáticos de acrílico refletem toda luz direta pela reflexão total sobre o eixo do prisma.
 b) Eles podem também ser posicionados para alterar a posição dos raios solares ou
 c) Adequarem-se com um reflexivo e fixo eixo de prisma. O sistema permite luz difusa.
 COMPAGNO (1996) p. 73.



O sistema especial *Oka-solar*® construído no interior entre duas folhas de vidro também possui a função de sombreamento solar ou de redirecionar a luz, dependendo do ângulo do sol incidente. O sistema consiste de persianas espelhadas especialmente moldadas cujo perfil é posicionado de modo a emparelhar-se com alguns ângulos da luz natural incidente. Isso significa que, nos momentos de luz excessiva do verão, os raios podem ser refletidos para o exterior, enquanto que ângulos mais baixos de luz incidente do inverno podem permitir que a luz penetre no edifício ou seja refletida para a superfície do teto ou para os lugares mais distantes das aberturas. Como o nível de luz admitido depende apenas do ângulo da persiana espelho ("mirror louvres"), esse redirecionamento para o interior do edifício pode ocorrer também no verão, dependendo apenas da hora do dia, ou seja da posição do sol no céu. O sistema é adequado tanto para posicionar-se na vertical como na horizontal, mas, por ser fixo, o sistema fica impossibilitado de ajustar-se conforme o usuário quiser alterá-lo (COMPAGNO – 1996).

Oka-solar® – COMPAGNO (1996), p. 74.

As vantagens que os sistemas de redirecionamento da luz oferecem consistem na proteção contra a luz solar direta e no aumento da distribuição de luz difusa no interior dos edifícios reduzindo as horas onde seria necessário a iluminação artificial. As desvantagens ocorrem por não mudarem adaptando-se conforme as condições de luz do dia, por obstruírem a vista da paisagem e por terem um alto custo inicial (COMPAGNO – 1996).

2.2.1.3.4. Películas Especiais.

As grandes empresas do setor vidreiro também produzem outros produtos com base nas inovações tecnológicas, como as películas "cold mirror", "anti-reflection", "dichroic", "angular selective" e "holographic diffractive" (COMPAGNO – 1996).

As películas espelhadas "cold mirror" têm efeito oposto daquele das películas anteriormente citadas (sub-item 2.2.1.1.), nelas as ondas de luz visível são refletidas enquanto que admitem os raios infravermelhos – tais camadas são também usadas nos refletores de lâmpadas dicróicas, aproveitando todos os raios visíveis emitidos pela lâmpada na direção desejada (COMPAGNO – 1996).

As películas anti-reflexão ("anti-reflection") reduzem a reflexão de vidros comuns, aumentando a transmissão da luz – sendo ideais para museus que possuam objetos dentro de redomas de vidro. Em unidades múltiplas de vidro, as películas anti-reflexão reduzem as reflexões entre as várias superfícies de vidro (COMPAGNO – 1996).

As películas dicróicas ("dichroic coatings") permitem um jogo de luz e cor, sendo usadas como filtros especiais para dividir a luz em cores espectrais. Dependendo do ângulo de incidência das radiações solares, as películas dicróicas transmitem determinados comprimentos de onda e refletem outros, resultando em diferentes cores na reflexão e na transmissão. Dez a quarenta camadas de películas dicróicas podem ser aplicados em placas de 1m² de vidro pelo processo de deposição à vácuo, sendo que o processo é repetido até que a especificação ótica seja alcançada (COMPAGNO – 1996).

Vidros com películas dicróicas foram usados em muitos trabalhos artísticos para edifícios pelo especialista em vidros James Carpenter. Entre 1985 e 1987 ele criou duas janelas para a capela "Christian Theological Seminary" em Indianápolis, Indiana, do arquiteto E. L. Barnes. Nessa obra, um simples cômodo é preenchido por interessantes mudanças que tomam lugar de acordo com a hora do dia ou a época do ano, conforme as mudanças de

posição do sol e o ângulo de incidência dos raios solares, proporcionando jogos de luz e cor no interior (COMPAGNO – 1996).



Capela – COMPAGNO (1996), p. 36.

Para o projeto "Chiswick Park Office" de Norman Foster (Londres 1989-91), James Carpenter colocou placas de vidro dicróico organizadas em vários ângulos, refletindo o vermelho e transmitindo a cor azul, em uma estrutura tênsil na entrada do edifício em frente ao vão do átrio, produzindo um graduado jogo de luz colorida (COMPAGNO – 1996).



"Chiswick Park Office"
COMPAGNO (1996), p. 20.

Vidro com camada Seletiva Angular
COMPAGNO (1996), p. 45.



Um outro exemplo interessante usado como acessório de vidros isolantes é a película seletiva angular ("*angular selective*"). Elas controlam a transmissão solar e a visibilidade de acordo com a direção selecionada. As tiras são feitas através de deposição magnética microscópica, colocadas diretamente sobre a superfície do vidro. Essa estrutura tem um mínimo efeito sobre a capacidade de ver perpendicularmente através do vidro de quem está do lado de dentro da edificação, e assim o ângulo no qual as radiações incidem no vidro deve ser diferente do ângulo no qual o observador olha através da janela. Regulando a espessura das tiras, o espaçamento entre elas e o ângulo de inclinação das placas, o nível de controle solar desejado pode ser determinado (COMPAGNO – 1996).

Um outro método de controle das radiações solares é apresentado pelas estruturas holográficas difratárias (HDS). Através do efeito físico da difração, o uso desses filmes proporcionam o desvio da luz similar ao efeito criado por espelhos, lentes, prismas e outros elementos óticos. Os HDS são gravações em três dimensões de padrões a luz laser criados sobre um filme fotográfico de alta resolução, que então é laminado entre dois painéis de vidro. O sistema desvia a luz somente em um ângulo de inclinação pré-determinado, o que significa que os hologramas são controlados segundo o percurso do sol (COMPAGNO – 1996).

Em arquitetura, estruturas holográficas difratárias podem ser usadas para direcionamento da luz e sombra, bem como para a exposição holográfica – fazendo da fachada um anteparo visual. A fabricação atual é limitada a um processo de exposição de pequenos formatos holográficos de 8 X 8 cm, alinhados em filmes de 1 X 2m. Uma grelha difratária espaçada igualmente em linhas paralelas redirecionam a luz do sol para o teto como um espelho, aumentando os níveis de luz natural indiretos no cômodo (COMPAGNO – 1996).

Por um outro lado um estrutura holográfica com linhas paralelas e variações de espaçamento, como as zonas blindadas ("*zone plate*") cilíndricas, concentram a luz em linhas de foco no mesmo caminho que as lentes. Este efeito pode ser usado para aumentar a performance das faixas de luz incidentes em células fotovoltaicas (que transformam energia solar em energia elétrica para o edifício) (COMPAGNO – 1996).

Uma organização de linhas concêntricas elípticas com espaçamentos variados, conhecida como zona blindada fora do eixo ("*off-axis zone plate*"), dividem a luz incidente em cores do espectro e as concentra em diferentes pontos focais. Isso torna possível regular a transmissão ou o bloqueio de cada comprimento de onda espectral, controlando as cores desejadas (COMPAGNO – 1996).

Hologramas são conhecidos desde seu uso em cartões de créditos. Usados na construção civil, eles podem transformar fachadas em suportes para informação, apresentando textos ou símbolos por reflexão da luz incidente (COMPAGNO – 1996).

Embora até o momento o desenvolvimento de camadas que podem ser aplicadas em vidros é ainda insatisfatório, a idéia tem um grande potencial para o futuro. Mike Davies acredita que o desenvolvimento da produção industrial dessas películas terá conseqüências econômicas enormes nos edifícios, pois significaria um retorno do uso de painéis simples (com apenas uma camada de vidro), reduzindo custos com a eliminação de vidros

dos painéis duplos ou triplos (COMPAGNO – 1996).

2.2.1.4. Vidros e Equipamentos Adicionais de Controle Solar.

Conforme COMPAGNO (1996), desde os anos 20 a arquitetura tem sido construída com pele de vidro. A princípio esse aumento do vidro nas fachadas trouxe muitas desvantagens como o superaquecimento e as perdas de calor. Já em 1930, Le Corbusier sugere o “*brise soleil*” e a arquitetura orientada segundo as posições geométricas do sol.

Durante muito tempo foram esses equipamentos que auxiliaram no conforto ambiental das construções de vidro. Segundo BEHLING & BEHLING (1996) e OLGAY & OLGAY (1957), os dispositivos de controle solar tornaram-se marca registrada da arquitetura moderna brasileira, tendo repercussão pelo mundo todo.

Assim no Modernismo, a primeira fase de uma arquitetura transparente, esses elementos fixos ou móveis, com formas variadas e orientações pré-determinadas segundo as posições do sol, tomaram conta das fachadas criando uma arquitetura típica. Hoje em dia esses dispositivos encontram-se bastante evoluídos, utilizando-se de novos materiais e de recentes inovações tecnológicas, movimentando-se eletronicamente segundo a incidência das radiações diretas e localizados não apenas externamente, mas integrados nos sistemas vítreos (ou seja, contidos entre duas placas de vidro seladas) ou localizados no interior do edifício.

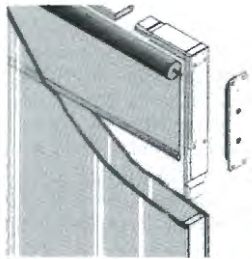
Venezianas em rolo (“*roller blinds*”) é um tipo de opção de sombreamento que pode ser completamente eliminada nas horas que a luz do sol não incide diretamente – essas venezianas foram utilizadas na Fundação Cartier por Jean Nouvel. Venezianas de poliéster (“*polyester blinds*”) coloridas podem ter uma camada de alumínio do lado de fora para refletir a radiação e reduzir a re-radiação térmica (*Trisolux*®). Filmes de poliéster com camadas metálicas estão disponíveis com vários níveis diferentes de reflexão para o sombreamento solar (*Agero*®). Sistemas inteiramente integrados de persianas oferecem a possibilidade de serem ajustados através de um controle magnético operado do lado de fora da unidade, dependendo dos raios incidentes (*Luxaclair*®, *Velthec*®). Também sistemas com diferentes cores e ângulos alcançam diferentes transmissões da luz (COMPAGNO - 1996).



Fundação Cartier, Paris, 1994, Jean Nouvel.
El Croquis 65/66, p. 9.



"Roller blinds" móveis localizados externamente oferecem efetiva proteção solar e o calor é re-irradiado no lado de fora do edifício. Lotus 84 p. 53.
Fachada principal da Fundação Cartier (Roller blinds). O vidro é claro. As Fachadas Oeste e Sul filtram o sol através de sistemas Roller blinds



Trisolux®
COMPAGNO (1996), p. 71.



Luxaclair®
COMPAGNO (1996), p. 72.

A maior vantagem de se optar pelo controle solar externo é o calor resultante da re-radiação solar incidente se manter do lado de fora do edifício. Contudo, essas opções sofrem com a exposição aos efeitos do clima, poluição, sujeiras, podendo aumentar custos com manutenção e limpeza.

Headquarters of the HongKong and Shanghai Bank, HongKong, 1979-86,
Norman Foster.
A opção de sombreamento solar foi desenvolvida com persianas fixas em um determinado ângulo. O projeto desse sistema oferece proteção efetiva sem a obstrução da paisagem vista do interior do edifício.
COMPAGNO (1996), p.78.



Banque Populaire de l'Ouest et de l'Armonique, Rennes, França, 1989, Decq & Beroiff Comette e os especialistas em vidro Rice-Fancis-Ritchie

A dois metros da fachada de vidro existe uma estrutura com cabos de aço que, além de auxiliar na estabilidade horizontal da fachada (devido aos ventos fortes), dá ao edifício proteção solar através das venezianas de enrolar ("roller blinds") localizadas ali.
COMPAGNO (1996), p. 81.



TAD building, Milano – Linate, 1989, Ottavio di Blasi.

Sistemas de persianas móveis pode ser ajustado de acordo com a posição do sol e mudanças das condições do tempo.
COMPAGNO (1996), p. 82.



Pavilhão da Siemens na Expo'92, Sevilha, 1992, Siemens Architecture Department, G. R. Standke et alii.

As persianas horizontais móveis, feitas de painéis prismáticos de acrílico são ajustadas automaticamente conforme a posição do sol.
COMPAGNO (1996), p. 83.

O controle solar pode também localizar-se dentro de uma unidade vítrea. Nesses casos, os custos associados com a limpeza são reduzidos, mas a manutenção pode ser muito cara – especialmente nos casos onde os motores elétricos também são incorporados na cavidade entre os painéis, mas uma alternativa é apresentada pelos sistemas que fazem uso do controle localizado externamente.

Haans Building, Tilburg, Netherlands, 1992, Jo Coenen.
Uma opção integrada de controle solar com persianas fixas. O ângulo das persianas permite que o sol mais próximo do horizonte penetre na edificação, mas reflete o sol mais alto.
COMPAGNO (1996), p. 85





Fachada Sul do IMA, "moucharabiehs", Jean Nouvel.
El Croquis 65/66, p.71.

Opções internas de controle solar são menos vantajosas, pois o calor produzido pela re-irradiação solar se mantém no interior do ambiente, provocando o efeito "estufa". A manutenção e a limpeza desses dispositivos são consideravelmente simples.

Hôtel industriel Jean-Baptiste Berlier, Paris, 1986-90, Dominique Perrault.
Um sombreamento solar interno foi determinado por persianas horizontais. O edifício possui ar-condicionado.
COMPAGNO (1996), p. 86.



Segundo OLGAY & OLGAY (1957), é possível determinar as fachadas e as horas nas quais os dispositivos de controle solar são necessários. Para isso basta observar o percurso do sol conforme a época do ano através da análise da carta solar.

Posicionando uma determinada carta solar (que varia conforme a latitude) sobre o projeto do edifício, observa-se o percurso do sol sobre as diferentes fachadas, sendo possível desta maneira optar por dispositivos de controle solar corretos.

A eficiência de uma opção de controle solar depende de como ele se comporta nas horas quentes do ano, bloqueando as radiações diretas, sem no entanto cobrir as áreas internas em períodos de muito frio, quando o aquecimento do sol é necessário (OLGAY & OLGAY – 1957). Para LAMBERTS et alii (1997), as proteções solares devem também, de um modo geral, ser dimensionadas para não bloquear em demasia a luz natural, o

que ocasionaria gastos com eletricidade na iluminação do ambiente.

O critério que determina o dimensionamento das lâminas, a inclinação e o tipo, bem como a verticalidade ou horizontalidade de um dispositivo, depende da incidência e da potência das radiações solares. A orientação geográfica e as latitudes são fatores determinantes em todos os casos (CARAM de ASSIS – 1996).

Diferentes orientações – como as básicas Norte, Sul, Leste e Oeste – podem induzir regras gerais de escolhas de dispositivos de controle. Repare que essas regras gerais são válidas para o hemisfério Norte. Para o hemisfério Sul (onde está localizado o Brasil), deve se ler Norte quando se fala em Sul. Trata-se também de regras muito gerais, sendo necessário analisar cada local particularmente. Uma boa orientação é importante para uma boa iluminação sem ganhos ou perdas de calor (OLGYAY & OLGAYAY – 1957):

- Para o Sul, e em torno das orientações que de certa forma se voltam para o Sul, opções de elementos horizontais trabalham de maneira eficiente.

Uma opção de escala muito pequena, como persianas ou venezianas horizontais, darão o mesmo efeito de sombra que uma laje balcão, desde que suas proporções sejam as mesmas. Assim muitas escolhas diferentes em aparência poderão ter a mesma sombra e portanto as mesmas características, havendo muitas soluções possíveis para cada situação – isso capacita tabular diferentes opções de fechamento de acordo com suas semelhanças.

Quando se quer aproveitar o aquecimento solar no inverno, esses dispositivos horizontais na fachada Sul são ideais, pois no verão protegem as aberturas dos raios diretos do sol, mas no inverno esses elementos deixam passar os raios solares, que encontram-se mais baixos no horizonte, para o interior do edifício.

Opções horizontais cobrem o período quente mais eficientemente. Um ângulo de sombra de 60° na elevação Sul será satisfatório para essa orientação.

- Para o Leste e Oeste, e perto dessas orientações, opções inclinadas são aconselháveis. Para o Sudeste e especialmente Sudoeste, e por volta dessas orientações, os tipos quadriculados (“eggcrate”) trabalham bem.

Opções móveis, e por isso mais caras, podem ser utilizadas onde a altitude do sol muda rapida-

mente, como Leste, Sudeste, Sudoeste e Oeste; adaptando-se a diferentes necessidades de sombreamento. As orientações mais quentes são Oeste e Sudoeste.

No Leste, não é necessário o controle solar nos países frios, já em países quentes os dispositivos devem barrar os raios vindos do horizonte.

Ao Oeste, deve-se proteger o edifício dos raios diretos do sol, sendo que o pior efeito acontece nessa fachada quando o sol projeta seus raios já baixos, próximos ao horizonte.

Em nossas latitudes as orientações mais importantes a tratar, mas também as mais delicadas, são as orientações centradas no Leste e, sobretudo, no Oeste, para as quais o sol ainda quente se apresenta bastante baixo no horizonte. Um brise do tipo horizontal sobre uma fachada se revela sem eficácia quando empregados em fachadas voltadas para o Leste ou Oeste. Na direção Oeste, opções paralelas à superfície da janela dão a melhor proteção.

- No verão, a fachada Norte recebe raios solares vindos das laterais. Portanto, opções fixas verticais são recomendadas, mas seu uso é necessário apenas nas regiões quentes. Em latitudes muito baixas (abaixo de 23°) opções horizontais também trabalham bem nessa direção. O lado Norte recebe relativamente menor influência das radiações solares. E uma opção vertical de 20° de ângulo de extensão desde a parede já será satisfatório.
- A superfície horizontal sobre o edifício recebe os impactos máximos do verão.

Portanto, muitas combinações de opções de sombreamento são possíveis. Para escolher entre as várias possibilidades tecnicamente corretas ou desenvolver novas variações é preciso recorrer a uma tarefa de projetar com análises constantes através da carta solar. A maior parte desses elementos procura por 100% de sombra enquanto transmite luz indireta.

2.2.1.5. Vidros Inteligentes – com propriedades ativas de transmissão da luz solar.

Vidros Inteligentes são aqueles que possuem propriedades de se auto-regularem conforme a incidência das radiações solares, adaptando-se dinamicamente, regulando perdas e ganhos de calor, iluminação e os níveis de consumo energético, além de possuírem fantásticas qualidades estéticas (COMPAGNO – 1996).

LAMBERTS et alii (1997) e COMPAGNO (1996) acreditam que o futuro da arquitetura solar seria muito promissor se tais materiais pudessem ser comercializados rapidamente, tornando-se aptos quanto a custos e dimensões para a construção civil, os quais podem ser usados para alcançar performances específicas em termos de transmissão de luz e isolamento térmico.

Esses sistemas com qualidades óticas e térmicas ajustáveis, baseiam-se nos materiais fototrópicos fotocromáticos, termotrópicos, termocromáticos, cristais líquidos ou eletrocromáticos (COMPAGNO – 1996).

As propriedades do vidro colorido são imutáveis, entretanto o vidro fotocromático é auto-ajustável. Neste, a transmissão de luz diminui automaticamente quando exposto aos raios ultravioletas ou luz visível de ondas curtas. O processo de tornar o vidro fotocromático (*photochromic glass*) é baseado em uma transformação reversível tomando lugar no interior de cristais (*silver halide crystals*) (COMPAGNO – 1996).

O vidro fototrópico (*phototropic glass*), de cor marrom ou cinza, é usado em espetáculos. Este vidro tem um limite amplo de transmissão, como o usado pela *Photosolar® Superbrown Spectacles* o qual depois de 15 minutos exposto à luz reduz a transmissão de 0,91 para 0,25. A vantagem é que esse vidro é muito durável e resistente a químicas; a desvantagem, no entanto, é o escurecimento automático tanto no verão como no inverno, e o aquecimento do próprio vidro com re-irradiações do infravermelho de onda longa. Para o uso em edificações a produção deste tipo de vidro é até agora ainda limitada em termos de quantidade e tamanho exigido. Com a intenção de manter preços baixos, a *Corning Glass* desenvolveu protótipos de 1m² e espessura de 1mm, os quais podem ser usados como os vidros laminados (COMPAGNO – 1996).

Os termotrópicos operam sobre todo o espectro solar, alterando desde a completa transparência (completa transmissão da luz) até a opacidade (dispersando completamente a luz incidente), conforme o aumento da

temperatura do material (COMPAGNO – 1996).

Basicamente os termotrópicos constituem-se por dois componentes com diferentes índices de refração, como a água e um polímero ("*hydrogel*") ou por dois polímeros diferentes ("*polymer blend*"). Em temperaturas mais baixas, a mistura é homogênea e possui alto fator de transmissão, mas em temperaturas mais altas, a configuração dos polímeros se altera. Essa mudança do estado de transmissão para o de dispersão é reversível (COMPAGNO – 1996).

Nos últimos anos dois produtos termotrópicos foram desenvolvidos – o *CloudGel*® e o *TALD*®. O *CloudGel*®, da *Suntek Co*, é um hidrogel que, com a espessura de 1mm e localizado entre duas folhas de vidro, demonstra uma redução da energia solar quando sujeito a mudanças de temperatura. O *TALD*® é também um hidrogel de 1mm de espessura entre dois painéis de vidro, no qual a temperatura que ocorre o escurecimento pode ser pré-determinada pela composição química no estágio de fabricação, dentro dos limites de 5°C a 60°C (COMPAGNO – 1996).

Os principais problemas dos hidrogéis são seus conteúdos de água que requerem cavidades completamente seladas para não ocorrer evaporação e medidas especiais quando as temperaturas alcançam o ponto de congelar. As camadas termotrópicas feitas de uma combinação de polímeros ("*polymer blends*") evitam o problema. Também a combinação de polímeros alteram-se mais gradualmente com as mudanças de temperatura que acontecem nos limites entre 30°C e 100°C (que também podem ser definidas pelo controle da composição no estágio de produção) (COMPAGNO – 1996).

As camadas termocromáticas proporcionam ao vidro características de mudanças ativas das propriedades de transmissão, principalmente nos limites do infravermelho próximo – isso os tornam apropriados para reduzir a transmissão de radiações solares incidentes ou as perdas de calor por emissão (COMPAGNO – 1996).

Constituídos por óxidos metálicos, como o dióxido de vanádio (VO_2), os vidros termocromáticos, sob uma determinada temperatura, assumem um estado semicondutor ou "*dielectric*" com baixa absorção nos limites do infravermelho. Na medida que a temperatura do material aumenta ainda mais, o vidro passa para um estado metálico refletindo completamente o infravermelho (COMPAGNO – 1996).

Camadas eletro-ópticas, como os cristais líquidos e os materiais eletrocromáticos, funcionam através da aplicação

de uma voltagem que controlará ativamente a transmissão da luz solar de acordo com o que foi preestabelecido – o controle é feito por uma Central de Administração da Edificação ou através de *microchips* integrados sobre a pele de vidro (COMPAGNO – 1996).

No cristal líquido, a corrente molecular pode ser influenciada eletricamente de forma a alinhar-se ao longo de campos elétricos até permitir a transmissão da luz. Sem uma voltagem aplicada, as moléculas são orientadas ao acaso e a luz incidente é dispersada (COMPAGNO – 1996).

A luz natural é transmitida apenas no tempo em que o campo elétrico é mantido, e essa é a principal desvantagem desse sistema. Também os vários níveis de iluminação são alcançados por um complicado e dispendioso sistema de controle para ajustar a transmissão de luz, o que dificulta seu uso em edifícios (COMPAGNO – 1996).

Geralmente são usados internamente nos edifícios pois, além de consumirem mais energia e serem muito caros, também submetidos a altas temperaturas em grandes fachadas comportam-se como transmissores de calor. Resultados melhores poderiam ser obtidos com o uso desse material combinado com vidro e camadas de controle solar nas fachadas com múltiplas peles (COMPAGNO – 1996).



Priva-Lite®, um exemplo de cristal líquido.

Estado opaco e estado transparente de um cristal líquido.

Priva-Lite® podem ser usados sem problemas nos limites de temperatura entre -40°C e $+40^{\circ}\text{C}$. São perfeitamente adequados para o uso interno, mas restritos em fachadas (permitido apenas com a combinação de outras opções de controle solar).

COMPAGNO (1996), p.53.

Camadas eletrocromáticas exploram a capacidade de alguns materiais receberem íons, influenciando as propriedades de transmissão das radiações solares (COMPAGNO – 1996).

Trata-se de um acumulador constituído por uma camada com íons “estocados”, um condutor de íons e um material eletrocromático. O sistema está localizado entre duas placas de vidro (ou de plástico) com condutores transparentes. A reação química acontece quando os íons são movidos para uma camada acima e uma camada

abaixo, através da aplicação de voltagem. Como os *layers* mantêm a mudança por algumas horas, a voltagem necessária somente será aplicada durante o processo de transferência de íons (COMPAGNO – 1996).

Diferentes constituições dessa camada acumuladora dão diferentes resultados de transparência, de cores e até mesmo mudanças de cores. Segundo COMPAGNO (1996), o sistema eletrocromático parece ideal para o uso em fachadas de edificações, bem como para carros, trens e aviões. Nos últimos anos, nos EUA e Japão, tem crescido bastante o interesse por esse sistema.



Protótipo de um vidro laminado com camada eletrocromáticas de óxido de tungstênio no estado transparente e colorido (Dormier Aerospace).
COMPAGNO (1996), p. 54.



Em 1988, no museu *Seto Bridge* em Kojima – Japão, *Asahi Glass* instalou 196 painéis eletrocromáticos de 40 X 40cm. Eles permitiam ao visitante ver um panorama debaixo d'água enquanto que, no tempo da música, as cores mudavam do branco para o azul escuro (COMPAGNO – 1996).

Instalação com 196 painéis eletrocromáticos de 40 X 40cm. Os painéis mudam a cor do branco para o azul escuro no tempo da música.
COMPAGNO (1996), p. 55.

2.2.1.6. Diferentes Combinações entre os Materiais da Fachada Dispostos em Peles Múltiplas.

Todos os elementos de fechamento vistos até aqui podem ainda apresentar-se combinados entre si, resultando em superfícies envolventes muito eficientes. Não há porque limitar-se à utilização de um só sistema, uma combinação entre vários tipos pode permitir melhores resultados.

Uma avançada pele polivalente de vidro é a principal idéia do artigo de Mike Davies escrito em 1981 – que é

resumo dos estudos feitos para a *Pilkington Glass Limited* em 1978, mostrando futuros caminhos da indústria do vidro no desenvolvimento de novos produtos que atendam um mercado em crise energética (COMPAGNO – 1996).

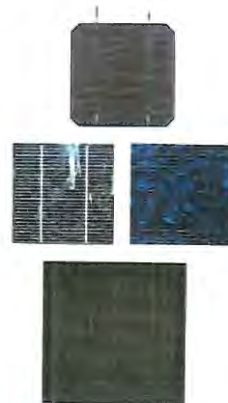
De forma geral, é como pensar nas fachadas como “órgãos vivos” ou “filtros semi-permeáveis”, que atuam entre o interior e o exterior como mediadores e mantêm baixas as perdas e os ganhos de calor e, por outro lado, aproveitam a iluminação natural e promovem a comunicação visual do edifício.

Já sabemos que uma fachada de pele única e vidro simples pode ter dificuldades em manter o conforto do interior do edifício, mas os elementos transparentes transformam-se, sem dúvida alguma, nos coletores mais sensíveis e eficazes quando estão equipados para isso.

Hoje em dia existe uma gama muito grande de novos produtos de vidro. Mas apesar dos avanços tecnológicos resultando em vidros com propriedades variáveis, como os termocromáticos, os termotrópicos e os eletrocromáticos, esses materiais ainda encontram-se no estágio de protótipos. Também os produtos que usam cristais líquidos ainda têm aplicações limitadas para as fachadas dos edifícios. As películas especiais que têm tido avanços notáveis ainda podem se tornar as melhores opções de controle solar (economizando os gastos com grandes quantidades de vidro em camadas múltiplas) – mas ainda hoje, dentro do quadro atual das empresas, a construção em múltiplas peles é a melhor alternativa para o conforto ambiental com economia de energia.

A meta ecológica é reduzir a necessidade de energia elétrica de um edifício ao mínimo, fazendo das fachadas elementos tão complexos quanto a estrutura ou a organização interna de um edifício, que podem promover iluminação natural (inclusive para as áreas mais distantes das aberturas), aquecimento ou resfriamento e até mesmo energia (com as células fotovoltaicas que transformam energia solar em energia elétrica).

Diferentes Módulos Fotovoltaicos: no topo, uma imagem de célula solar monocristalina; no meio, duas imagens de células solares policristalinas; e abaixo, a imagem de uma célula solar amorfa semi-transparente. COMPAGNO (1996), p. 49.



Para a iluminação, o caminho é fazer uso de elementos que refletem e redirecionam a luz difusa para o interior até os lugares mais profundos – substituindo a luz artificial quando possível, ou deixando para a iluminação

elétrica, a tarefa apenas de complementar a iluminação natural.

Nas múltiplas camadas, o movimento do ar é um fator climático que não se pode ignorar. Para o aquecimento ou resfriamento é necessário transformar a envolvente num organismo mediador. Uma fachada com mais de uma pele pode absorver as radiações solares em sua primeira camada, proporcionando uma certa sombra solar; e, como a re-irradiação é emitida para a cavidade intermediária, resulta num efeito chaminé que faz com que o ar suba sendo emitido para fora e esfriando o sistema. Em lugares gelados, esse ar pode ser aproveitado e despejado no interior como uma segunda fonte de calor – como o exemplo da Coleção Goetz de Jacques Herzog e Pierre de Meuron (1992) colocado no início deste item (2.2.) sobre materiais.

Simulações em computadores e testes têm mostrado que a circulação natural ou mecânica do ar pode remover até 25% do calor resultante da radiação solar dentro da cavidade. Geralmente utilizando-se painéis apropriados de vidro e opções de controle solar, esse resultado térmico ainda pode ser melhorado. Trata-se de um complexo sistema envolvendo materiais absorventes, refletores e com qualidades ajustáveis; e para que funcionem é preciso a integração entre o trabalho dos arquitetos, indústrias e profissionais do vidro (COMPAGNO – 1996).

As vantagens de cavidades ventiladas em fachadas é minimizar as diferenças entre as temperaturas do ar interior e da superfície interna do vidro. Isso melhora as condições de conforto do espaço próximo à janela e reduz os custos de energia para aquecer ou resfriar o ambiente.

Um outro conceito que pode ser incorporado às duplas peles é o de reforma. Dessa maneira a pele interna fica sendo a própria fachada do edifício antigo, e a nova pele pode melhorar seus problemas de conforto ambiental. Com a reforma, edifícios podem ter melhorias nos sistemas de iluminação, resfriamento ou aquecimento existentes. Isso pode traduzir-se em economias notáveis de energia (LAMBERTS et alii – 1997).

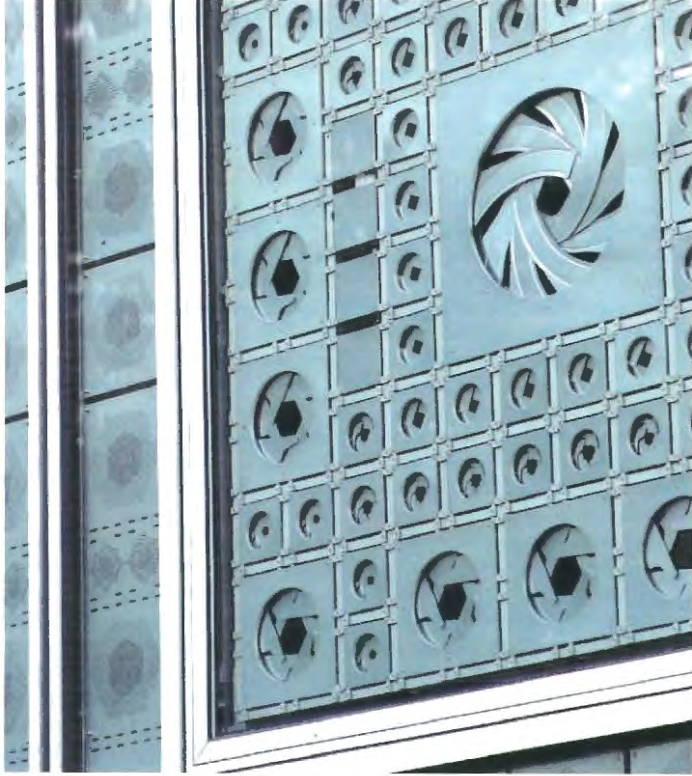
Uma organização com uma pele de vidro na frente da atual fachada do edifício pode proporcionar a redução da pressão do vento, permitindo que janelas sejam abertas mesmo nos andares mais altos de um edifício. Em países de clima frio, essa solução de barrar os ventos fortes com uma segunda pele faz com que os usuários aceitem melhor a ventilação natural nos escritórios. O aproveitamento do ar fresco nos escritórios pode ser uma solução bastante interessante, pois com o número de pessoas e equipamentos, o ambiente acaba por superaquecido mesmo quando a temperatura externa é favorável (COMPAGNO – 1996).

A segunda pele também reduz as perdas de calor dos edifícios antigos, pois reduzida velocidade do vento e

o aumento da temperatura do ar na cavidade reduzem a transferência de calor pela superfície do vidro. Isso tem o efeito de manter as superfícies internas do vidro numa temperatura maior, o que significa maior conforto nos espaços próximos às janelas (COMPAGNO – 1996).

Alguns desses sistemas de peles múltiplas procuram captar o vento o mais alto possível, na expectativa de que o ar penetre “mais limpo” pela cavidade entre as peles. Essa desvantagem torna necessário a cavidade intermediária ser acessível para a limpeza. Alguns pesquisadores recentemente testam produtos, embutidos em vidros, capazes de reagir com a sujeira transformando-a em Hidrogênio e Gás-Carbônico¹⁶, melhorando a performance das fachadas.

A segunda pele também pode estar localizada distante da pele envolvente do edifício, abrigando jardins ou pátios. Isso possibilita o aproveitamento das radiações diretas e indiretas para o aquecimento interno, criando condições de clima temperado em regiões muito frias. O resultado são as janelas dos escritórios poderem estar abertas o ano inteiro e a economia com o sistema de aquecimento artificial.



PARTE II – UMA OBRA REPRESENTATIVA



PARTE II – ESCOLHA DE UMA OBRA REPRESENTATIVA: a poética da luz e a técnica dos novos materiais vítreos.

Entre as diferenças existentes dos grandes nomes da arquitetura da modernidade, optou-se pela análise de parte da obra de um arquiteto que muito tem contribuído para a produção atual da arquitetura.

Com a escolha do arquiteto Jean Nouvel, torna-se possível aprofundar melhor nas questões poéticas introduzidas no primeiro capítulo deste trabalho, analisando conceitos que estimulam o desenvolvimento e a utilização dos novos materiais vítreos.

A fantástica possibilidade de elaboração da pele do edifício é importante tema para muitos arquitetos da atualidade, desenvolvendo uma poética da modernidade e criando técnicas que economizam energia elétrica adequando melhor as relações entre o edifício e o meio ambiente.

Os efeitos da luz, concebidos e materializados nos novos produtos vítreos usados nas novas fachadas, fazem com que o transeunte se conecte a novas realidades, diferentes daquele ambiente urbano, e esse trabalho procura aproveitar essas questões da modernidade para mostrar um outro lado: a técnica de construir a superfície envoltória dos edifícios com materiais que poderiam parecer ineficazes, mas que podem apresentar boa conservação de energia - procurando despertar o interesse e a preocupação dos profissionais por técnicas de construção não tradicionais.

Essa interface localiza-se exatamente na pele, onde os efeitos da luz sobre os materiais utilizados assumem compromissos estéticos e técnicos, de conceitos de arquitetura e de conservação de energia, num ciclo onde tanto a evolução dos materiais estimula a poética e a técnica dos arquitetos, quanto, por sua vez, os arquitetos estimulam o desenvolvimento de novos materiais.

O resultado é uma nova arquitetura, onde é renovado o conceito de transparência, surgindo novas fachadas muito representativas da modernidade e que funcionam como mediadoras entre as condições ambientais externas e internas, atendendo às necessidades de economia de energia e proteção ambiental - também muito relacionadas com a atualidade.

3.1. Sobre Jean Nouvel

“Jean Nouvel sem discussão é um dos importantes nomes da nova arquitetura francesa que muito tem contribuído para o nosso tempo” (ARANTES – 1989 apud SPERLING - 1996).

Nasceu em 1945 na região de Lot et Garonne, no Sudoeste da França. Em 1966 foi o primeiro colocado no exame de admissão da *École Nationale Supérieure des Beaux Arts*. Em 1972 obteve seu diploma de arquiteto (BOISSIÈRE - 1997 e SPERLING - 1996).

Sua carreira teve início aos 20 anos de idade quando começou a trabalhar no escritório de Claude Parent (1965). Com apenas um ano de escritório, Claude Parent lhe confiou a administração de um projeto de 80 apartamentos em Neuilly, subúrbio Oeste de Paris. Aos 25 anos Parent anunciou a hora de partir e desde então (anos 70) Nouvel abriu escritório próprio em Paris (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

Seus primeiros projetos ainda foram oferecidos por Claude Parent, como também a responsabilidade da Bienal de Paris – Parent, que sempre fora muito aberto para o mundo das artes, era amigo de George Boudaille, um crítico de arte respeitável e que estava a procura de um jovem arquiteto capaz de se responsabilizar pela Bienal de Paris; assim Parent indicou Jean Nouvel que se tornou diretor da Bienal e por 15 anos organizou as exposições de artes plásticas. Essa experiência e convivência com o mundo das artes lhe conferiu um amadurecimento e enriquecimento de conceitos que mais tarde apareceriam em sua arquitetura (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

Nos anos de Bienal, o arquiteto conviveu e trabalhou com importantes nomes, como Paul Virilio e vários diretores de teatro, o primeiro deles Jean Marie Serreau. Esses contatos lhe renderam, além de muito conhecimento, uma série de novos projetos, inclusive de mobiliário para teatro (JEAN Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

O final dos anos 70 foram difíceis, Nouvel participa de uma série de concursos e perde grande parte deles, mas era o momento em que o arquiteto estava esclarecendo bem suas idéias e posições. Seu primeiro projeto a ser reconhecido foi uma clínica em Bezons. Naquele momento estava sendo construído o Beaubourg (1977), e Jean Nouvel levantava questões muito diferentes das questões enraizadas nesse edifício. O Beaubourg pertencia à geração do *Archigram*, onde tudo deveria ser exposto. No edifício de Jean Nouvel a idéia era o oposto, tudo era escondido por uma pele metálica (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

Clinica de Bezons, Jean Nouvel.
El Croquis 65/66, p. 10.



Casa Dick (1978), Jean Nouvel
BOISSIÈRE (1997), p. 33.



Desde a época de estudante que Nouvel estava interessado numa arquitetura crítica. No final dos anos 70 seus projetos já demonstravam críticas a censura (casa Dick de 1978, em Troyes, França) e críticas aos sistemas industrializados repetitivos (colégio Anne Frank de 1978-80, em Antony, França) (BOISSIÈRE - 1997 e Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).



Colégio Anne Frank (1978-80), Jean Nouvel
El Croquis 65/66, p. 10

No projeto de re-habilitação do Teatro em Belfort (1980-83), Jean Nouvel também desenvolve uma crítica que é um questionamento do tempo - mantendo os traços da construção do séc. XIX, mas reconstruindo as partes perdidas pelo tempo com uma arquitetura atual. Criando *layers* do tempo que contam a história do edifício. Foi

a primeira obra que o arquiteto trabalhou em parceria com o cenógrafo Jacques Le Marquet (BOISSIÈRE - 1997 e Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

Teatro Belfort (1980-83), Jean Nouvel
El Croquis 65/66, p.11.



Quando o presidente Mitterrand foi eleito (1981), Jean Nouvel ganhou seu primeiro grande concurso - o Instituto do Mundo Árabe em Paris. Esta obra lhe concedeu um repentino reconhecimento internacional e o colocou na mira das discussões dos anos 80, ao lado de nomes como Portzamparc, Girard, Lion e Ciriani (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996 e BOISSIÈRE - 1997).



Instituto do Mundo Árabe de Paris (IMA - 1981), Jean Nouvel.
El Croquis 65/66, pp.66 e 67.

Apoiando-se na perfeição dos avanços técnicos que têm sido conquistados na fabricação e tratamento do vidro, o arquiteto tem desenhado uma sucessão de edifícios nos quais os limites físicos tendem a difundir-se; onde a transparência, as reflexões e as refrações da luz acentuam a profundidade do campo de visão e, no momento seguinte, mudada a posição do observador, a visão é anulada com as projeções que aparecem em fachadas-telas (BOISSIÈRE - 1997).



El Croquis 65/66, pp.243 e 245 e Lotus 84 p.59 (respectivamente).
Fundação Cartier, vidro refletindo árvores do entorno e a perspectiva do interior.

Em seus trabalhos, Jean Nouvel não esconde sua paixão pelo cinema e emprega procedimentos visuais cinematográficos - o enquadramento, a panorâmica, o zoom, as seqüências de imagens.

O arquiteto explicitará os termos a favor de uma arquitetura que produza sensações, emoções, imagens e signos extraídos do amplo repertório que o progresso tecnológico (materiais, cinema, etc.) tem colocado a nossa disposição (SPERLING - 1996).

Seja qual for a abordagem, Nouvel cria uma sensação e nos surpreende pela audácia das soluções, re-introduzindo provas positivas de uma nova arquitetura. Virtualidade, cenografia, sobreposições e desmaterialização são alguns dos temas que têm rodeado o trabalho de Jean Nouvel nos projetos mais recentes.

3.2. Conceitos e Obra

Jean Nouvel tem grande responsabilidade pela afirmação da modernidade que está acontecendo na França. Até então existiam apenas duas tendências (historicistas) de arquitetura na Europa: Uma delas é historicista propriamente dita, e é tradição nas cidades européias. A outra tendência é a tradição corbusiana, que também é historicista já que resgata a arquitetura da primeira metade do século. Mas Nouvel está interessado na arquitetura que reflete a modernidade de nossa era como o oposto da tradução ou re-pensamento das referências históricas (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

"Não se pode mais construir os mesmos edifícios de antes nunca mais. Então um teatro não é mais o mesmo tipo de teatro de antes. Não se sabe mais como construir um teatro clássico, como não se sabe mais como construir uma igreja gótica" (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996: 18).

Basicamente Jean Nouvel quer proceder com as questões conceituais e contextuais como ponto de partida dessa modernidade. Como o oposto de muitos arquitetos que chamamos de historicistas, no trabalho de Nouvel o que importa é o contexto, a nossa época, o que está acontecendo agora, nossas técnicas, nossos materiais e o que estamos capacitados para fazer hoje (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

Nouvel nega a forma de criação que opera através da espontaneidade e da intuição, uma espécie de "grito

primitivo”, uma emergência do subconsciente ligada à sorte e ao *non-sense*. Essa forma realmente não lhe interessa. Para ele o que já existe no contexto real é que vai influenciar o projeto, e cada projeto deve ter essa mobilidade conceitual - ser formulado em termos arquitetônicos, plásticos, filosóficos e tecnológicos. As regras de formação devem ser estabelecidas mediante um esforço de síntese dos elementos melhor informados na análise, para encontrar uma solução sinérgica através destas múltiplas formulações potenciais (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

3.2.1. Princípios Projetuais

“O aparente pluralismo de Jean Nouvel não é mais um outro ecletismo formal, mas a expressão de uma aproximação conceitual dentro do projeto que não se elabora mais pelo viés do desenho, mas através de uma reflexão exaustiva sobre os dados do programa, o desenho arquitetônico não é mais que um resultado. Esta visão conceitual implica logicamente uma outra idéia de arquitetura, na qual Nouvel se situa mais dentro do produto, entre os diferentes componentes do projeto - modos de produção, programas, usuários, contextos econômicos, técnicos e culturais - que durante suas definições espaciais e formais” (Revista L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI - 231 apud SPERLING - 1996).

Para algumas pessoas, a origem de um projeto arquitetônico está apoiada em definições formais através de discussões que acontecem com desenhos sobre o plano do papel. Mas para Jean Nouvel um projeto sempre começa com uma análise muito profunda do programa, do cliente, do contexto urbano e dos usuários, buscando todos os fatores relevantes para cada projeto em particular e apenas no último minuto ele formaliza com desenhos a sua arquitetura - num caminho que o arquiteto acredita ser muito mais profundo do que o método tradicional (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

“Eu tento encontrar todas as boas razões para fazer o projeto de uma maneira e não de outra. Eu chamo isso de regras de formação. Eu listo todos os objetivos e todas as razões do porquê que o projeto deveria responder nesse caminho como o oposto de responder em algum outro caminho” (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996: 24).

Isso é o oposto da “inspiração divina”. Apenas depois de todas as questões levantadas por Nouvel, de todas as análises possíveis terem sido feitas, e sabendo o que deve ser feito e como, é que o arquiteto dá início a parte criativa do projeto - uma discussão sobre poética e aspectos filosóficos do edifício (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

A partir de então forma-se um time que Nouvel compara com o trabalho de se fazer um filme. Diferentes

peessoas trabalham suas diferentes funções formando uma equipe onde não existem tarefas menos importantes até o fim do processo. É aqui, apenas após a definição das idéias, que começa a ser trabalhada também a parte tecnológica do edifício. Essa é mais uma diferença no trabalho de Nouvel - ele nunca começa um projeto dizendo "aqui está uma tecnologia que certamente eu colocarei no trabalho". A tecnologia vem para por em prática as questões levantadas, materializando as idéias e a arquitetura, respondendo às definições projetuais (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

"É sempre a idéia que vem primeiro e então procuramos como executá-la" (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996:26).

Para Jean Nouvel existe uma gama de problemas e as questões são resolvidas segundo uma ordem muito lógica. Nunca é uma questão de estilo. Nouvel não acredita na noção de um arquiteto herói, ou de monumentos ou de estilos. Mas nem por isso sua lógica é necessariamente funcional, ela pode ser também num sentido poético (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

Já no final dos anos 70 o arquiteto havia esclarecido suas idéias e posições dando início a um percurso que apoia-se no estabelecimento de conceitos (BOISSIÈRE - 1997). E é através de cada um desses conceitos que o projeto é guiado conduzido por um eixo de respostas do profissional às questões de arquitetura. Alguns desses conceitos, que estão mais relacionados com a questão dos novos materiais, serão colocados no próximo item.

"(...) porque a arquitetura é finalmente um ato do pensamento" (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994:16).

3.2.2. A Busca pela Modernidade: questões contextuais e conceituais

Então, paralelamente ao levantamento aprofundado dos dados referentes ao programa do projeto, ao cliente e aos usuários, Jean Nouvel faz uma análise aprofundada do contexto urbano, social, cultural e tecnológico, entre outros. Entendendo a essência e as razões dos acontecimentos - porque tudo se produz em um determinado período e sob certas condições. O arquiteto retira do lugar daquele momento os dados para o projeto, seguindo os traços de sua época - isso faz parte da modernidade de Jean Nouvel.

A partir de então, após todas as análises terem sido feitas, o arquiteto dá início ao processo de criação através do estabelecimento de conceitos, reivindicando como ferramenta todas as potencialidades de sua época - tudo o que a evolução técnica permite em termos de exploração das imagens, desmaterialização e de desafio às leis da gravidade.

Nos próximos sub-itens levantar-se-á algumas questões relativas ao contexto e aos conceitos que tanto colocam Jean Nouvel na posição de um arquiteto de sua época.

3.2.2.1. Contextualidades

"Sua obra é fruto do esforço por ressaltar o sincronismo existente entre o homem e a sua época, e também da apaixonada vontade de decodificar até o menor signo para estar atento para qualquer sintoma de mudança cultural e social. Em seu papel de arquiteto, se pode afirmar que Jean Nouvel transforma as energias vitais de um mundo em constante mudança e evolução" (BOISSIÈRE - 1997:23).

Jean Nouvel sempre procurou ter uma visão histórica da arquitetura. Para situar-se no tempo, o arquiteto fala das mudanças no contexto dos últimos 30 ou 40 anos. De fato, nesse tempo o mundo inteiro foi muito alterado, técnicas se multiplicaram e as cidades sofreram explosões de pessoas, carros e de construções. É preciso reavaliar nossos espaços urbanos, conhecer suas potencialidades e tensões - um projeto não existe mais sozinho e isolado de seu contexto, não no mundo de hoje... (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

Antes tudo era previsível e a arquitetura era feita com "certos ingredientes". Até o século XIX havia ainda um contexto muito favorável - as cidades eram mais tranquilas e tudo parecia preparado para acolher a arquitetura. Mas tudo isso acabou e as cidades explodiram. Desde Vitruvius até Le Corbusier a arquitetura seguiu uma certa receita técnica, mas a partir de Le Corbusier não se pôde mais confiar nos mesmos ingredientes que antes. Atualmente, é preciso analisar cada local, entender sua lógica e entender que cada projeto é específico (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996 e Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

"Uma boa caricatura é um arquiteto que vai a um lugar qualquer e constrói 4 edifícios, depois os derruba e diz: 'Vou construir uma avenida aqui.' Talvez as autovias nunca cheguem até lá. Não se pode sair colocando pequenas idéias particulares num contexto urbano. Então em 30 ou 40 anos teremos construído um espaço completamente desordenado" (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996:24).

Arquitetura contemporânea é a transformação de umas condições dadas. A arquitetura que aponta para uma determinação exaustiva do meio já não funciona. Os objetos arquitetônicos não podem ser senão uma reflexão específica sobre as condições externas que se tornam cada vez mais dominantes e inevitáveis (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

Afinal o arquiteto deve saber o que espera das cidades. Para Nouvel, seu trabalho é melhorar o que atualmente existe, o problema que está ali, tentando criar com o que está dado e fazendo-o melhor - por isso considerar o lugar, o homem e trazer junto todas as particularidades de cada situação específica. Considerar os fatores dados e fazer um diagnóstico de cada situação particular, essa é a modernidade do projeto de Nouvel onde um edifício vem para modificar o contexto urbano (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

A arquitetura agora precisa encontrar sua direção em meio a um conjunto descontínuo. Deste modo a arquitetura deve utilizar este campo urbano como ponto de partida - tratar os dados que se produzem sem o nosso consentimento. Qualquer idéia de cidade está sistematicamente submetida à influencia de fatores externos e nunca a um ato de vontade (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

É como se o conhecimento de como ocorrem as coisas permitisse explorar o espaço urbano. Trata-se de uma tática de simples melhora do que já existe. A arquitetura deve considerar o contexto como uma composição efêmera que deve ser modificada. E esse contexto é tudo que nos rodeia - o contexto histórico, urbano, geográfico, humano, ambiental, etc. (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

No contexto histórico, Nouvel refere-se ao seu próprio tempo. O arquiteto está convencido de que a verdadeira modernidade é um ato de autenticidade histórica. Um neo-fenômeno não sobrepassa o poder que teve o original. Qualquer época é superior a sua cópia e o neo-fenômeno jamais pode ter a mesma expressão das culturas que expressam diretamente os seus valores. O que Nouvel busca seguir são os traços e os valores de sua época (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

O contexto humano define para quem será o trabalho. O urbano, o geográfico e o ambiental definem onde vai ser inserido o projeto. Em todos os casos não se deve criar objetos pessoais específicos, mas encontrar virtudes e diálogos na fatalidade do contexto, entender que os dados podem ajudar a definir idéias (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

Para Jean Nouvel temos que analisar pouco a pouco as partes que produzem cada projeto e, entre elas, as reações que são determinantes. Cada caso é diferente e cria a filosofia de um projeto particular. É importante observar a posição de um arquiteto no mundo que se tornou caótico. Tudo deve ser questionado, pois existe um conjunto de novos rumos de questões metafísicas que o arquiteto deve perguntar a si próprio para construir hoje. Afinal, o que esperamos de uma arquitetura inserida no espaço urbano senão que os problemas existentes no local sejam melhor resolvidos e as qualidades potenciais sejam descobertas e melhor ressaltadas. Este seria o ato arquitetônico correspondente a nova era urbana (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

3.2.2.2. Especificidade

Para Jean Nouvel, todo caso é diferente e os clientes não são os mesmos, toda comissão é muito precisa e particular. Como resultado, Nouvel tem se tornado um arquiteto da especificidade (Jean Nouvel em entrevista a FUTAGAWA - 1996).

Estando interessado no específico, Nouvel não aprova o que aconteceu com o "estilo internacional" - onde os mesmos objetos puderam ser aplicados em qualquer situação. É a modelização cultural que o arquiteto teme que as pessoas possam estar aproveitando erroneamente dos veículos de informação que fazem parte da mídia - uma globalização da informação que pode derivar num tipo de aprendizagem baseada em copiar no lugar de aprender a estabelecer a si um diagnóstico de uma situação específica (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

"(...) Porque as situações que nos encontramos nunca se repetem: as tecnologias e as tipologias mudam permanentemente. Por isso temos que evitar o risco de imitar as imagens que recebemos. Mais uma vez temos que praticar a arquitetura como um ato do pensamento" (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994:27).

O contexto real, colocado no sub-item anterior, é o que pode ser captado no local, naquele momento, influenciando o projeto. Já a especificidade, colocada aqui, trata do que o projeto pode acrescentar ao meio urbano, o que ele pode trazer de novo para o local, reforçando-se as diferenças no lugar de aumentar a homogeneidade urbana (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

Na especificidade, Nouvel quer expressar um "algo mais", uma idéia, o que o projeto em termos poéticos e técnicos pode oferecer a mais para o local. É a materialização de um instante mais do que o estabelecimento

de uma permanência e por isso está ligada à questão da especificidade (ZAERA - 1994).

Trata-se do instante da arquitetura, da vida daquele momento. ZAERA (1994) faz uma comparação citando Michel Serres, que descreveu que os esportes modernos como o surf e a asa-delta se caracterizam por traçar trajetórias sem origem e nem fim, onde acontece o aproveitamento dos acidentes das correntes. ZAERA (1994) coloca que, desta maneira, Nouvel persegue o acidente e se volta para as verdadeiras essências, considerando o acidente próximo do que Paul Virilio explica ser absoluto e necessário, entendendo por catástrofe não uma deformação substancial, mas uma formação acidental. Desta forma Jean Nouvel se declara radicalmente contemporâneo, deixando de impor uma ordem ou legislar um processo, para desenvolver o potencial do acidente, aproveitando o específico para expressar a sua criação, a sua diferença - uma transformação para o contexto real, trazendo algo de novo para aquelas condições dadas.

"A organização do território da cidade como uma extensão coerente não funcionou bem: as coisas permanecem desconectadas, (...) Penso que as infra-estruturas são cruciais para a compreensão da cidade contemporânea, e em certas ocasiões podem mesmo converter-se em fonte de poesia - uma pradaria é sempre mais bela quando está atravessada por um fio de alta tensão. As infra-estruturas são também inevitáveis: necessita-se de 13 anos de manifestações para desviar 15 metros de uma via do TGV - para que ele não interfira em uma igreja romana; atualmente a praça de Saint Germain está ameaçada de ser ocupada por uma autopista... Estes são eventos fatais, e estão inscritos em uma lógica de desenvolvimento que vem desde muito tempo atrás. Estou interessado nessas fatalidades e suas potencialidades culturais. Por exemplo, a auto-via de Rive-Gauche, que foi tão criticada durante sua construção, converteu-se hoje num fabuloso acontecimento que devemos ser capazes de dotar de dimensão cultural. É uma seqüência espacial que subtrai a importância do evento como experiência arquitetônica, chega a entender a cidade e sua arquitetura quase dentro do senso cinematográfico, como um passo através dos espaços, como uma sucessão de seqüências. Na cidade contemporânea, estes aspectos estão muito mais desenvolvidos do que na cidade tradicional, porque estas sensações espaciais têm se convertido já em parte das formas culturais" (JEAN NOUVEL, extraído de entrevista a ZAERA, EL CROQUIS 65/66 - 1994: 23).

Muitos de seus projetos podem ser enunciados através de uma única frase. Como a Torre Sem Fim - uma torre que literalmente não tem fim, confundindo o final da torre e o céu com padrões (*fritted glass*) reflexivos de *silk-screen* sobre o vidro; o IMA - uma fachada que aproveita a coincidência entre um diafragma de uma câmera fotográfica e os "*moucharabiehs*" da arquitetura tradicional árabe; as Moradias Experimentais de Nemausus - moradias sociais que, com o aumento do volume, proporcionam 50% a mais de espaço pelo mesmo preço; o Centro Cultural de Onyx - um monólito opaco flutuando sobre um lago que é a superfície de asfalto de um estacionamento. Le Corbusier, um outro entusiasta por palavras, diria "planta-livre, aberturas de correr, terraço-jardim" referindo-se a descrição de elementos arquitetônicos que definem operações generalizadas e nunca específicas. Já em Nouvel, o que conta é a especificidade, deste modo a frase que descreve um projeto nunca vale para um outro lugar (ZAERA - 1994).

A estratégia de Nouvel é fundamentalmente oportunista. Ele define suas táticas em relação a uma situação específica, como um acidente mais do que por referência a normas exteriores e universais. Daí sua rejeição pelo estilo e sua aspiração pelo hiper-específico. O acaso é a especificidade, ou seja, a materialização de uma diferença que se apresenta ao contexto real (ZAERA - 1994).

"Em uma operatividade que não pode ser descrita como essencialista nem fenomenológica, Nouvel identifica o acidente como a essência: No colégio Anne Frank, a necessidade de construir com um componente pré-fabricado se torna a essência do projeto. Em 'La Coupole', existe uma acrílica apropriação das formas dos edifícios vizinhos - a piscina e o supermercado - para o núcleo do projeto. O IMA aproveita a estranha coincidência formal entre a repetição de um diafragma fotográfico e uma celosia árabe (...). Isso seria o cenário produzido pelo edifício que se impõe à situação exterior, como acontece também na Ópera de Tóquio, no Palácio de Convenções de Tours, na Torre Sem Fim, etc" (ZAERA Intensificar o Real in EL CROQUIS 65/66-1994: 50).

O projeto é o produtor de uma natureza acidental, mais do que o produtor de um protótipo ou de um modelo a ser seguido. Nouvel não quer criar modelos, mas uma leitura do específico, o que depende da hora, do local, da cultura, do momento da arquitetura.

3.2.2.3. Virtualidades

Então, mais uma vez resumindo o que foi colocado, Jean Nouvel analisa o contexto para dar início à criação poética de cada projeto que seria a sua especificidade. Essa especificidade passa por um processo de conceituação o qual neste trabalho será parcialmente levantado, tendo em vista a utilização dos novos materiais vítreos nas fachadas. É bom lembrar que Jean Nouvel determina a técnica apenas após o levantamento dos dados para o projeto e após o processo criativo, como uma forma de materializar o projeto já concebido.

Assim, a especificidade colocada no sub-item anterior tem muito a ver com as virtualidades que inovam e descrevem a arquitetura de Jean Nouvel. Trata-se de questões conceituais que Nouvel trabalha para oferecer alguma coisa de novo para o local, alterando as condições dadas. Entre essas questões estão os conceitos de cenografia, sobreposições e a desmaterialização que estão muito relacionados com a utilização dos novos materiais vítreos.

Todos esses conceitos envolvem os efeitos estéticos da luz sobre as fachadas dos edifícios e as qualidades

dos novos materiais vitreos empregados. A arquitetura de Jean Nouvel busca a produção de efeitos mais do que a construção do objeto propriamente dito. Para o estabelecimento de conceitos e concretização das idéias contidas no programa, Jean Nouvel utiliza como ferramentas todas as potencialidades de sua época (materiais, imagens, luzes), destacando aspectos importantes que vêm influenciando sua obra: a tecnologia, as incertezas, a virtualidade, a luz e a desmaterialização.

Perceber um edifício num dia nublado, sob névoa, sob chuva, ou durante a noite... faz parte da maneira de projetar, da sensibilidade de Jean Nouvel. Para ele, um arquiteto é, antes de tudo, um homem de realidades com o compromisso de construir (afastando-se do artista que está somente frente à inspiração), mas uma vez dentro da realidade, Nouvel retorna a ser idealista, trabalhando também sua poética (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

A pele do edifício invoca a estética minimalista (que derivou da escultura minimalista) onde busca-se significado nas qualidades de reflexões e de diferentes graus de transparências, concretizando a arquitetura no paradoxo entre simplicidade e complexidade (BOISSIÈRE - 1997).

Jean Nouvel redescobre a arquitetura através dos temas relacionados com a transmissão de imagens e vertigem de significação. As noções envolvidas nesses conceitos de cenografia, sobreposições e de desmaterialização produzem efeitos nesses edifícios que são muito representativos da modernidade.

"O que me interessa (...) é encontrar os limites entre o real e o virtual. Conhecer quando posso ainda mover-me até adiante antes que as coisas se tornem impossíveis. Mantenho um pé sobre a terra e outro no vazio; algumas vezes caio e o projeto não vai adiante..., mas é este equilíbrio que me interessa. É precisamente a possibilidade de fazer evoluir a realidade o que constitui um objetivo para o arquiteto. (...) Assim me interessa o efeito imediato sobre o entorno, e por isso tenho muito em conta os fenômenos da realidade" (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994: 25).

Jean Nouvel desta forma lança mão de materiais, luzes, cores e imagens para que o que se vê, mesmo a distância, tocar o observador com adesividade. Para que o que se olha a distância adquira qualidades táteis, impondo-se sobre o olhar como se fosse tocado, capturado, posto em contato com a aparência. O espaço da cidade já não é configurado apenas pela realidade, mas pela soma do real e do virtual, através da simulação estética e nostálgica da realidade. A luz, os efeitos da luz sobre os materiais reflexivos e as imagens são os meios para se obter esse espaço. Essa é a poética de Jean Nouvel (ZAERA - 1994).

3.2.2.3.1. Cenografia

"O arquiteto deve, em palavras de Le Marquet, cultivar a ficção para dominar melhor a realidade" (BOISSIÈRE -1997: 18).

Na cenografia, Jean Nouvel mostra sua paixão pelo cinema e o que quer tomar do material cinematográfico: uma visão da paisagem, uma referência à ficção, aos meios técnicos e uma fascinação pelos modos da transmissão da imagem que comparte com os cineastas (BOISSIÈRE - 1997).

Segundo Jean Nouvel (em entrevista a GILLES de BURE - 1992 apud SPERLING - 1996), arquitetura e cinema são muito próximos. Tanto na arquitetura como no cinema, alguém pensa, concebe e lê um edifício em termos de seqüências - numa dimensão de tempo e movimento. Criar um edifício é adivinhar e explorar efeitos de contraste e articulações com a sucessão de espaços através dos quais alguém passa.

Vem da cenografia o desejo de Jean Nouvel pelo desenvolvimento de cenários, a arquitetura como espaço de acontecimentos, palco de ações e representações. Eventos que não podem ser expressos em termos de funcionalismo e que são verdadeiras aberturas para a imaginação (Jean Nouvel em entrevista a GILLES de BURE - 1992 apud SPERLING - 1996).

Nouvel brinca com a vertigem, com a claustrofobia e com as reflexões da luz, sendo que qualquer problema de arquitetura se converte em um problema de sensibilidade, seja a respeito de um suposto mundo artificial criado ou a respeito de um entorno preexistente. Cada era produz sensações desconhecidas e inexploradas e o arquiteto está interessado nessas novas sensações que produzem prazer (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

"Fazer arquitetura é eleger a série de sensações que você quer implantar em um lugar dado. Não se trata de usar necessariamente as últimas sensações, mas tão pouco de conformar-se com as sensações herdadas. (...) O que é interessante é praticar uma arquitetura viva" (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA -1994: 41).

E os novos materiais vítreos proporcionam a materialização desse conceito de uma nova sensibilidade. Uma peça de vidro transparente que se torna opaca ou translúcida com o apertar de um botão, isso sim seria parte da cenografia do mundo contemporâneo. Alguns sustentam que este processo tecnológico pode empobrecer

a arquitetura, reduzindo sua complexidade visual. Mas para Jean Nouvel o problema é justamente encontrar o registro emocional que não foi possível ter em outros tempos, contudo agora é acessível e não suficientemente explorado. O arquiteto acredita que existe uma dimensão estética e emocional em poder encontrar a solução mais enigmática - uma nova dimensão poética (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

Mas Nouvel não constrói unicamente com os materiais inventados nos últimos 20 anos para fazer parte da modernidade - isso, segundo Jean Nouvel (em entrevista a ZAERA - 1994), seria como escrever um livro só com palavras aparecidas durante os últimos 20 anos. Ao contrário, o que interessa ao arquiteto é conectar campos diferentes e manter uma permanente diagnose cultural, colhendo os dados do momento e do lugar onde se encontra, com o cliente e com o pressuposto que possui e com a tecnologia que está a disposição.

Então a fatalidade e as incertezas dos jogos de luz, cores e imagens vão influenciar sua maneira de projetar. Para Nouvel, historicamente os homens sempre lutaram contra a fatalidade (contra o peso, a escuridão, a distância, etc.), como se o fatal, mesmo que unicamente perceptível, fosse um sentimento mal, e deste modo, evitando-se a fatalidade, sentiríamos alívio. Assim ele domina a matéria, manipula as percepções e faz um caminho oposto ao dos homens que lutam contra a fatalidade, mostrando como explorar as possibilidades abertas pelas tecnologias contemporâneas e encontrar nelas uma dimensão emocional (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

Aqui, a seqüência de imagens, enquadramento e zoom, entre outros efeitos, são materializados pelos efeitos proporcionados através do uso dos novos materiais vítreos, criando fantasias numa poética da luz. Entre os novos campos de sensibilidade proporcionados pelos jogos de luzes e imagens está a vertigem, a instabilidade, a falta de peso - todos servem para a exploração da poética de Nouvel.

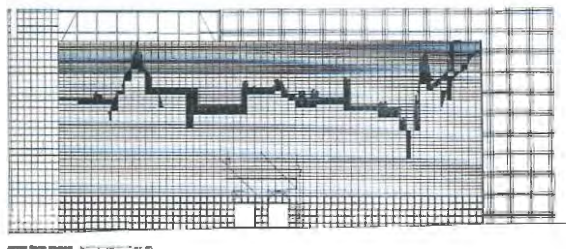
3.2.2.3.2. *Sobreposições*

Os jogos de luzes, serigrafias e reflexões de imagens distribuídos em várias camadas vítreas proporcionam um outro efeito muito explorado por Jean Nouvel: as violentas compressões e expansões do espaço¹⁷. Esse efeito acontece conforme a aproximação do observador em direção ao interior do edifício, fazendo oscilar a visão dos espaços desde o mais sedutor ocultamento da perspectiva do interior até a mais obscena transparência da pele que o protege. Isso acontece com os tabiques da Fundação Cartier onde ora os planos de vidro

refletem as árvores do entorno, ora esses planos tornam-se transparentes mostrando o espaço do interior, oscilando entre o bi e o tridimensional.

"(...) tento jogar com o vidro porque tem desenvolvido possibilidades assombrosas. No edifício da Fundação Cartier usei grandes lâminas inteiras de vidro 8X3 metros. Quando penso nele me parece um milagre, mas quando o vejo ali me parece absolutamente natural" (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA -1994: 31).

Fundação Cartier.
Oscilações entre o bi e tridimensional.
RILEY (1996), p. 56.



Fachada Norte do IMA.
El Croquis 65/66, p. 70

A fachada Norte do IMA também proporciona essa dupla virtualidade, onde uma serigrafia do *skyline* de Paris sobre o plano de vidro se confunde com a própria imagem da cidade vista do interior do edifício. Esse efeito também pode ser obtido conforme as mudanças radicais das condições de iluminação entre o dia e a noite, ou entre os lugares mais a sombra e os brilhantemente iluminados.

Trabalhar com a perspectiva tem uma grande importância para Jean Nouvel, desta maneira ele domina as distâncias e cria efeitos que dependem do vidro utilizado, da luz e da posição do observador. No edifício da Fundação Cartier, segundo COMPAGNO (1996), foi utilizado o vidro reflexivo prata para proporcionar as reflexões e transparências. Essa sobreposição de planos e imagens Nouvel vê como um importante problema estético deste final de século e a oscilação permanente entre o bi e o tridimensional aparece em vários projetos de Jean Nouvel (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

No projeto para Tête-défense, a seqüência de experiências depende da aproximação a ele: De longe, o edifício se torna um fundo plano, mas aproximando-se da fachada se desprega o interior em perspectiva. Para ZAERA (1994), essa técnica lembra as pinturas de Sol-Le-Witt que jogam constantemente com a ambigüidade dimensional.



Fragmento de: *"On Four Walls, continuous forms with colour ink washes superimposed"*, de Sol LeWitt (1987).
El Croquis 65/66, p.57.



"Asymmetrical pyramid with color ink washes superimposed", de Sol LeWitt (1985).
El Croquis 65/66, p.55.

Tudo isso é o contrário da perspectiva clássica, onde tudo se encontra subordinado a uns determinados pontos de fuga. Para Nouvel, as imagens virtuais invadem o espaço real criando uma configuração mais fantástica que só é possível ser materializada através dos novos materiais vítreos que enriquecem e possibilitam a sua poética.

A explosão das técnicas de investigação e conhecimento e o desenvolvimento de novos materiais tem alterado completamente o conceito do belo. No entanto hoje em dia, tanto nas artes plásticas como na arquitetura, existem violentos ataques sobre essa nova poética - uma experiência que MACHADO (1993) descreve como uma fuga do próprio tempo e dos novos acontecimentos. Como se as novas tecnologias não pudessem despertar um novo interesse. Isso seria fechar os olhos para os acontecimentos da atualidade, importantes inclusive para as grandes empresas, que produzem vidros, na medida em que proporcionam além de novos resultados estéticos, também melhores resultados técnicos de conforto ambiental.

Para Jean Nouvel (em entrevista a ZAERA - 1994), as intensidades de luz e de cor são dimensões muito importantes para a percepção e proporcionam assombrosos espetáculos arquitetônicos. Nouvel acha muito difícil determinar o que é vulgar ou elegante, para ele muitas das grandes evoluções na história da sensibilidade e da arte, de fato, têm sido desenvolvidas a partir da vulgaridade. As próprias cidades, suas luzes coloridas ou os signos do comércio nos oferecem um espetáculo vulgar da nossa modernidade.

"(...) quando ultimamente ouço que algo é interpretado como vulgar, tendo a desenvolver um imediato interesse a respeito." (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA -1994: 35).

Essa técnica de sobreposição e ocultamento opera na desarticulação do corpo, que passa da opacidade zero até a infinita e da transparência para o negro. Essa forma de operação é uma perfeita ilustração das condições apontadas por Baudrillard como próprias da sociedade do consumo: entre a sedução e a pornografia, entre o mistério e a hiper-realidade (ZAERA - 1994).

Ainda a respeito das Sobreposições, Jean Nouvel foi pioneiro na superposição de textos ou imagens serigrafadas sobre as superfícies de planos vitreos nas fachadas, transformando a pele do edifício em superfícies de registros expressivos.

Euralille, Lille, França (1991 - 94), Jean Nouvel.
Superimposição de imagens e cores em material vitreo.
GA document - 7, p.99.



Fabrica Cartier, COMPAGNO (1996), p. 65 e El Croquis 65/66, p. 21.



Trata-se de uma técnica que tem sido freqüentemente usada em muitos campos, desde a caligrafia até a publicidade (em logotipos), e é freqüentemente empregada para qualificar diferentes planos superpostos, associando o signo ao plano em questão. Isso pode ser observado na Fábrica Cartier onde o nome "Cartier" está impresso nas duas camadas vitreas jogando com o positivo e o negativo, ou no projeto para DuMont Schauberg onde a diferenciação entre cada um dos planos do edifício se produz através da associação de cada plano a um tipo de signo distinto, relacionado com a natureza do edifício (ZAERA - 1994).



DuMont Schauberg, Alemanha (1990), BOISSIÈRE (1997), p.137.

O que mais interessa a Jean Nouvel dessa superposição não é o seu valor comercial ou simbólico, mas a dimensão plástica, a estética resultante da superposição dos signos. Para ele, a maioria das concepções arquitetônicas feitas por arquitetos querem ser tão perfeitas que chegam a considerar qualquer signo externo como uma espécie de poluição a sua essência. Ao contrário, Nouvel coloca essa questão como uma nova condição que vem do exterior e que afetará necessariamente a arquitetura e assim explora essa força externa em sua dimensão estética. A escala dos logotipos, sua profundidade e sua iluminação tornam-se um autêntico vocabulário plástico e, portanto, arquitetônico (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994).

"(...) é uma aproximação diferente do que Venturi pratica, na qual cada signo está perfeitamente classificado e usado de forma articulada, em termos de sua significação. Eu poderia dizer que para mim os signos têm uma dimensão mais clássica, emocional." (Jean Nouvel em entrevista a ZAERA - 1994: 35).

Assim, Jean Nouvel quer fazer as pessoas cientes da escala do edifício, exibindo sua grande dimensão interna e brincando sobre a profundidade de campo. O arquiteto gosta muito de trabalhar com profundidades de campos, lendo o espaço em termos de densidade e profundidade. Nouvel faz desse jogo uma constante motivação para a sua criação e daí a superposição de diferentes retículas, de diferentes planos legíveis e de diferentes lugares serem pontos de passagem obrigatória e serem encontrados em todos os seus edifícios (Jean Nouvel em entrevista a GILLES de BURE - 1992 apud SPERLING - 1996).

3.2.2.3.3. Desmaterialização

Jean Nouvel foi um dos primeiros arquitetos a falar do conceito de desmaterialização, lá pelos anos 70, aludindo uma questão mais ampla - a ilusão, onde é evidente o interesse pela instabilidade da matéria, pela falta de peso do objeto. Apoiando-se na perfeição dos avanços técnicos que têm sido produzidos na fabricação e

tratamento do vidro, Nouvel tem desenhado uma sucessão de edifícios nos quais os limites físicos tendem a difundir-se, onde as transparências e as reflexões confundem o edifício e o seu entorno (BOISSIÈRE - 1997).

O projeto Tête-Defense (1983) foi o precursor do tema da desmaterialização, mas a Torre Sem Fim é a ilustração mais espetacular desse processo até o momento. Ela seria a torre mais alta da Europa, se já tivesse sido construída, e literalmente interminável. Próxima ao solo, o material construtivo é a pedra, conforme mais altura vai alcançando, mais transparente vai se tornando até próxima ao topo, onde surgem serigrafias em padrão prateado que até o topo mais densas vão se tornando até refletir completamente o céu, confundindo o que seria a Torre e o céu, desmaterializando-se no ar (BOISSIÈRE - 1997).

Torre Sem Fim
El Croquis 65/66, p. 151.

"Com uma graça esbelta, a Torre enraíza na terra e se une a natureza mineral da mesma (pedra) para crescer e progressivamente desaparecer servindo-se de materiais cada vez mais apagados e leves antes de desaparecer no céu."
(BOISSIÈRE - 1997: 20).



3.2.3. Instituto do Mundo Árabe: poética e técnica

Em 1974, a França e os países Árabes decidiram confirmar uma cooperação contínua nos territórios da cultura e civilização através da criação, em Paris, de um instituto que produzisse informações sobre o mundo Árabe. Em 1980, essa decisão foi ratificada pela assinatura de um ato internacional criando o Instituto do Mundo Árabe, reconhecido pelo governo francês como uma organização de interesse público (Paul Carton, *"The dialogue between cultures"* in Catálogo do IMA).

Esse Instituto deveria tornar a cultura Árabe mais conhecida entre os europeus, desenvolvendo um profundo conhecimento e melhor entendimento do mundo Árabe dentro da França: de sua língua, civilização e luta pelo desenvolvimento; melhorando a comunicação, cooperação e trocas culturais entre a França e o Mundo Árabe particularmente nos campos científicos e técnicos; melhorando as relações entre a França e o Mundo Árabe e

também contribuindo para o desenvolvimento das relações com o resto da Europa (Paul Carton, *"The dialogue between cultures"* in Catálogo do IMA e Patrice Goulet, *"L'IMA: L'Institut du Monde Arabe"* in A+U - 214/1988).

Uma competição nacional de arquitetura, a qual fazia parte da política do presidente Mitterrand de promoção de uma série de projetos em escala nacional conhecidos como *"Grands Projects"*, premiou Jean Nouvel, Pierre Soria, Gilbert Lezènes e *Architecture Studio* - Martin Robain, Jean-François Galmiche, Rodo Tisnado e Jean-François Bonne (Olivier Boissière, *"L'Institut du Monde Arabe di Parigi"* in L'ARCA - 15/1988).

Desde a Segunda Guerra Mundial, a França havia passado por uma fase de mudanças de valores. Nos anos 60 as pessoas ainda falavam do "deserto francês". A destruição feita pelas transformações urbanas, a concentração das construções nas mãos de poucas firmas de arquitetura e a raridade de talento entre os profissionais havia ofuscado o desenvolvimento da arquitetura, que sobrevivera somente com bases na força de antigos mestres como Loos e Le Corbusier. A revolta causada pelos problemas de Maio de 1968 introduziu uma nova geração de bons arquitetos, mas foi a mudança política de 1981 que indubitavelmente mais contribuiu para as mudanças da paisagem. Entre os *"Grands Projects"* incluem *"Opéra de la Bastille"*, *"Grand Louvre"*, *"Arche de la Défense"* e *"Ministry of France"* (Olivier Boissière, *"L'Institut du Monde Arabe di Parigi"* in L'ARCA - 15/1988).

Entre os participantes do concurso estavam alguns dos mais proeminentes arquitetos jovens da época: Edith Girard, Henri Ciriani, Yves Lion, Christian de Portzamparc e a dupla Jourda - Perraudin, mas o concurso premiou Jean Nouvel e seus associados daquele momento, marcando o verdadeiro ingresso de Jean Nouvel na fama internacional (Olivier Boissière, *"L'Institut du Monde Arabe di Parigi"* in L'ARCA - 15/1988 e Patrice Goulet, *"L'IMA: L'Institut du Monde Arabe"* in A+U - 214/1988).

Dentro do programa, o IMA é um centro cultural que inclui um museu com exposição permanente e salas com exposições temporárias, uma cafeteria-auditório, um espaço de recepção, biblioteca com 100.000 livros, cômodos para encontros, *workshops* infanto-juvenis e escritórios da fundação (ZAERA in EL CROQUIS 65/66 e Daralice D. Boles, *"Modernism in the city"* in Progressive Architecture - July/1987).

Dentro dos principais esquemas implantados pelo presidente Mitterrand, o IMA é o mais modesto, contudo muitos autores consideram-no o de maior sucesso. O Instituto ocupa uma parte excepcional de Paris: Um local à margem esquerda do *"Seine"*, com perspectivas da *"Ile Saint Louis"* e da *"Ile de la cité"*, no fim Leste do *"Faubourg Saint Germain"*, fazendo borda também com a Paris de Haussmann e com a Faculdade de Ciências construída nos anos 60 (Olivier Boissière, *"L'Institut du Monde Arabe di Parigi"* in L'ARCA - 15/1988).

Arquitetonicamente o projeto envolve três principais dicotomias: o aspecto tradicional e a modernidade do local; as culturas Árabe e Ocidental; e as interioridades e aberturas, procurando resolver contradições entre uma Paris velha e a nova Paris, entre as culturas e entre a introversão e a extroversão dos espaços. Os arquitetos Jean Nouvel, Gilbert Lezènes, Pierre Soria e *Architecture Studio* festejam nessas dicotomias as revelações e soluções do projeto (Charlotte Ellis, "Split on the Seine" in *The Architectural Review* - 1088/1987 e Daralice D. Boles, "Modernism in the city" in *Progressive Architecture* - July/1987).

3.2.3.1. As Dicotomias do IMA

Na sua maneira de conceber um projeto, com a análise minuciosa dos dados do local e do programa, Jean Nouvel diz sempre se deparar com contrastes. No caso do edifício do IMA, o terreno está localizado na fronteira entre dois tipos diferentes de tecidos urbanos - de um lado o tradicional e contínuo tecido do "faubourg Saint Germain" e do outro está um tecido mais moderno e descontínuo onde encontra-se a Faculdade de Ciências. O projeto de Nouvel estabelece um diálogo entre os dois tecidos, bem como reflete relações dialéticas entre a história e a modernidade das culturas envolvidas e entre os edifícios tradicionais e modernos da região (Jean Nouvel em entrevista a Marc Jouassain in Catálogo do IMA).



Um giro ao redor do IMA.
(da esquerda para a direita: Fachada Oeste - onde está a Torre de livros e Fachada Norte - a frente do rio Seine)
El Croquis 65/66, pp. 69, 66 e 67.

Mas na opinião do arquiteto esses contrastes são verdadeiros estímulos. Cada novo lugar faz um novo projeto e vice-versa, e isto promove uma nova arquitetura. Nouvel capta o contexto daquele momento, refletindo o instante daquele projeto, e para ele não existiria nada pior ou mais monótono do que conceber um projeto em um lugar que não apresentasse contrastes. No final, o projeto poderia não ser arquitetura, pois dificilmente conseguiria refletir as condições de edificação de sua era (Jean Nouvel em entrevista a Marc Jouassain in Catálogo do IMA).

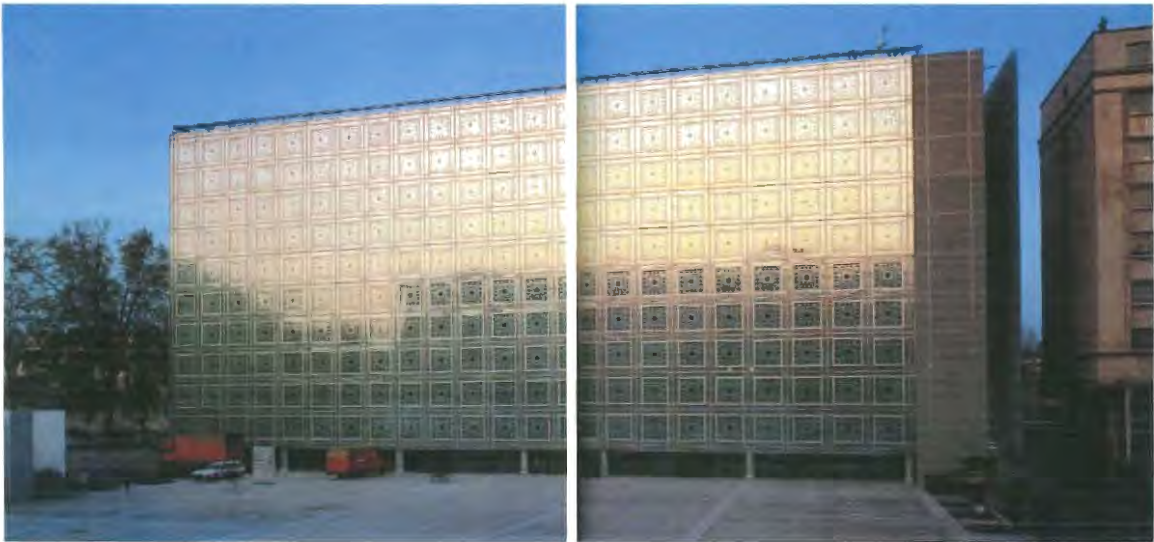
Jean Nouvel gostaria que as pessoas identificassem em seu projeto que esse foi um edifício “dos anos 80”. Para Patrice Goulet (“L’IMA: L’Institut du Monde Arabe” in A+U - 214/1988), a conclusão é óbvia: se existe modernidade no IMA (e existe, ele não tem dúvidas) ela está diretamente ligada ao contexto, ao programa e às técnicas construtivas, evidenciando contrastes entre os tipos de ocupação urbana (os diferentes tecidos colocados a pouco) e entre as duas culturas envolvidas (Árabe e Ocidental).



Um giro ao redor do IMA.
(da esquerda para a direita: Fachada Norte e o rio Seine e lado Leste - fim da fachada curva)
El Croquis 65/66, pp. 62, 63 e 83.

Nesse projeto, elementos simbólicos da cultura Árabe tradicional são construídos com técnicas da modernidade - traduzindo a história de seus dois componentes de civilização. Esse contraste entre o simbolismo do passado e a modernidade mostram uma maneira muito particular de interpretação contemporânea de Jean Nouvel, onde a leitura divide os componentes em *layers*, trazendo informações dicotômicas para a formação do projeto.

Dessa forma, o edifício do IMA se define como uma interface¹⁸, onde de um lado está a cultura Árabe - exatamente geométrica, com noções de interioridade (como a introversão dos pátios), com a presença de elementos tradicionais que no IMA apresentam-se simbolizados (alguns desses elementos filtram a luz, como os "moucharabiehs" da fachada Sul) - e do outro lado está a cultura Ocidental - com a cidade de Paris, suas lógicas de urbanismo, racionalidade, aberturas e transparências, tecnologia e modernidade (Patrice Goulet, "L'IMA: L'Institut du Monde Arabe" in A+U - 214/1988).



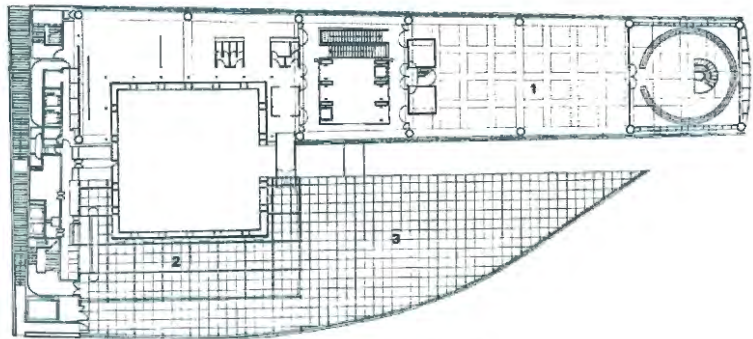
Um giro ao redor do IMA.
(Fachada Sul - "moucharabieh" e a praça pavimentada situada entre o IMA e a Faculdade de Ciências)
L'Arca 15, pp. 12 e 13.

Um giro ao redor do IMA.
(Laterais Sul e Oeste - novamente a Torre de livros sob a camada vítrea)
El Croquis 65/66, p. 71.

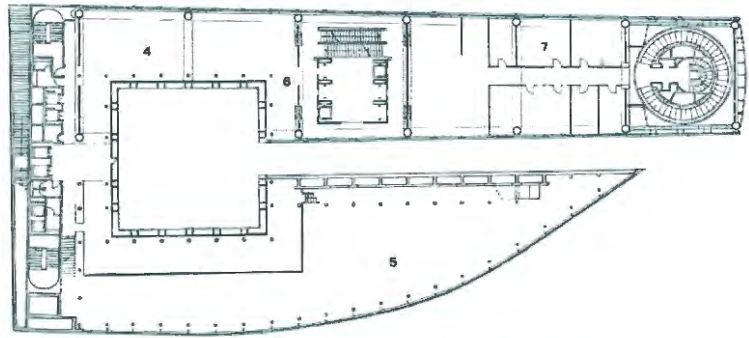


Entre os participantes do concurso, a equipe de Jean Nouvel foi a única que compreendeu a implantação nesse limite entre a Paris antiga e sua homogeneidade urbana e a Paris da modernidade com seus espaços descontínuos. A equipe também compreendeu o contraste entre as construções do local - evidenciando, ao invés de esconder, os diferentes edifícios da região; assim o desproporcional edifício do Departamento de Ciências não deveria ser ignorado, mas visivelmente evidenciado como o fruto de um estado de pensamento de arquitetura onde a racionalidade ditou as regras, evidenciando o conceito que se passou no hiper-funcionalismo dos anos 60, mostrando a cidade como *layers* do tempo onde um edifício

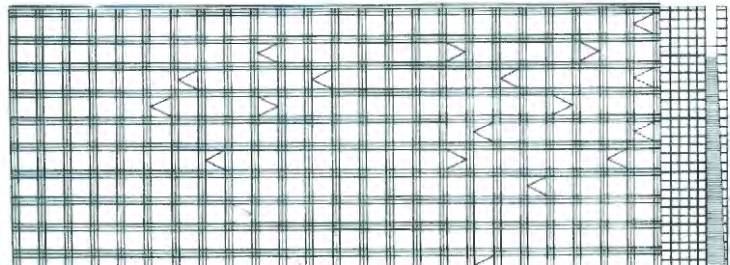
concebido com estacas e planos permitindo crescimento ilimitado convive com outros edificios históricos. Se o IMA já está dentro de uma proeminente posição na história da arquitetura, parcialmente é devido ao fato de que esta é uma das primeiras realizações da modernidade ilustrando e checando esse método "retroativo" que Rem Koolhaas tão bem representou, e que consiste em revelar o "projeto escondido" de um confuso e desordenado lugar, e por essa razão fazendo mais fortes os edificios preexistentes (Patrice Goulet, "L'IMA: L'Institut du Monde Arabe" in A+U - 214/1988).



planta sétimo. 1: sala das conferências 2: cafeteria 3: terraço / 7th floor plan 1: conference hall 2: restaurant 3: terrace



planta sétimo. 4: museu 5: vasto 6: acesso ao museu 7: officina / seventh floor plan 4: museum 5: open to below 6: entrance to museum 7: office



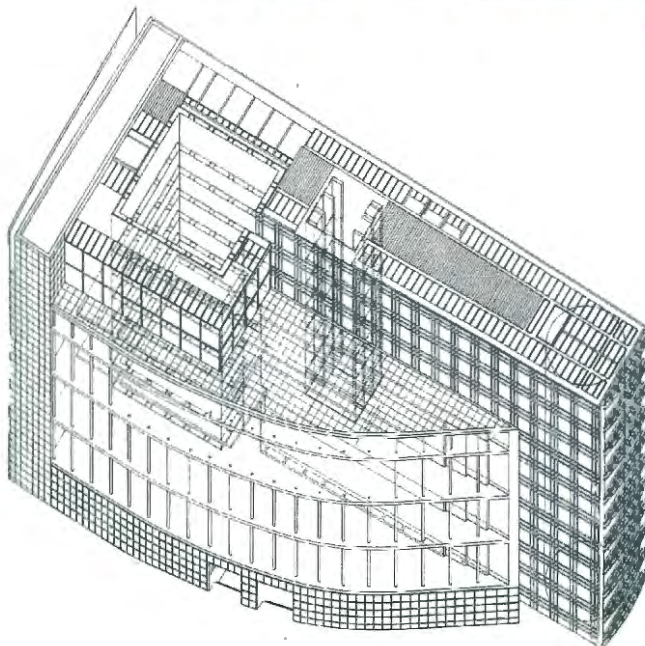
Plantas do sétimo e nono pavimentos e
elevação Sul.

El Croquis 65/66, p. 70.

O IMA está encaixado no local com uma precisão que outro edifício não poderia ter. É perfeito. A forma do edifício vem da análise do lugar. O próprio edifício está dividido em dois por uma estreita fenda, dividindo os dois tipos de tecido urbano (Norte - Sul) e em alinhamento exato com as torres da Nôtre-Dame e o pátio interno do IMA (Leste - Oeste) - faceado com "pedra translúcida", onde uma fonte de mercúrio líquido na base do pátio ecoa as fontes dos palácios Árabes de 1.000 anos atrás e onde se tem o acesso às exposições temporárias (Daralice D. Boles, "Modernism in the city" in Progressive Architecture - July/1987).



io interno revestido com alabastro - uma pedra branca e translúcida.
El Croquis 65/66, p. 86 e L'Arca 15, p. 23.



Axonométrica do IMA
L'Arca 15, p. 15.



A fenda.
GA document - 7, p. 16.

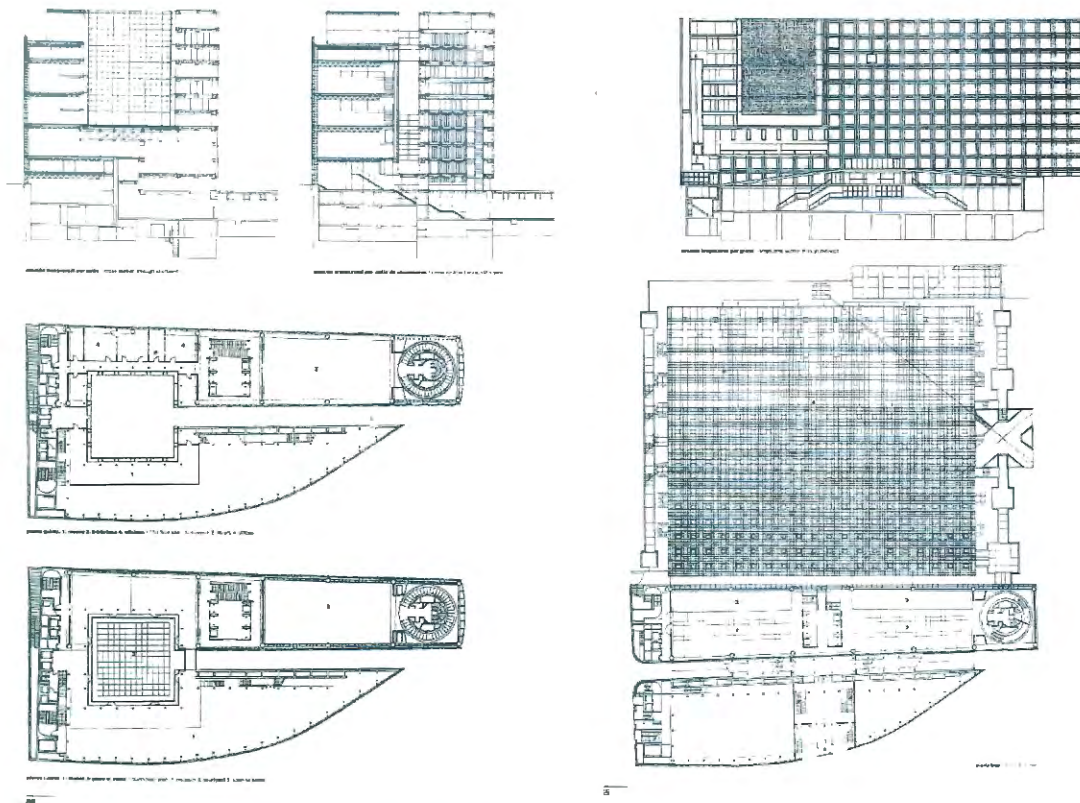
Essa estreita fenda parece ser a resposta adequada para resolver o problema de contato entre o "faubourg Saint Germain" e o bloco existente da Universidade; e a orientação entre o pátio e a catedral é a metáfora central do IMA. O pátio e outros elementos da cultura Árabe foram projetados especificamente para resgatar precedentes Árabes (Daralice D. Boles, "Modernism in the city" in Progressive Architecture - July/1987 e Patrice Goulet, "L'IMA: L'Institut du Monde Arabe" in A+U - 214/1988).



Imagens de Nôtre-Dame vistas da sala de conselhos que está situada sobre a Torre de livros. Ele Croquis 65/66 pp. 80 e 81.

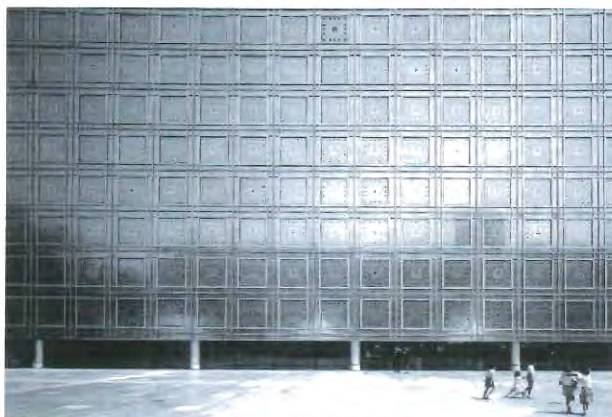


As alturas e dimensões tradicionais dos edifícios vizinhos são respeitadas. O corpo retangular do edifício, ainda que voltado para a Universidade, se distancia dela por uma ampla praça pavimentada¹⁹. Na transparência do extremo mais a Oeste do edifício aparece o volume cilíndrico branco da torre dos livros da biblioteca que é intencionalmente um marco, terminado as vistas para quem vem do fim da "faubourg Saint Germain", desde o "Le Saint Louis" e a ponte Sully. Essa torre de concreto de livros, presa sob vidro e alumínio, é um "minaret" moderno. Sua rampa em espiral teve suas paredes cuidadosamente abertas em alguns trechos de modo que permitisse vistas para o Seine. O hall de colunas do porão apresenta-se igualmente como um espaço poderoso e evocativo (ZAERA in EL CROQUIS 65/66, Patrice Goulet, "L'IMA: L'Institut du Monde Arabe" in A+U - 214/1988 e Charlotte Ellis, "Split on the Seine" in The Architectural Review - 1088/1987).



Planta do quinto e quarto pavimento - onde está o piso do pátio interno.
El Croquis 65/66, p.68.

Planta do pavimento térreo - onde está a praça
pavimentada situada entre o IMA e a Universidade de Ciências.
El Croquis 65/66, p.65.



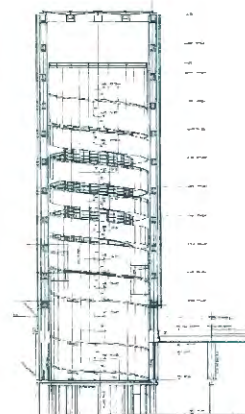
Praça pavimentada entre o IMA e a Universidade de Ciências.
GA document - 7, p.16.



Hall de Colunas.
L'Arca 15, p.19.



Torre dos livros
El Croquis 65/66, p. 79.

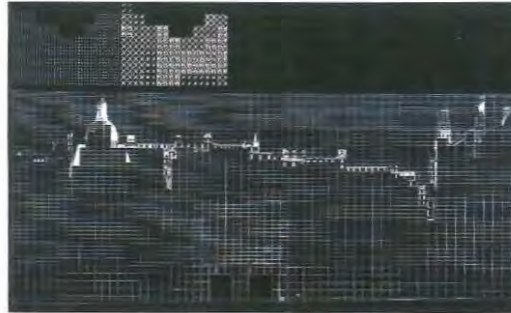


Torre dos Livros
El Croquis 65/66, p.78.

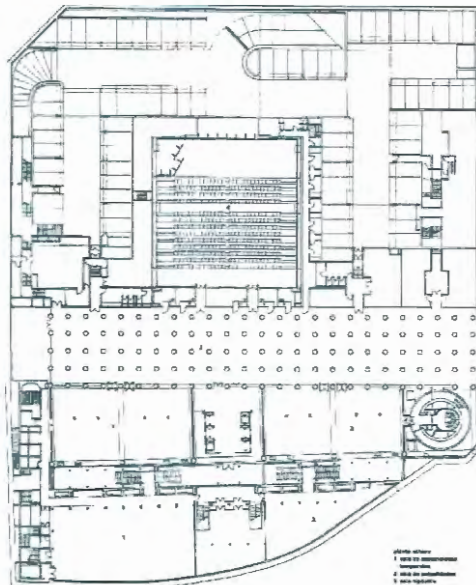
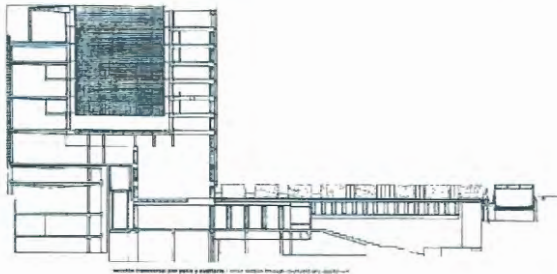
Assim, o IMA é o “resultado da contradição do lugar”. E a aproximação arquitetônica é totalmente baseada nos atrativos e público para a cultura Árabe, ao mesmo tempo que envolve as técnicas da modernidade ocidental - tornando óbvio a contradição quando se observa a fachada Sul com suas 16.000 partes que movimentam-se através de células foto-sensoras similarmente aos diafragmas de câmeras fotográficas, projetadas para abrir e controlar a luz. A forma e o padrão de luz e sombra que criam promovem imediatamente uma alusão visual à cultura Árabe tradicional, mas isso se dá através de significados ocidentais da modernidade (materiais e técnicas). A fachada Norte também mostra, em contraste, as culturas Árabe e Ocidental. A vista sobre o *Seine* para o Norte irá aparecer através de uma parede vítrea colocada atrás de uma grelha de alumínio retilíneo, intencionado para fornecer a transição entre a cultura Árabe mostrada no museu e o cenário parisiense (paisagem externa e *silk-screen* do *skyline* de Paris sobre o vidro).



Lado interno da Fachada Sul.
BEHLING & BEHLING (1996), p. 217.



Skyline serigrafado da Fachada Norte.
L'Arca 15, p. 22.



- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 sala de reuniões 2 sala de espera 3 sala de espera 4 sala de espera 5 sala de espera | <ul style="list-style-type: none"> 6 sala de espera 7 sala de espera 8 sala de espera 9 sala de espera 10 sala de espera |
|--|---|

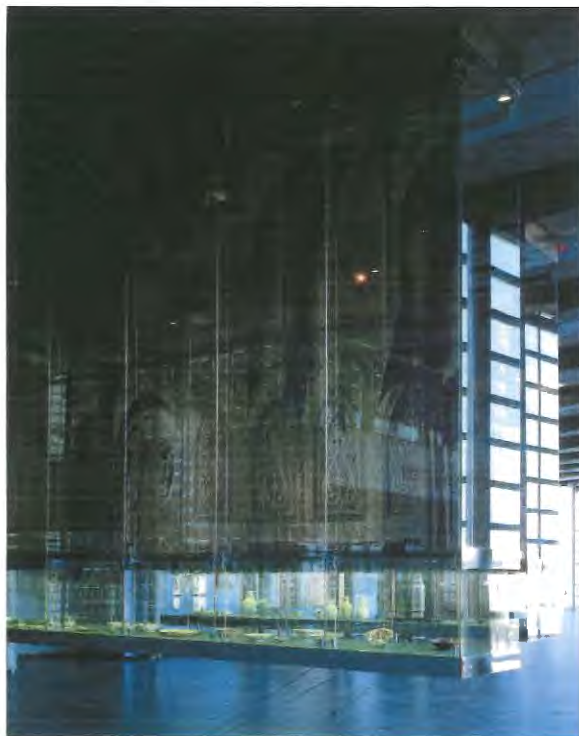
Planta do subsolo - IMA.
El Croquis 65/66, p. 64

3.2.3.2. Os Variados Efeitos da Luz Natural Alcançados por Diferentes Soluções Técnicas.

3.2.3.2.1. Cenografia, Sobreposições e Desmaterialização.

Nouvel não faz segredo do seu gosto pelo cinema, comparando a concepção e o processo construtivo de um edifício com a produção de um filme: sinopse, cenário, filmagem, trilha sonora, edição, etc.; e influencia essa similaridade também na equipe de trabalho, onde cada membro ocupa uma função igualmente importante enquanto ele mesmo é o autor-diretor (Olivier Boissière, *"Institut du Monde Arabe: Thanks God, It's Friday Night"* in *L'Architecture D'Aujord'Hui* - 255/1988).

Nesse processo, Nouvel fala de como seria possível para os espaços usar técnicas que aprendemos com os filmes. Um exemplo é a maneira como o arquiteto julga desnecessário mostrar todo o movimento de uma ação, pois apenas algumas poucas imagens-chave serão suficientes para que nossas mentes treinadas reconstruam todo o resto da informação (Patrice Goulet, *"L'IMA: L'Institut du Monde Arabe"* in *A+U* - 214/1988).



Os espaços do museu no final curvo do volume menor - interior da fachada Norte. *L'Arca* 15, pp. 20 e 21.

Um outro exemplo da cenografia reconhecido no IMA é o processo da editoração, onde num caminho aparecem quase que simultaneamente duas imagens (duas tomadas) as quais constroem uma história. Mais relevante ainda é o processo de deslocamento de um espaço para o outro, onde a transição, ou melhor, a condensação dessa transição se passa dentro da superfície da parede (Patrice Goulet, "L'IMA: L'Institut du Monde Arabe" in A+U - 214/1988).



Caixa de escadas e superfícies vitreas.
El Croquis 65/66, p.72 e L'Arca 15, p. 21.

Assim, deslocamentos em câmara-lenta ou rápidos são possíveis na passagem de um espaço para o outro. No IMA, esses espaços são muito heterogêneos. Essa passagem, portanto, se dá através da transparência e reflexão dos materiais e dos detalhes das superfícies que distanciam e igualam diferentes ambientes, promovendo transições do pátio para o Hall, dos elevadores para o cômodo de encontros ou do museu, através de um "espelho" que é uma repartição vítrea, para alcançar a caixa de escadas e mudar de níveis (Patrice Goulet, "L'IMA: L'Institut du Monde Arabe" in A+U - 214/1988).

Deste modo, no IMA Jean Nouvel vem materializar a extensão de seu olhar cinematográfico: tomadas frontais e reversas deixando impressões dentro e fora, zoom, panorâmicas, enquadramento, seqüências, deslocamentos em câmara-lenta ou rápido, luz direta e luz difusa, reflexões, centrar e imaginar vida, além das panorâmicas sobre a cidade e as sensações exteriores da noite (Olivier Boissière, "Institut du Monde Arabe: Thanks God, It's Friday Night" in L'Architecture D'Aujord'Hui - 255/1988).

Um outro conceito abordado pela dissertação e presente no IMA, o de sobreposições, envolve uma destruição contemporânea do destino das paredes. Assim elas tendem a atuar cada vez menos como o limite de um volume e cada vez mais como o significado de transição, através de maior e menor porosidade ou através de informações que transportam no interior das superfícies.



As superfícies vítreas do museu - interior da fachada Norte.
El Croquis 65/66, p.84.

Assim, ora evidenciando o interior ora reproduzindo imagens nas fachadas-telas, as sobreposições de superfícies transparentes reflexivas favorecem um fenômeno que é muito representativo de novas estéticas específicas de nosso tempo. Esse jogo de imagens pode ser explicitamente encontrado também em tudo que é relatado para a comunicação - como os *silk-screens* sobre os vidros, padronizados em desenhos ou palavras, ou como as telas de cristal líquido que cada vez mais se reproduzem nas fachadas das cidades.

Por fim, o conceito de Desmaterialização também promove uma evolução contemporânea de uma nova poética do objeto - como acontece na metamorfose da fachada do IMA, onde é marcado um caminho desde a matéria até o espírito. Assim, se as formas oscilam, os volumes tornam-se porosos; se as paredes transformaram-se em telas e nelas palavras e idéias são incorporadas, então as imagens se multiplicam e confundem os limites da edificação - promovendo expansões e compressões dos espaços (Patrice Goulet, "*L'IMA: L'Institut du Monde Arabe*" in A+U - 214/1988).

Esse rico jogo entre espaços e planos, alguns comprimidos e outros dilatados, conspiram para criar um dinamismo fluido (deveria-se quase dizer cinetismo) que raramente tem sido tão pronunciado em um edifício contemporâneo como no IMA (Olivier Boissière, "*Institut du Monde Arabe: Thanks God, It's Friday Night*" in L'Architecture D'Aujourd'Hui - 255/1988).

Esses conceitos colocados através dessas três palavras-chave (cenografia, sobreposições e desmaterialização) estimulam indústrias vidreiras e são materializados através das qualidades que os novos materiais vítreos têm proporcionado. É através desses conceitos que podemos compreender o que a modernidade significa para Jean Nouvel, pois segundo Charlotte Ellis ("*Split on the Seine*" in The Architectural Review - 1088/1987), o arquiteto espera que as pessoas olhem para o IMA e digam: "Estes foram os anos 80".

A justaposição desses efeitos (cenografia, sobreposições e desmaterialização) que são muitas vezes simultâneos, as suas interdependências e a mágica são, sem dúvidas, as características do IMA. Todos esses efeitos vêm das reflexões, refrações e dos caminhos da luz através dos materiais, convocando simbolismo e modernidade que, no IMA, viajam de um momento para o outro, ora referindo-se ao passado ora mostrando a contemporaneidade do edifício (Olivier Boissière, *"Institut du Monde Arabe: Thanks God, It's Friday Night"* in *L'Architecture D'Aujord'Hui* - 255/1988).



Jogos de luz do interior da fachada Sul.
BOISSIÈRE (1997), pp. 88 e 89.

Se Louis Kahn, do Movimento Moderno, dizia: "Luz é", opostamente o IMA é constantemente ocupado em decompô-la - variando-a, desviando-a, filtrando-a, refratando-a, jogando com a luz e alterando-a para causar vertigem e caminhos inesgotáveis (Olivier Boissière, *"Institut du Monde Arabe: Thanks God, It's Friday Night"* in *L'Architecture D'Aujord'Hui* - 255/1988).

3.2.3.2.2. Qualidades do Vidro.

Os conceitos de Jean Nouvel abordados para esse trabalho estão muito relacionados com a qualidade que os novos materiais vítreos têm proporcionado. É bom lembrar que é dessa forma que a indústria vidreira tem sido estimulada pelos grandes nomes da arquitetura, movimentando novas pesquisas e o desenvolvimento de novos produtos.

Para Jean Nouvel, o que interessa do vidro são as reflexões, a quantidade de nuances que o material proporciona, e não a sua condição de transparência absoluta como aconteceu para os arquitetos pertencentes ao Movimento Moderno.

Ao arquiteto interessa a complexidade de respostas do vidro perante diferentes condições de iluminação, sua qualidade mediante a superposição de serigrafias (por exemplo) que pode transformá-lo em um plano com espessura. O vidro permite melhorar a complexidade plástica de um edifício sem complicar as formas, jogar com a luz como forma de programar o espaço, modificando-o ao longo do dia, e ainda permite que se regule tecnicamente segundo o conforto ambiental desejado para o interior.

"Jogos de luzes, reflexos, refrações, transparências, densidades, profundidades e movimentos. Jogos de vertigem, claustrofobia, deslumbramento, real versus virtual, materialidade versus imaterialidade..., expressões de um material – e sua forma de utilização – como suporte e consequência direta do conceito" (SPERLING – 1996: s/n).

O que Jean Nouvel sempre apreciou na arquitetura de todas as eras é a revelação de tipos de consensos sociais e possibilidades de soluções técnicas daquele momento. E o vidro tem permitido soluções fantásticas, possibilitando projetar imagens e trabalhar com diferentes graus de opacidade e transparência, e viabilizando uma arquitetura que economiza energia e protege o meio ambiente. O vidro, para Nouvel, serve como campo de investigação do espaço contemporâneo.

3.2.3.2.3. Os Elementos que Filtram a Luz: três tipos de fachadas, três resultados diferentes da luz.

Como na escultura minimalista, a complexidade do IMA se dá segundo o trabalho sobre as leis da matéria e da energia. Jean Nouvel corrobora essa interpretação de domínio dos efeitos da luz desenvolvendo preocupações com a pele do edifício - trabalhando o design das paredes e deixando de complicar a forma da edificação (Patrice Goulet, "L'IMA: L'Institut du Monde Arabe" in A+U - 214/1988).

A importância dada à superfície e à bidimensionalidade, consideradas pelos Modernistas como uma perversão acadêmica, é evidente principalmente na fachada



El Croquis 65/66, p. 71

de diafragmas, cuja leitura obviamente não está em conexão com o volume, mas em um perfeitamente homogêneo e definitivamente claro plano - que possui sua própria lógica e uma completa autonomia, sem nenhum compromisso com a volumetria ou com as diferentes atividades do interior (Patrice Goulet, "L'IMA: L'Institut du Monde Arabe" in A+U - 214/1988).



El Croquis 65/66, p.8.

Uma das principais características do IMA, presente tanto nas superfícies exteriores e interiores como nos detalhes e configurações de espaços, é a heterogeneidade. E, ao contrário do Modernismo, as sobreposições e transparências das superfícies igualam essa heterogeneidade entre espaços e apresentam uma série de elementos que poderiam ser considerados supérfluos para os seguidores de Loos: os diafragmas, a Torre de livros, a decoração embutida na fachada Norte (Patrice Goulet, "L'IMA: L'Institut du Monde Arabe" in A+U - 214/1988).



BEHLING & BEHLING (1996), p.217; L'Arca 15, p.17; El Croquis 65/66, p. 85; L'Arca 15, p. 20; El Croquis 65/66, p.77, BOISSIÈRE (1997), p. 87.

Assim, como um objeto arquitetônico, o IMA possui o mínimo de formas, superfícies planas de metal e vidro faceando os limites (e que não são modestas de ornamentos) e, internamente, o edifício ainda apresenta jogos de sobreposições entre espaços e superfícies - o que ocasiona expansões e contrações espaciais, anulando e criando perspectivas com um profundo sentido do uso das reflexões, refrações e dos efeitos da luz difusa que proporcionam magia ao lugar.

Nas fachadas do IMA, Jean Nouvel procurou usar o elemento principal da arquitetura árabe: a luz como o material mais importante do projeto. Deste modo a fachada Sul é projetada como um gigante "moucharabieh" adaptado às condições naturais de Paris, ou seja, ao invés de um "moucharabieh" permanente (como aqueles projetados para climas quentes), o "moucharabieh" de Paris deveria ter uma forma diferente no inverno e no verão (Jean Nouvel em entrevista a Marc Jouassain in Catálogo do IMA).

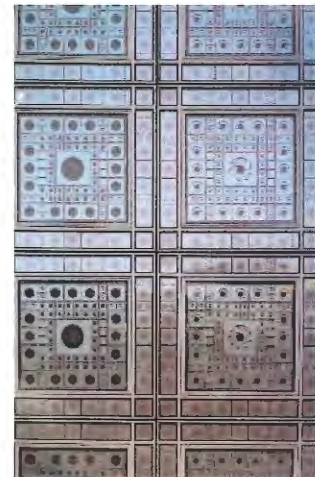


Detalhe - Diafragmas da Fachada Sul.
El Croquis 65/66, p. 76.

Existe uma contradição quanto ao desenvolvimento da arquitetura árabe em latitudes como a de Paris, e a proposta de Jean Nouvel foi empregar o tema decorativo árabe (ornamentos que filtram a luz) com a vantagem de permitir a entrada de mais ou menos luz, dependendo da estação do ano. Assim, como as figuras decorativas (quadrado, círculo, estrela, polígono) são frequentemente generalizadas através da rotação, a idéia dos diafragmas veio naturalmente (Jean Nouvel em entrevista a Marc Jouassain in Catálogo do IMA).

Essa fachada Sul tem levantado algumas dúvidas quanto à qualidade e o preço do equipamento envolvido (Olivier Boissière, *"Institut du Monde Arabe: Thanks God, It's Friday Night"* in *L'Architecture D'Aujord'Hui* - 255/1988). Além disso, como descreve Patrice Goulet (*"L'IMA: L'Institut du Monde Arabe"* in *A+U* - 214/1988), para os Modernistas, essa decoração é absolutamente chocante - embora exista a necessidade de protetores solar e os diafragmas apresentarem melhor eficiência por serem auto-reguláveis, a complexidade das formas e variedades de tamanhos procurando evocar os motivos decorativos do Alhambra parecem completamente supérfluos.

Por um outro lado, segundo Olivier Boissière (*"Institut du Monde Arabe: Thanks God, It's Friday Night"* in *L'Architecture D'Aujord'Hui* - 255/1988), isso ilustra o que é melhor no modo de Jean Nouvel conceber o edifício - sua capacidade de criar imagens evocativas. E o interior, sua riqueza de matéria e cores e sua habilidade de espalhar a luz filtrada e alterada são partes significantes da mágica do edifício.



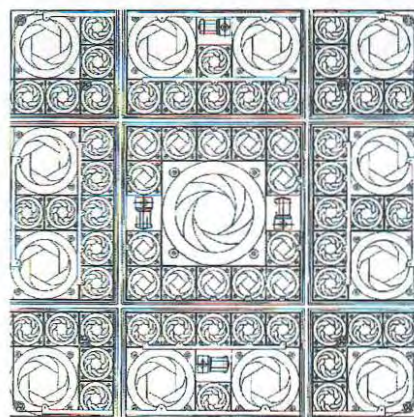
Diafragmas da Fachada Sul.
El Croquis 65/66, p. 75.

Desta forma, a fachada Sul é o melhor exemplo da dicotomia referente às culturas Árabe e Ocidental, reinterpretando uma série de figuras geométricas freqüentemente utilizadas na cultura Árabe ao mesmo tempo que procura uma forma contemporânea com os diafragmas móveis que são muito similares aos de uma câmera fotográfica (ZAERA in EL CROQUIS 65/66 – 1994).

O equipamento solar inserido entre duas folhas de vidro é composto por 27.000 diafragmas organizados em 113 painéis, operados com os princípios de uma câmera fotográfica e controlados eletronicamente por células foto-sensoras as quais permitem 10 a 30% de luz do dia. Para Jean Nouvel, o efeito obtido com os polígonos abertos (que ecoam a geometria árabe com um gigante “*moucharabieh*”) faria com que os visitantes soubessem que “aquele edifício é árabe” (Daralice D. Boles, “*Modernism in the city*” in *Progressive Architecture* - July/ 1987 e Patrice Goulet, “*L’IMA: L’Institut du Monde Arabe*” in *A+U* - 214/ 1988).



Fachada Sul.
L'Arca 15, p.16 .



Detalhe - Painel da Fachada Sul.
BEHLING & BEHLING (1996), p. 217.

Portanto o problema da admissão da luz é resolvido e, adicionalmente, Jean Nouvel cria a imagem do edifício nos moldes árabes, tornando as necessidades do edifício a sua própria imagem e força poética. A referência aos elementos geométricos nobres da arquitetura árabe torna-se, nesse edifício, uma expressão contemporânea na paisagem de Paris (Jean Nouvel e *Architecture Studio*, “*Symbols and Modernity*” in Catálogo do IMA).

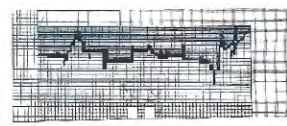
Embora mais discreta, a fachada Norte não é menos importante. Aqui Jean Nouvel procurou refletir sobre a relação do edifício com a Paris histórica, projetando uma superfície que incorpora um ritmo de linhas que sugere uma parede de pedra. Nessa mesma fachada, o design do *skyline* da Paris do século XIX transforma a superfície vítrea em uma tela que ecoa a velha cidade para o observador que contempla o *Seine*. A forma extensa e curva dessa fachada garante um elo flexível entre o longo feixe do edifício da Faculdade de Ciências e a entrada para a Paris de Haussmann (Daralice D. Boles, “*Modernism in the city*” in *Progressive Architecture*

- July/1987, Olivier Boissière, "Institut du Monde Arabe: Thanks God, It's Friday Night" in L'Architecture D'Aujord'Hui - 255/1988 e Olivier Boissière, "L'Institut du Monde Arabe di Parigi" in L'ARCA - 15/1988).



Fachada Norte.
El Croquis 65/66, p. 66 e 67.

De maneira inovadora, uma acumulação de vários *layers* formam a superfície curva dessa fachada: o elemento de proteção solar ("Venetian blind"), a vedação transparente com vistas para a cidade e a sugestão de uma tela cujo esquadramento interpreta a silhueta da velha cidade – desenhada em *silk-screen* sobre um trecho alto dessa fachada vitrea.



Detalhe - Silkscreen da Fachada Norte.
El Croquis 65/66, p. 76.

Assim, a sucessão de peles é constituída por: Uma "Venetian blind" (uma sucessão de linhas horizontais, mais ou menos espessas, servem para proporcionar proteção solar em algumas horas do dia). A "Venetian blind" está localizada entre duas placas de vidro, dentro da parede cortina, e a solução para o formato curvo veio de uma inovadora empresa, a "Sitraba", que ofereceu soluções novas e aptas para as diferenças provocadas pelo formato curvo com uma estrutura suspensa, nível a nível, por hastes em aço inoxidável presas em pequenas colunas através de pinos-parafusos ajustáveis. Uma outra pele é a pintura de um monumental *silk-screen* (*skyline* de Paris) projetado por P. A. Jacob (Olivier Boissière, "L'Institut du Monde Arabe di Parigi" in L'ARCA - 15/1988).

Do lado externo, esse conjunto de superfícies produz o efeito da "venetian blind", mas internamente sugere uma fina transparência com a percepção dos vários *layers* acumulados: vidro – serigrafia – tiras de metal ("venetian blind") – pequenas colunas – e novamente vidro, o que dá ao edifício uma transparência densa e uma aparência espessa (Olivier Boissière, "Institut du Monde



Lados externo e internos da Fachada Norte.
El Croquis 65/66, pp. 69 e 84 e L'Arca 15, p. 21.

Arabe: Thanks God, It's Friday Night in L'Architecture D'Aujord'Hui - 255/1988).

O IMA ainda tem muitos outros pontos fortes: O pátio interno todo refletido por cada alabastro (pedra branca polida e translúcida, parecida com o mármore branco); o hall de colunas com sua gravidade dinâmica; a cabine vítrea da caixa de escadas, onde reflexões e translucidez se interagem; e mais uma vez a fachada Sul com o alumínio polido (Olivier Boissière, *Institut du Monde Arabe: Thanks God, It's Friday Night* in L'Architecture D'Aujord'Hui - 255/1988).



Pátio interno
El Croquis 65/66, p. 87.



Hall de colunas
L'Arca 15, p. 19.



Caixa de escadas
El Croquis 65/66, pp. 72 e 73.



O pátio interno é alcançado através de um caminho muito estreito localizado entre os blocos Norte e Sul do edifício. Essa estreita fenda está em alinhamento exato, entre o Leste e o Oeste, com as torres de *Nôtre-Dame* e o pátio interno faceado com "pedra translúcida" (Daralice D. Boles, *Modernism in the city* in Progressive Architecture - July/1987).



Fenda entre os dois blocos.
El Croquis 65/66, p. 69.



Fenda entre os dois blocos iluminada.
L'Arca 15, p. 14.

Essa divisão em duas partes distintas e o pátio são referências típicas à introversão da arquitetura árabe; além disso, a fenda acentua a entrada destinada aos visitantes (acessível por carros), conduzindo-os diretamente para o interior do Instituto. A vista de Nôtre-Dame através dessa abertura é uma lembrança do elo entre as culturas em questão (Jean Nouvel e *Architecture Studio*, "Symbols and Modernity" in Catálogo do IMA).



O outro aspecto mestre do edifício dentro desse repertório de "transparência dissimulada" é o pátio inteiramente revestido por alabastros translúcidos suspensos por finos grampos de metal (Olivier Boissière, "L'Institut du Monde Arabe di Parigi" in L'Arca - 15/1988).

Detalhe da fixação dos alabastros e a Fenda vista do pátio interno.
El Croquis 65/66, p. 86 e 87.



Pátio interno
L'Arca 15, p. 23.

O edifício é então um brinquedo para a luz, onde as reflexões, refrações e vistas do interior ou para o exterior se alteram com a arte árabe consumada. A diversidade de espaços, ora comprimidos ora expandidos, uma

vez novamente amplifica uma experiência incomum de percepção. A fineza e a qualidade das oscilações do vidro ou do alumínio brilhante, os detalhes que sugerem motivos árabes e as faces e os fundos que se alteram em jogos de sombras são complexos e impressionantes (Olivier Boissière, "*L'Institut du Monde Arabe di Parigi*" in L'ARCA - 15/1988).

O edifício é uma exploração da alta tecnologia nos moldes franceses sem precedentes, pois o que poderia ser um precedente inglês (Norman Foster) segue outros conceitos evidenciados na pele do edifício. Essa exploração francesa da alta tecnologia torna o IMA um veículo de encontro e comunicação (Charlotte Ellis, "*Split on the Seine*" in *The Architectural Review* - 1088/1987 e Jean Nouvel e *Architecture Studio*, "*Symbols and Modernity*" in Catálogo do IMA).

Jean Nouvel intensiona resolver a questão de como evocar a cultura árabe dentro de um vocabulário totalmente moderno, associando-se a grandes empresas para fazer uso de produtos com alta tecnologia. Nouvel explora as possibilidades dos temas da luz e da simplicidade geométrica para evocar a cultura árabe de maneira discreta e perfeitamente controlada (Olivier Boissière, "*L'Institut du Monde Arabe di Parigi*" in L'ARCA - 15/1988).

Nouvel, que gosta do trabalho do instante, tem produzido mais que isso. Por marcar sua época tem produzido um trabalho que é durável ("Estes foram os anos 80"), introduzindo provas positivas de uma nova arquitetura, com uma nova poética e contribuindo para a evolução dos materiais e sistemas construtivos de seu tempo (Olivier Boissière, "*Institut du Monde Arabe: Thanks God, It's Friday Night*" in *L'Architecture D'Aujord'Hui* - 255/1988).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde os anos 20 que os arquitetos se apaixonaram pela transparência na pele dos edifícios. O movimento arquitetônico deste período procurou fazer uso dos vidros mais transparentes existentes no mercado, evidenciando os sistemas estruturais e a continuidade entre espaços internos e externos.

Mas o conceito de transparência na arquitetura sofreu grandes transformações. A evolução das imagens (vídeo, cinema, computadores) e a expansão pelo mundo inteiro têm estimulado a imaginação e introduzido um novo conceito de beleza. Hoje em dia as reflexões e sombras presentes nas superfícies vítreas não são mais resultados indesejados, mas pelo contrário, a superfície passa mesmo a ter uma certa primazia sobre a estrutura. Trata-se de um interesse renovado pelo termo que por muitos anos esteve relacionado com a arquitetura Moderna.

Pioneiramente, um dos arquitetos responsáveis por essa nova definição de transparência é o arquiteto francês Jean Nouvel. Desde os anos 70 que Nouvel faz uma releitura da técnica aplicada em nossos dias, observando que a tecnologia de nosso tempo já evoluiu a tal ponto que, como numa mágica, os equipamentos possuem minúsculas engrenagens escondidas que o fazem funcionar - como por exemplo uma TV de 30mm, que mostra a imagem e esconde o "truque".

Alguns dos novos materiais vítreos, como os vidros reflexivos ou as películas holográficas em vidros laminados, aproximam-se dessa definição atual da tecnologia. Além disso, esses materiais possuem maior eficiência energética, atendendo um mercado cada vez mais exigente quanto aos problemas ambientais.

Desta maneira, a interface entre poética e técnica resulta na transformação da pele do edifício, contribuindo para uma nova arquitetura que, se por um lado evidencia efeitos estéticos muito representativos da modernidade, por um outro lado, e com igual importância, constrói superfícies envoltórias que aproveitam a energia solar para o funcionamento do edifício.

Aprofundando-se mais nas questões ambientais tão preocupantes nos dias de hoje, levantou-se os gastos energéticos excessivos e as medidas que alguns países adotaram para reduzir o consumo de energia. Uma das medidas é melhorar a eficiência energética dos produtos vítreos muito difundidos hoje.

Não seria possível falar em economia de energia hoje sem levar em consideração os materiais de baixa eficiência energética muito utilizados nas fachadas dos grandes edifícios. Isso deve-se ao fato de uma utilização e orientação indiscriminadas de fachadas envidraçadas simples que tem gerado problemas de ganhos e perdas de calor nas edificações, colaborando para um aumento considerável do consumo energético com a utilização de aquecedores ou condicionadores de ar.

Esse uso excessivo de vidros na arquitetura sem critérios adequados tem sido muito questionado. A partir de então, grandes empresas percebem que seus produtos podem perder mercado e passam a investir em novos produtos transparentes mais eficientes.

O arquiteto Mike Davies, baseando-se na importante qualidade dos vidros de transmissão seletiva das radiações solares, propôs para a *Pilkington Glass*, em 1981, o desenvolvimento de uma múltipla performance do vidro a qual poderia regular dinamicamente as passagens de energia. Paralelamente a Mike Davies, outros arquitetos famosos internacionalmente também desenvolviam complexas fachadas transparentes com qualidades de conservação de energia, contribuindo para a evolução dos materiais e sistemas construtivos de nosso tempo.

Assim, o vidro em camadas em combinação com películas tem experimentado um fantástico aumento de suas performances nos últimos 20 anos. Alguns desses materiais, denominados "novíssimos materiais vítreos", são apresentados então para se ter uma idéia prática de como são constituídos e como podem atuar em termos energéticos.

Entre esses materiais, destacam-se as películas especiais com base nas inovações tecnológicas, os vidros inteligentes com propriedades ativas de transmissão das radiações e as múltiplas camadas vítreas intercaladas por camadas de ar.

As películas especiais são interessantes por significarem um retorno do uso de painéis simples (com apenas uma camada de vidro), reduzindo gastos com várias camadas de vidro. Mas devido ao fato de, até o momento, o desenvolvimento dessas películas ser insatisfatório, a saída mais viável para a eficiência energética em produtos vítreos é ainda as múltiplas camadas de vidro.

Os vidros inteligentes com qualidades óticas e térmicas ajustáveis também prometem grandes avanços na eficiência das fachadas quando tornarem-se aptos quanto a custos e dimensões para a construção civil.

A meta ecológica é reduzir a necessidade de energia elétrica de um edifício ao mínimo, fazendo das fachadas elementos tão complexos quanto o próprio projeto do edifício. As principais funções das fachadas hoje são: a estética e comunicação visual do edifício, o tratamento da fachada como uma membrana intermediadora entre condições climáticas externas e condições de conforto interno e ainda, algumas vezes, como captadoras de energia através de células fotovoltaicas.

Para exemplificar a utilização e estimulação da produção vítrea na arquitetura, foi escolhida parte da obra do arquiteto Jean Nouvel - particularmente seus princípios projetuais, alguns de seus conceitos mais relacionados com as possibilidades estéticas do vidro (como a Cenografia, as Sobreposições e a Desmaterialização) e a leitura do Instituto do Mundo Árabe de Paris. Todas essas questões fazem de Jean Nouvel um arquiteto muito vinculado com a produção arquitetônica de seu tempo.

Em seus princípios projetuais, Nouvel descreve cada uma das etapas de sua concepção arquitetônica. A primeira delas é a análise muito profunda do contexto urbano, do programa do edifício, do cliente e dos usuários envolvidos, buscando todos os fatores relevantes para cada projeto como o oposto da forma de criação que se origina através da "inspiração divina".

Posteriormente a todas essas questões terem sido levantadas e todas as análises terem sido feitas, Nouvel reconhece um caminho a ser seguido em detrimento de todos os outros. A partir daqui o arquiteto inicia as discussões poéticas e filosóficas do trabalho.

Para Jean Nouvel um arquiteto é, antes de tudo, um homem de realidades com o compromisso de construir, afastando-se do artista que está somente frente à inspiração. Mas uma vez dentro da realidade, o arquiteto retorna a ser idealista, trabalhando as questões poéticas da arquitetura.

Assim o arquiteto dá início ao processo de criação através do estabelecimento de conceitos. É através de cada um desses conceitos que o projeto é guiado, conduzido por um eixo de respostas às questões de arquitetura. Para a dissertação foram levantados apenas os conceitos mais relacionados com os efeitos estéticos da luz e das imagens sobre as superfícies vítreas.

Em seu processo de criação, Nouvel reivindica como ferramenta todas as potencialidades de sua época - tudo o que a evolução técnica permite em termos de exploração de imagens, desmaterialização e de desafio às leis da gravidade. Assim, após a definição das idéias, o arquiteto procura executá-las através da criação tecnológica. A tecnologia, portanto, não é o fator determinante do projeto, mas o meio através do qual vai materializar seus conceitos.

Apoiando-se na perfeição dos avanços técnicos que têm sido conquistados na fabricação e tratamento do vidro, o arquiteto tem desenhado uma sucessão de edifícios nos quais os limites físicos tendem a difundir-se - reinventando o significado da parede.

O arquiteto explicita os termos de uma arquitetura que produz sensações, emoções, imagens e signos extraídos do amplo repertório que o progresso tecnológico tem colocado a nossa disposição (cinema, vídeo, computador, qualidades do vidro). Deste modo nos surpreende pela audácia de soluções, re-introduzindo provas positivas de uma nova arquitetura.

Cenografia, Sobreposições e Desmaterialização são alguns dos temas que têm rodeado o trabalho de Nouvel nos projetos mais recentes. Na Cenografia, Jean Nouvel entende a arquitetura como seqüências através dos espaços, ou seja, como uma sucessão de imagens viabilizada pelos jogos de luz e transparências através das "novas paredes". As oscilações entre o bi e o tridimensional produzidas pelas sobreposições também proporcionam um efeito muito explorado por Jean Nouvel e materializado através das superfícies vítreas em camadas. Na desmaterialização, o arquiteto evidencia o interesse pela instabilidade da matéria, onde os limites físicos tendem a difundir-se e as transparências e reflexões confundem o edifício e a imagem de seu entorno.

Cada era produz sensações desconhecidas e inexploradas e o arquiteto está interessado nas novas sensações proporcionadas pelas incertezas dos jogos de luz, cores e imagens.

Esses efeitos (Cenografia, Sobreposições e Desmaterialização) são muitas vezes simultâneos e interdependentes, e fazem parte da "mágica" que é característica na obra de Jean Nouvel. Todos esses efeitos vêm das reflexões, refrações e dos caminhos da luz através dos materiais vítreos e também estão relacionados com as questões de conservação de energia.

Assim, as razões que levam a desenhar múltiplas camadas vítreas estão relacionadas também com a redução do

consumo de energia, separando o edifício da luz direta, do ruído e do calor/ frio. Mas a separação não tem apenas uma finalidade funcional, como podemos perceber na obra de Jean Nouvel os motivos também são visuais e, definitivamente culturais.

O IMA tem muito dessas questões conceituais colocadas na dissertação, além é claro daquelas relativas a peculiaridades do programa do edifício e de sua localização na cidade.

Os padrões de luz e sombra contidos no IMA promovem imediatamente uma alusão visual à cultura árabe tradicional, ao mesmo tempo que, através dos sistemas construtivos atuais utilizados, esses mesmos efeitos evocam uma forte referência à modernidade. A fachada Sul é o melhor exemplo dessa dicotomia aproveitando a coincidência entre o "*moucharabieh*" árabe e um painel moderno composto por diafragmas iguais aos de uma câmera fotográfica entre duas placas de vidro.

O IMA é constantemente ocupado em decompor a luz - variando-a, desviando-a e filtrando-a com base nos caminhos poéticos inesgotáveis da modernidade. Essa complexidade plástica das superfícies das fachadas também resolve os atuais problemas de conforto ambiental - viabilizadas através dos novíssimos e bem elaborados sistemas vitreos.

Portanto, se os vidros têm sido acusados de ineficientes para um edifício, então com essa reelaboração das superfícies eles se tornam os materiais mais aptos para os grandes projetos de arquitetura. Assim, toda a idéia que se tinha dos materiais ineficientes agora precisa ser repensada, abrindo campo para a criação de novos conceitos e novos sistemas construtivos para a arquitetura.

A fantástica possibilidade de elaboração da pele do edifício é importante tema para os arquitetos da atualidade. O resultado é uma nova arquitetura com um renovado conceito de transparência, surgindo fachadas muito representativas da modernidade e que funcionam como mediadoras entre as condições ambientais internas e externas que também estão muito relacionadas com a atualidade.

BIBLIOGRAFIA

- ARZOUMANIAN, Varoujan & BARDOU, Patrick *Sol y Arquitectura* Série: Tecnologia y Arquitectura, Editorial Gustavo Gili S.A. – Barcelona, 1980.
- BAKER, N.; FANCHIOTTI, A. e STEEMERS, K. (Editors): *Daylighting in Architecture: A European Reference Book*. Commission of the European Communities, James & James Ltd, 1993.
- BEHLING, Sophia & Stefan *Sol Power - The evolution of solar architecture* New York, Prestel - Verlag, 1996.
- BOGNAR, Botond in Revista A+U - ARCHITECTURE AND URBANISM, 280 January, 1994, pp. 2-9.
- BOGNAR, Botond in JA, THE JAPANESE ARCHITECT II - 1990.
- BOISSIÈRE, Olivier *Jean Nouvel* Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1997.
- BRUAND, Yves *Arquitetura Contemporânea no Brasil*. Tradução de Ana M. Goldberger. São Paulo, Perspectiva, 1981.
- BÜTTIKER, U. *Louis L. Kahn*. Berlim, Birkhäuser Verlag, 1991.
- CARAM de ASSIS, R. M. *Vidros e conforto ambiental: indicativos para o emprego na construção civil*. (Dissertação de Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos: EESC - USP, 1996.
- CARDANI, Elena in Revista L'ARCA 114, April, 1997, pp. 20-31.
- CARVALHO, B. de A. *Técnica da Orientação dos Edifícios*. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico S.A, 1970.
- CASTRAL, Paulo César, *Territórios – a construção do espaço nas residências projetadas por Paulo Mendes da Rocha (décadas de 60 e 70)*. (Dissertação de Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos: EESC – USP, 1998.
- CATÁLOGO DA SANTA MARINA *O Vidro na Arquitetura* Companhia Vidraria Santa Marina.
- CATÁLOGO DO IMA *The dialogue between cultures* by Paul Carton (president of the Arab World Institute).
- CATÁLOGO DO IMA *Symbols and Modernity* by Jean Nouvel and Architecture Studio.
- CATÁLOGO DO IMA *Interview with Jean Nouvel* by Marc Jouassain.

- CERVER, Francisco Asensio *"The Architecture of Glass: shaping light"* New York, Arco for Hearts Books International, 1997.
- CERVO, Amado Luiz e BERVIAN, Pedro Alcino *Metodologia Científica: para uso dos estudantes universitários.* São Paulo, Mc Graw-Hill do Brasil, 1983.
- CIBSE: *Code for Interior Lighting* London, Chartered Institution of Building Services Engineers, 1984.
- CIE: *Daylight* Paris, Commission Internationale de L'Eclairage, Publication CIE 16 (E-3.2), Bureau Central de la CIE, 1970.
- CIE: *Spatial Distribution of Daylight - Luminance Distributions for Various Reference Skies.* Commission Internationale de L'Eclairage, Publication CIE 110-1994, 33p.
- CÓDIGO DE OBRAS E EDIFICAÇÕES: Lei nº 11.228, de 25.06.1992: regulamento. Org. Henrique Hirschfeld. São Paulo: Atlas, 1993.
- COMETTA, Emilio *Energia Solar: Utilização e Empregos Práticos.* Tradução de Norberto de Paula Lima, São Paulo, Hemus, 1978.
- COMPAGNO, Andrea *Intelligent Glass Façades – material, practice and design* Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser Verlag, 1996.
- COSTA, Lúcio, 1902 *Lúcio Costa: registro de uma vivência.* São Paulo: Empresa das Artes, 1995.
- COSTA, Lúcio *Sobre Arquitetura* Porto Alegre, Centro dos Estudantes Universitários de Arquitetura, 1962.
- COWAN, Henry J. *Solar Energy Applications in the Desing of Buildings.* Department of Architectural Science, University of Sydney, Australia. London, Applied Science Publishers LTD, 1980.
- ELLIOTT, Cecil D. *Technics and Architecture: The Development of Materials and Systems for Buildings* London, The Mit Press, 1992.
- FUTAGAWA, Yoshio *Interview with Jean Nouvel* in GA document extra - 7, Tokyo, Japan: A.D.A. Edita, 1996.
- GLUCKSMANN, Christine Buci *"L'Oeil Cartographique de l'Art"* (capítulo 6: Ícaro hoje, o olho efêmero), Paris, Éditions Galilée, 1996.
- GOLDEMBERG, José *Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento* tradução de André Koch - São Paulo:

Editora da Universidade de São Paulo (EdUSP), 1998.

HOPKINSON, R. G. *Architectural Physics: Lighting*. London, Department of Scientific and Industrial Research, Building Research Station, 1963.

HOPKINSON, R. G. e COLLINS, J. B. *The Ergonomics of Lighting*. London, Macdonald Technical and Scientific, 1970.

HOPKINSON, R. G.; PETHERBRIDGE, P.; LONGMORE, J. *Iluminação Natural*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1975.

IES: Illuminating Engineering Society. *Lighting Handbook*. New York, John E. Kaufman Editor, 1984.

IZARD, Jean-Louis e GUYOT, Alain *Arquitetura Bioclimática*. Mexico, Ediciones Gustavo Gili, 1983.

LAM, W. M. C., *Sunlighting as Formgiver for Architecture*. New York, Van Nostrand Reinhold Co., 1996.

LAMBERTS, R. DUTRA, L. e PEREIRA, F. O. R. "Eficiência Energética na Arquitetura" São Paulo, PW Editores, 1997.

LECHNER, Norbert *Heating, Cooling, Lighting - Design Methods for Architects* USA, A Wiley - Interscience Publication, 1990

LIM, B. P. et alii *Environmental Factors in the Design of Building Fenestration* Department of Building Science, University of Singapore. London, Applied Science Publishers LTD, 1979.

MEHTA, Madan L. et alii *Solar Radiation Control in Buildings*. London, Applied Science Publishers LTD, 1978.

MINDLIN, Henrique E. *Modern Architecture in Brazil*. Rio de Janeiro, Colibril Editora Ltda, 1956.

MONTANER, Josep Maria *DESPUÉS DEL MOVIMIENTO MODERNO: arquitectura de la segunda mitad del siglo XX* Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1993.

MOORE, F., *Concepts and Practice of Architectural Daylighting*. (2nd ed.), New York, Van Nostrand Reinhold Co., 1991.

NBR 5413, *Iluminância de Interiores - Especificação*. Abril, 1982. (03.035). Norma Brasileira.

NBR 5461, *Iluminação - Terminologia*. Dezembro, 1980. (03.005). Norma Brasileira.

- OLGYAY & OLGAYAY *Solar Control & Shading Devices*. New Jersey, Princeton University Press, 1957.
- PATTON, Arthur R. *Solar Energy for Heating and Cooling of Buildings*. London, Noyes Data (Energy Technology Review Series), 1975.
- PEREIRA, F. O. R., *Thermal and Luminous Performance of Window Shading and Sunlighting Reflecting Device*. PhD Thesis, School of Architectural Studies, UK, University of Sheffield, 1992.
- PILOTTO, E. N. *Cor e iluminação nos ambientes de trabalho*. São Paulo, Livraria Ciência e Tecnologia Editora Ltda., 1980.
- PRATSCHKE, Anja *"Configurações do Vazio: arquitetura e não-lugar"* Dissertação de Mestrado, Departamento de Arquitetura e Urbanismo - EESC-USP, São Carlos, 1996.
- RASMUSSEN, S. E. *Arquitetura vivenciada*. São Paulo, Martins Fontes Editora, 1986.
- Revista L'ARCA - revista internacional de arquitetura, design e comunicação visual, nº 15 *L'Institut du Monde Arabe di Parigi* by Olivier Boissière, Milano, Italia: Published by l'Arca Edizioni Spa, Abril, 1988.
- Revista ARCHITECTURAL RECORD *"Office Buildings: The New Generation"* 06 / 1997, pp. 137-156.
- Revista L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI, nº 255 *Institut du Monde Arabe: Thanks God, It's Friday Night* by Olivier Boissière, fevereiro, 1988.
- Revista A+U - Architecture and Urbanism, nº 214 *L'I.M.A.: L'Institut du Monde Arabe* by Patrice Goulet, July, 1988 - pp. 72-98.
- Revista ARQUITETURA VIVA, nº 54, Mayo - Junio, 1997, pp. 93-101.
- Revista EL CROQUIS, nº 65/66, Madrid, El Croquis Editorial, 1994.
- Revista LOTUS - revista trimestral de arquitetura, nº 84, Milano, Italia, fevereiro, 1995.
- Revista Progressive Architecture *Modernism in the City* by Daralice D. Boles, July, 1987.
- Revista THE ARCHITECTURAL REVIEW, vol CLXXXII, nº 1088 *Split on the Seine* by Charlotte Ellis, October, 1987 - pp. 47-52.
- RILEY, Terence *"Light Construction"* Gustavo Gili, MAC - Museu d'Art Contemporani, Barcelona, 1996.

- RIVERO, Roberto *Iluminacion Natural: calculo de la componente de cielo del factor de dia.* Montevideo, Universidad de la República, Facultad de Arquitectura, Servicio de Climatologia Aplicada a la Arquitectura, 1971.
- ROBBINS, C. L., *Daylighting: Desing and Analysis.* New York, Van Nostrand Reinhold Co., 1986.
- ROCHA, A. A. *Considerações sobre o habitat tropical.* Natal, PRAEU - UFRN, 1982.
- ROCHA, Paulo Mendes da *MENDES DA ROCHA* Lisboa, Editorial Gustavo Gili, 1996.
- SARTORIS, Alberto *Encyclopédie de L'Architecture Nouvelle: Ordre et Climat Américains.* Milan, Ulrico Hoepli, 1954.
- SCARAZZATO, Paulo Sérgio *O Conceito de Dia Típico de Projeto Aplicado à Iluminação Natural: dados referenciais para localidades brasileiras.* Tese (Doutorado), São Paulo, FAU-USP, 1995.
- SERRA, Rafael *"Arquitetura Noite e Dia"* Paper do ENTAC, Bahia, 1997.
- SPERLING, David Moreno *"Habitação Social na Obra de Jean Nouvel: seus contextos, suas propostas, suas conseqüências"* Relatórios de iniciação científica, Orientador Prof. Dr. Akemi Ino, Co-orientador Prof. Marcelo Tramontano, CNPq-Pibic, ESSC-USP-SAP-Ghab.
- TURNER, Janet *"DESIGNING WITH LIGHT - Retail Spaces: Lighting solutions for shops, malls and markets"* Switzerland, RotoVision Book, 1998.
- XAVIER, Alberto (organizador) *Arquitetura Moderna Brasileira: Depoimento de uma geração"* São Paulo, Pini, Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura: Fundação Vilanova Artigas, 1987.
- ZAERA, Alejandro *"Incorporaciones: Entrevista con Jean Nouvel"* in EL CROQUIS 65/66 - Jean Nouvel (1987 - 1994), Madrid, 1994, pp8-41.



NOTAS

¹ A palavra "modernidade" aqui está no sentido de atual, do nosso tempo. Diferente de Modernismo que se refere a arquitetura da primeira metade do século XX, pertencente ao Movimento Moderno.

² Tóquio é uma cidade efêmera, de nômades urbanos.

³ O "boom" na economia japonesa dos anos 80 permitiu que muitos jovens arquitetos pudessem expor suas idéias. Um quarto das edificações em Tóquio são demolidas e reconstruídas no período de um ano.

⁴ Das certezas do conhecimento científico.

⁵ "Boom" dos anos 80.

⁶ Para Ito as cidades japonesas são acampamentos high-tech de nômades urbanos, e a arquitetura desses nômades não tem forma - são feitas de finas armações metálicas, telas de alumínio e outras ferragens, configurando uma diversa variedade de tendas. Essas cabanas prateadas são penetradas e animadas por elementos naturais como a luz e o vento, sendo formada ou deformada por eles. Este é um tipo de arquitetura anamórfica ou arquitetura do vento. E esta arquitetura, na opinião dos japoneses contemporâneos, deve ter vida breve e ser construída de materiais fáceis de serem desmontados e baratos (BOGNAR -1992).

Segundo PRATSCHKE (1996), as cidades japonesas, como Tóquio, vistas do alto são caóticas, plenas de irregularidades e de assimetria, com contornos e espaços múltiplos sempre ambíguos. Tóquio é uma cidade factícia efêmera, "uma cidade em estado de falta de peso" (Toyo Ito), onde um quarto dos imóveis datam de menos de cinco anos e onde as pessoas não ficam em suas casas. Ela é uma arquitetura seqüencial onde as coisas acontecem à medida que o tempo se desenvolve e onde os cidadãos vivem como nômades.

Em uma entrevista de 1993, "The Visual Image of the Microeletronic Age", Toyo Ito evoca esta arquitetura que é um jardim de microprocessadores. A cidade se metamorfoseia em um espaço de efeitos efêmeros criados de um fluxo eletrônico invisível. Como os sons fluem no espaço, as formas se transformam em jardins de luzes e a arquitetura se torna ilimitada em reinterpretar a invisibilidade dos fluxos e a pequenez dos eletrônicos. Aqui, o virtual e o real configuram o mesmo espaço.

⁷ PRATSCHKE (1996).

⁸ KRAUSS, "Minimalism: The Grid, The Cloud and The Detail".

⁹ Para saber mais sobre as radiações solares diretas - que são três tipos: ultravioleta (com comprimentos de onda até 380nm), luz visível (entre 380 e 780nm) e infravermelho (superior a 780nm) - e o comportamento de diferentes tipos de vidros perante essas radiações, ler CARAM de ASSIS, R. M. *Vidros e Conforto Ambiental: indicativos para o emprego na construção civil* (Dissertação de Mestrado), EESC - USP, 1996.

¹⁰ Na década de 60, os irmãos OLGAY aplicaram a bioclimatologia na arquitetura, considerando o conforto térmico humano, e criaram a expressão "projeto bioclimático". A arquitetura assim concebida busca utilizar, por meio de seus próprios elementos, as condições favoráveis do clima com o objetivo de satisfazer as exigências de conforto do homem (LAMBERTS et alii - 1997). Nesse trabalho, essa arquitetura será denominada de "arquitetura solar".

¹¹ O vidro plano mais simples é chamado de vidro recozido. O vidro float, também bastante comum na construção, difere do primeiro por ser obtido por meio de escoamento do fundido sobre uma base de estanho líquida em condições de atmosfera controlada. Este processo permite a confecção de placas planas de grandes dimensões com faces perfeitamente paralelas. As cores disponíveis no mercado são: verde, bronze, cinza e incolor (CARAM de ASSIS - 1996).

¹² As análises de vidro só são válidas se, para considerar a eficiência do material, os ensaios considerarem os três tipos de radiações solares, verificando qual a porcentagem de cada uma que atravessa o material (CARAM de ASSIS - 1996).

¹³ Variações de diferentes vidros existentes no mercado atuam de forma seletiva diante da incidência da radiação solar, fazendo com que

radiações com determinados comprimentos de onda sejam transmitidas com mais intensidade e outras com menos intensidade (CARAM de ASSIS – 1996).

¹⁴ Essas informações podem ser obtidas através da leitura da tabela de Transmissão das Radiações de CARAM de ASSIS (1996).

¹⁵ Essas informações podem ser obtidas através da análise da tabela de Transmissão das Radiações de CARAM de ASSIS (1996).

¹⁶ Informação obtida através da física Cristiane Barbieri do IFSC – USP.

¹⁷ Esse efeito foi assim nomeado por ZAERA (1994).

¹⁸ A interface também está presente, de alguma forma, em muitos projetos de Jean Nouvel, embora não tenha sido colocada nos conceitos de Jean Nouvel dessa dissertação.

¹⁹ Essa pavimentação vai direto através do vidro, como se o IMA tivesse sido feito sobre um sólido, similar ao monolito negro indestrutível do filme de S. Kubrick - "2001, Space Odyssey" (Patrice Goulet, "L'IMA: L'Institut du Monde Arabe" in A+U - 214/1988).